ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»
Кафедра общей биологии и экологии

ФГОУ ВПО «Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова»
Факультет почвоведения

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства»

(***с участием экологов Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины***)

24-25 марта 2015 г.

Часть I

Краснодар – 2015

УДК 631.879
ББК 40.40
П 27

П 27 IV Международная Научная Экологическая Конференция на тему: «***Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства***». – Краснодар. – Кубанский госагроуниверситет, 2015. – Ч. I. – 810 с.; Ч. II. – 787 с.

ISBN 978-5-94672-889-8

Сборник докладов печатается по материалам Международной Научной Экологической Конференции на тему: «***Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства***, состоявшейся 24-25 марта 2015 года.

В сборнике помещены 354 статьи, посвященные различным проблемам использования отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства в различных районах России и других государств – Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, Словакии, Узбекистана и Украины. Представленные материалы посвящены важным научным и практическим аспектам решения чрезвычайно значимой задачи размещения отходов, перспектив их использования и очистки сельскохозяйственных земель от загрязнителей.

Опубликованные работы представляют значительный интерес для научных работников, преподавателей ВУЗов, аспирантов, студентов и широкому кругу экологов-практиков.

УДК 631.879
ББК 40.40

ISBN 978-5-94672-889-8

© ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет, 2015

IV Международная научная экологическая конференция существенно расширила круг изучаемых экологических проблем. Кроме изучения особенностей отходов многих производств с целью их вторичного использования, в частности для улучшения сельскохозяйственных земель, представлено большое количество докладов, касающихся вопросов очистки сточных вод различных производств, программ по утилизации ТБО и особо опасных отходов, информационных технологий в сфере экологии и др. Кафедра общей биологии и экологии КубГАУ представила на Конференцию доклады, характеризующие в основном использование органических, минеральных и органоминеральных отходов в составе сложных компостов для улучшения почвенного плодородия, развития физических, химических и биологических свойств главным образом черноземных почв, расширения экологических ниш почвенного покрова через изменение экологических характеристик культивируемых земель, а также для улучшения развития сельскохозяйственных культур и качества их продукции. Обобщены новые результаты лабораторных, вегетационных и полевых опытов по влиянию сложного компоста на состав и свойства верхнего слоя почв, урожайность и качество продукции таких важных сельскохозяйственных культур, как озимая пшеница, кукуруза и сахарная свекла.

На конференции представлено 354 доклада из Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины. Основная работа по организации Конференции и подготовке её материалов к публикации выполнена Оргкомитетом Конференции и кафедрой общей биологии и экологии КубГАУ. Все замечания как по существу присланных материалов, так и по организации самой Конференции Оргкомитет и кафедра принимают на себя, но статьи публикуются в основном в авторской редакции.

Оргкомитет конференции

Трубилин Александр Иванович – ректор ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, доктор экономических наук, профессор; Председатель Оргкомитета

Шоба Сергей Алексеевич - декан факультета почвоведения Московского Государственного Университета, директор института экологического почвоведения МГУ, член-корреспондент РАН; заместитель Председателя Оргкомитета

Кощаев Андрей Георгиевич – проректор по научной работе ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, доктор биологических наук, профессор; заместитель Председателя Оргкомитета

Шеуджен Асхад Хазретович – профессор, доктор биологических наук, член-корреспондент Россельхозакадемии, заместитель директора Всероссийского НИИ риса

Белюченко Иван Степанович – заведующий кафедрой общей биологии и экологии ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, доктор биологических наук, профессор; заместитель Председателя Оргкомитета

Гукалов Владимир Николаевич – Глава Администрации Ленинградского района Краснодарского края, кандидат биологических наук

Смагин Андрей Валентинович – профессор кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова, доктор биологических наук

Радионов Алексей Иванович – декан факультета агрономии и экологии ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Терпелец Виктор Иванович – заведующий кафедрой почвоведения ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Корунчикова Валентина Васильевна – доцент кафедры общей биологии и экологии ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, кандидат биологических наук

Новопольцева Людмила Степановна – ведущий специалист кафедры общей биологии и экологии ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ

Выходцева Наталья Александровна – начальник отдела по связям с общественностью ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ.

Редакционный Совет

Трубилин Александр Иванович, ректор Университета, д.э.н., профессор – Председа-тель Редакционного Совета Конференции.

Кощаев Андрей Георгиевич – проректор по научной работе ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, доктор биологических наук, профессор; заместитель Председателя Редакционного Совета Конференции.

Белюченко Иван Степанович, заведующий кафедрой общей биологии и экологии, д.б.н., профессор – Научный редактор.

УДК 631.879.42

ОСОБЕННОСТИ КОЛЛОИДОВ В ОТХОДАХ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (вместо предисловия)

Белюченко Иван Степанович, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар, bioeco@inbox.ru*

Антоненко Дарья Алексеевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, Краснодар, dasha-slav@rambler.ru*

Мельник Ольга Александровна, *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар*

Коллоидные частицы в системе природного отхода отличаются однотипным зарядом: для органических отходов свойствен отрицательный заряд, а в минеральных отходах – положительный, отличающийся соединительной устойчивостью их частиц, силы притяжения которых превышают силы отталкивания.

Ключевые слова: коллоиды, однотипность заряда, органические отходы, минеральные отходы, седиментационная устойчивость

PECULIARITIES OF COLLOIDS IN WASTES OF VARIOUS ORIGINS

Belyuchenko I.S., Antonenko D.A., Melnik O.A.

Colloidal particles in the system of natural waste are different same type charge: for organic wastes is characteristic a negative charge, and mineral wastes - positive, wherein the connective stability of the particles, the attractive force which exceeds the forces of repulsion.

Keywords: colloids, uniformity of charge, organic waste, mineral waste, sedimentation stability

Дисперсные системы из частиц сложного компоста составляют структуру органических и минеральных коллоидов, которые при перемещении часто склеиваются друг с другом. Коллоидные частицы в системе природного отхода заряжены однотипными зарядами (положительными или отрицательными). В сложном компосте с включением органических веществ – осадки сточных вод, дефекат, полуперепревший навоз КРС, куриный помет и перегной, большинство органических коллоидов имеют отрицательный заряд. В различных минеральных отходах (фосфогипс, известковая мука, галиты, мел, зола) определенную роль играют распыленные частички, относящиеся к положительным коллоидам [1,2].

В различных по происхождению отходах (органических или минеральных) заметно варьирует количество коллоидальных веществ, которые мы оценивали по их доле в 1 кг субстрата. Сопоставили соотношение минеральных и органических коллоидов в природной почве, на пашне и в сложном компосте в течение трех лет (2012-2014 гг.) при отборе проб перед посевом семян в мае месяце (таблица 1).

Полученные результаты показали, что изучаемые типы субстратов заметно различались по содержанию органических и минеральных коллоидов. Наибольшая массы коллоидов концентрируется в сложном компосте, где доля органических коллоидов наиболее высокая (в среднем за 3 года его подготовки составила 1,25 г/кг сложного компоста). Второе место занимает природная почва (в среднем за 3 года доля коллоидов составила 0,39 г/кг) м заметно ниже этот показатель был на пашне (0,29 г/кг).

Доля минеральных коллоидов уступала по массе органическим коллоидам и в природной почве и на пашне. Наибольшей стабильностью по их массе характеризовались минеральные коллоиды природной почвы, наименьшей – пашни. Наличие минеральных коллоидов в сложном компосте превышает этот показатель и природной почвы и пашни, что указывает на большое значение этого субстрата для улучшения плодородия почвы, в котором доля органических кол-

лоидов превышает в 3 раза и доля минеральных коллоидов в 3.5 раза выше природной и нарушенной почвы. Внесение сложного компоста будет способствовать увеличению коллоидной части сравниваемых почв и их существенному улучшению физико-химических и биологических особенностей.

Таблица 1. Соотношение органических и минеральных коллоидальных веществ (в г/кг субстрата)

Типы почв	Годы исследований	Типы коллоидных веществ, г/кг	
		органические коллоиды	минеральные коллоиды
Природная почва	2012	0,40	0,10
	2013	0,38	0,09
	2014	0,40	0,09
	среднее	0,39	0,09
	соотношение	1:3,92	
Пашня	2012	0,30	0,07
	2013	0,29	0,08
	2014	0,30	0,07
	среднее	0,29	0,07
	соотношение	1:4,22	
Сложный компост	2012	1,23	0,30
	2013	1,31	0,30
	2014	1,20	0,32
	среднее	1,25	0,31
	соотношение	1:4,00	

Сложный компост с наличием двух и трехвалентных катионов обусловливает их устойчивость, а их коллоиды находятся в виде водоустойчивого геля, склеивающего более крупные частицы и их сложные компосты отличаются хорошей структурой. Насыщенные одновалентными катионами (особенно Na+) сложные компосты подвергаются диспергирующему действию воды, а их коллоиды при увлажнении переходят в золь, степень гидратации ионов и коллоидов , которых у разных отходов различная, и они насыщены различными катионами, отличающимися по степени набухания. Если сложные компосты насыщены кальцием и магнием, а еще лучше – железом и алюминием, то такие случаи не наблюдаются.

В сложных компостах, у которых в белковых соединениях и многих других объектах обменный комплекс образуется в результате диссоциации слабых кислот (поликремниевых или гуминовых), характеризующихся прочной связью кислотного остатка с H+ (водородная связь), а их соли обычно диссоциированы и легко вытесняют остальные катионы из внешней обкладки коллоидной мицеллы. Устойчивая связь присуща слабокислотным (карбоксильным) высокомолекулярным ионитам органических дисперсных систем (перегной), а для ионитов сильнокислотного типа минеральной дисперсной системы (фосфогипс) H+, не обладающих высокой энергией связи, расположены в конце ряда одновалентных катионов.

У минеральных коллоидов черноземов ядро состоит главным образом из алюмомагниевых и других силикатов, а также кремнекислоты, окислов железа и алюминия. Минеральные коллоиды чернозема и особенно перегноя весьма устойчивы и сохраняются, по нашим наблюдениям, в течение длительного времени (до трёх лет и больше). Органические коллоиды состоят из гуминовых и фульвокислот, протеинов, клетчатки и других сложных веществ, но они менее устойчивы, разрушаются и снова создаются из продуктов разложения растений и животных.

Коллоидные частицы дисперсных систем некоторых веществ вместе с находящимися на их поверхности слоями ионов составляют коллоидные мицеллы, которые в водной среде могут быть отделены друг от друга межмицеллярным раствором, где её внутренняя часть в химическом отношении представляет собой сложный комплекс разного состава и имеет аморфное или кристаллическое строение [2,6].

На поверхности коллоидов изучаемых систем расположены два слоя, состоящие из двух противоположно заряженных ионов: внутренний, размещающийся на ядре, составлен потенциалопределяющими и внешний – компенсирующими ионами. Потенциалопределяющие ионы поч-

венных коллоидов ацидоидного типа обычно имеют отрицательные электрические заряды, а компенсирующие – положительные. Компенсирующие ионы называются обменными, или поглощенными, катионами, и их сумма в сложных компостах определяет емкость его поглощения. Потенциалопределяющая группа объединяет ионы гуминовой кислоты, кремнийкислоты, а компенсирующая – ионы Ca^{2+}, K^{+}, Mg^{2} и других [7].

Адсорбционная способность увеличивается с возрастанием заряда ионов, а для равнозарядных ионов – с уменьшением радиуса гидратированного иона, где часть поглощенных катионов в черноземе обыкновенном расположена рядом с потенциалопределяющими ионами и образует неподвижный слой. Относительно небольшое количество катионов, расположенных на некотором расстоянии от потенциалопределяющего слоя, образует так называемый диффузный слой, где внешняя окружность обозначает границу мицеллы и одновременно границу диффузного слоя.

Агрегатная устойчивость отходов определяется как способность системы к сохранению дисперсности частиц дисперсной фазы. Илистая и коллоидная фракции многих отходов состоят в основном из кристаллических минералов. Данные о химическом составе коллоидной части почв и некоторых отходов на основе данных о природе связей между органическим веществом и минералами. Илистая фракция обогащена монтмориллонитом и показывает, что любое вещество, доведенное до коллоидной дисперсии, заметно меняет свои свойства. Химический состав поверхностных соединений различных органических и минеральных отходов играют бóльшую роль, чем внутреннее строение коллоидной частицы. Объединение минеральной части сложных компостов с органическими веществами и с фосфатами обусловлено дисперсностью и химизмом поверхности коллоидов (таблица 2).

Таблица 2. Основной состав коллоидов (г/кг) в почве и сложном компосте

Состав коллоидов	Содержание оксидов			
	в почве		в сложном компосте	
	органических	минеральных	органических	минеральных
SiO_2	0,12	0,06	0,8	0,12
Al_2O_3	0,49	0,18	1,2	0,20
Fe_2O_3	0,58	0,30	1,5	0,50

Физические основы отходов обусловливаются по своему происхождению и продолжительности их формирования, что сказывается на их химической характеристике. У минеральных коллоидов черноземов ядро состоит главным образом из кремнекислоты, окислов железа и алюминия и в соединении с перегноем весьма устойчивы и свою активность сохраняют в течение длительного времени. Органические коллоиды включают гуминовые и фульвокислоты, протеины, клетчатку и другие сложных веществ, но они менее устойчивы, разрушаются, а из продуктов разложения и создаются новые соединения [2,3,4,5].

Значительную часть в составе коллоидов в почве занимают минеральные соединения, практически доступные для растений и других живых организмов. Доля в органических соединениях таких оксидов как кремнекислоты и окислы алюминия и железа заметно снижаются в сравнении с их содержанием в сложном компосте. Объективно сложный компост заметно выделяется по содержанию и органических и минеральных коллоидов, что существенно расширяется его внесение на количество как почвенной физики и химии, а также на продуктивность растений.

После внесения сложного компоста в форме геля состояние коллоидов является наиболее распространенным. В сложном компосте после его внесения в почву органические коллоиды находятся преимущественно в состоянии геля. Гели сложного компоста склеиваются с пылеватыми и иловатыми частицами и образуют структурные агрегаты разного размера и разнообразной формы. Такой структурой обладают многие сложные компосты, составленные из смеси 8–10 отходов с участием полуперепревшего навоза КРС, свиней, осадков сточных вод, галитов, фосфогипса и некоторых других. Поэтому в сложном компосте доля орга-

нического вещества должна быть доведена до 4–5 уровней его почвенного содержания [6,7,8].

Таким образом, в сложных компостах при их формировании постоянно происходят изменения количества коллоидов и переход части их из одного состояния в другое. Наиболее быстрые изменения происходят с органическими коллоидами. Часть растительных остатков при разложении образует гумус, который имеет коллоидную природу и служит источником обогащения ими сложного компоста. При внесении в смесь сложного компоста фосфогипса или органоминеральной смеси увеличивается число устойчивых коллоидов с последующим образованием гумуса, который активно обогащает почву высокодисперсными органическими и минеральными соединениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография.– Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.

2. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2015. – 419 с.

3. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. КубГАУ, 2012. – № 39. – С. 63-69.

4. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология). – Краснодар. 2010. – 354 с.

5. Горбунов Н.И. Почвенные коллоиды. – М.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1967. – 147 с.

6. Муравьев Е.И., Белюченко И.С. Коллоидный состав и коагуляционные свойства дисперсных систем почвы и некоторых отходов промышленности и животноводства // Тр. / КубГАУ. – 2008. – Т. 2 (11). – С. 177–182.

7. Муравьев Е.И., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Мельник. О.А., Славгородская Д.А., Петух Ю.Ю. Влияние фосфогипса на развитие и продуктивность растений кукурузы в севообороте // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 98–107.

8. Kurakov AV., Than H.T.H., Belyuchenko I.S. Microscopic fungi of soil, rhizosphere, and rhizoplane of cotton and tropical cereals introduced in southern Tajikistan / Микробиология, 1994. – Т. 63. – № 6. – С. 1101.

УДК 631.4

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЧВЕННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

Шоба Сергей Алексеевич, *член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва*

Смагин Андрей Валентинович, *доктор биологических наук, профессор, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Институт лесоведения РАН, **Россия,** г. Москва, smagin@list.ru*

Садовникова Надежда Борисовна, *кандидат биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва*

Рассматриваются методологические основы и актуальные вопросы инновационного направления конструирования почв антропогенных ландшафтов. Приведена краткая характеристика направления, группировка основных видов почвенных конструкций и материалов для их формирования. Отдельное внимание уделено вопросам технологического проектирования конструктоземов на базе физически обоснованных моделей энергомассообмена в биокосных системах и экологического нормирования при создании почвенно-грунтовых композиций. Разработаны простые формулы для расчета почвенных смесей на основе имеющихся почвогрунтов и привносимых материалов из условий их ограничения по загрязнению в соответствии с действующими нормативами ПДК (ОДК).

Ключевые слова: почвенные конструкции, почвогрунты, технологическое моделирование, биополимерные материалы, водоудерживающая способность, биопродуктивность, техногенное загрязнение, экологическое нормирование.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF SOIL CONSTRUCTION

Smagin A.V., Shoba S.A., Sadovnikova N.B.

The methodological bases and topical issues of innovative direction of soil construction at anthropogenic landscapes are considered. A brief description of the direction, grouping the main types of soil structures and materials for their formation are shown. Special attention is paid to the process of constructozems designing based on physically-based models of energy-mass exchange in bio-inert systems and environmental regulation when creating soil and ground compositions. Simple formulas for the calculation of soil mixtures from available soil and introduced materials based on their restrictions on pollution in accordance with existing regulations (maximum allowable concentration and roughly allowable concentration) have been developed.

Keywords: soil structure, soils, process modeling, biopolymer materials, water-holding capacity, biological productivity, industrial pollution, environmental valuation.

Введение: понятие и виды почвенного конструирования

Конструирование почв – инновационное направление в инженерной экологии, почвоведении и земледелии, целью которого является научно обоснованное проектирование и создание с помощью технических средств, природных и синтетических материалов в почвенно-грунтовой толще системы рабочих слоев (горизонтов), коммуникаций, барьеров и иных структурных элементов в целях оптимизации почвенных свойств, режимов и экологических функций в антропогенных ландшафтах [22]. Спектр материалов, использующихся в настоящее время в почвенном конструировании чрезвычайно широк – от природных и модифицированных органических и органо-минеральных веществ (торфяные и торфо-сапропелевые почвомодификаторы, сложные компосты, осадки сточных вод (ОСВ) и станций водоподготовки (ОСВП), гуматы, цеолитные комплексы и др.) до синтетических полимерных гидрогелей, пленок, гидрофобных кремнийорганических соединений, геотекстилей, пластмассовых и габионных изделий для почвенно-мелиоративных и геостабилизационных конструкций [12,16,17,20,21].

Резюмируя известную информацию в данной области, можно предложить следующую **группировку почвенных конструкций**, целенаправленно создаваемых человеком с использованием как ручного труда, так и технических средств [22]:

- земледельческие искусственно создаваемые почвы;

- почвенные конструкции плоскостных спортивно-игровых сооружений;
- технические геостабилизационные конструкции;
- технические почвенно-мелиоративные конструкции;
- влагоаккумулятивные солезащитные почвенные конструкции аридных земель и урбаногенных ландшафтов.

Искусственные земледельческие почвы, как правило, создаются и существуют столетиями [4,11,22]. К данному виду, соответствующему по международной классификации антросолям, можно отнеси древнеорошаемые ирригационно-аккумулятивные почвы речных долин и рисовых плантаций, китайские насыпные почвы «хейлуту», североевропейские рукотворные почвы «плагген», рукотворные «монастырские» почвы о. Валаам и Соловецких островов и иные высокоокультуренные почвы садов и огородов. Основной фактор их формирования – внесение органических веществ, сопутствующих материалов и удобрений, направленное на улучшение качества исходных почв и их плодородия. Под действием человека и природных факторов в таких почвах формируются мощные (30см и более) гумусово-аккумулятивные и органогенные горизонты, сосредотачивающие в себе необходимые для получения устойчивых высоких урожаев качественной сельскохозяйственной продукции запасы влаги и питательных элементов. Тем самым антропогенное формирование подобных объектов осуществляется в соответствии с закономерностями природной биогенной организации, что гарантирует их устойчивость и эффективное функционирование.

Почвенным **конструкциям плоскостных спортивно-игровых сооружений** (футбольные поля, теннисные корты, поля для гольфа и регби, ипподромы и др.) посвящено достаточно публикаций [2,8,24,25]. Их технологическая схема включает несколько искусственных минеральных слоев (от двух до пяти), часто с подземными коммуникациями для полива, дренажа и искусственного подогрева, и органо-минерального поверхностного плодородного слоя. В совокупности все слои формируют сложное природно-антропогенное почвоподобное тело [8]. Его функциональные границы захватывают, в том числе, и природные субстраты в виде остаточных горизонтов почв, а внутренняя часть отличается контрастной текстурной дифференцированностью профиля. Поэтому нередко характеристики транспорта влаги и растворенных веществ и, соответственно, фитопродуктивность таких конструкций, сильно отличаются от запланированных в проекте. И без предварительных проработок, с использованием современных гидрофизических моделей, подобные сложные объекты, с учетом их дороговизны и значимости, не следовало бы проектировать методом «проб и ошибок» [22].

Геостабилизационные почвенные конструкции, как правило, сооружаются с использованием специальных геоматериалов и технических средств с целью закрепления почвенной поверхности, предотвращения водной и ветровой эрозии, осыпей, обвалов, просадок грунта и иных неблагоприятных изменений [22]. Одним из наиболее эффективных способов укрепления откосов является использование габионных конструкций, заполненных каменным материалом. Для создания плодородных слоев в специальных технических конструкциях, которые могли бы осваиваться растительностью, применяются различные варианты биоматов и биотекстилей, а также георешоток, заполняемых почвогрунтами. В современных геостабилизационных конструкциях чаще всего используется органичное сочетание вышеперечисленных материалов и технологий (каменистых габионов, гео- и биотекстилей, биоматов, георешоток), наряду с использованием местных материалов в виде почвогрунтов, щебня, природного камня и приемами закрепления растительностью [22].

Специальные **изоляционные почвенные конструкции** используются при захоронении вредных веществ, отходов и, в частности, при рекультивации и обустройстве полигонов ТБО [23]. Подобные конструкции это комбинация изоляционных и фильтрующих слоев-элементов, позволяющих собирать и отводить водные растворы ТБО и конденсат, а также обеспечивать изоляцию тела полигона от подпитки грунтовыми водами и атмосферными осадками путем их сброса в дренажную сеть. Защитные экраны выполняют из комбинации природных материалов (песка, гравия, щебня, глины, бентонита и их смесей) в сочетании с геосинтетическими материалами (синтетической рулонной изоляцией, геомембранами, гео-

текстилями, бентонитовыми матами и другими геокомпозитами). Не менее важной, чем гидроизоляция, является функция защиты от газовых эмиссий и, в частности, от метана, образующегося в теле полигона при анаэробной деструкции органических компонентов ТБО.

Наиболее распространенным видом **инженерных почвенно-мелиоративных конструкций** является дренаж. В отличие от рассмотренных выше вариантов конструирования, при проектировании дренажных конструкций используется довольно строгий инженерный расчет, основанный на информации о гранулометрическом составе и гидрофизических свойствах (коэффициент фильтрации, плотность (пористость), водоотдача) слагающих территорию почвогрунтов. Однако в большинстве классических разработок методология проектирования дренажа подразумевала освоение больших территорий, как правило, сельскохозяйственного или лесохозяйственного назначения [7]. Сегодняшние требования, это скорее индивидуальный дренаж небольших земельных участков с жилыми строениями, гидроизоляция фундаментов и тому подобные задачи «частного сектора», и здесь методология проработана недостаточно, особенно в отечественной физике и мелиорации почв.

Помимо внутрипочвенного дренажа для борьбы с избыточным увлажнением и водной эрозией территории используются различного вида плоскостные инженерные сооружения – водотоки, террасы, валы, запруды, часто располагаемые в виде определенной последовательности – каскадов. В отличие от дренажных конструкций, плоскостные сооружения направлены на перехват и отвод в естественные (природные) или рукотворные (ливневая канализация) коллекторы поверхностного стока, возникающего при обильных осадках, таянии снега и иных ситуациях. Проектирование таких сооружений сводится к расчету их геометрических параметров и количества на заданной площади по максимально возможному объему вод, поступающих или отводимых с окружающей территории за определенное время [21].

В завершении раздела охарактеризуем вкратце авторские разработки **влагоаккумулятивных солезащитных слоистых почвенных конструкций** на базе научно обоснованного проектирования с использованием закономерностей и моделей структурно-функциональной организации почв [18,20,22,28]. Условно данный класс почвенных конструкций можно разделить на сплошные (под травянистой растительностью) и локальные (под деревьями и кустарниками). Основной технологический принцип конструкций – формирование системы отдельных функциональных слоев (горизонтов), имитирующих природную структурно-функциональную организацию почв. Каждый слой выполняет определенные специфичные функции, либо аккумулятивно-биоресурсные, либо защитные. При этом используются органические почвомодификаторы на основе природных и синтетических биополимеров, а также местные грунтовые материалы разной дисперсности. В верхней корнеобитаемой зоне создаются один или два аккумулятивных слоя, запасающих необходимую для растений влагу и питательные элементы. С этой целью применяются либо в чистом виде, либо в композициях с исходным минеральным грунтом природные (торф), модифицированные и синтетические (гидрогели) биополимеры. Нижняя часть отсекается от почвогрунта грубодисперсным экраном, который, прерывая капиллярную сплошность, способствует дополнительному подвешиванию влаги в корнеобитаемой толще и защищает ее от вторичного засоления и загрязнения водорастворимыми поллютантами с восходящими (возвратными) капиллярными токами влаги. Гидрофизическое обоснование «эффекта антидренажа» или подвешивания влаги в небольших по мощности аккумулятивных слоях подстилаемых грубодисперсным экраном дано в [19]. Расчет количеств (доз) материалов, а также параметров конструкций (мощностей, глубины залегания слоев) производится на основе фундаментальной теории физического состояния почв с использованием современных компьютерных моделей энергомассопереноса и структурно-функциональной организации почв как динамических биокосных систем [3,10,13,15,22,26,27]. Рассмотрим это положение более подробно на практическом примере.

Методология технологического проектирования

Суть проектирования почвенных конструкций с использованием компьютерных моделей энергомассопереноса (типа HYDRUS [26,27] в почвах заключается в следующем. Для

расчетной почвенной толщи, которая в большинстве случаев не превышает одного метра (в городских почвах – это нормативная величина, согласно закону г. Москвы «О почвах» от 04.07.2007 № 31), проводится поливариантный прогноз поведения влаги и водопотребления растительностью данного типа в исходном состоянии и после внесения тех или иных доз почвомодификаторов с формированием одного или нескольких аккумулятивных слоев на различных отметках от поверхности. Для богарных (неполивных) условий оптимальным является вариант, в котором, при минимальных количествах почвомодификаторов, удается создать необходимый для обеспечения транспирационных затрат и, следовательно, продуктивности растений запас влаги с питательными веществами на наиболее вероятный период без осадков в засушливые годы.

Вторая задача, актуальная как для аридных условий, так и для современных мегаполисов умеренного климата с техногенным загрязнением и засолением почв, – обеспечение защиты корнеобитаемой толщи от этих негативных факторов с блокировкой восходящих капиллярных токов, как основного механизма концентрирования водорастворимых поллютантов и солей у поверхности. С этой целью в наших технологиях предлагается подстилание корнеобитаемой толщи (растительного слоя) грубодисперсными экранами из щебня, керамзита и тому подобных материалов [18,22]. При этом для сплошных почвенных конструкций под травянистой растительностью (газоны, цветники) следует учитывать зависимость продуктивности от доступного эдафического ресурса [22]. По ней минимальная мощность, обуславливающая устойчивое продуктивное функционирование травянистых фитоценозов составляет 40–50 см. Значит, в вариантах прогнозных расчетов влагообеспеченности с помощью почвенно-гидрофизических моделей для конструктоземов с защитными грубодисперсными экранами можно задавать мощность профиля порядка 40–50 см с использованием вышеупомянутого условия свободного оттока влаги на нижней границе. В этой толще имитируется размещение слоев почвомодификаторов разной мощности с заранее определенными характеристиками водоудерживания (**ОГХ**) и влагопроводности (в простейшем случае – коэффициентов фильтрации $\boldsymbol{K_ф}$). Также рекомендуется экранирование аккумулятивных горизонтов с поверхности слоем минерального грубодисперсного материала (песка) определенной толщины, чтобы обеспечить достаточное снижение биодеструкции. Для определения мощности экранирующего слоя нами на базе распределенных моделей деструкции органического вещества в почвах нами разработаны удобные номограммы [22].

Верхнее граничное условие при проектировании подобных слоистых конструкций задается в виде потенциальной транспирации, характерной для данного вида зеленых насаждений, при оптимальной водообеспеченности в зависимости от температуры [22,28]. Для имитации корневого потребления в модели HYDRUS-1D задается плотность распределения корней по исследуемой почвенной толще, а также выбирается из базы данных тип растительности со своей спецификой реакции потребления влаги на ее недостаток и солевой (осмотический) стресс. В поливариантных расчетах анализируется динамика влажности по профилю и запасов влаги в сравнении с требованиями растений, а также кумулятивные характеристики непродуктивных потерь (капиллярно-гравитационного сброса) влаги из расчетной толщи и затрат на реальную эвапотранспирацию с учетом снижения транспирационных расходов при иссушении почвы.

При информационном обеспечении моделей, определяющее значение имеют ОГХ почвогрунтов и их композиций с материалами-почвомодификаторами. Для их экспериментального получения в широком диапазоне варьирования влажности – от полной влагоемкости до состояния устойчивого завядания растений в наших исследованиях используются различные варианты отделения влаги от твердофазного матрикса в центробежном и гравитационном силовом поле [14,16,22,]. На рис. 1 показан пример подобных ОГХ для исходного почвенного субстрата (среднезернистого кварцевого песка) и его 0,2% композиции с сильнонабухающим полимерным гидрогелем (**СПГ**) в виде радиационно-сшитого полиакриламида, а также для торфосапропелевого почвомодификатора «AridGrow» [20,22,28]. Наглядную оценку водоудерживающей способности можно получить при сравнении равновесных влажностей ис-

следуемых объектов в точках пересечения кривых ОГХ с линией модуля давления влаги в 50 см. вд. ст., соответствующей 50 см высоте конструктозема над противосолевым щебнистым экраном. Если для исходного песчаного почвогрунта такая влажность (аналог наименьшей влагоемкости) была немногим более 2% (0,02 $см^3/см^3$), то внесение всего 0,2% СПГ увеличило ее до 20–22%. У торфосапропелевого почвомодификатора данная величина была самой большой и составила 74–75% по объему (0,7–0,75 $см^3/см^3$).

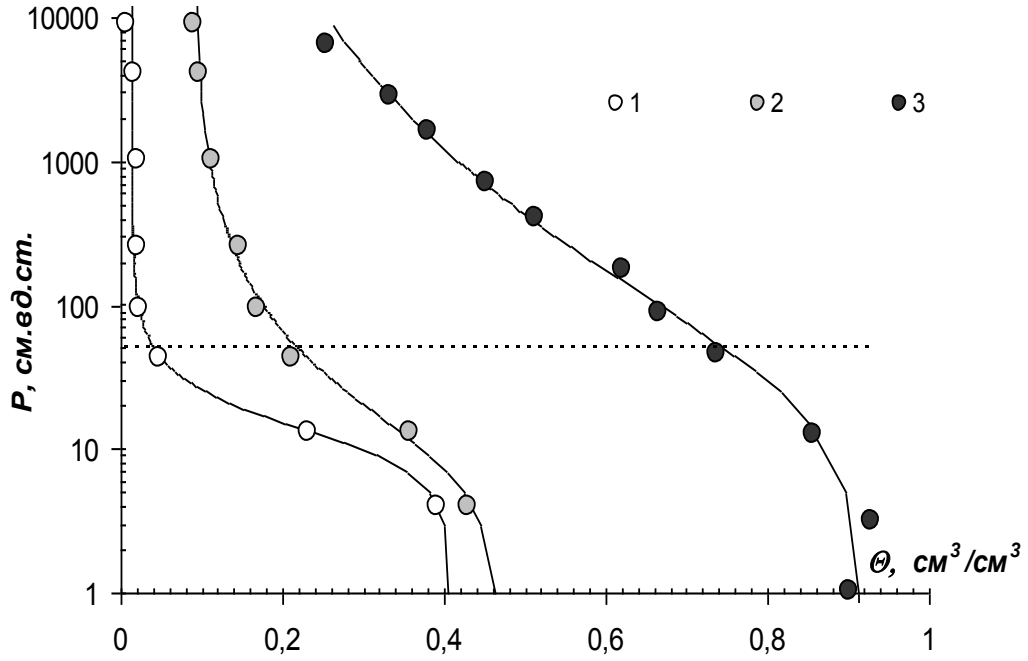


Рисунок 1 – ОГХ компонентов слоистых почвенных конструкций. Θ – объемная влажность, 1– песчаный субстрат, 2 – 0,2% СПГ, 3 – торфосапропелевый почвомодификатор. Пунктирная линия – гидростатическое давление 50 см. вд. ст., соответствующее высоте 50см почвенного слоя над щебнистым экраном.

Для ввода информации о водоудерживающей способности почвенных объектов в современные системы компьютерного моделирования уровня HYDRUS, функции ОГХ следует аппроксимировать стандартной моделью Ван-Генухтена [26]:

$$\Theta = \frac{(\Theta_s - \Theta_r)}{\left[(1+(\alpha P)^n\right]^{-m}} + \Theta_r; \qquad m = 1 - \frac{1}{n}, \tag{1}$$

где P [см. вд. ст.], Θ [$см^3/см^3$] – капиллярно-сорбционное давление и объемное содержание влаги в почве (переменные ОГХ), Θ_s, Θ_r – параметры влагоемкости почвы при максимальном (состояние насыщения) и минимально допустимом (остаточном) содержании влаги, α, n или m – константы аппроксимации, варьирующие в зависимости от физических свойств почвенных материалов (дисперсности, структуры, содержания органических веществ и т.д.). С этой целью удобно использовать программное обеспечение среды S-Plot 9-11 версий для аппроксимации нелинейных функций или специальное приложение RETC к системе HYDRUS-1D [22]. Кривые ОГХ на рисунке 1, соединяющие экспериментальные точки, построены по модели (1) с соответствующими числовыми параметрами, помещенными наряду с величинами $K_ф$ в таблица 1.

Таблица 1 – Почвенно-гидрофизические параметры компонентов слоистых конструктоземов для модели HYDRUS-1D (по Смагин, 2013)

Компоненты	Θ_s, см^3/ см^3	Θ_r, см^3/ см^3	α, см$^{-1}$	n	K_ϕ, см/сут
Кварцевый песок	0,013	0,406	0,087	2,787	190–480
Песок + 0,2% СПГ	0,088	0,468	0,111	1,604	1,5–2,9
Почвомодификатор «AridGrow»	0,916	0,002	0,038	1,217	480

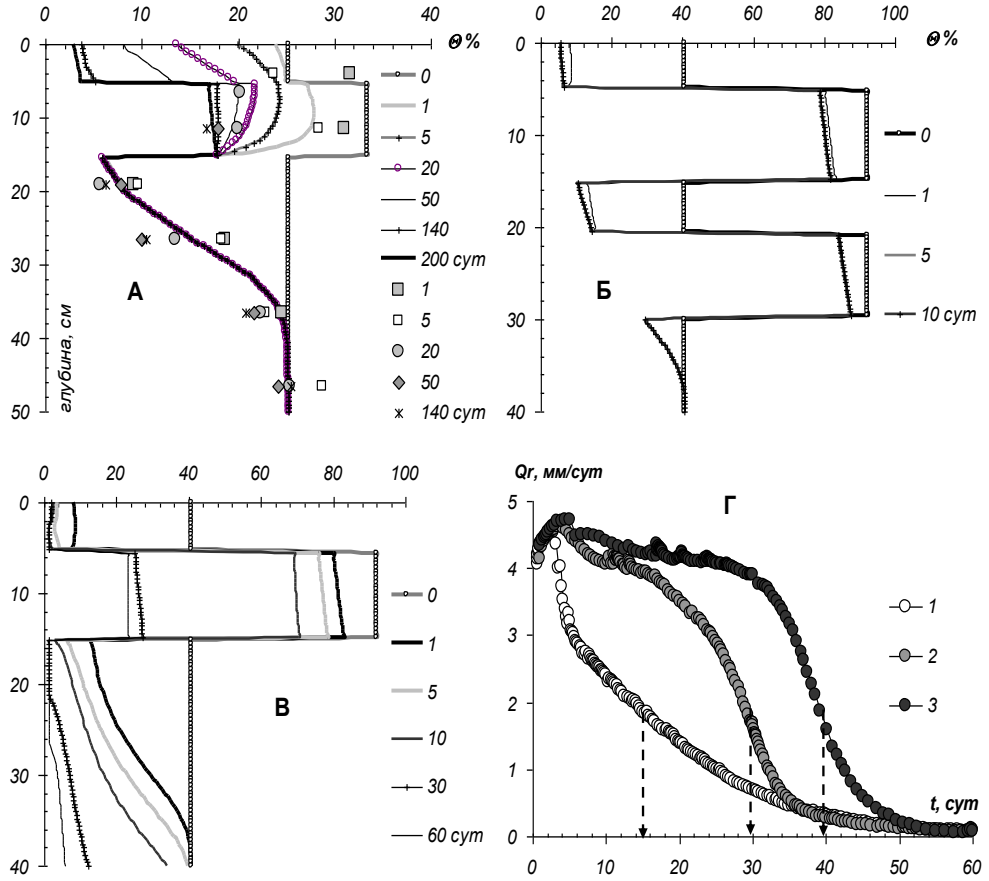


Рисунок 2 – Технологическое моделирование в среде HYDRUS-1D слоистых влагоаккумулятивных почвенных конструкций со щебнистым экраном в основании.

Θ – объемная влажность; режим свободного гравитационного оттока после насыщения: **А** – конструкция с 10 см аккумулятивным слоем 0,2% СПГ (символы – экспериментальные данные), **Б** – конструкция с двумя аккумулятивными слоями торфосапропелевого почвомодификатора, **В** – то же, режим корневого потребления травяным газоном, **Г** – динамика транспирационного расхода (***Qr***): стрелки – выход на критический уровень водопотребления с необратимым завяданием газона, 1–песок, 2, 3 – один и два 10 см слоя торфосапропелевого почвомодификатор.

Выборочные результаты проведенного для исследуемых почвенных объектов технологического моделирования представлены на рисунок 2. Внедрение аккумулятивных слоев на базе 0,2% СПГ или почвомодификатора «AridGrow» позволяет значительно (с 5 до 20–80%) повысить равновесную влажность в корнеобитаемой зоне конструктозема, причем не только в режиме свободного гравитационного оттока, но и при активном корневом потреблении влаги газонной растительностью с потенциальным эвапотранспирационным расходом порядка 3–4 мм/сут. Такое увеличение водоудерживающей и поглотительной способности пролонгирует период бездефицитного корневого потребления и свободного роста газонов без дополнительных поливов (осадков) с 10–15 сут (песчаный субстрат) до 30 (1 аккумулятивный слой в 10 см) и 40 сут (2 слоя в 10 см), как показано на рисунок 2–Г вертикальными

пунктирными стрелками. Величина потребления 2 мм/сут была выбрана в качестве критической (завядание газона). Прогнозные по модели HYDRUS-1D данные о динамике влаги находились в хорошем соответствии с экспериментальными, полученными в лабораторных условиях на макетах почвенных конструкциях малого размера (рисунок 2–А) [22].

Производственные испытания спроектированных подобным образом влагоаккумулятивных солезащитных почвенных конструкций для условий аридного поливного земледелия (страны Персидского залива) и столичного мегаполиса полностью подтвердили их высокую эффективность [18,20,22,28]. Во всех экспериментах удалось достичь запланированной 30–50% и более экономии влаги при сохранении или повышении до 1,5–2,5 раз продуктивности зеленых насаждений и надежной защите корнеобитаемого слоя от вторичного засоления (загрязнения водорастворимыми поллютантами). Причем последнее достижение, по-видимому, впервые в мировой практике позволило дать реально действующий технологический способ борьбы со вторичным засолением – основным негативным фактором поливного земледелия аридных земель, уничтожающим миллионы гектаров плодородных почв.

В качестве иллюстрации рассмотрим вариант сплошных почвенных конструкций со слоями низинного торфа и сильнонабухающего полимерного гидрогеля под зелеными газонами, реализованный на муниципальной станции садового и паркового хозяйства в эмирате Дубаи [22]. Независимо от типа органики при новой технологии было достигнуто стабильное превышение биомассы газонной культуры Paspalum hybrid в 2–2,5 раза над контролем при росте качества газона, оцениваемого по содержанию хлорофилла (рисунок 3–А).

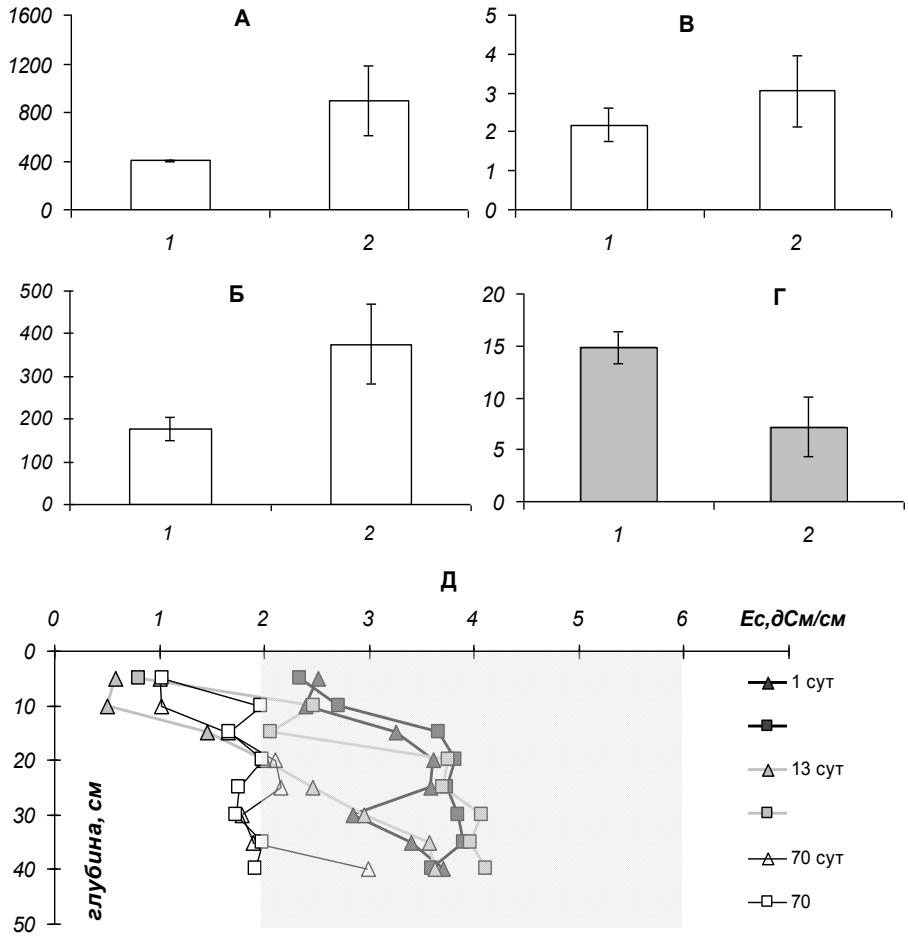


Рисунок 3 – Эксперимент по выращиванию зеленых газонов на станции озеленения и садоводства муниципалитета Дубаи [18].
1 – контроль, 2 – почвенные конструкции. А – запасы сырой фитомассы (г/м^2), Б – запасы абсолютно сухой фитомассы (г/м^2), В – содержание хлорофилла (мг/г), Г – расход поливной влаги (л/м^2/сут), Д – динамика электропроводности (Ec) порового раствора; треугольные символы – варианты с СПГ, квадратные – с низинным торфом, штриховка – область засоления.

Слоистый способ закладки почвенных материалов, как уже отмечалось, позволил не только минимизировать непродуктивные потери поливной влаги в виде внутрипочвенного стока и достичь ее существенной экономии (30–50%), но и предотвратить вторичное засоление. Контроль за солевым состоянием угодий, осуществляемый по электропроводности почвенных паст (Ec), показал устойчивую тенденцию рассоления верхней 30 см тощи слоистых почвенных конструкций за небольшой срок эксперимента порядка 2–3 месяцев (рисунок 3–Б). Более подробная информация об этом и других проектах, включая почвенное конструирование в столичном мегаполисе, содержится в книге [22].

Экологическое нормирование в почвенном конструировании

Конструирование почв и производство почвогрунтов априори предполагает соблюдение экологических нормативов качества в соответствии с действующим законодательством РФ. Это в первую очередь Гигиенические Нормативы и Санитарно-эпидемеологические требования к качеству почв федерального уровня в виде предельно-допустимых (ПДК) и ориентировочно-допустимых (ОДК) концентраций загрязняющих веществ [5,6,9]. Отметим, что в сравнении с международными стандартами, действующие российские нормативы качества почв оказываются, как правило, более строгими, что при условии их выполнения создает законодательную основу здоровья населения и производства экологически-безопасной сельскохозяйственной продукции. Для сохранения этих стандартов в искусственно создаваемых почвогрунтах и конструкциях, очевидно уже на стадии проектирования, при расчете доз и норм вносимых в почву материалов, необходимо учитывать возможность их потенциального загрязнения. Особенно актуальным это положение является в адрес минеральных и органических удобрений, биошлаков, фосфогипа, компостов, ОСВ и других рециклинговых продуктов, в которых содержание вредных, загрязняющих почву веществ может достигать высоких значений [1]. Мы предлагаем руководствоваться при расчете норм и доз подобных ингредиентов следующими несложными алгоритмами, вытекающими из рассмотрения баланса масс при смешивании (физическом разбавлении) вмещающих почвогрунтов и почвенных материалов. Уравнение материального баланса при смешивании, очевидно, можно записать в виде:

$$m_0C_0+m_pC_p=(m_0+m_s)C_m\,, \qquad (2)$$

где m_0, m_p – массы вмещающего (чистого) почвогрунта и загрязненного почвогрунта или почвенного материала, C_0, C_p – массовые доли (концентрации) в них нормируемого поллютанта, C_m – массовая доля нормируемого поллютанта в получаемой почвенной композиции (смеси). Очевидно, она не должна превышать ПДК (ОДК), откуда условие экологического нормирования с учетом баланса (2) будет выглядеть как:

$$m_p = m_0 \frac{(ПДК - C_0)}{(C_P - ПДК)}\,. \qquad (3)$$

Данное уравнение связывает абсолютно сухие массы веществ, лишенные влаги. Для реальных компонентов, имеющих ненулевые влажности (массовые доли влаги), условие (3) трансформируется в следующее выражение:

$$M_p = M_0 \frac{(100 + W_p)(ПДК - C_0)}{(100 + W_0)(C_P - ПДК)}\,, \qquad (4)$$

где M_0 и M_p – массы вмещающего (чистого) почвогрунта и загрязненного почвогрунта или почвенного материала во влажном состоянии с соответствующими влажностями W_0 и W_p.

Если ставится задача создания нормативно-чистой почвенной смеси на базе имеющегося почвогрунта (например, котлованный грунт) с массой M_0 и какого-либо почвомодификатора (материала) с массой M_p, используется выражение (4). Предварительно исследуется принятый в законодательстве РФ спектр загрязняющих веществ, имеющих нормативы ПДК (ОДК), из анализа которого выбираются концентрации (массовые доли) того поллютанта C_0, C_p , содержание которого в наибольшей степени превышает нормативное. Очевидно, что в

лишь этом случае разбавление (смешивание) для всех других поллютантов также позволит достичь нормативно-допустимого уровня.

Обратная задача – внесение в загрязненный почвенный материал с известной массой M_p, чистого почвогрунта с целью формирования условно-нормативной почвенной смеси приводит к такому выражению для расчета массы разбавителя во влажном состоянии:

$$M_0 = M_p \frac{(100 + W_0)(C_p - ПДК)}{(100 + W_p)(ПДК - C_0)} \quad , \qquad (5)$$

Если вмещающий почвогрунт (наполнитель) размещен на рекультивируемом участке заданной площади (S) в виде слоя почвы (почвенной конструкции) мощностью (h) и имеет плотность сложения (ρ_b^0), его массу в сухом состоянии легко определить как $m_0=\rho_b^0 hS$. Подставляя эту величину в (3) и (4) получаем выражение для расчета массы вносимого почвенного материала во влажном состоянии:

$$M_p = \frac{(100\rho_b^0 hS)(100 + W_p)(ПДК - C_0)}{(100 + W_0)(C_P - ПДК)} \quad . \qquad (6)$$

Коэффициент 100 в строке ($100\rho_b^0 hS$) соответствует 100% содержанию почвогрунта в слое (h). Очевидно, произведение $100\rho_b^0 h$, если подставлять в него плотность в г/см^3, а мощность слоя в см, даст запас почвогрунта в т/га. Поэтому при умножении на площадь, выраженную в га, искомая масса M_0 получится в тоннах.

С технологической точки зрения часто вместо масс компонентов удобнее использовать их объемы. Тогда для объема (V_p) вносимого почвенного материала (почвомодификатора) с известной плотностью сложения (ρ_b^p) условие (6) трансформируется в следующее:

$$V_p = \frac{(100\rho_b^0 hS)(ПДК - C_0)100}{\rho_b^p(100 + W_0)(C_P - ПДК)} \quad . \qquad (7)$$

Проиллюстрируем изложенную выше методику конкретным примером. Пусть при анализе ОСВ наибольшее превышение загрязняющих веществ ПДК было выявлено для свинца и составило C_p=120 мг/кг. Влажность ОСВ равнялась W_p=350 % от массы абсолютно-сухого вещества. Для приготовления плодородного условно-нормативного почвогрунта использовался котлованный песок с фоновым содержанием свинца C_0=0,5 мг/кг и влажностью W_0=1%. При составлении смеси примем наиболее жесткое условие нормирования по ПДК, которая для почвогрунтов населенных пунктов (озеленение) и сельскохозяйственных земель составляет 32 мг/кг. В более реалистичных ситуациях можно пользоваться менее жесткими нормативами в виде ОДК, поскольку гранулометрический состав почвенных смесей, как правило, тяжелее песчаного и супесчаного, а значит, ОДК=2–4 ПДК, согласно действующим в РФ нормативам [6]. Используя (4), нетрудно рассчитать допустимую массу ОСВ в смеси. Так, если масса наполнителя (песка) взята за единицу, например M_0=1т, то максимально допустимая при смешивании масса ОСВ во влажном состоянии будет равной M_p=1т(100+350)(32–0,5)/{(100+1)(120–32)}= 1,6 т. В сухом состоянии ОСВ будет весить 0,35т, а песок – 0,99т, отсюда максимальная концентрация ОСВ в песке составит 36%. Напомним, что это максимально допустимое содержание ОСВ в смеси, превышение которого означает формирование концентрации загрязнителя более ПДК=0,32 мг/кг созданного почвогрунта.

Если ОСВ вносится в уже имеющийся на территории с площадью (S) почвенный покров в расчетный слой мощностью (h), следует использовать формулы (6) и (7). Пусть S=2 га, h=10 см, а плотности сложения почвогрунта (песок из приведенного выше примера) и ОСВ составляют ρ_b^0=1,5 г/см^3 и ρ_b^p=0,2 г/см^3, соответственно. Тогда допустимая масса ОСВ для внесения в заданный слой будет равна M_p=(100·1,5·10·2)(100+350)(32–0,5)/{(100+1)(120–32)}= 4785 т влажного ОСВ. Масса сухого ОСВ с учетом влажности составит m_p=4785·(100/(100+350)=1063 т. Для определения соответствующего объема ОСВ, согласно (7) надо разделить полученную величину на плотность сложения (0,2 г/см^3 или 0,2 т/м^3), что

даст V_p = 1063/0,2=5316 м^3 влажного ОСВ, то есть близкую величину с влажной массой, что является следствием высокой (350%) влажности ОСВ.

Массовая доля (концентрация) ОСВ во вмещающем почвогрунте в слое 10 см составляет в расчете на сухое вещество 35,4%, и это, как мы помним, максимально допустимое количество. Очевидно, его можно поделить на несколько разовых доз внесения в течение выбранного срока. Например, если ежегодно вносить 3,5% ОСВ (47–48 т влажного осадка на выбранную площадь в 2 га), то уровень ПДК будет достигнут лишь через 10 лет. При этом не учитывается способность почвы к самоочищению, вынос поллютанта с урожаем и иные механизмы уменьшения содержания загрязнителя, что наряду с использованием ПДК вместо ОДК делает нормирование весьма жестким.

Таким образом, относительно простые соотношения, следующие из баланса масс при физическом смешивании (разбавлении) почвогрунтов, позволяют осуществлять четкие действия по экологическому нормированию в соответствии со стандартами РФ при создании искусственных почвенных смесей, окультуривании и конструировании почв.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белюченко И.С., Смагин А.В., Гукалов В.Н., Мельник О.А., Славгородская Д.А., Калинина О.В. Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края // Тр. / КГАУ. – 2010. – Т. 1. – № 26. – С. 33-37.

2. Булгаков А.М. Строительство плоскостных спортивных сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 209 с.

3. Воронин А.Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 204 с.

4. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. – М. - Смоленск: Ойкумен, 2003. – 268 с.

5. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» /утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 19 января 2006 года, введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23 января 2006 года № 1.

6. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» /утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 18 мая 2009 года, введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 мая 2009 года № 32.

7. Зайдельман Ф.Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов. – М.: КДУ, 2009. – 720 с.

8. Замотаев И.В. Почвоподобные техногенные образования: свойства, процессы, функционирование: Автореф. дисс. докт. геогр. наук. – М.: ИГРАН. 2009. – 50 с.

9. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. СанПиН 2.1.7.1287-03 /утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 16 апреля 2003 года, введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 17 апреля 2003 года № 53.

10. Смагин А.В. Почва как результат самоорганизации биогеоценоза // Доклады Академии наук, 1989. – Т. 308. – № 3. – С. 729–731.

11. Смагин А.В., Савельев А.А., Смагина М.В. Организация песчаных почв сосновых БГЦ (уровень системы почвенных горизонтов) // Почвоведение, 1992. – № 9. – С.120–130.

12. Смагин А.В., Садовникова Н.Б. Влияние сильнонабухающих полимерных гидрогелей на водоудерживающую способность легких почв //Почвоведение. 1994. – № 11. – С. 50–55.

13. Смагин А.В. Режимы функционирования динамических биокосных систем // Почвоведение, 1999. – № 12. – С. 1433–1447.

14. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Мизури Маауиа Бен-Али. Определение основной гидрофизической характеристики почв методом центрифугирования // Почвоведение, 1998. – №11. – С.1362–1370.

15. Смагин А.В. Распределенные кинетические модели органопрофиля почв // Вестн. Моск. ун-та. 2001. Сер. 17, почвоведение. – №3. – С. 3–7.

16. Смагин А.В. Теория и методы оценки физического состояния почв // Почвоведение, 2003. – №3. – С. 328–341.

17. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Назарова Т.В., Кирюшова А.Б., Машика А.В., Еремина А.М. Влияние органического вещества на водоудерживающую способность почв // Почвоведение, 2004. – №3. – С. 1–10.

18. Смагин А.В. Рукотворные почвы аридных регионов // Наука в России, 2006. – №6. – С. 53–58.

19. Смагин А.В., Хакимова Г.М., Хинеева Д.А., Садовникова Н.Б. Гравитационный фактор формирования наименьшей и капиллярной влагоемкости в почвах и слоистых почвенных конструкциях // Почвоведение, 2008. – №11. – С.60–69.

20. Смагин А.В., Садовникова Н.Б. Влияниие сильнонабухающих полимерных гидрогелей на физическое состояние почв легкого гранулометрического состава. – М.: МАКС Пресс, 2009. – 208 с.

21. Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. – 512 с.

22. Смагин А.В. Колоночно-центрифужный метод определения основной гидрофизической характеристики почв и грунтов // Почвоведение, 2012. – № 4. – С. 470–477.

23. Сметанин В.И Рекультивация и обустройство нарушенных земель. – М.: Колос, 2000. – 95 с.

24. Adams W.A., Jones R.L. The effect of particles size composition and root binding on the resistance to shear of sports turf surface // Rasen, Turf, Gazon, 1979. – № 2. – P. 48–68.

25. Lehr R. Taschenbuch fuer den Garten- Landschafts- und Sportplatzbaus. Berlin: Parey Buchverlag, 1997. – 952 s.

26. Šimůnek, J., M. Šejna, M. Th. van Genuchten. The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably- saturated media. IGWMC - TPS - 70, International Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines, Golden, Colorado, 1998. – 186 p.

27. Šimůnek, J., M. Th. van Genuchten, and M. Šejna.. The HYDRUS Software Package for Simulating Two- and Three-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media, Technical Manual, Version 1.0, PC Progress, Prague, Czech Republic, 2006. – 241 p.

28. Smagin A.V., Shoba S.A., Kinjaev R.R. et al. AridGrow- Ideal Soil System. M.-Manama. MSU-press, 2005. – 144 p.

УДК 631.8

НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ САДОВ НА ЮГЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Алексеенко Владимир Алексеевич, *профессор, доктор геолого-минералогических наук, Научно-исследовательский институт геохимии биосферы ФГОУ ВПО "Южный федеральный университет", **Россия,** г. Новороссийск; ФГОУ ВПО «Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова», **Россия**, г. Новороссийск, vl.al.alekseenko@gmail.com; ecogeohim@mail.ru*

Рассматриваются геохимические особенности почв сельскохозяйственных ландшафтов, определяющие возможность использования производственных отходов в качестве удобрений. В качестве конкретного примера приводятся почвы садов Краснодарского края. Показана целесообразность использования показателей абсолютного и относительного накопления веществ для решения поставленных задач.

*Ключевые слова***:** показатели накопления веществ, геохимические особенности почв, накопление и вынос химических элементов

SOME GEOCHEMICAL ASPECTS OF USE OF WASTES AS AGRICULTURAL FERTILIZER FOR GARDENS THE SOUTH KRASNODAR REGION

AlexeenkoV.A.

The geochemical features of soils of agricultural landscapes defining possibility of use of production waste as fertilizers are considered. As a concrete example, we consider the soil of orchards of the Krasnodar region. Expediency of use of indicators of absolute and relative accumulation of substances is shown.

*Key words***:** indicators of absolute and relative accumulation of substances, geochemical features of soils, increase and reduction of concentration of chemical elements

Введение. Проблема истощения почв при их сельскохозяйственном использовании существует столько же, сколько само земледелие. Частично эту проблему удается решить путем внесения различных удобрений. Использование отходов производства могло бы значительно удешевить этот процесс. Однако возникает определенная сложность, связанная в первую очередь с необходимостью соответствия химического состава отходов геохимическим особенностям почв сельскохозяйственных ландшафтов, используемых для выращивания определенных культур. Как правило, вносимые удобрения являются комплексными и содержат целый ряд органических и неорганических соединений. Если при внесении удобрений их химический состав можно корректировать, то в случае использования отходов подобная корректировка весьма сложна и часто экономически не выгодна. В связи с этим высока вероятность внесения в почвы элементов (их соединений) уже находящихся в них в избытке в силу геохимических и биогеохимических процессов, происходящих под воздействием природных и антропогенных факторов. Разъясним это подробнее на примере изменений, происходящих в почвах Краснодарского края, при их сельскохозяйственном использовании.

Методы исследований. Для количественной оценки состояния почв и происходящих в них изменений использовались показатели абсолютного (ПАН) и относительного накопления (ПОН) веществ, предложенные автором в 1997 г. и используемые в различных регионах России.

Показатель абсолютного накопления показывает, какая масса определенного химического элемента (или его соединения) накопилась или была вынесена из конкретной части геохимической системы в результате произошедших процессов на единице площади. Для установления величины ПАН в почвах на площади 1 км^2 определяется разница между фоновыми содержаниями в почвах до начала рассматриваемых процессов и после их окончания $C_{ф2}$: $C_{ф2} - C_{ф1}$. Если после окончания процессов $C_{ф1}$ содержание уменьшалось (т.е. происходил вынос элемента), величина ПАН имеет отрицательное значение. Изучение по вертикальному профилю почв техногенных изменений концентрации рассматриваемых металлов показало, что, в подавляющем большинстве случаев, они произошли в верхних горизонтах до глубины 30 см. Определение средней плотности почв на юге России позволило после расчетов счи-тать, что изменение концентрации химических элементов в почвах на величину, равную $1 \cdot 10^{-3}$ %, в пределах верхнего 30-сантиметрового слоя, соответствует изменению массы элементов на 6 т на площади, равной 1 км^2.

Для эколого-геохимической оценки изменений, происшедших по отношению к геохимическим особенностям первичных лесных почв рассчитывался показатель относительного накопления (ПОН), представляющий собой отношение массы элемента, накопившегося (вынесенного) в результате произошедших процессов в определенной части геохимической системы (т.е. ПАН), к местному фоновому (кларковому и т.д.) содержанию. Таким образом, можно считать, что

$$ПОН = ПАН/С_{кл.(фон.)}$$

При подготовке данного сообщения были использованы результаты анализов свыше 900 проб почв. Все рядовые анализы проводились в аттестованной и аккредитованной Центральной химической лаборатории «Кавказгеосъемка». Для проверки качества отбора проб и их лабораторных исследований использовался внутрилабораторный и внешний контроль. Проведенные расчеты показали хорошую воспроизводимость. Кроме хорошей воспроизводимости, необходимо было установить достоверность анализов, особенно спектральных. Поэтому при анализах использовались соответствующие эталоны, внешний контроль производился в арбитражных лабораториях, а также проводилось количественное определение ряда элементов.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим геохимические особенности почв ландшафтов лесов и садов области низкогорья и среднегорья (таблица 1). Как видно из приведенных данных, почвы рассматриваемых лиственных лесов Северо-Западного Кавказа отличаются по содержанию ряда металлов от их среднего содержания в почвах Земли. Так в лесных почвах изначально повышены содержания Ba, Co, Cu, Li, Mn, Pb, Ti, V и Zn. В тоже время в них понижены концентрации Be, Cr, Ga, Sn, Y. Это необходимо учитывать при последующем рассмотрении изменения геохимического облика почв в результате создания садов и при рассмотрении рационального внесения удобрений.

Количественную оценку геохимических изменений, происшедших в почвах лесных ландшафтов при создании садов дает ряд накопления элементов, построенный по расчетам ПАН для элементов, имеющих статистически значимые различия содержаний в почвах садов и исходных почвах лесов:

Накопление: $P > Cu > Zn > Ni$

Таким образом, содержания всех четырех рассматриваемых металлов, накапливающихся в почвах садов, стали еще больше отдаляться от кларковых содержаний почв Земли (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика распределения валового содержания химических элементов в почвах ландшафта 14 и образованных на его месте фруктовых садов (с вероятностью 95 %)

Элемент	Кларк почв*, ($n*10^{-3}$ %)	Ландшафт лиственных лесов № 14	Ландшафт садов			
			Среднее содержание ($n*10^{-3}$ %)	ПАН, т/км^2 (относительно фона)	ПОН (относительно фона)	ПОН (относительно кларка)
Ag	0,01	0,010 ± 0,001	0,012 ± 0,001	0,012	1,2	8,4
Ba	50	80 ± 6	73 ± 8	-42	0,5	2,8
Be	0,6	0,43 ± 0,03	0,40 ± 0,04	-0,18	-0,42	-2
Co	0,8	2,1 ± 0,1	2,3 ± 0,2	1,2	0,6	11,3
Cr	20	13,7 ± 1,1	13,6 ± 1,1	-0,6	-0,04	-1,9
Cu	2	5,8 ± 0,4	15,8 ± 1,5	60	10,3	41,4
Ga	3	1,9 ± 0,05	1,9 ± 0,1	-	-	-2,2
Ge	-	0,26 ± 0,01	0,27 ± 0,02	0,06	0,23	-
Li	3	5,2 ± 0,2	5,4 ± 0,2	1,2	0,23	4,4
Mn	85	147 ± 19	126 ± 30	-126	-0,86	2,9
Mo	0,2	0,26 ± 0,03	0,24 ± 0,03	-0,12	-0,5	1,8
Nb	-	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,1	-	-	-
Ni	4	4,8 ± 0,2	5,2 ± 0,2	2,4	0,5	1,8
P	80	92 ± 7	118 ± 11	156	1,7	2,9
Pb	1	4,2 ± 0,1	3,9 ± 0,2	-1,8	-0,43	17,4
Sc	0,7	1,1 ± 0,05	1,0 ± 0,1	0,6	0,5	2,6
Sn	1	0,51 ± 0,01	0,57 ± 0,03	0,36	0,7	-0,43
Sr	30	34 ± 2	31 ± 3	-18	-0,53	0,2
Ti	460	600 ± 31	566 ± 37	-204	-0,34	1,4
V	10	14,3 ± 0,8	14,4 ± 1,3	0,6	0,04	2,6
W	-	0,25 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,24	0,96	-
Y	5	2,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1	-0,3	-0,14	-3,5
Yb	-	0,24 ± 0,01	0,24 ± 0,02	-	-	-
Zn	5	12,3 ± 0,9	14,2 ± 1,2	11,4	0,95	11,0

* - здесь и далее по данным А. П. Виноградова

Расположение элементов в рядах показывает, что наиболее активно в ландшафтах садов накапливаются фосфор и медь (156 и 60 т/км^2 соответственно), а в меньшей степени – цинк (11,4 т/км^2) и никель (2,4 т/км^2).

Если рассматривать процессы накопления химических элементов в почвах садов без учета вероятностных характеристик, то ряд элементов, в содержаниях которых происходят изменения, значительно расширяется (рисунок 1)

Статистически значимых различий в содержаниях, указывающих на статистически достоверный вынос элементов из почв ландшафта садов, не отмечено. Общие сведения о тенденции выноса отдельных элементов из лесных почв при создании садов видны из рисунок 1.

Рисунок 1 – ПАН (т/км^2) химических элементов в почвах садов относительно фонового содержания в почвах ландшафта лиственного леса №14.

Выведенный ряд ПАН дает конкретную количественную (в т/км^2) информацию о накоплении и выносе металлов (рисунок 1). Эти данные необходимы для принятия решений по улучшению состояния почв и (по данным о выносе) о количествах необходимого внесения удобрений, содержащих микроэлементы. К последним в данном случае относятся, в первую очередь, Mn, Ba, Sr. Вынос из почв Ti при образовании садов, вероятнее всего, связан не только с поглощением растениями, но и с механической миграцией оксида металла при распахивании земель.

Установленный ряд показателей абсолютного накопления элементов (ПАН) дает информацию о количественной стороне геохимических процессов. Однако для принятия решений по улучшению эколого-геохимического состояния почв необходимо дополнительное получение информации об эколого-геохимическом влиянии происшедших изменений. Рассмотрим это на простом примере. Увеличение на сотни тонн на 1 км^2 содержания в почвах железа менее опасно для организмов, чем увеличение на 10 т содержания ртути и мышьяка. Это связано с различными значениями кларков этих элементов. К высоким содержаниям железа (кларк 4,64 %) организмы за долгий период развития и эволюции привыкли, а к высоким содержаниям ртути (кларк 8,3 $\cdot 10^{-6}$ %) или мышьяка (1,7 $\cdot 10^{-4}$ %) не привыкли [5].

С учетом кларков элементов или их содержания в исходных почвах, необходимую дополнительную информацию об экологической значимости изменений дает установление показателя относительного накопления (ПОН). В этой работе мы рассчитывали ПАН и ПОН относительно исходных лесных почв. Таким образом, рассматривая ряды ПОН, мы ранжируем элементы в зависимости от происшедших эколого-геохимических изменений, при этом за своеобразный эталон берется их (элементов) содержание в исходных лесных почвах.

Ряд, построенный по расчетам ПОН (т. е с учетом геохимических особенностей исходного природного ландшафта) показывает, что наибольшее влияние на экологическое состояние почв оказывает накопление меди:

ПОН: Cu >P > Ag > W > Zn > Co

Таким образом, внесение в почвы садов в качестве удобрений, отходов, содержащих высокие концентрации Cu, P, Ag, W, Zn, Sn и Co, могут привести к дополнительной нагрузке на почвы, в которых и так эти элементы находятся, относительно кларков почв Земли, в повышенных количествах.

Рисунок 2 иллюстрирует ряд ПОН, построенный без учета вероятностных характеристик.

Данные расчетных ПОН очень важно учитывать при принятии решений по рекультивации земель и восстановлении их исходного геохимического облика.

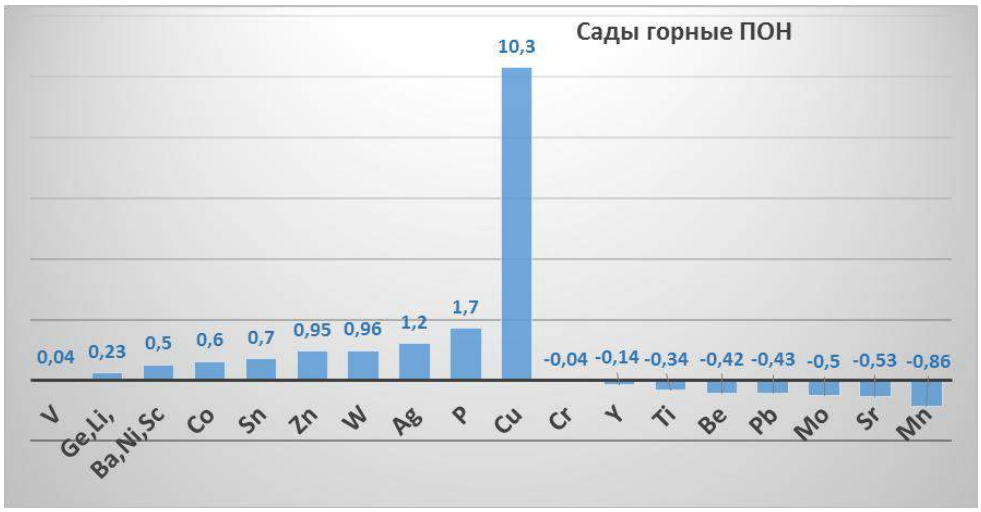


Рисунок 2 – ПОН химических элементов в почвах садов относительно фонового содержания в почвах ландшафта лиственного леса №14.

Выводы: 1. При использовании отходов в качестве удобрений необходимо учитывать геохимические особенности почв сельскохозяйственных ландшафтов.

2. В почвы садов, расположенных в условиях низко- и среднегорья, внесение удобрений, содержащих высокие концентрации меди, фосфора и цинка, может только ухудшить состояние почв.

3. Расчетные показатели относительного накопления (ПОН) важно учитывать при принятии решений по использованию производственных отходов, а также для решения задач по рекультивации земель, восстановлении их исходного геохимического облика. В рассматриваемом случае для восстановления первичного облика почв целесообразно первоочередное внесение с удобрениями Mn, Be, Sr и Ti. Для установления количественных данных для внесения микроэлементов необходимо учитывать выведенные ряды ПАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Универ. Книга; Логос, 2006. – 520 с.

2. Алексеенко В.А. Геохимия окружающей среды. Экологическая геохимия.- М.: Логос, 2000; Ростов-н/Д.: Феникс, 2015. – 630 с.

3. Алексеенко В.А. и др. Карта геохимических ландшафтов Краснодарского края. – М.: ГУГК при Совете министров СССР, 1988.

4. Алексеенко В.А. и др. Карта геохимических ландшафтов Краснодарского края и республики Адыгея.– М.: Роскартография, 2000.

5. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957.

УДК 661.1(075)

ЕЖЕГОДНО ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР (СОЛОМА) КАК ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ (НАНО)МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Светлой памяти профессора Рубана И.Н. посвящается

Воропаева Надежда Леонидовна, *доктор химических наук, профессор; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», **Россия**, г. Липецк,* bionanotex_l@mail.ru

Мухин Виктор Михайлович, *доктор технических наук, Лауреат премии Правительства РФ, Заслуженный изобретатель РФ, ОАО «ЭНПО «Неорганика», **Россия**, г. Электросталь*

Карпачев Владимир Владимирович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», **Россия**, г. Липецк*

Растительные сельскохозяйственные отходы как ежегодно возобновляемое сырье могут быть успешно переработаны в активные угли, которые применяются при решении многих экологических задач в различных сферах человеческой деятельности (сельское хозяйство, медицина, пищевая промышленность и др.). Нами разработана технология получения активных углей и новых функциональных материалов на их основе из сельскохозяйственных растительных отходов.

*Ключевые слова***:** активные угли, новые функциональные материалы, растительные сельскохозяйственные отходы, технология переработки.

VEGETATIVE ANNUALLY RENEWABLE CROP WASTES (STRAW) AS THE SOURCE OF OBTAIN NEW FUNCTIONAL CARBONACEOUS MATERIALS (NANO MATERIALS) OF VARIOUS USE

Dedicated to the bright memory of prof. Ruban I.N.

Voropaeva N.L., Mukhin V.M., Karpachev V.V.

Vegetative agricultural wastes as an annually renewable raw material can be successfully processed into activated carbons that are applied for solving many ecological problems in various spheres of human activity (agriculture, medicine, food industry and others.). We have developed a technology for producing activated carbons and new functional materials based on them from agricultural plant wastes.

Keywords: activated carbons, new functional materials, the agricultural crop residues of, technology to obtain.

Введение. Растительные сельскохозяйственные отходы (солома) как ежегодно возобновляемое сырье могут быть успешно переработаны в разнообразную ценную продукцию, в том числе активные угли – материалы с (нано) структурной организацией, которые применяются при решении многих экологических задач в различных сферах человеческой деятельности (сельское хозяйство, медицина, пищевая промышленность и др.).

В настоящее время роль активных углей (АУ) в решении различных проблем практической деятельности человечества огромна, и ее невозможно переоценить[1–29].Они представляют собой универсальный класс эффективных (нано)адсорбентов, позволяющих за счёт высокоразвитых пористых структур поглощать самые разнообразные вещества, в том числе токсические, из различных сред. Уникальность свойств активных углей и определило разнообразие областей применения данного продукта.

В частности, возможности использования углеадсорбционных технологий в агропромышленном комплексе очень широки. Это, в первую очередь, снятие «пестицидной» нагрузки с экосистем за счет детоксикации почв от остаточных количеств экотоксикантов. Применение активных углей весьма эффективно также при решении задач детоксикации кормов в птицеводстве, животноводстве, рыбоводстве и других смежных отраслях.

По мнению многих ученых, главной причиной токсикозов сельскохозяйственных животных являются недоброкачественные корма из-заприсутствия в них остаточных количеств

пестицидов, продуктов их разложения и других, особо опасных ксенобиотиков, тяжелых металлов и радионуклеидов, а также микотоксинов. Избыточное содержание в кормах и продуктах животноводства токсических веществ в первую очередь связано с усиливающимся из года в год загрязнением окружающей среды, которое вряд ли может быть устранено в короткие сроки. В связи с этим особую актуальность приобретает поиск способов детоксикации компонентов рациона питания и предотвращения отрицательного влияния экзотоксинов на обмен веществ, продуктивность животных и качество продукции животноводства, птицеводства, рыбоводства и других смежных отраслей. Одним из возможных путей решения данной проблемы является использование в составе кормов сорбционных препаратов, в том числе на основе активных углей.

Так, например, выявлена эффективность препарата на основе активного угля «Птицесорб» при включении его в рацион питания комбикормом, загрязнённым Т–2 токсином (фузариозное поражение зерна), цыплят–бройлеров кросса «Конкурент–2», что обеспечило его применение в ряде птицеводческих предприятий мясного направления.

Направленная сорбция связана с подбором препаратов на основе таких активных углей, которые эффективно сорбируют из пищеварительного тракта микотоксины, но имеют минимальную сорбционную способность по лимитирующим (аминокислоты) и биологически активным (витамины, микроэлементы) компонентам, вводимым в основной рацион питания тех или иных животных, птицы, рыбы для их максимального прироста.

Введение в контаминированный (зараженный) микотоксинами (4-дезоксиниваленол (ДОН) – 3,2 мкг/кг (2,1 ПДК), Т-2 токсин – 12,1 мкг/кг (1,6 ПДК) и фумонизинВ1 – 9,5 мкг/кг (1,9 ПДК), вызывающих заметное снижение продуктивности птицы) рацион активного угля ВСК–400 существенно увеличило сохранность и среднесуточный прирост живой массы цыплят–бройлеров по сравнению с таковыми, потреблявшими аналогичные комбикорма без АУ.

При использовании активного угля типа «Агросорб-1» для снятия токсикозов у свиней, корма которых были «загрязнены» пестицидами, получены также положительные результаты. При введении в рацион животных «Агросорба-1» отмечено полное выздоровление всего поголовья и отсутствие рецидивов, тогда как традиционные методы симптоматического лечения в другой группе животных (введение сильнодействующих и дорогостоящих препаратов, таких как тилозин, трихолон, вегдинасфер, норсульфазол и др.) положительных результатов не дали: ни один антимикробный препарат не только не предотвратил «пагубного» влияния пестицидов на микрофлору кишечника (дисбактериоз), но ещё больше усилил антропогенную нагрузку на организм растущих животных. Добавление в рацион 11–12-месячных бычков активного угля «Агросорб-1» при загрязнении корма гексахлораном (ДДТ) позволило снизить содержание токсикантов в мясе до фоновых значений (2,1–2,5 мкг/кг). Без использования активного угля содержание гексахлорана в мышечной ткани бычков составило 4,72 мкг/кг, а в околопочечном жире – 40,7 мкг/кг, т.е. их мясо потенциально опасно для человека.

Итак, как показывает анализ литературных источников, применение препаратов на основе активного угля для профилактики кормовых отравлений животных и птицы не вызывает претензий со стороны государственной ветеринарной службы. При широком квалифицированном применении препаратов на основе активного угля предприятия, занятые кормопроизводством, не только повышают качество выпускаемых ими кормов, но и способствуют эффективному производству экологически чистой продукции, прежде всего птицеводства и животноводства.

В связи с выше изложенным, проводимые нами исследования направлены на разработку технологии получения активных углей (РАУ) на основе отходов возобновляемого растительного сельскохозяйственного сырья (соломы различных сельскохозяйственных культур – рапса, рыжика, сурепицы, горчицы, редьки, амаранта, топинамбура, пшеницы, ячменя, овса, ржи, клевера и др. (всего 15 культур)) для создания новых функциональных материалов различного назначения, поскольку одним из основных мировых приоритетов в настоящее время обозначено развитие инновационных технологий с использованием возобновляемых

источников энергии и сырья (http://government.ru/news/10228). Как известно, наибольшая доля возобновляемых источников сырья в России и мире приходится на сельское хозяйство. Следует отметить достаточно высокий выход готового продукта (активных углей из соломы различных культур) 8–12 % масс, что предполагает хорошую рентабельность промышленного выпуска РАУ [21].

Материалы и методы. При проведении исследований использованы растительные отходы различных сельскохозяйственных культур (масличных капустных, зерновых, бобовых и др.). Процесс получения активных углей осуществлен по соответствующей методике [18]. Для определения характеристик полученного активного угля при выполнении исследований использованы общепринятые ГОСТы и методики, а также прибор для анализа площади поверхности и пористости твёрдых материалов ASAP 2020.Оценка полученного активного угля из растительных отходов (РАУ) проведена по адсорбционной способности поглощения из водного раствора фенолов (резоцин (м-диоксибензол) и гидрохинон (п-диоксибензол)). Эти вещества выбраны в качестве тест–систем оценки сорбционной способности полученных РАУ.

Результаты и их обсуждение. Все полученные активные угли из соломы различных сельскохозяйственных культур (15 образцов) характеризуются развитым суммарным объемом пор (V_{Σ}) от 2,5 до 4,1 $см^3$/г. Такой сильно развитый суммарный объем пор позволяет хорошо осуществлять импрегнирование и модифицирование таких РАУ различными химическими добавками, получая хемосорбенты и катализаторы. Особо следует отметить хорошо развитый объем сорбирующих микро- и мезопор (W_s), достигающий у РАУ, полученных из соломы масличных культур (рапса и рыжика) 0,48–0,69 $см^3$/г, а также у зерновых (пшеница, рожь, ячмень, овес) 0,44–0,73 $см^3$/г. При этом объем собственно микропор с размером 0,8–1,0 нм составляет 0,12–0,20 $см^3$/г, что является достаточно высоким для такого типа использованного исходного сырья (соломы). Это, очевидно, объясняется условиями проведения процесса: оптимизацией режимов карбонизации и активации, позволяющих даже в таком достаточно рыхлом материале достичь хорошего развития микропор. С учетом того, что адсорбционная активность по йоду и метиленовому голубому (МГ) составляет 35–64 % и 47–87 % соответственно, такие угли вполне применимы для очистки сточных вод и даже, возможно, для очистки питьевой воды путем углевания (введения угольной пульпы в реакционную камеру) на водопроводных станциях.

Высокая развитость мезо– и микропор (которую выражает показатель сорбирующего объёма пор W_s) у всех РАУ будет способствовать хорошей кинетики адсорбции и высокой адсорбционной активности при извлечении из воды и почвенных растворов различных токсикантов и канцерогенов, в том числе высокомолекулярной природы идиоксинов, нефтепродуктов и т.п.

Полученные активные угли в зерненной форме (размер частиц 0,5–5,0 мм), конечно, имеют низкую прочность, которую нельзя определить методом ГОСТ 16188–70, однако, они все же достаточно структурированы, что облегчает их извлечение из жидкой фазы. Поэтому жидкофазные адсорбционные процессы проводить на них значительно проще, чем на порошковых активных углях (АУ) вследствие облегчения стадии фильтрации после очистки.

Насыпная плотность, как правило, находится в пределах 100–140 г/$дм^3$, хотя и низкая, но значительно выше, чем у АУ, получаемых из рисовой шелухи, шелухи кофейных зерен и подобных сельскохозяйственных отходов, у которых она составляет 30–50 г/$дм^3$, что свидетельствует о более удобном их применении в процессах водоочистки и водоподготовки.

Кроме того, РАУ, полученные нами из соломы различных культур,являются идеальными углеродными сорбентами для проведения процесса биосорбции. Они имеют высокоразвитый объём макропор, достигающий 3,0–4,0 $см^3$/г, что обеспечивает благоприятные условия для ихрасселения. С другой стороны, развитие объёма крупных микропор и мезопор, т.е. объёма сорбционного пространства, у них достигает 0,40–0,60 $см^3$/г, что обеспечивает отличную сорбцию крупных молекул нефтепродуктов и их концентрирование в объёме пор, создавая благоприятнейшую питательную среду для бактерий–деструкторов.

Таким образом, все вышеуказанные характеристики РАУ позволяют их рекомендовать для решения многих практических задач в различных сферах деятельности человека, в том числе для детоксикации кормов, получения препаратов для ветеринарии (профилактика и лечение), а также снятия «пестицидной» и другой токсикологической нагрузки с экосистем, и в, частности, в АПК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко И.А. Сорбенты для снижения уровня токсичных веществ в организме сельскохозяйственных животных и получаемой от них продукции: Методические рекомендации / А.А. Шапошников, А.Ф. Пономарев, Н.А. Мусиенко и др. Белгород, 1996. – 16 с.

2. Воропаева Н.Л., Мухин В.М., Карпачев В.В. Возобновляемые источники отходов растительного сырья как одна из возможных альтернатив для получения активных углей различного назначения. Труды 9-ой Международной научно–технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве»., г.Москва, 2014. – С. 354–360.

3. Габрук Н.Г. Эколого-биохимическое обоснование использования сорбентов в рационах лактирующих коров: Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук по спец. 03.00.04. Биохимия. – Дубровицы, 1998. – 23 с.

4. Грабовенский И.И., Калачнюк Г.И. Цеолиты и бентониты в животноводстве. Ужгород, 1984. – 187 с.

5. Дистанов У.Г., Конюхова Т.П. Природные сорбенты и охрана окружающей среды // Химизация сельского хозяйства. 1990. – № 9. – С.24–29.

6. Загрязнение почвы и кормов для животных тяжелыми металлами и хлорорганическими пестицидами / Н.П. Дьякова, Н.Г. Габрук, А.А. Шапошников, Н.М. Ломоносова// Материалы межвузовской конференции «Экология сельскохозяйственного производства». Белгород, 1995. – С. 5–7.

7. Использование белой сажи и препарата Аскосорб в рационе коров/ В.Л. Владимиров, П.А. Науменко, А.А. Шапошников, Н.Г. Габрук // Зоотехния. 1998. – №8. – С. 12–14.

8. Калачнюк Г.И. Физиолого-биохимическое и практическое обоснование скармливания цеолитов // Вест. с.–х. науки. 1990. –№3. – С. 56–64.

9. Карпачев В.В., Горшков В.В., Воропаева Н.Л. Активные угли как детоксиканты почвы при проведении селекционного процесса. Материалы Международной научно–практической Интернет–конференции «Проблемы и перспективы развития современной аграрной науки», Николаев, 1 июля 2014, Украина, Николаевская ГСХОС. – С. 79.

10. Киприянов Н.А. Экологически чистое растительное сырье и готовая пищевая продукция. М.: "Агар", 1997. – 176 с.

11. Манохина Л.А. Влияние скармливания древесного угля свиноматкам на их воспроизводительную функцию и продуктивность: Дисс. на соискание уч. ст. канд. С.–х. наук по спец. 06.02.04. Технология производства продуктов животноводства. – п. Майский Белгородской обл., 2005. – 142 с.

12. Медведев Н.В. Механизмы поддержания гомеостаза организмом теплокровных животных в условиях техногенного загрязнения природной среды/ Н.В. Медведев// Биотическая регуляция окружающей среды. Гатчина, 1998. – С. 96–98.

13. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.

14. Мухин В.М., Гулюшин С.Ю. Препарат для профилактики кормовых отравлений / /Комбикорма. 2007. – № 4. –С. 72–73.

15. Мухин В.М., Карпачев В.В., Воропаева Н.Л. и др. Способ получения активного угля из растительных отходов. Патент РФ 2527221.– 2014.

16. Мухин В.М., Карпачев В.В., Воропаева Н.Л. Рапсовая солома как сырье для получения активных углей. Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 41–44.

17. Мухин В.М., Клушин В.Н. Производство и применение углеродных адсорбентов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 308 с.

18. Мухин В.М., Спиридонов Ю.Я. Роль активных углей в решении экологических проблем агропромышленного комплекса // Сборник трудов Всероссийской конференции по фундаментальным вопросам адсорбции с участием иностранных ученых.– 2013.– Тверь, Россия. – С. 34–35.

19. Присный А.А. Возможности повышения экологической чистоты продукции животноводства при использовании местного минерального сырья // Сорбенты как фактор здоровья. Москва–Белгород, 2004. – С. 149–153.

20. Содержание хлорорганических пестицидов, нитратов и нитритов в мясе и субпродуктах/ И.А. Бойко, Г.А. Водяницкий// Материалы межвузовской конференции «Экология сельскохозяйственного производства». Белгород, 1995. – С. 12–13.

21. Спиридонов Мухин В.М., Воропаева Н.Л., Пшеничникова Н.Л., Карпачев В.В. Детоксикация почв от остаточных количеств пестицидов и других токсических веществ активными углями, полученными из растительных отходов // Материалы Международной научно–практической интернет–конференции «Современные технологии возделывания зерновых, бобовых и технических культур», посвященной140-летию образования ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет» Херсон, 2014. – С. 269–273. http: // www.ksau.kherson.ua.

22. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. М.: Мир, 1997. – 232 с.

23. Фомичев Ю.П. Загрязнители продовольственного сырья, пищевых продуктов и кормов. Дубровицы, 1998. – 21 с.

24. Цит. по www///http://government.ru/news/10228.

25. Шапошников А.А. Эколого-биохимическое обоснование снижения потенциально опасных веществ в кормах, организме коров и молоке. Автореф. дис. на соискание уч. ст. доктора биол. наук. Дубровицы, 1998. – 45 с.

26. Эйхлер В. Яды в нашей пище. М.: Мир, 1993. – 189 с.

27. Юданова Л.А. Пестициды в окружающей среде. Новосибирск, 1989. –141 с.

28. Mukhin V., Voropaeva N., Karpachev V., Figovsky O. Plant residues of various agricultural crops as renewable raw material for obtaining activated carbon // Международный журнал «Scientific Israel– Technological Advantages" (ISSN–1565–1533). – vol. 16. – №. 2. – 2014. – P. 186–189.

29. Mukhin V., Lupascu T., Voropaeva N., Spiridonov Y., Bogdanovich N., Gur'janov V.: Activated carbons from vegetal raw materials to solve environmental problems // Chem.J. Mold., 2014. – 9(1). – P.1–4.

Часть исследований проведена в рамках задания на выполнение НИР «Разработать экологически безопасную (нано)технологию предпосевной обработки семян масличных капустных культур с использованием (нано)чипов на основе биопестицидов»; «Создать новые сорта масличных капустных культур, сочетающие высокую продуктивность с устойчивостью к основным патогенам, вредителям, абиотическим стрессорам, технологичные в производстве» и в рамках задания № 16.711.2014/К на выполнение НИР в рамках проектной части государственного задания образовательным организациям высшего образования и научным организациям, подведомственным Министерству образования и науки Российской Федерации.

УДК 631.8:633.2

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Мёрзлая Генриэта Егоровна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ГНУ «Всероссийский НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», **Россия**, г. Москва, lab.organic@mail.ru*

Афанасьев Рафаил Александрович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ГНУ «Всероссийский НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», **Россия,** г. Москва, Rafail-Afanasev@mail.ru*

Веселов Владимир Михайлович, *кандидат технических наук, ЗАО «Твин Трейдинг Компани», **Россия,** г. Москва, v.veselov@twintc.ru*

В результате исследований установлено, что применение удобрений на основе осадков сточных вод при оптимизации их доз обеспечивает устойчивую продуктивность агроценозов, повышает плодородие дерново-подзолистых почв, не вызывает накопления тяжелых металлов в почве и растительной продукции.

Ключевые слова: удобрения на основе осадков сточных вод, дозы внесения, урожайность, почва, тяжелые металлы.

AGROECOLOGY ASPECTS OF USING FERTILIZERS FROM SEWAGE SLUDGE

Merzlaya G.E., Afanas´ev R.A., Veselov V.M.

In the results of field experiments we established that the use of fertilizers based on sewage sludge when optimizing their doses ensures sustainable productivity of agrocenoses, increases the fertility of sod-podzolic soils, does not cause heavy metal accumulation in soil and plant production.

Keywords: fertilizer**s** from sewage sludge, doses, yield, soil, heavy metals.

Введение. С развитием городов резко возрастает водопотребление населения – до 300-400 м^3 и более в расчете на одного жителя. Одновременно растут объемы сточных вод, а при их обработке на очистных сооружениях накапливаются колоссальные количества осадков, утилизация которых представляет серьезную экологическую проблему. Согласно накопленному отечественному и зарубежному опыту, наиболее целесообразным приемом использования осадков сточных вод признан почвенный метод с возделыванием сельскохозяйственных культур [3,5]. В России при обработке сточных вод ежегодно образуется свыше 3.5 млн. т сухого вещества осадков. Однако применение осадков в качестве удобрений часто сдерживается из-за неблагоприятных физических свойств их натуральной массы, наличия в них при несовершенных технологиях очистки повышенных по сравнению с нормативами концентраций тяжелых металлов, а также из-за отсутствия достоверных результатов по действию удобрений на основе осадков в системе почва-растение. В этой связи актуальны исследования по установлению агроэкологической эффективности осадков сточных вод и удобрений из них в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

***Материалы и методы исследования*.** Полевые опыты с компостами, производимыми на основе осадков городских сточных вод, были заложены в Московской и Вологодской областях. В Московской области проведен микрополевой опыт на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве при использовании в качестве удобрения компостов из осадков сточных вод г. Москвы различных сроков хранения и древесных отходов в количестве 10 % сухой массы. Компост 1 готовили из сброженного осадка сточных вод, поступающего непосредственно с фильтр-прессов Курьяновской станции аэрации, компост 2 – из осадка той же станции после 10 лет размещения на иловых площадках. Для сравнения в схему опыта введены варианты с традиционным подстилочным навозом крупного рогатого скота. Все органические удобрения внесены в двух дозах – 10 и 35 т/га сухого вещества.

В условиях опыта компост, который готовили из осадка длительного срока хранения, был в большей степени загрязнен тяжелыми металлами, чем компост из осадка, поступающего непосредственно с фильтр-прессов.

Композиты из осадков различных сроков хранения, используемые в опыте, характеризовались высокой удобрительной ценностью, содержали на сухую массу 48–52 % органического вещества, 2–2.1 % общего азота, 5.3–5.5 % фосфора (P_2O_5), 0.2 % калия (K_2O) при pH 7.2-7.4. В навозе содержалось 2.7 % общего азота, 2.4 % P_2O_5, 2.1 % K_2O при pH 7.0.

От навоза композиты отличались меньшим содержанием органического вещества, азота, калия, но значительно превосходили его по содержанию фосфора. Композит на основе осадка с фильтр-прессов по содержанию тяжелых металлов соответствовал ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Композит из осадка длительного хранения на иловых площадках был загрязнен цинком и кадмием, содержание которых соответственно на 31 и 49 % превышало допустимые концентрации. Общее количество тяжелых металлов в этом композите было в 2 раза выше, чем в композите из осадка с фильтр-прессов и в 10 раз выше, чем в подстилочном навозе.

Почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. В исходной почве в слое 0–20 см содержалось 0.8 % органического углерода, 118 мг/кг подвижного P_2O_5, 119 мг/кг K_2O, pH_{kcl} 4.6.

При закладке опыта в 2000 г. была высеяна ежа сборная под покров ярового ячменя. Все органические удобрения в исследуемых дозах внесены в почву в 2000 г., в последующие годы изучали их последействие.

В Вологодской области исследования выполнялись в полевом опыте, заложенном на трех полях, которые вводили последовательно в 2010, 2011 и 2012 гг. Изучали действие композита из осадка сточных вод г. Вологды после биологической очистки и торфа при соотношении компонентов 1:1, который вносили под лен-долгунец. Композит содержал (на сухое вещество) 2 % общего азота, 0.9 % фосфора (P_2O_5), 0,3 % калия (K_2O), 67 % органического вещества при pH_{kcl} 6.3. Содержание тяжелых металлов в композите было невысоким (в мг/кг): Cd – 0.9; Zn – 147; Cr – 11.5; Pb – 11; Cu – 42; Hg – 0,097; Ni – 14 и соответствовало (ГОСТ Р 27.4.3.07-2001).

В схему опыта были включены варианты с возрастающими дозами композита (2, 4 и 6 т/га сухого вещества), вариант с минеральными удобрениями – NPK, эквивалентно 4 т/га композита, вариант – композит 2 т/га + NPK, эквивалентно 2 т/га композита, а также вариант с гранулированным органоминеральным удобрением – ОМУГ производства ЗАО «Твин Трейдинг Компани», который готовили из осадка сточных вод с добавлением азотных и калийных минеральных удобрений по 5 % действующего вещества к сухой массе. Пахотный слой дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы перед внесением удобрений характеризовался слабокислой реакцией среды (pH_{kcl} 5.1-5.3), содержал 1.5-1.9 % органического углерода, 230-290 мг/кг подвижного фосфора (P_2O_5), 94-113 мг/кг калия (K_2O).

Исследования в опытах проводили общепринятыми методами. Содержание тяжелых металлов в удобрениях определяли в соответствии с Методическими указаниями [4]. Математическую обработку опытных данных проводили методом дисперсионного анализа [2] с использованием компьютерной программы STRAZ.

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях Московской области на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве применение композитов из осадков сточных вод в высоких дозах по сравнению с контролем в отличие от вариантов с низкими дозами достоверно повышало урожайность многолетних трав, о чем свидетельствуют данные, полученные в микрополевом опыте в среднем за 10 лет (таблица 1). В то же время подстилочный навоз в высокой дозе за этот период превосходил по урожайности трав оба композита в таких же дозах. Необходимо отметить также значимый эффект последействия высоких доз (35 т/га сухого вещества) органических удобрений в последующие четыре года. При этом последействие композита из осадка сточных вод длительного хранения проявлялось в 2010 г. 2013 г. и 2014 г., а последействие подстилочного навоза – в 2010 г., 2012 г. и 2014 г. Влияние на урожайность трав низких доз органических удобрений (10 т/га сухого вещества) было менее продолжительным. В 2014 г. отмечено положительное последействие всех вариантов удобрений, что, очевидно, можно объяснить формированием фитоценозов за счет подсеянных в 2012 г. в изреженный старосеяный травостой многолетних злаков (ежи сборной и тимофеевки луговой).

Несмотря на многолетнее использование травостоев на сено, на десятом году опыта (2009 г.) в вариантах высоких доз композитов и навоза в количестве до 32-57 % сохранялась высеянная в 2000 г. ежа сборная. На контроле, где удобрения не вносили, она составляла 51

%, а внедрившееся разнотравье – 48 %. Таким образом, агроценоз при внесении высоких доз навоза и компоста из осадка длительного хранения по содержанию ежи сборной приближался к контрольному.

Таблица 1 – Урожайность многолетних трав, г корм. ед./1 м^2

Варианты опыта	В среднем за 10 лет (2000-2009 гг.)	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Контроль	152	68	50	83	277	83
Компост 1, 10 т/га	174	67	46	97	187	123+(48 %)
Компост 1, 35 т/га	245+	68	48	93	275	124+(49 %)
Компост 2, 10 т/га	183	62	37	80	352	130+(57 %)
Компост 2, 35 т/га	214+	83+	46	103	431+	142+(71 %)
Навоз, 10 т/га	205+	68	49	96	301	152+(83 %)
Навоз, 35 т/га	310+	84+	58	146+	315	150+(81 %)
$НСР_{05}$	48	14	$Fф<F_{05}$	32	73	40

Примечание. Знаком плюс отмечены варианты с достоверной прибавкой урожая к контролю.

Под влиянием навоза и компостов изменялись агрохимические свойства почвы (таблица 2). В год действия все органические удобрения заметно улучшали реакцию среды в вариантах высоких доз. Эта закономерность сохранялась и в течение последующих пяти лет. Затем, к 7–11-му году последействия отмечалось выравнивание значений pH по вариантам опыта. В целом же навоз и компосты из обоих видов осадков оказывали положительное воздействие на кислотные свойства почвы из-за нейтральной или слабощелочной реакции среды этих удобрений и высокого содержания в них кальция, способного при минерализации органического вещества поступать в почвенный раствор.

Таблица 2 – Агрохимические свойства почвы в годы опыта

Вариант опыта	2000	2001	2005	2007	2010	2011	2014
pH							
Контроль	3.8	3.9	3.9	4.4	4.2	4.4	4.3
Компост 1, 10 т	3.8	4.1	4.4	4.2	4.3	4.5	4.3
Компост 1, 35 т	4.2	4.5	4.8	4.5	4.5	4.6	4.4
Компост 2, 10 т	3.9	4.0	4.3	4.5	4.2	4.5	4.4
Компост 2, 35 т	4.1	4.5	4.5	4.5	4.4	4.5	4.5
Навоз 10 т	4.5	4.6	4.7	4.5	4.5	4.5	4.4
Навоз 35 т	4.5	4.6	4.7	4.5	4.5	4.6	4.6
Гумус, % С							
Контроль	0.75	0.72	0.69	0.93	0.99	0.95	0.73
Компост 1, 10 т	0.75	0.69	0.64	0.87	0.92	0.92	0.75
Компост 1, 35 т	0.79	0.89	0.98	1.01	0.95	1.06	0.74
Компост 2, 10 т	0.71	0.69	0.69	0.83	0.86	0.90	0.72
Компост 2, 35 т	0.79	0.89	0.81	1.06	0.89	0.93	0.93
Навоз 10 т	0.77	0.86	0.92	0.92	0.91	0.92	0.78
Навоз 35 т	0.88	0.95	0.98	0.98	1.02	0.97	0.79
P_2O_5, мг/кг							
Контроль	110	110	111	114	105	99	82
Компост 1, 10 т	180	125	110	205	152	145	104
Компост 1, 35 т	320	300	310	380	370	322	167
Компост 2, 10 т	160	140	90	180	148	141	98
Компост 2, 35 т	220	240	260	415	277	285	225
Навоз 10 т	130	110	90	141	95	123	81
Навоз 35 т	270	220	180	247	168	183	112
K_2O, мг/кг							
Контроль	96	96	55		92	69	49
Компост 1, 10 т	101	99	39		98	68	51
Компост 1, 35 т	90	102	39		98	71	42
Компост 2, 10 т	95	96	35		99	57	50
Компост 2, 35 т	99	100	42		100	70	42
Навоз, 10 т	109	115	50		100	66	48
Навоз, 35 т	120	109	98		118	75	50

Содержание органического углерода в почве по сравнению с контролем повышалось от внесения высоких доз всех применяемых органических удобрений как в год действия, так и в годы последействия. В последние годы опыта в вариантах удобрений достигался, как правило, бездефицитный или даже положительный баланс органического вещества в почве.

При анализе фосфатного режима почвы отмечена его оптимизация под влиянием всех видов органических удобрений, внесенных как в высоких (35 т/га), так и низких (10 т/га) дозах (за исключением 2005 г.). При этом содержание подвижного фосфора в почве повышалось, как правило, при внесении высоких доз компостов на основе осадков. На изменение калийного режима почвы применение компостов, содержащих калия на порядок ниже, чем навоз, практически не оказывало влияния.

Компосты на основе обоих видов осадков не оказывали негативного влияния на микробиологическую деструкцию органического вещества в почве (в слое 0-10 см). Общая численность микроорганизмов в вариантах органических удобрений была близка к численности на контроле (11,6 млн. клеток) и колебалась от 8.3 до 13.3 млн. в 1 г сухой почвы. Более высокие значения этого показателя наблюдались в вариантах компоста длительного хранения и навоза, применяемых в высоких дозах - 35 т/га сухой массы.

При определении активности выделения углекислого газа из почвы на втором году последействия удобрений установлены достоверные изменения этого показателя по отношению к контролю в вариантах с высокими дозами навоза и обоих компостов. Причем в вариантах с высокими дозами компостов эмиссия углекислого газа была больше, чем при внесении аналогичной дозы навоза. Согласно проведенному на основе данных опыта корреляционному анализу, установлена связь эмиссии CO_2 с гумусом почвы ($r=0.87$), а также с величиной pH ($r=0.67$) и урожайностью трав ($r=0.79$). Изучение активности выделения углекислого газа из почвы в конце опыта (2012 г.) показало, что в вариантах органических удобрений на 11-й год их последействия она резко снизилась по сравнению с первым сроком определения (2001 г.). Тем не менее высокие дозы компостов из осадков по отношению к низким дозам способствовали увеличению эмиссии CO_2.

При внесении всех исследуемых в опыте удобрений валовое содержание тяжелых металлов в почве не превышало нормативов РФ. Показатель загрязнения Zc в первый год последействия в вариантах компостов варьировал от 1.0 до 5.1, а навоза – от 0.4 до 0.6. На 8-й год последействия он колебался соответственно от 0.8 до 2.7 и от 0.6 до 0.7, т.е при применении компостов со временем значительно снизился. В целом же следует отметить, что суммарное загрязнение почвы тяжелыми металлами – Zc – при удобрении компостами было значительно ниже допустимого слабого загрязнения, равного 16.

Содержание тяжелых металлов в многолетних травах зависело от вида и дозы компостов, увеличиваясь по большинству показателей при внесении компоста на основе осадка длительного хранения с ростом его дозы, но не выходило при этом за пределы допустимых в РФ уровней.

При изучении действия удобрений из осадков сточных вод г. Вологды [1] было установлено, что в среднем за 3 года опыта (2010–2011 гг.) внесение компоста в низкой дозе 2 т/га давало прибавку урожайности льносоломы в 1,6 ц/га. Повышение дозы компоста в 2 раза обеспечивало достоверную прибавку урожая льносоломы. Однако дальнейшее увеличение дозы компоста (в 3 раза) оказалось нецелесообразным (рисунок 1).

Наибольшая урожайность льносоломы 29,8 ц/га и значимая прибавка по отношению к контролю без удобрений 38,6 % была получена при внесении гранулированного органоминерального удобрения ОМУГ в дозе 4 т/га. Применение минеральных удобрений в дозах, эквивалентных по сумме NPK 4 т/га компоста, хотя и давало достоверную прибавку урожая льносоломы к контролю, но уступало практически всем вариантам опыта с органическими удобрениями, за исключением компоста в низкой дозе (2 т/га).

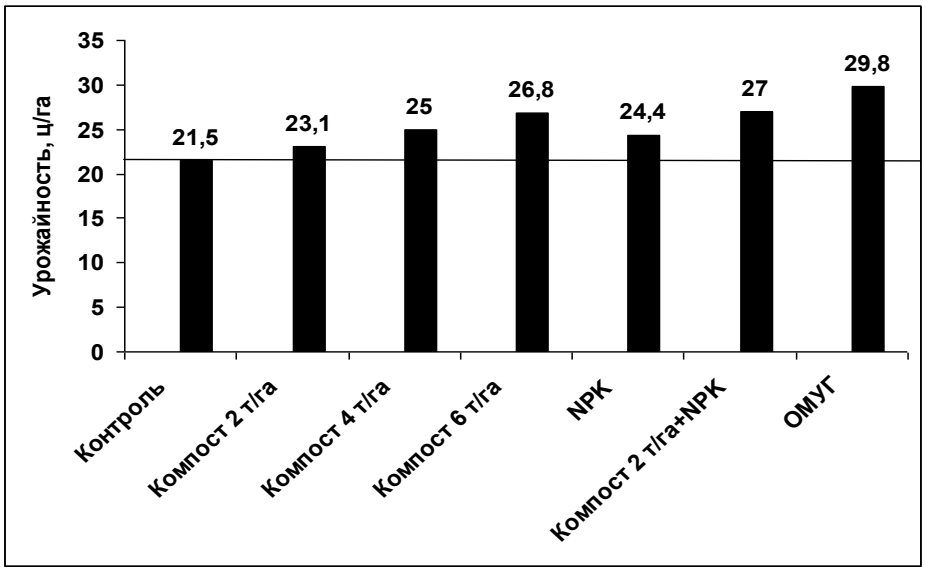


Рисунок 1. Влияние удобрений на урожайность соломы льна-долгунца ($НСР_{05}$=1.5 ц/га)

Таблица 3 – Суммарное элементное загрязнение почвы

Вариант опыта	Коэффициенты концентрации, Кс				∑Кс	Zc
	Cd	Ni	Pb	Cu		
2001 г. (1-й год последействия)						
Компост 1, 10 т	1.05	0.88	1.00	1.09	4.02	1.0
Компост 1, 35 т	1.17	1.02	1.02	1.39	4.60	1.6
Компост 2, 10 т	1.29	1.10	1.03	1.67	5.09	2.0
Компост 2, 35 т	2.41	1.40	1.08	3.21	8.10	5.1
Навоз, 10 т	0.71	0.74	1.00	1.00	3.45	0.4
Навоз, 35 т	0.82	0.74	1.00	1.03	3.59	0.6
2008 г. (8-й год последействия)						
Компост 1, 10 т	1.00	0.92	0.81	1.05	3.78	0.8
Компост 1, 35 т	1.00	0.81	0.82	1.25	3.88	0.9
Компост 2, 10 т	1.50	1.27	0.92	1.35	5.07	2.1
Компост 2, 35 т	1.00	2.08	1.08	1.52	5.68	2.7
Навоз, 10 т	1.00	0.85	0.90	0.98	3.73	0.7
Навоз, 35 т	1.00	0.81	0.84	0.95	3.60	0.6

На урожайность льносемян при влажности 12 % в среднем за 3 года (2010–2012 гг.) наибольшее значимое влияние оказывали компост в дозе 6 т/га и ОМУГ, обеспечившие сбор семян по 3.3 ц с 1 га, или на 43.5 % выше контроля, а также органоминеральный вариант (2 т/га компоста + NPK, экв. 2 т/га компоста), где сбор семян составлял 3.1 ц/га, что на 34.8 % превышало контроль (рисунок 2). Урожайность льносемян зависела от надземной вегетативной массы (соломы). Коэффициент парной линейной корреляции между массой семян и массой соломы составлял 0.94.

Согласно результатам химического анализа, применение удобрений на основе осадков сточных вод во всех исследуемых вариантах не привело к накоплению тяжелых металлов в растительной продукции. Содержание свинца, кадмия, ртути и мышьяка в льносоломе и льносеменах при внесении удобрений из осадков сточных вод находилось в допустимых пределах. Не установлено заметного влияния удобрений, производимых из осадков сточных вод, на накопление тяжелых металлов и мышьяка в почве при сравнении с контролем (таблица 4). Содержание тяжелых металлов в почве вариантов опыта с внесением удобрений было ниже ПДК/ОДК, установленных в России. Суммарная токсичность почвы (Zc) колебалась от 0.2 до 1.2, или была значительно ниже допустимого значения для слабого загрязнения.

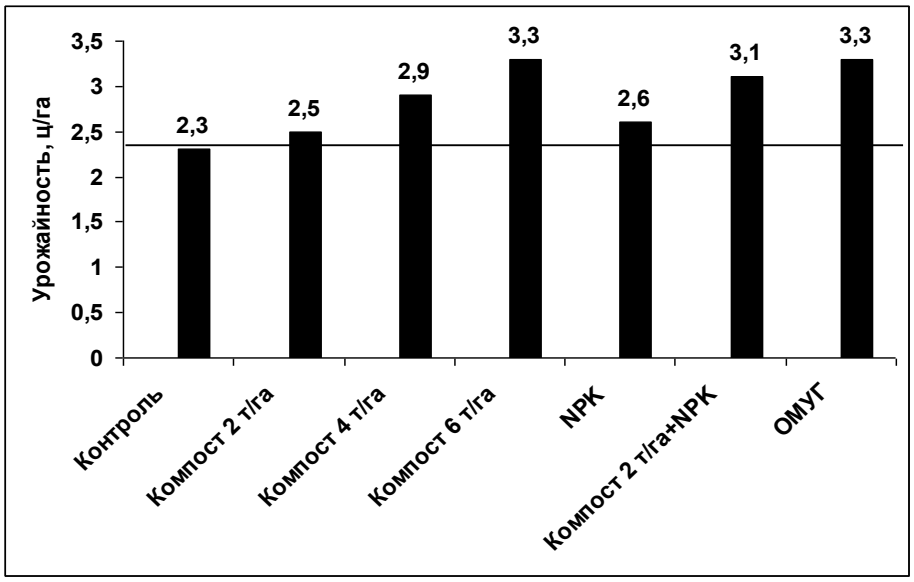


Рисунок 2 – Влияние удобрений на урожайность семян льна-долгунца ($НСР_{05}$=0.2 ц/га)

Таблица 4 – Влияние удобрений на валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка в почве, мг/кг (по 1)

Вариант опыта	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Hg	As
Контроль	5.5	24.1	5.9	0.35	10.0	8.5	0.03	2.2
Компост, 2 т/га	5.0	22.9	5.1	0.37	9.2	8.6	0.02	2.1
Компост, 4 т/га	5.1	22.9	5.5	0.35	9.3	8.0	0.02	2.4
Компост, 6 т/га	5.1	22.8	5.1	0.38	8.9	8.2	0.02	2.0
NPK, экв. 4 т/га компоста	6.0	25.0	5.7	0.43	9.0	7.9	0.03	2.1
Компост, 2 т/га + NPK, экв. 2 т/га компоста	5.8	24.2	5.9	0.39	9.7	8.2	0.03	2.0
Осадок сточных вод, 4 т/га	6.7	23.9	5.8	0.40	9.4	8.1	0.02	1.9
ОМУГ, 4 т/га	5.9	24.1	5.1	0.42	8.6	7.8	0.03	1.9
ПДК/ОДК (ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511-09)	33-132	55-220	32-130	0.5-2.0	20-80		2.1	2-10

Заключение. Результаты исследований показали, что удобрения на основе осадков сточных вод на дерново-подзолистых почвах достоверно повышают урожайность сельскохозяйственных культур, не снижая их качества. При оптимизации доз удобрений из осадков растительная продукция - сено многолетних трав, солома и семена льна-долгунца - по содержанию тяжелых металлов и мышьяка соответствует отечественным нормативам. Особого внимания заслуживают органоминеральные гранулированные удобрения типа ОМУГ, которые, ввиду благоприятных физических свойств и транспортабельности, могут найти широкое применение в земледелии страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власова О.А. Агроэкологическая эффективность применения компостов на основе осадков сточных вод на дерново-подзолистой почве в условиях Северо-Запада Нечерноземья. Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. М., 2014. – 25 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. – 416 с.

3. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России (информационно-аналитический справочник / Под ред. А.И. Еськова. Владимир: ВНИИОУ, 2006. – 200 с.

4. Сборник методик по определению тяжелых металлов в почвах, в тепличных грунтах и продуктах растениеводства / Н.М. Овчаренко, Н.В. Кузнецов. М.: Минсельхозпрод РФ, 1998. – 97 с.

5. Стратегия использования осадков сточных вод и компостов на их основе в агрикультуре. Под ред. Н.З. Милащенко. М.: Агроконсалт, 2002. – 140 с.

УДК: 631.618

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ОТВАЛА ФОСФОГИПСА БАЛАКОВСКОГО ФИЛИАЛА АО «АПАТИТ»

Белобров Виктор Петрович, *доктор сельскохозяйственных наук, ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева ФАНО,* ***Россия****, Москва,* ***belobrovvp@mail.ru***

Борисочкина Татьяна Ивановна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева ФАНО,* ***Россия, Москва****, geotibor@gmail.com*

Куленкамп Александр Юрьевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,* ***Россия****, Москва, akulek@inbox.ru*

Юдин Сергей Анатольевич, *кандидат биологических наук, ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева ФАНО,* ***Россия****, Москва, syudin1956@gmail.com*

Торочков Евгений Леонидович, *ОАО «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова»,* ***Россия****, Москва, E.Torochkov@niuif.ru*

Ряшко Андрей Иванович, *ОАО «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова»,* ***Россия****, Москва, A.Ryashko@niuif.ru*

Рассматриваются макро- и микроэлементный состав растений, произрастающих на отвале фосфогипса и в зоне его влияния. Оценивается возможность использования отдельных видов растений при биологической рекультивации отвала с учетом почвенно-экологических особенностей рекультивантов.

Ключевые слова: самосев, субстрат, самозарастание, фосфогипс, биорекультивация

BIOGEOCHEMICAL PECULIAR FEATURES OF PLANTS ON PHOSPHOGYPSUM DUMP IN BALAKOVO BRANCH OF "APATIT" JOINT-STOCK COMPANY

Belobrov V.P., Borisochkina T.I., Kulenkamp A.Yu., Yudin S.A., Torochkov E.L., Ryashko A.I.

Under discussion is the composition of macro-and microelements in plants growing on the phosphogypsum dump and in the zone of its influence. The possible use of plants has been evaluated with due account of peculiarities of amendments for biological recultivation of the given dump.

Keywords: substratum, phosphogypsum, biological recultivation, self-seeding, self-regeneration

Введение. Отвалы фосфогипса Балаковского филиала АО «Апатит» (Саратовская обл.) ОАО «ЕвроХим БМУ» (г. Белореченск) и других предприятий хранятся, как и на большинстве аналогичных производств, открытым способом. С течением времени на отдельных участках склонов неподвергавшихся механическим воздействиям, вызванных подсыпкой нового фосфогипса и проходом техники, произошло первичное самозарастание лишайниками, мхами и частично травами. Наиболее интенсивно это наблюдается на склонах северных экспозиций, где благоприятней условия по увлажнению и менее интенсивна солнечная инсоляция. Очень редкая по видовому составу растительность представлена в основном аборигенными видами трав – вейник незамеченный (*Calamagrostis neglecta P.B.*), мятлик узколистный (*Poa angustifolia L.*), пырей (житняк) гребневидный (*Agropurum pectiniforme R. et Sch.*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus L.*), паслен черный (*Solanum nigrum L.*) и ряд других. Они хорошо адаптированы к ксерофитным почвенно-климатическим условиям окружающей территории, субстратам-рекультивантам и собственно фосфогипсу (в особенности вейник незамеченный, рисунок).

Все эти растения, поселившиеся на отвале фосфогипса самосевом, являются заносными из окружающих фитоценозов. Питательные и токсичные элементы, находящиеся в фосфогипсе, не препятствуют их произрастанию [4,11,12]. В условиях аэротехногенного поступления загрязнителей на территорию природных комплексов и при ветровом распылении отвала первым геохимическим барьером на пути миграции поллютантов выступает растительный покров. Ареалы повышенных концентраций химических элементов-поллютантов, фиксируемых по растительности, могут отличаться от аналогичных ареалов, фиксируемых по почвенному покрову. Трансформация аэротехногенного потока вещества происходит уже в процессе контакта с растительным покровом.

Рисунок – Вейник незамеченный на участке № 1 отвала фосфогипса

Химический состав растений зависит от большого числа факторов и определяется в первую очередь: 1) видовыми особенностями растений; 2) специфическими особенностями субстратов (почв, грунтов), на которых они произрастают (их химическим, минералогическим, гранулометрическим составом, обеспеченностью влагой, формой нахождения элементов в почве); 3) составом аэротехногенных выпадений [2,3].

На примере растений-аборигенов, адаптированных к местным климатическим условиям, и сеяных на субстратах-рекультивантах трав: овсяница овечья (*Festuca ovina L.*) и полевица (*Agrostis alba L.*), а также многолетнего корнеплода топинамбура (*Helianthus tuberosus L.*), проанализирован макро- и микроэлементный состав этих растений с целью отбора наиболее устойчивого к условиям рассматриваемой среды, с хорошими признаками приживаемости.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования выбраны три опытных участка на отвале фосфогипса. Участок №1 характеризует склон южной экспозиции, на который уже около 12 лет не отсыпался свежий фосфогипс. Участок №2 также расположен на склоне южных румбов, но на свежеотсыпанном участке отвала фосфогипса. Участок №3 отличается от участка №2 только тем, что расположен на северном склоне отвала фосфогипса.

На участках проводились полевые эксперименты в течение 2013–2014 гг. по выращиванию растений на субстратах-рекультивантах разного состава: собственно фосфогипсе, осадках сточных вод (ОСВ) Балаковского водоканала, шламе из шламонакопителей предприятия и на почвогрунтах, представляющих собой неоднородный по составу, среднесуглинистый, щебнистый материал. Макро- и микроэлементный состав растений анализировался рентгенофлуоресцентным методом на приборе TEFA-6111 с предварительной пробоподготовкой (таблетированием).

Обсуждение результатов. Содержание макро- и микроэлементов в растениях на участках №№ 1–3 представлены в таблице 1 и 2. Кроме этого, для сравнения полученных данных в таблице 3 приведены средние величины аккумуляции тяжелых металлов в надземной фитомассе сорных растений в условиях Самарской области.

Химический анализ растений, произрастающих на участке №1, характеризуется высоким содержанием в них кальция, серы, стронция, фосфора и мышьяка [1,9,10,11,13,14,15]. Содержание мышьяка, например, превышает на порядок ПДК этого элемента в кормах. Из других аномалий содержания элементов в растениях особенно отметим накопление стронция, токсичность которого для сельскохозяйственных животных и человека главным образом определяется из соотношения Ca/Sr. Если это отношение в растениях больше 140, то токсичность стронция не проявляется [5,9,10,11,12].

Таблица 1– Валовой макроэлементный состав растений, %

№ обр.	Растение, рекультивант	№ участка	Na	K	Al	Si	P	S	Cl	Ca	Mg
1	Вейник на фосфогипсе	1	0,12	0,51	0,28	1,74	0,53	1,10	0,06	1,74	0,13
2	Паслен черный, семена	1	0,15	0,58	0,38	0,87	1,01	2,06	0,01	4,86	0,28
3	Щирица, семена	1	0,04	0,37	0,17	0,54	1,26	0,81	0,02	3,79	0,51
4	Житняк на ОСВ	2	0,07	0,94	0,12	1,40	0,29	0,34	0,04	0,91	0,20
5	Житняк на шламе	2	0,04	1,25	0,04	2,00	0,22	0,22	0,32	0,27	0,16
6	Полевица на шламе	2	0,14	1,54	0,04	2,27	0,28	0,23	0,77	0,45	0,20
7	Овсяница на грунте	3	0,07	1,82	0,11	2,10	0,40	0,50	0,17	0,50	0,36
8	Топинамбур на грунте	3	не опр.	4,05	0,13	1,96	0,57	0,62	0,26	1,87	1,11

Таблица 2 – Микроэлементный состав растений, мг/кг сухого вещества

№ обр.	Растение, рекультивант	№ участка	As	Mn	Fe	Ni	Sr	Cu	Zn
1	Вейник на фосфогипсе	1	3	188	1046	9	1959	16	41
2	Паслен черный, семена	1	2	85	420	4	2277	11	28
3	Щирица, семена	1	3	106	1029	7	2102	23	76
4	Житняк на ОСВ	2	не опр.	142	615	9	272	16	282
5	Житняк на шламе	2	не опр.	66	84	6	87	13	60
6	Полевица на шламе	2	не опр.	138	113	6	90	12	40
7	Овсяница на грунте	3	не опр.	228	467	11	168	11	48
8	Топинамбур на грунте	3	не опр.	337	451	7	431	16	36
ПДК в кормах СанПиН 2.3.2.1078-01			0,2	–	–	–	–	–	–

Таблица 3 – Средняя аккумуляция тяжелых металлов в надземной фитомассе сорных растений в условиях Самарской области [5], мг/кг сухой массы

Растение	Pb	Ni	Cu	Zn
Щирица запрокинутая	1,6	17,1	24,3	40,2
Полынь горькая	1,0	13,7	37,7	90,6

Для стронция в растениях и кормах ПДК не отмечена, однако соотношение Ca/Sr в растениях на участке №1 свидетельствует о неудовлетворительной экологической ситуации (для вейника это соотношение составляет 8,9) [7]. Загрязнение растительности на участке носит преимущественно фолиарный характер и обусловлено поверхностной пылевой нагрузкой. Произрастающие здесь растения нельзя, например, использовать для откорма скота, так как нарушение соотношения между кальцием и стронцием может стать причиной уровской болезни, характеризующейся ломкостью костей, нарушением развития скелета.

При сравнении содержания элементов в вейнике, паслене и щирице участка №1 прослеживается разная степень аккумуляции макро- и микроэлементов. Избирательный характер аккумуляции отмечается у всех растений: вейник накапливает кремний, марганец, железо, натрий; паслен только кальций и серу, а щирица – железо, цинк, фосфор и кальций.

Отсюда можно сделать вывод, что произрастающие на отвале фосфогипса виды растений, сильно отличаются между собой по стратегии выживания. При этом вейник проявляет экологическую пластичность для сохранения высокой продуктивности в условиях острого недостатка одних элементов и избытка других, существенно изменяя при этом свой макроэлементный состав, поглощая химические элементы по так называемому безбарьерному типу.

Паслен и щирица в условиях этой же среды способны накапливать необходимые им для нормального произрастания элементы питания, существенно не изменяя своего состава и до определенной степени противодействуя поступлению в ткани элементов, в которых они не нуждаются.

Загрязнение растительности, произрастающей на осадках сточных вод (участок №2), происходит преимущественно за счет корневого поглощения металлов (цинка, стронция, железа) из загрязненных и богатых органическим веществом субстратов. Наибольшего внимания и контроля требует цинк, содержание которого в растениях, выращенных на осадках сточных вод, превосходит среднестатистические значения содержаний этого элемента в растениях. Химический состав растений, выращенных на шламе, является экологически более чистым, по сравнению с составом культур, выращенных на осадках сточных вод. Контроля и регулирования требует соотношение между кальцием и стронцием, которое варьирует от 30 до 50 (но не является критическим).

Содержание тяжелых металлов в растениях (участок №3) не превышает среднестатистические значения концентраций этих элементов в растениях черноземной полосы. Зафиксировано увеличение концентрации стронция в листьях топинамбура, однако оно не является критическим. Загрязнение листьев топинамбура стронцием происходит не столько за счет корневого поглощения элемента из грунта, сколько за счет поверхностного поступления с пылью на листовые пластинки. Соотношение содержания кальция к содержанию стронция в листьях топинамбура равняется 43.

Таким образом, все рассмотренные растения, произрастающие на отвале фосфогипса на разных субстратах, являются токсичными для человека и животных. Особой токсичностью отличается вейник незамеченный, в наибольшей степени адаптированный к фосфогипсу.

Выводы

1. На отвале фосфогипса Балаковского филиала АО «Апатит» в условиях экстремальных климатических параметров, а также не благоприятных для произрастания растительности свойствах фосфогипса, ряд растений-аборигенов адаптировался, избирательно используя свойства субстратов на фоне общей стратегии выживания.

2. Проанализированные на макро- и микроэлеметный состав растения избирательно накапливают химические элементы, особенно те, которые в избытке содержатся в субстратах, на которых они произрастают.

3. Характер адаптации растений к условиям среды обусловлен химическими и агрохимическими свойствами субстратов, являющихся исходной питательной средой для закрепления и приживаемости. При этом фосфогипс выступает для растений как подстилающая рекультиванты порода, имеющая определенный резерв питательных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абашеева Н.Е., Инешина Е.Г., Меркушева М.Г., Кожевникова Н.М., Митыпов Б.Б. Влияние лантансодержащих микроудобрений на биологическую активность каштановой почвы // Агрохимия. – 2003. – № 8. – С. 39–44.
2. Белюченко И.С. Влияние фосфогипса на трансформацию азота в черноземе обыкновенном степной зоны Кубани // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 2. – С. 144-147.
3. Белюченко И.С. Экологические проблемы степной зоны Кубани, причины их возникновения и пути решения // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 3. – С. 47-64.
4. Белюченко И.С. Сложные компосты как источник расширения экологических ниш культурных растений в системе почвенного покрова // Тр. Международной Конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2013. – С. 12-14.
5. Дричко В.Ф., Говоренков Б.Ф. Предельно допустимые концентрации элементов-загрязнителей в фосфогипсе // Химия в сел. хоз-ве. – 1996. – № 4. – С. 10–12.
6. Ковальский В.В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 299 с.
7. Любимова И.Н., Борисочкина Т.И. Влияние потенциально-опасных химических элементов, содержащихся в фосфогипсе, на окружающую среду. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2007. – 48 с.
8. Матвеев Н.М., Прохорова Н.В., Матвеев В.Н. Фитометаллоаккумуляционная структура агрофитоценозов // Бюллетень «Самарская Лука». – 2007. – Т. 16. – № 1–2 (19–20). – С. 274–277.
9. Муравьев Е.И., Белюченко И.С. Добрыднев Е.П. Перспективы использования фосфогипса в сельском хозяйстве // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 1. – С. 31-41.
10. Муравьев Е.И., Белюченко И.С. Свойства фосфогипса и возможность его использования в сельском хозяйстве // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 2. – 5-18.
11. Петренко Д.В., Белюченко И.С. Влияние отходов Белореченского химзавода на содержание стронция в окружающих ландшафтах // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 1. – С. 4-79.
12. Петренко Д.В., Белюченко И.С. Содержание стронция в продовольственных культурах и кормовых травах в районе производства фосфорных удобрений // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 35. – С. 205-207.
13. Самков Ю.Е., Огиевский Д.В., Пардаев Т.А. О естественном зарастании хвостохранилищ объединения «Фосфорит» // Изучение, охрана и рациональное использование природных ресурсов. – Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1989. – С. 62.
14. Шелепова О.В. Состояние фтора в почвах и поступление в растения при использовании фосфорных удобрений и фосфогипса: Дис. ... канд. биол. наук. – М., 1987. – 223 с.
15. Kloke A. Contents of arsenic, cadmium, chromium, fluorine, lead, mercury and nickel in plants grown on contaminated soil // Paper presented at United Nations-ECE Symposium on Effects of air-borne pollution on vegetation, Warsaw. – Warsaw, 1979. – P. 51–53.

УДК 631.871:631.95

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Титова Вера Ивановна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Н. Новгород, titovavi@yandex.ru*

Ветчинников Александр Александрович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Н. Новгород, vetchinnikov@rambler.ru*

Дабахова Е.В., *ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород*

В вегетационно-лабораторных опытах с выгонкой зерновой культуры по методу Нейбауэра-Шнейдера установлено, что включение в состав субстрата свежего жома на фоне дефеката стимулировало прирост зеленой массы озимой ржи. Однако в случае, когда количество жома в субстрате превысило 500 г на 1 кг почвы, положительный эффект стал убывать. Кислый жом, применяемый без нейтрализующих материалов, оказал негативное влияние на тест-культуру, причем отрицательный эффект напрямую зависит от дозы используемого отхода. Применение дефеката позволяет практически полностью устранить данный негативный эффект. Всхожесть озимой ржи не зависела от состава субстрата. Максимальная средняя высота растений соответствовала варианту с соотношением компонентов 1:0,5, а затем уменьшалась по мере увеличения доли жома в составе субстрата. Средняя масса одного растения только на варианте с минимальной дозой жома не отличалась от контрольной, во всех прочих случаях она стабильно превышала значение показателя, соответствующее контрольному варианту, на 40 %.

Ключевые слова: отходы производства сахара, свежий и кислый жом, дефекат, урожайность, структура фитомассы, озимая рожь, субстрат на основе жома.

ASSESSMENT OF USING OF BEET PULP AS FERTILIZER IN CROP GROWING

Titova V.I., Vetchinnikov A.A., Dabachova E.V.

It was found during vegetation-laboratory experiments with forcing cereal using Neubauer-Schneider method that including fresh pulp substrate on the defecate background stimulated growth of green mass of winter rye. However, when the amount of pulp in the substrate exceeded 500 g per 1 kg of the soil, positive effect decreased. Sour pulp used without neutralizing materials had a negative impact on the test culture, the negative effect depending on the dose of the wastes used. The use of defecate eliminated this negative effect. Germination of winter rye did not depend on the composition of the substrate. The maximum average height of the plants corresponded to the components ratio of 1: 0.5, and then decreased as the proportion of pulp in the composition of the substrate increased. The average weight of one plant did not differ from controls only during the experience with a minimum dose of pulp, in all other cases it steadily exceeded value of the control sample by 40 %.

Key words: wastes of sugar production, fresh and sour pulp, defecate, productivity, phytomass structure, winter rye, substrate based on bagasse.

Введение. Известно, что жом, составляющий основную долю отходов в свеклосахарном производстве, это ценный и хорошо усвояемый корм. Однако в связи с резким сокращением в коллективных и личных подсобных хозяйствах поголовья животных и, соответственно, снижением потребности в жоме как кормовом продукте для животных, ныне появляется необходимость грамотного размещения данного отхода в окружающей среде, основанного на учете особенностей химического состава отхода и соблюдении экологических ограничений по его утилизации. Так, в настоящее время отдельными исследованиями жом рассматривается как исходный материал для вермикомпостирования [3]. Использование же жома в качестве удобрительного материала пока находится в стадии изучения. И хотя содержание основных питательных элементов (прежде всего, азота, фосфора и калия), равно как и микроэлементов, в жоме невысоко (исчисляется, в основном, десятыми-сотыми и даже тысячными долями процентов), оно гипотетически позволяет предположить возможность использования жома в качестве удобрительного материала в достаточно высоких дозах. Однако при этом

необходимо учитывать, что качественный состав жома не постоянен и может существенно варьировать в зависимости от исходного материала (качества сахарной свеклы), технологии производства сахара, условий хранения и размещения отхода в окружающей среде и пр.

Целью исследований являлось определение возможности использования жома – отхода производства Сергачского сахарного завода (Нижегородская область) в растениеводческом комплексе в качестве удобрительного материала.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены в лабораторно-вегетационных опытах и предусматривали оценку влияния субстратов на основе свекловичного жома свежего (ЖС), снятого с технологической линии (опыт №1) и кислого (ЖК), после месячного хранения на открытом воздухе (опыт №2) на фитомассу озимой ржи, выращиваемой по методу Нейбауэра-Шнейдера [1]. Компоненты для получения субстрата смешивались в соотношении почва (П) : жом (Ж) как 1:0,25; 1:0,5; 1:1,0; 1:1,5. Повторность в опытах 3-кратная. Опыты закладывались в поддонах от вегетационных сосудов объемом на 700 г почвы. Подготовка субстратов, посев, уход за растениями и уборка полученной фитомассы проводились в соответствии с требованиями методики опытного дела [2]. Посев производили через 2 дня после подготовки субстратов в количестве 100 семян на поддон.

Для опыта взята темно-серая лесная среднесуглинистая почва, имеющая следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса 3,8 % (низкая обеспеченность), содержание подвижных соединений фосфора и калия 194 и 193 мг/кг соответственно (высокая обеспеченность), pH_{kcl} 5,7 (близкая к нейтральной реакция среды). Характеристика жома показана в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика свекловичного жома

Вид жома	Влажность, %	pH	% на абс. сухое вещество			
			орг. вещество	N	P_2O_5	K_2O
Кислый	87	5,0	96	1,65	0,20	0,33
Свежий	87	3,9	82	1,95	0,27	0,42

Данные свидетельствуют, что кислый жом (из жомовых ям или подвергшийся хранению на открытых площадках) характеризуется более низким содержанием органического вещества и запасом питательных элементов.

Технология применения жома предполагает перемешивание определенного его количества с пахотным слоем почвы в различных сочетаниях, т.е. получение субстратов с заданным соотношением компонентов. Поскольку жом характеризуется повышенной кислотностью, его утилизация может сопровождаться подкислением почв. Этот фактор можно устранить, если внесение данного отхода совместить с внесением нейтрализующих материалов. В качестве последнего в районе планируемой утилизации экологически и экономически оправдано использование дефеката, который также является отходом сахарной промышленности и применяется для нейтрализации кислых почв. В связи с этим схема эксперимента предусматривала изучение субстратов «почва-жом» на фоне действия дефеката и без него.

Аналитические работы выполнены в Центре агрохимической службы «Нижегородский» и в лабораториях кафедры агрохимии и агроэкологии НГСХА в соответствии с существующими в агрохимической практике рекомендациями [2]. Для математической обработки полученных результатов и установления достоверности различий в наблюдениях использовали метод дисперсионного анализа.

Следует отметить, что в опытах использовали заведомо завышенные дозы жома: минимальная из них приблизительно соответствует 750 т/га. Поэтому при интерпретации полученных опытных данных, при попытке увязать их с производственными условиями, следует ориентироваться именно на минимальную изучаемую дозу.

Результаты исследования. Результаты учета фитомассы озимой ржи, выращиваемой на субстратах, приготовленных на основе свежего жома, показаны в таблице 2.

На фоне дефеката выявлено следующее: на вариантах, где в состав компоста был включен жом, всходы растений появились примерно на одни сутки позднее, чем на контрольном варианте. Однако впоследствии растения не только выровнялись, но и опередили в развитии

рожь, произраставшую на чистой почве. В результате к моменту учета фитомассы ее минимальное значение было зафиксировано на контроле. Наименьшая прибавка урожая зеленой массы отмечалась на варианте с наименьшей долей содержания жома. При увеличении доли отхода в субстрате с 250 до 500 г на каждый килограмм почвы, продуктивность фитомассы (естественной влажности) возросла на 27 % по сравнению с предыдущим вариантом и на 50 % по отношению к контролю. Именно на данном варианте («Почва : Жом» как 1:0,5) было получено наибольшее количество фитомассы ржи. Дальнейшее увеличение дозы жома к росту продуктивности опытной культуры не привело. Несмотря на то, что урожайность $4^{го}$ и $5^{го}$ вариантов была выше, чем на контроле, она существенно снизилась по сравнению с максимальным значением, полученным в опыте.

Таблица 2 – Влияние состава субстрата на основе свежего жома на урожайность фитомассы озимой ржи, естественная влажность, опыт №1

Вариант опыта	Без дефеката			На фоне дефеката		
	среднее, г/сосуд	+, - к контролю		среднее, г/сосуд	+, - к контролю	
		г/сосуд	%		г/сосуд	%
Контроль (П)	2,18	-	-	4,23	-	-
П : ЖС 1:0,25	5,91	+3,73	+171	4,98	+0,75	+18
П : ЖС 1:0,5	5,47	+3,29	+151	6,34	+2,11	+50
П : ЖС 1:1,0	5,02	+2,84	+130	5,86	+1,63	+39
П : ЖС 1:1,5	1,03	-1,15	-53	5,35	+1,12	+26
$НСР_{05}$		*0,16*	*4*		*0,32*	*6*

Таким образом, включение в состав субстрата свежего жома на фоне дефеката стимулировало прирост зеленой массы озимой ржи. Однако в случае, когда количество жома в субстрате превысило 500 г на 1 кг почвы, положительный эффект стал убывать.

Урожайность контрольного варианта *без предварительного внесения дефеката* была практически в 2 раза ниже, чем на фоне использования данного материала. Включение в состав субстрата свежего жома привело к существенному увеличению фитомассы ржи. Причем в данном случае максимальное значение зеленой массы опытной культуры было получено на фоне минимальной испытуемой дозы жома (250 г/кг почвы). Дальнейшее увеличение доли данного отхода в составе субстрата привело к снижению прибавки фитомассы. Более того, максимальная опытная доза угнетала опытную культуру: урожайность, полученная на $5^{ом}$ варианте, была вдвое ниже, чем на контроле. Структура фитомассы опытной культуры представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние состава субстрата на основе свежего жома на структуру фитомассы озимой ржи, опыт №1

Вариант опыта	Без дефеката			На фоне дефеката		
	Кол-во стеблей, шт	Высота растения, м	Масса 1 растения,	Кол-во стеблей, шт	Высота растения, м	Масса 1 растения,г
Контроль (П)	85	6,8	0,02	89	12,8	0,05
П : ЖС 1:0,25	95	17,5	0,06	92	15,7	0,05
П : ЖС 1:0,5	50	18,0	0,08	95	19,7	0,07
П : ЖС 1:1,0	67	16,5	0,07	89	18,0	0,07
П : ЖС 1:1,5	17	13,0	0,06	97	17,8	0,07
$НСР_{05}$	4	1,6	0,01	8	1,7	0,01

Анализ данных свидетельствует, что количество растений на *фоне дефеката* во всех вариантах опыта было практически одинаково, то есть всхожесть озимой ржи не зависела от состава субстрата. Однако высота и масса растений существенно различались по вариантам опыта. Так, в отношении высоты опытных растений выявлены те же тенденции, что и в отношении урожайности ржи: максимальная средняя высота растений соответствовала варианту с наибольшей фитомассой (П : ЖС 1:0,5), а затем уменьшалась по мере увеличения доли жома в составе субстрата. Средняя масса одного растения только на варианте с минимальной дозой жома не отличалась от контрольной, во всех прочих случаях она стабильно превышала значение показателя, соответствующее контрольному варианту, на 40 %.

На *вариантах без дефеката* выявлены иные тенденции. Практически везде, где в состав субстрата входил жом (за исключением варианта с его минимальным содержанием), всхожесть семян была заметно ниже, чем на контроле. Следует отметить, что срок появления всходов на этих вариантах был более поздним и растянутым. Минимальное количество взошедших растений отмечено на варианте с наибольшим содержанием жома в составе субстрата. Средняя высота и масса растений, произраставших на субстратах «почва-жом», во всех случаях выше, чем значение аналогичных показателей на чистой почве. Это свидетельствует о том, что снижение фитомассы происходит, в основном, за счет уменьшения количества взошедших растений, а не за счет более худшего их развития.

То есть, результаты эксперимента показали, что наиболее чувствительной фазой растений, во время которой возможно нанесение наибольшего ущерба от применения жома в качестве удобрения, является фаза проростков. В последующие периоды фитоценоз, очевидно, приобретает определенную устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов. Тем не менее, следует учитывать, что при высоких дозах утилизируемого жома возможно отрицательное влияние на растения и на более поздних фазах их развития. Косвенным образом это подтверждает тот факт, что на варианте с максимальной долей жома в составе субстрата высота растений существенно ниже, чем на вариантах с меньшими дозами отхода. Однако, поскольку в данном случае значение показателя на рассматриваемом варианте выше, чем на контрольном, говорить о прямом неблагоприятном воздействии жома некорректно.

Результаты учета фитомассы озимой ржи, выращиваемой на субстратах, для приготовления которых использовался кислый жом, показаны в таблице 4 (опыт № 2).

Таблица 4 – Влияние состава субстрата на основе кислого жома на урожайность фитомассы озимой ржи, естественная влажность

Вариант опыта	Без дефеката			На фоне дефеката		
	среднее, г/сосуд	+, - к контролю		среднее, г/сосуд	+, - к контролю	
		г/сосуд	%		г/сосуд	%
Контроль (П)	2,18	-	-	4,23	-	-
П : ЖК 1:0,25	4,84	+2,66	+122	6,07	+1,84	+44
П : ЖК 1:0,5	1,51	-0,67	-31	6,63	+2,40	+57
П : ЖК 1:1,0	0,00	-2,18	-100	5,79	+1,56	+37
П : ЖК 1:1,5	0,00	-2,18	-100	5,31	+1,08	+26
$НСР_{05}$		*0,18*	*10*		*0,25*	*4*

Анализ данных свидетельствует, что *на фоне внесения дефеката* выявлены те же тенденции, что и в предыдущем опыте. Причем идентична не только направленность процессов, но и уровни урожайности и прибавок. *На вариантах без дефеката* выявлено следующее. Внесение минимальной дозы кислого жома (250 г/кг почвы) способствовало более чем двукратному увеличению урожайности опытной культуры. Повышение доли жома в составе субстрата до 500 г/кг привело к существенному падению значения рассматриваемой характеристики. На фоне более высоких доз рожь не взошла.

Таким образом, результаты эксперимента свидетельствуют, что кислый жом, применяемый без нейтрализующих материалов, может оказывать негативное влияние на сельскохозяйственные культуры, причем отрицательный эффект напрямую зависит от дозы используемого отхода. Применение дефеката позволяет практически полностью устранить данный негативный эффект.

Структура зеленой массы озимой ржи, полученной в опыте №2, представлена в таблице 5. Она подтверждает тенденции, выявленные при анализе учета фитомассы опытной культуры.

Обобщая результаты экспериментов по изучению субстратов на основе свекловичного жома, констатируем, что, регулируя дозы внесения отхода и подбирая сопутствующие мелиоративные мероприятия, можно не только предотвратить потенциальные негативные последствия утилизации жома, но и получать дополнительную прибавку урожая сельскохозяйственных культур.

Таблица 5 – Влияние состава субстрата на основе кислого жома на структуру фитомассы озимой ржи, опыт №2

Вариант опыта	Без дефеката			На фоне дефеката		
	Кол-во стеблей, шт	Высота растения, м	Масса 1 растения,	Кол-во стеблей, шт	Высота растения, м	Масса 1 растения,г
Контроль (П)	85	6,8	0,02	89	12,8	0,05
П : ЖК 1:0,25	64	16,5	0,07	92	17,2	0,07
П : ЖК 1:0,5	23	13,5	0,06	93	19,2	0,07
П : ЖК 1:1,0	0	0,0	0,00	95	17,0	0,06
П : ЖК 1:1,5	0	0,0	0,00	89	17,5	0,06
$НСР_{05}$	*4*	*1,0*	*0,01*	*7*	*1,5*	*0,01*

Однако следует подчеркнуть, что представленные выше эксперименты носят поисковый характер и позволяют ответить на вопрос лишь о принципиальной возможности использования жома в качестве органического удобрения. Для разработки технологии его утилизации необходимо провести серию вегетационных, вегетационно-полевых, полевых и производственных опытов, где должны быть решены следующие вопросы:

- определение максимальной разовой дозы внесения отхода, безопасной для агроландшафта;
- установление степени влияния жома на урожайность, качество и безопасность сельскохозяйственных культур, возделываемых в зоне планируемой утилизации;
- поиск оптимального места внесения жома в севообороте;
- изучение возможности (или необходимости) сочетания утилизации жома с проведением других агрохимических мероприятий (например, с внесением минеральных удобрений);
- оценка воздействия утилизации жома на окружающую среду (почвы, грунтовые и поверхностные воды и т.д.).

Параллельно с этим должна быть разработана технология безопасного хранения данного отхода, обеспечивающая получение растительного продукта с заданными свойствами.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- включение в состав субстрата как свежего, так и кислого жома на фоне дефеката способствовало увеличению фитомассы опытной культуры, однако при возрастании дозы отхода свыше 500 г/кг почвы указанное положительное действие стало существенно снижаться;
- при выращивании ржи на субстратах, приготовленных без нейтрализующих материалов, в ряде случаев было отмечено явное угнетение опытной культуры (вплоть до ее полной гибели), причем отрицательный эффект от свежего жома проявился только при максимальной дозе применения отхода, в случае же кислого жома – уже вторая опытная доза оказалась токсичной для растений;
- правильно подбирая дозу внесения жома, а также сопутствующие агрохимические мероприятия, можно регулировать уровень потенциальной опасности, связанный с утилизацией данного вида отхода, для всех компонентов окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука,1975. – 656 с.

2. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / Под ред. Л.М. Державина, Д.С. Булгакова. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

3. Ручин А.В., Ревин В.В., Иванов А.Ю. Использование навозных червей для утилизации свекловичного жома // II Межд. научн-практ. конфер. «Дождевые черви и плодородие почв» 17-19 марта 2004. – Владимир, 2004.

УДК 631.87

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В БИОГУМУС

Кириллов Николай Александрович, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Чебоксары, kna27zergut.mail.ru*

Кирьянов Дмитрий Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВПО «Чувашская государственная *сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Чебоксары, DKiryanov86@yandex.ru*

Для утилизации органических отходов перерабатывающей, пищевой промышленности, коммунального и сельского хозяйства целесообразно использовать ступенчатую их переработку с использованием микроорганизмов и червей. Конечной продукцией при этом является ценное органическое удобрение – биогумус.

Ключевые слова. отходы перерабатывающей, пищевой промышленности, коммунального и сельского хозяйства, утилизация, Тамир, дождевые черви «Старатель», вермикультура.

CONVERSION OF ORGANIC WASTEIN ORIGIN BIOHUMUS

KirillovN.A., Kir'yanovD.P.

For recycling organic waste processing, food processing, utilities and agriculture is advisable to use the step of processing with the use of microorganisms and worms. End products at the same time is a valuable organic fertilizer - vermicompost.

*Keywords***:** waste processing, food processing, utilities and agriculture, recycling, Tamir, earthworms "Tamir", vermiculture.

Введение. После введения санкций со стороны США и западных государств, а также благодаря принятия и реализации приоритетного национального проекта "Развитие АПК" в России заметно увеличивается поголовье скота в крупных и мелких животноводческих хозяйствах, а также в личных подворьях. Одновременно с этим открываются перерабатывающие предприятия, вводятся в эксплуатацию новые мощности, которые зачастую ведут к загрязнению прилегающих к предприятиям рельефа почв, водоемов, лесов и пастбищ. В конечном итоге наносится серьезный экологический и социальный ущерб сельскохозяйственным землям и жителям близлежащих населенных пунктов. Таким образом, большая часть органического сырья не перерабатывается, накапливается вблизи птицефабрик, ферм, перерабатывающих заводов. Все это представляет постоянную угрозу экологическому благополучию населению.

При этом, отходы сельскохозяйственного производства, в отличие от производственных имеют некоторую специфичность: могут нести в себя патогенные микроорганизмы; образуются в наибольшем количестве в условиях России в конце сезона вегетации растений (глубокой осенью) и содержат значительное количество органического вещества или энергии. Исходя из этого, небрежное отношение к органическим отходом, с одной стороны, может привести к тяжелым экологическим последствиям, а с другой – ведет к существенным потерям накопленной в результате фотосинтеза энергии солнца.

Существующие технологии утилизации отходов сельскохозяйственного производства направлены, прежде всего, на получение одного, реже двух, продуктов переработки, которые, в свою очередь, также приводят к накоплению вторичных отходов. Поэтому,в идеале, необходимо внедрять безотходные технологии переработки органических отходов с максимально возможным выходом энергии. Этого можно достичь путем ступенчатого расщепления отхо-

дов с использованием микроорганизмов (на первом этапе разложения) и червей (при превращении отходов в биогумус).

На основании вышесказанного, целью настоящей работы явилась разработка технологии переработки сельскохозяйственных отходов в экологически безопасное органическое удобрение.

Материалы и методы исследования. Фенологические наблюдения за ходом роста и развития растений осуществлялись по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971, 1985).

Видовой состав микроорганизмов изучали прямым подсчетом с помощью микроскопа МБР-1. В качестве окрашивающего препарат реактива использовали фуксин кислый.Анализы агрохимических и качественных показателей растениеводческой продукции проводились в соответствии требований ГОСТов.

В качестве объектов исследования были выбраны: осадки сточных вод (ОСВ) 5-летней выдержки, куриный помет, древесные опилки, навоз КРС, бытовой мусор и мусороиловые удобрения, отходы содового производства химического комбината г. Новочебоксарск, микробиологическая добавка Тамир, дождевой червь Eiseniafoetida.Субстраты из птичьего помета, фекалий, опилок и других отходов были заложены в емкости площадью 0,45 $м^2$ в лабораторных условиях в течение одного 90 суток и в открытом грунте с мая по сентябрьмесяцы. Каждый опыт состоял из 4 повторностей.

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе исследований мы проводили определение химического состава исходных отходов. Анализ химического состава осадков сточных вод г. Новочебоксарск и навоза КРС, в пересчете на сухое вещество показал, что в ОСВ больше чем в навозе содержится органического вещества (55,0%), общего азота (1,2%), фосфора (1,14%), CaO (9,5%), MgO (2,1%), но значительно меньше калия, аобменная кислотность достигает 7,5 единиц. Также в составе ОСВ обнаруживается широкий набор макро- и микроэлементов, включая и тяжелые металлы.

По содержанию органического вещества и микроэлементам мусороиловые удобрениями их исходные компоненты значительно превосходилинавоз КРС и остальные виды отходов.

Что касается птичьего помета, в свежем виде он представляет собой агрессивную среду, не пригодную для переработки многими микроорганизмами и червями. Поэтому перед подготовкой субстрата для червей птичий помет смешивался с древесными опилками и отходами содового производства с высоким содержанием фосфатных соединений натрия и калия. Лишь после получения однообразной массы с показателями кислотности ближе к нейтральной субстрат становился пригодной для жизнедеятельности компостных дождевых червей «Старатель».

Отходы человеческой жизнедеятельности из выгребных ям перед предстоящей переработкой червями смешивались также опилками и подвергались обработке Тамиром в течение 1 месяца.

В начале опытов в ящики были уложены субстраты с одинаковой массой, которые покрывались темной материей и помещались в подвал с температурой 12-16^0 С. Фенологические исследования за процессами роста и развития червей, скоростью переработки отходов и необходимые измерения проводились с интенсивностью раз в 7 дней.

Как показали результаты наших исследований, наибольший прирост средней массы червя на конец опыта обнаружен в варианте с использованием пищевых отходов (0,16 г),

птичьего помета и ОСВ (0,10 г). Средний прирост биомассы дождевого червя в варианте с использованием фекалий составил 0,06 г. Опилки не содержат достаточного количества питательных веществ, поэтому черви на данном субстрате длительно существовать не могут и за срок 90 суток биомасса каждой особи снизилась примерно на 0,07 г.

В конце экспериментов с каждого варианта отбирался вермикомпост, из которого готовили водную вытяжку для замачивания семян и полива ростков кукурузы. Последующие лабораторные исследования показали, что водная вытяжка из вермикомпоста оказывает положительное действие на всхожесть, энергию и дружность прорастания семян кукурузы во всех вариантах, кроме варианта с внесением водной вытяжки из вермикомпоста без разведения, который ингибировал всхожесть и энергию прорастания семян. В целом, энергия прорастания, всхожесть семян у проростков кукурузы была на 6-9 % выше в опытных вариантах по сравнению с контролем.

Использование вермикомпоста при возделывании кукурузы на зерно при проведении полевых опытов также показало положительные результаты. Заделывание биогумуса в почву при весенней обработке достоверно повышало урожайность зерна кукурузы на 15-21% на серых лесных почвах и до 8-11% на выщелоченных черноземах Чувашской Республики. При этом биомасса надземных частей растений увеличивалось на 28-32% на серых лесных почвах и на 17-22% - на черноземах, а высота отдельных растений до 3,2-3,5 метров [1-3].

Таким образом, результаты четырехлетних научно-поисковых исследований по использованию микроорганизмов и червей «Старатель» для переработки отходов перерабатывающей, пищевой промышленности, коммунального и сельского хозяйства в биогумус следует считать успешными. В настоящее время продолжаются опыты по поиску методов ускоренного размножения червей (в том числе путем использования как полового, так и бесполого способов размножения), подбору наиболее эффективного субстрата, способов нейтрализации агрессивных сред отходов, удалению побочных физических (например, запаха) и химических (кислотность, содержание активных ионов и т.д.) продуктов переработки, расширению географии использования биогумуса в сельском хозяйстве (овощи при возделывании в условиях открытого и закрытого грунта; лекарственные и декоративные растения), изучению показателей почвенного плодородия при внесении биогумуса в серые лесные, дерново-подзолистые почвы и черноземы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков А.И., Кириллов Н.А., Ефремов И.В. Агроэкономическая оценка использования природных стимуляторов при возделывании сахарной свеклы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 2. – С. 19-23.

2. Кириллов Н.А., Волков А.И., Ефремов И.В. Минимальная обработка почвы под кукурузу на зерно // Аграрная Россия. – 2012. – № 11. – С. 16-18.

3. Кириллов Н.А., Волков А.И., Ефремов И.В. Способ повышения урожайности, питательной и энергетической ценности зерна кукурузы // Кормопроизводство. – 2013. – № 7. – С. 16-17.

УДК 631.879.42

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕВООБОРОТАХ АГРОЛАНДШАФТА

Белюченко Иван Степанович, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар, bioeco@inbox.ru*

Сложный компост является полидисперсной полиорганической и полиминеральной многофазной системой, раскрыть возможности которой можно путем всестороннего изучения основных составляющих с учетом специфики агрегатного состояния коллоидов и степени их дисперсности. Установлены основные закономерности хода обменных реакций в развитии сложного компоста в зависимости от скорости, эквивалентности и емкости обмена различных составляющих. В формировании сложного компоста выделяется несколько вариантов поглотительной способности по аналогии с почвой, основой поглощения которой является илистая фракция с размерами частиц до 5 мк. Измельчение твердых материалов, разрушение горных пород, отмывание загрязнения и очистка воды основаны на использовании особенностей дисперсных систем, часто встречающихся в быту, природе и на производстве, и их поведение в развитии сложного компоста подчиняется аналогичным закономерностям протекания подобных процессов в верхнем слое почвы. Важную роль в формировании сложного компоста играют микробиологические процессы при участии, бактерий, грибов, актиномицетов, одноклеточных водорослей. Именно по развитию микроорганизмов, а также органическому и минеральному составу отдельных отходов и реакции их среды определяется биологическая активность сложного компоста. Численность микроорганизмов, по которой можно определять их биомассу, представляет собой отклонение от минимума, свойственного конкретному отходу.

Ключевые слова: сложный компост, обменные реакции, процессы в верхнем слое почвы, многофазность системы, дисперсионная среда, дисперсные системы, дисперсные фазы, коллоидные растворы, удельная поверхность коллоидных частиц.

PROBLEMS OF FORMATION OF COMPLEX COMPOST AND THEIR USE IN CROP ROTATION OF AGROLANDSCAPES

Belyuchenko I.S.

Complex compost is polydisperse, polyorganic, polymineral and because of the multiphase system. This possibilities of features can be reveal by a comprehensive study of main components taking into account the specifics of the aggregate state of colloids and their degree of dispersion. Basic laws of stroke of exchange reactions in the development of complex compost taking into account velocity, equivalent and exchange capacity of different components are installed. In the formation of the complex compost allocated a few variants absorption capacity by analogy with the soil, in which basis of absorption is clay fractions with particle size up to 5 microns. Shredding of hard materials, destruction of rocks, water purification are based on using of features of disperse systems frequently encountered in everyday life, nature and industry and their behavior in the development of complex compost obeys the same laws of conduct topsoil. Important role in the formation of complex compost perform microbiological processes, including bacteria, fungi, actinomycetes, unicellular algae. By development of micro-organisms, as well as organic and mineral composition of individual waste and level their of reactions is determined by biological activity of complex compost. The number of microorganisms, that lets to define their biomass, is a deviation from the minimum, which is peculiar for particular waste.

Keywords: complex compost, exchange reactions, law in behavior topsoil, multiphase system, disperse systems, dispersion medium, dispersed phase, colloidal solutions, specific surface of the colloidal particles.

Условия формирования сложного компоста наиболее благоприятны во второй половине весны и первой половине лета, когда оптимальны температура почвы, и её увлажнение. В засушливый летний период тогда смесь отходов необходимо увлажнять - можно с использованием влаги жижесборников, тогда подготовка сложного компоста (полуперепревший навоз КРС, свиней, отходы растениеводства и фосфогипс) длится 3–4 месяца. По мере созревания сложного компоста многие отходы быстрее вступают в контакт и между ними происходят химические реакции с образованием новых соединений.

Большое значение в формировании сложного компоста имеют сообщества микроорганизмов в его составе, особенно ферментирующие грибы. Видовой состав микромицетов обусловлен особенностями компостирования и довольно разнообразен: наиболее обычны и

многочисленны плесневые грибы, мицелий которых ветвится и переплетает массу органики . При разложении органического субстрата грибы продуцируют этиловый спирт, сложные эфиры и другие вещества, подавляющие запахи и препятствующие загрязнению сложного компоста насекомыми и их личинками. Ферментирующие грибы являются также важными деструкторами трудноразлагаемых для бактерий растительных остатков. Сообщества грибов с другими микроорганизмами перерабатывают остатки растений поэтапно со сменой грибных сукцессий [16,64]. Многие грибы вступают в симбиоз с корнями высших растений, образуя микоризу и способствуя снабжению растений водой, минеральными соединениями, главным образом фосфорными, а сами получают органический углерод [13,14,18].

Важное значение для черноземных почв имеет подготовка сложного компоста. Приготовленные на основе экстрактов различных органических и минеральных отходов сложные компосты являются безопасным органоминеральным удобрением, быстрее созревают, имеют повышенное содержание углерода, азота и фосфора. При заделке сложного компоста в почву одновременно с удобрениями вносятся и разнообразные микроорганизмы, способствующие восстановлению плодородия почвы, подавляющие развитие их патогенных форм (рис. 1.). Сложные компосты в отличие от простых минеральных (сухих или жидких) и органических удобрений широко и многофункциональны, что основано на широком спектре физических, химических и биологических взаимодействий и особенностях отдельных составляющих.

Рисунок 1 – Структура сложного компоста

Методика опытов. Компостирование является важнейшим приемом использования органических и минеральных отходов различных производств, способствующим сохранению необходимых для растений минеральных веществ при разложении органики и увеличению доступности растениям многих элементов питания. Внесение сложного компоста улучшает биологическое соотношение углерода, азота и фосфора в верхнем слое почвы. Сложный компост перед его смешиванием поливали перегноем (50 кг органического вещества на 150–200 кг воды), включающим основные эколого-ценотические группы микроорганизмов [52], при этом процесс разложения органических веществ в сложном компосте существенно ускорялся. В сложный компост для чернозема обыкновенного включали полуперепревший навоз КРС – 50 т/га, фосфогипс - 7, смет и отходы очистки семян зерновых культур – 2, отходы кормления скота (остатки комбикорма и зеленой массы) – 2, обмолоченные шляпки подсолнечника – 2, пшеничную солому – 2 и отходы сахарной свеклы – 2 т/га. Растения кукурузы в опытных вариантах с применением компоста и умеренной влажности достигали высоты до 3 м и более и формировали в среднем по 2 початка на особь

Результаты исследований и их обсуждение

*1. Структура сложного компоста***.** Зрелый сложный компост – это почвоподобное образование с содержанием органического вещества до 20% и выше и с нейтральной реакцией раствора (pH 6,8–7,2), включает значительное количество полуторных окислов, активно сцепляющих друг с другом минеральные и органические частицы. В создании компоста активно участвуют живые организмы, а продукты их жизнедеятельности играют цементирующую роль в объединении множества мелких частиц. Например, многие микроорганизмы (бактерии, одноклеточных водоросли и грибы) выделяют слизи пептидной и углеводной природы и

вместе с глинистыми частицами образуют водопрочные органоминеральные образования размером до 2 мм. Микроскопические грибы и одноклеточные водоросли не только склеивают различные частицы выделяемыми полисахаридами, но и укрепляют их механически, переплетая своими гифами и нитевидными талломами. Такие частицы органоминеральной природы достаточно устойчивы к размыванию водой. Это происходит в верхнем слое субстрата от 0 до 15 см при перемешивании сложного компоста каждые 20-25 дней в теплый период года – это ускоряет образование в нём почвенных структур при активном развитии живых организмов [11,13,14]. Сложные компосты являются местообитанием для различных живых организмов и с широким разнообразием видов и обилием их сообществ [16,17].

Микроорганизмы способствуют трансформации питательных веществ и активизации окислительно-восстановительных процессов при формировании сложного компоста. Вначале разлагаются органические вещества растительных остатков, а также идёт распад минералов вследствие экстракции из них фосфора, кремния, железа, марганца и многих других элементов. Биота в сложном компосте (микроорганизмы, растительные и животные организмы) в процессе разложения органических веществ освобождают прежде всего органический углерод и азот, а затем серу, фосфор и кальций, осуществляя весьма важную системную функцию – накопление наиболее ценных для организмов структурных, питательных и биологически активных веществ. Очень важны микроорганизмы ризопланы на поверхности живых корней, которые поставляют легкодоступные макроэлементы и многие активные вещества, включая ферменты, ауксины, витамины и другие соединения [36,37,39,40].

После внесения сложного компоста в верхний слой почвы отмечается азотфиксация – связывание молекулярного азота атмосферы организмами-прокариотами. Этот процесс имеет важнейшее системное значение для почвы и растений. Симбиотические и несимбиотические азотфиксирующие бактерии развиваются в сложном компосте с различной интенсивностью. Эукариоты, в том числе и грибы, обеспечивают через микоризу растения фосфором, т. к. способны утилизировать труднодоступные соединения этого элемента. Симбионты-микоризообразователи сложного компоста поставляют для растений из почвы не только кальций и фосфор, но и азот, серу, калий и многие микроэлементы – марганец, медь, цинк, кобальт, разнообразя таким образом «рацион» растений в верхнем слое почвы [41,42,43,44,48].

2. Создание сложного компоста. Процессы, проходящие при созревании сложного компоста, приводят к образованию ряда веществ: газообразных, особенно азотсодержащих, и других, легко инфильтрующихся в грунтовые воды, а в форме молекулярного азота (N_2) переходящих в атмосферу. Ферменты сложного компоста отличаются коротким временем биологической активности – всего нескольких суток, а также могут сорбироваться твердой фазой. Пополнение компоста свежими ферментами осуществляется благодаря микроорганизмам, интенсивность этого процесса ко времени созревания составляет 80–90% и сохраняется 4–5 месяцев. При недостатке биокатализаторов переработка субстрата замедляется, становится малоэффективной, и большая часть органического вещества остаётся неизрасходованной из-за его недоступности бактериям и грибам. Численность микробных сообществ, как показатель буферности почвы, характеризует реальные возможности трансформации органики, а также интенсивность взаимодействия органических и минеральных веществ. В летний период уже через 2 месяца формируется достаточно активная система сложного субстрата, связанная с началом его перехода в зрелый сложный компост с определённым сочетанием физических, химических и биологических свойств [32-35,45,46,49-53].

Численность микроорганизмов, прямо связанная с их биомассой, представляет собой отклонение от минимума для конкретного отхода в самый неблагоприятный период. Количество микроорганизмов определяется как варьированием температуры, влажности, содержанием органического вещества, так и связано с составом всех отходов сложного компоста. Качество и количество компонентов компостной смеси, а также различные загрязнения отходов, воздействия агротехнологий и т.д. [54-56,60] определяют физические, химические и

биологические характеристики процесса развития компоста, которые и вызывают серьезные изменения смеси за относительно короткий срок в летний период (с апреля до октября).

Оптимальное сочетание компонентов способствует сохранению питательных ресурсов сложного компоста и обусловлена как непрогнозируемыми факторами среды всех отходов, так и количеством органики в них, природными температурами и количеством осадков. Очень важную роль играют соотношения в компосте углерода и азота, углерода и фосфора, а также обилие и разнообразие сообществ микроорганизмов в определенный этап его формирования. В северной зоне края летом можно начинать контроль за состоянием сложного компоста уже через12-15 дней после смешивания компонентов по степени развития сообществ микроорганизмов [58,60-64].

Биологическая активность имеет большое значение в развитии сложных компостов. Перемещение микроорганизмов в массе субстрата, особенно на первом этапе его развития обычно затруднено в связи с их адсорбцией минеральными веществами - в первую очередь монтмориллонитом. В зависимости от условий при смешивании разных отходов варьируют источники энергии, значения pH, температура и другие факторы. Расширение качественного состава сложных компостов приводит к проявление новых аэробных и анаэробных процессов, возрастает численность азотфиксирующих и аммонифицирующих организмов. Некоторые микроорганизмы в органических соединениях компостов способны мигрировать в направлении их наименьшей концентрации [57,59,66-70].

Оптимум в созревании сложного компоста достигается при активации разложения органического вещества и одновременном снижении активности процессов нитрификации и денитрификации, включая и развитие микробоценозов. Развитие микроорганизмов поддерживается наличием различных веществ и в первую очередь органических, поэтому они в сложном компосте приурочены в основном к живым и мертвым макроорганизмам как важнейшим для них источникам энергии, и только некоторые виды способны питаться на минеральных субстратах путём хемосинтеза, используя для этих целей серу, железо и другие элементы [31,38,47,65].

Именно микробиологические механизмы регуляции поддерживают устойчивость сложных компостов и их физиологическую и химическую активность. Развитие популяций микроорганизмов в органических отходах - в осадках сточных вод, в отходах переработки овощей, фруктов, сахарной свеклы и другой продукции растениеводства - существенно сдерживается дефицитом необходимых им элементов питания. Лимитирующими факторами в развитии бактерий, грибов, актиномицетов, водорослей, представителей микро– и мезофауны в сложном компосте выступают также нехватка органического вещества, особенно его разнообразия: углеводов, белков, ферментов и других, а в минеральных компонентах – калия, серы, фосфора и т.д. [15,17,18,20].

При формировании сложного компоста происходит нарастание числа и массы популяций отдельных организмов в весьма широких пределах. Так, в 1 г сложного компоста на основе полуперепревшего подстилочного навоза КРС за два месяца его формирования образуется в среднем от 22 до 35 млн микробных клеток, а также наблюдается значительное обилие грибных гиф, актиномицетов и водорослей, что существенно превышает аналогичные показатели в массе простого навоза. На 1 $м^3$ компоста приходится до 50–70 кг массы живых организмов. Микроорганизмы в сложных компостах лучше обеспечены растворимыми и нерастворимыми соединениями и прежде всего углеродными и азотными соединениями, подвижным фосфором, микроэлементами, что обеспечивает наиболее благоприятные условия для их выживания, размножения и развития (рис. 3).

На первом этапе формирования компоста как плодородного субстрата и при его дальнейшем развитии действуют разные группы живых организмов. Условно третья группа активно развивается уже при перемешивании сложного компоста и почвы (верхний слой 0–20 см), когда их микробоценозы объединяются и в своем дальнейшем развитии достигают равновесия. живых организмов. В созревающих сложных компостах основу сообществ биоты составляют гетеротрофы, которые значительную часть получаемой ими энергии при минера-

лизации органического вещества расходуют на поддержание своей биомассы - до трети энергетического материала идёт на рост и размножение [8,9,10,11].

Грибы в сложном компосте занимают особое место, По разнообразию и численности они занимают третье место после животных и растений и являются весьма разнообразной группой организмов по эволюционному развитию и распространению в природе. Для грибов, по сравнению с другими организмами, характерно такое важное качество, как экономный обмен веществ, использование большого количества органического углерода и азота из разлагаемых ими соединений для построения своего тела (свыше 60% расщепленных ими веществ переходит в слоевище грибов). С переходом их в почву усиливается биологическая активность и продуктивность сельскохозяйственных культур, особенно это касается фосфорного питания [7].

Основу сложных компостов составляют различные отходы промышленного и сельскохозяйственного производства, бытового и природного происхождения, заключающие существенные резервы биосферной энергии. Антропогенное воздействие в настоящее время во много раз по масштабам и скорости превышает влияние природных процессов на биосферу. Разрушение ландшафтов, начиная от пустыни Сахары ещё до нашей эры и до современного ежегодного отчуждения земель и их превращения в пустыни, засоления и выветривания обедневших почв на больших территориях, чрезвычайного загрязнения рек, морей и океанов, воздушного пространства. Наиболее важным составляющим биосферы являются почвы, которые необходимо спасать человеку от самого себя и думать, как это лучше сделать [8-10,15,18-20].

При размещении смеси различных отходов в буртах образуются сложные компосты, где в определенной степени дублируются процессы развития микроорганизмов в почве. При внесении в верхний слой почвы сложные компосты являются благоприятной средой для создания новых экологических ниш, свойственных широкому кругу живых организмов. Живые организмы в зрелом сложном компосте достаточно свободно мигрируют по различным направлениям. Например, при наличии легкоразлагаемых органических веществ (листовая масса, подстилка, плоды и т.д.) в сложном компосте быстро нарастает численность популяций и разнообразие видов микроорганизмов, способствующих их разложению [3,5,18,27]. Разнообразие микроорганизмов обеспечивает выделение многих веществ, активизирующих разложение, включая аминокислоты, витамины, ферменты, и другие соединения.

При достаточной обеспеченности пищей количество клеток микроорганизмов в сложном компосте достигает большой численности, но их видовой набор сравнительно ограничен и соответствует стадии его формирования; при развитии в менее благоприятных условиях численность микроорганизмов снижается, но выше их разнообразие. В случае преобладания органических веществ, трансформация которых протекает довольно быстро, значительная часть живых организмов переходит в состояние покоя (споры и т. п.диаспоры). Образование комплекса органических и минеральных отходов при формировании сложного компоста замедляется, особенно во второй половине лета, вследствие снижения активности микроорганизмов, поскольку поступление свежего растительного материала в систему заметно снижается [71-74].

3. Микроорганизмы и сложный компост. Микробиологический анализ сложных компостов с преобладанием в нем органической массы показал, что в нём доминируют прокариоты, среди которых на определенной стадии наиболее многочисленны микромицеты. Общая численность бактерий, особенно аммонифицирующих групп, в почвах при выращивании сельхозкультур варьирует в больших пределах [21,22].

Применение растительных остатков сельхозкультур (озимая пшеница, кукуруза, подсолнечник) при создании сложного компоста приводит к увеличению численности микробного сообщества, что обусловлено изменением химического состава субстрата. Микроорганизмы заметно реагируют на изменения условий среды: снижение pH до нейтральной и улучшение аэрации способствуют активизации микробиологических процессов. Фосфогипс,

входящий в состав сложного компоста, ингибирует развитие нитрифицирующих бактерий, снижает их численность, которая наиболее высока в почвах под озимой пшеницей.

Значительное участие в круговороте минеральных элементов принимают актиномицеты, поскольку именно они осуществляют в трофической цепи основные функции редуцентов органики. В исследованныых образцах широкое распространение имели представители таких родов, как *Micromonospora, Nocardia, Nocardiopsis, Streptomyces* [23,24,25].

Наиболее часто в разных вариантах сложных компостов отмечались представители родов *Penicillium, Trichoderma, Aspergillus, Fusarium, Rhizopus, Cladosporium, Alternaria*. Среди дрожжевых грибов очень часто встречались виды родов *Lypomyces* и *Candida*. В сложном компосте, в котором в качестве одного из компонентов применяли растительные остатки озимой пшеницы, патогенные грибы рода *Fusarium* в смешанном варианте выделены не были.

Определённое сочетание бактерий и грибов в сообществе микроорганизмов в сложном компосте имеет большое значение в индикации соотношения в них углерода, азота и фосфора [26-28]. У бактерий показатель соотношения C:N в 2,0–2,5 раза ниже, чем у грибов, а показатель накопления органического углерода превышает таковой в 15–20 раз, на что убедительно указывают результаты выращивания кукурузы в азотном варианте и в варианте со сложным компостом при участии полуперепревшего навоза КРС и фосфогипса [29,30].

Бактерии, грибы, актиномицеты и другие таксоны микроорганизмов находят в сложном компосте вполне удобные для их развития и размножения новые экологические ниши, поскольку они различаются метаболизмом и его продуктами и по-разному реагируют на минеральные и органические соединения, которые могут негативно влиять на рост микроорганизмов и либо способствуют, либо препятствуют обезвоживанию клетки физическими барьерами. Размер бактерий составляет примерно 4,0 мкм, а диаметр грибных гиф доходит до 8 мкм. Гифы грибов редко встречаются в микропорах, а бактерии, наоборот, их заселяют и таким образом приобретают защиту от ряда хищников. По сравнению с бактериями грибы тесно взаимодействуют с глинистыми минералами и почвенными агрегатами. От этих факторов зависит скорость отмирания биомассы микроорганизмов: у защищенных она в сутки весьма незначительная, а у незащищенных очень существенная [8,11].

4. Общие подходы к созданию сложного компоста. При создании сложного компоста с включением особо активных отходов (кислых или щелочных) нейтрализуются грибковые и бактериальные патогены, различные поверхностноактивные вещества, тяжелые металлы, пестициды, газообразные и другие вредные вещества переводятся в труднодоступные растениям соединения. Сложные компосты, приготовленные в разных сельскохозяйственых зонах, будут отличаться физическими свойствами и химическим составом его составляющих, а также экологическими особенностями из-за их различий. Компоненты сложного компоста имеют разную концентрацию и подвижность отдельных веществ. Основную роль играет органическое вещество, которое принимает на себя роль поглотителя и регулятора миграции отдельных элементов и веществ и определяет количество экологических ниш, постепенно увеличивая биологическое разнообразие смеси. Именно органическое вещество компоста наиболее значимо влияет на его водный и воздушный режимы и, следовательно, условия развития в нём живых организмов, а в последующем – и на почвенный покров.

Сложный компост по своей структуре - открытая термодинамическая система, получающая тепло и энергию из внешней среды и внутренних ресурсов (разложение различных органических веществ), это неоднородный физико-химический субстрат, включающий различные по физической структуре и химическому составу отходы различных производств и быта. Композиции из различных отходов, их соотношение, а также особенности используемого каждым производством сырья определяют разнообразие сложных компостов. Компост можно рассматривать как будущее комплексное удобрение с определённым составом и свойствами: гранулометрический и валовый химический состав, оводненность, агрегирование, воздушный режим, содержание питательных веществ (абиотические характеристики) и таксономический состав (бактерии, грибы, актиномицеты, водоросли, микро- и мезофауна) –

биотические характеристики. Производство минеральных удобрений в начале XXI века стало дорогим и энергозатратным, кроме того, применение минеральных удобрений имеет предел повышения урожайности, поэтому интерес к навозу снова возрос [1,5].

Внесение сложных компостов в верхний слой почвы существенно её преобразует: усиливается инфильтрация, ускоряется преобразование почвенно–грунтовых вод, повышается качество фильтрата подземных вод, улучшается водно–воздушный режим почв, идет активное обогащение биотой и т.д. Создание и применение сложных компостов вызвано губительными последствиями интенсивного земледелия, которое привело к стремительному разрушению почвенного покрова при внесении больших доз минеральных удобрений, особенно азотных. Сложные компосты являются самостоятельным образованием, подобным почве и создаваемым человеком для защиты и сохранения её плодородия и экологических функций. Сложный компост способен формировать специфическую среду физического, химического и биологического взаимодействия, а технологии его создания и применения выделяют новые направления теоретических и практических исследований в агрономической науке (рис. 2).

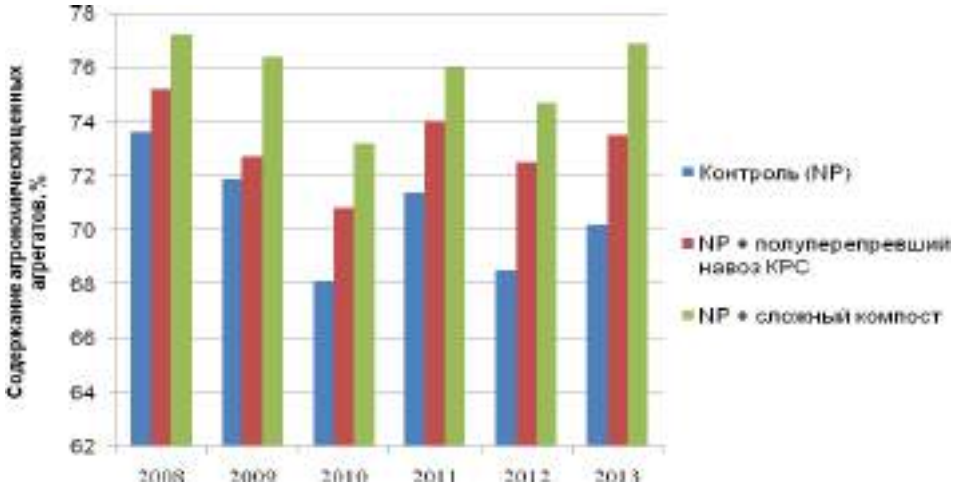


Рисунок 2 – Изменение агрегатного состава почвы при внесении сложного компоста

Внесение сложного компоста заметно увеличивает содержание агрономически ценных агрегатов почве. Исследования в течение 6 лет (2008-2013 годы) характеристик агрегатного состава почвы показали, что содержание агрегатов на контроле (при внесении азота и фосфора) сильно упало, но практически не изменилось в варианте с полуперепревшим навозом КРС и NP, а в варианте со сложным компостом уровень ценных агрегатов, кроме 2011 - очень сухого года, осталось на уровне 75 %.

Структура сложного компоста представляет собой гетерогенное образование, развитие и функционирование которого в процессе его формирования идет по биокосному типу, т.е. по законам живой и неживой природы. В сложном компосте формируется открытая многофазная, гетерогенная и полидисперсная термодинамическая система, где химические и физические взаимодействия проходят в различных фазах – в твердых, жидких и газовых. В создании и поддержании системы играют роль различные биологические структуры: микроорганизмы и разные по организации группы животных при постоянном влиянии на ихвзаимоотношения физических и других процессов через испарение, увлажнение, температуру, солнечную радиацию и т.д.

В структуре сложных компостов можно выделить несколько основных компонентов: а) минеральные и органические остатки; б) коллоидальные минеральные и органические образования; в) водные и воздушные включения; г) ионы растворимых соединений; д) почвенные животные и микроорганизмы; е) семена, корневища и запасные почки растений. В процессе формирования сложных компостов закладываются основы их совместимости с почвой и расширения её экологических ниш. При изложении вопросов об экологических функциях

сложных компостов мы опираемся на результаты наших исследований, а также на данные других авторов [23,25,27].

Классификация сложных компостов может опираться как на физические свойства: влажность, температура, плотность, гранулометрический и валовый состав, так и на биологический состав: различные зачатки живых организмов, в том числе микроорганизмов, семена растений, яйца и личинки беспозвоночных. Благодаря этим свойствам выполняются важнейшие функции создаваемого субстрата – предоставление жизненного пространства для широкого круга живых организмов в отличие от чисто минеральных сухих или жидких удобрений. Компосты обеспечивают не только возможность жить, но и защищают организмы от холода и жары, чему способствуют благоприятные условия увлажнения и температуры. Сложный компост улучшает водный режим и условия питания всех живых организмов, обитающих в нём [8,11,12]

Сложные компосты обладают сорбционной активностью, которая проявляется в механическом и химическом поглощении поступивших в них органических и минеральных соединений, а также в накоплении популяций микроорганизмов на поверхности органоминеральных коллоидов. Эта особенность сложных компостов имеет важное значение, т.к. благоприятствует изменению активности и направленности биологических процессов, активируемых при их внесении в верхний слой почвы [68].

5. Сложный компост как почвоподобное формирование. Почва, как сложная природная система суши, является многокомпонентной системой атмо-, гидро-, био- и литосферы, определяющей их взаимодействие между собой. Она располагается в верхней части литосферы - в твердофазной литосферной матрице и одновременно является каркасом системы и очень важным веществом. Выделяющиеся из каркаса жидкие и газообразные продукты накапливаются внутри него и постепенно меняют химический состав, превращая каркас в материнскую породу. Почва постепенно становится самостоятельной системой, входя частично в подсистему атмосферы, литосферы и других оболочек биосферы. Сложный компост внешне схож с почвой по составным частям, структуре и т.д., но отличается от неё химическим составом - в 2–3 раза и больше содержит органического вещества, заметно больше макро- и микроэлементов, лучше сохраняет влагу, имеет более высокий уровень коллоидальности. Различия касаются также физических свойств, агрономических характеристик - сложный компост оптимизирует агрономические свойства почвы в течение 5–6 лет при заметном улучшении использования растениями элементов питания, их физиологических и биологических характеристик [71,72,74].

Биосферные, гидросферные, атмосферные и литосферные функции почв с внесением сложных компостов существенно трансформируются, активизируются, заметно улучшаются качественно, улучшаются также структурные, вещественные, энергетические и информационные функции. Химические процессы в почве под влиянием сложного компоста приводят к образованию новых соединений: подстилка, органическое вещество, гумус, различные органоминеральные соединения, отличающиеся физическими, физико–химическими и химическими свойствами; хелаты, новообразованные гумусовые соединения; видоизмененные минералы, легкорастворимые соли, карбонаты, ил, тонкая пыль, гипс, дисперсные фракции мелкозема и другие [6,7,62]. Создаются новые экологические ниши.

В минеральных отходах нет организованных сообществ бактериальных и грибных организмов, наблюдается полное отсутствие не только животного мира, но и возможностей его жизнеобеспечения. Ведущими факторами формирования сложных компостов, создающими возможности сближения их химико–биологических основ, являются влага и тепло. По мере развития физических и химических взаимодействий между различными отходами сложный компост начинает приобретать аналогичные формированию почвы закономерности и основным источником энергии для него становится солнце. Основная часть солнечной радиации используется на повышение температуры сложного компоста, испарение его воды, развитие и жизнеобеспечение микроорганизмов, а также на разложение органического вещества и распад горной породы и другие процессы [71,72,73].

Органические отходы лучше удерживают воду, полученную в технологическом процессе, а также воду дождей, что наилучшим образом поддерживает и способствует жизнедеятельности населяющих их организмов и регулируют их обмен. Вода способствует миграции различных веществ и отдельных элементов, обмену между солями простых растворов с последующим усилением их коллоидности. В отходах компостов идёт переход от простых реакций в жидкой среде к участию в этих реакциях жидких и твердых фаз, а затем и газообразных веществ. Наличие в органических отходах влаги и минеральных коллоидов содействует медленному развитию в них окислительно-восстановительных процессов. Высокая влажность органических отходов (навоз, помет, отходы свекловичного производства, осадки сточных вод и др.) создаёт восстановительные условия, особенно в нижней части буртов, и замедляет развитие перегноя.

Созревание компостов невозможно без живых организмов, избирательно использующих нужные им элементы из состава отходов и потому служащих важным фактором переработки самих отходов. Кроме того, дождевые черви, жуки и другие представители компостной мезофауны перемещают различные части растений и отмерших животных и тем самым усиливают физическую и химическую трансформацию отходов. Органическое вещество отходов в начальный период компостирования содержит относительно мало микроорганизмов и животных, поэтому минерализуется медленно и его основная часть гумифицируется. Примерно одна часть (10–15%) органического вещества минерализуется и используется для развития микроорганизмов, другая, тоже незначительная, часть (примерно 10–15%) используется на питание животных (червей, жуков) и третья часть – до 70% – гумифицируется и закрепляется минеральной частью отходов. Скорость трансформации органических отходов будет зависеть от активности процессов миграции животных, интенсивности и частоты перемешивания механическим способом, развития животного и микробного населения [10,14].

В основе переработки отходов органического происхождения и их гумификации лежит избирательная способность живых организмов использовать отдельные вещества и соединения в сложном компосте. Важной частью отходов является органический углерод, а также азот и фосфор. Промывной режим при наличии в отходах микроорганизмов приводит со временем к накоплению и других элементов – калия, серы, кальция. Условия среды и биологические особенности, складывающиеся со временем в слоях компоста, превращают его в своеобразный перегной с гумификацией основной органической части. Если отходы не компостировать, они превратятся в бесполезную труху - и их ценная для плодородия часть выветрится, азот уйдет частично в воздух, а частично в грунтовые воды [49,57,64,65,67].

6. Скорость формирования сложного компоста. Важное значение в изменениях во времени и пространстве разных видов сложных компостов имеет активность развития микроорганизмов, которая, в свою очередь, зависит от концентрации органического вещества (полуперепревший навоз КРС, солома пшеницы, ячменя, кукурузы, стебли подсолнечника и т.п.), разнообразия органических (аминокислоты, белки, крахмал, нуклеиновые кислоты, ферменты, витамины, целлюлоза) и минеральных соединений и интенсивности ряда разнонаправленных и в то же время взаимосвязанных важных процессов (аммонификация, азотфиксация, трансформация многих органических и минеральных веществ, минералов и др.). В сложном компосте микроорганизмы находят десятки экологических ниш с разными физическими свойствами, химизмом, составом и содержанием питательных веществ, а также реакцией среды.

Продукты жизнедеятельности многих живых организмов выполняют цементирующую роль в создании множества мелких дисперсных и коллоидных частиц, в результате чего формируется состав и структура сложного компоста, подобные почве [64,65,67]. Многие бактерии, актиномицеты, водоросли и грибы в сложном компосте образуют слизи пептидной и углеводной химической природы, формируют водопрочные образования с глинистыми частицами. Микроскопические грибы и некоторые одноклеточные водоросли оструктуривают субстрат сложных компостов посредством выделения различных сахаров и пептидов, скрепляют своими нитевидными талломами мелкие структуры субстратов и формируют но-

вые агрегаты. Значение бактерий и актиномицетов в структуризации субстрата выражено меньше.

На кислых и засоленных субстратах (например, на фосфогипсе, золе и др.) мелкие одноклеточные водоросли благодаря выделению слизистых веществ объединяют мелкие коллоидные частицы органоминеральной природы, делая их достаточно устойчивыми. Некоторые живые организмы выделяют вещества, разрушающие комковатую почвообразную структуру (подкисляющие бактерии), особенно при внесении азотных удобрений. Сложные компосты служат хранилищем многих видов живых микроорганизмов определенной географической зоны и представляют широкое разнообразие почвенных и растительных микробоценозов.

Гифы грибов способствуют построению мостиков между внутренними и поверхностными слоями сложного компоста и меньше всего зависят от пространственного расположения разных отходов [43-45]. Грибы разлагают и трансформируют отдельные формы лигниновых комплексов, выделяя необходимые специфические ферменты. В сложном компосте и в почве, куда он вносится, сравнительно долго сохраняются остатки растительных и грибных структур (в основном стенки клеток и гиф), содержащих трудно разлагаемые веществ меланин, хитин, лигнин, целлюлоза и другие. Роль микоризных грибов как облигатных симбионтов в стабилизации органического углерода в сложных компостах весьма существенная, а их внесение активирует освоение растениями большого объема почвы, что сказывается на концентрации в биомассе самих грибов (около $1x10^3$ кг/га) устойчивого к разложению хитина. В мицелии грибов сложного компоста органический углерод может накапливаться также в форме гломалина, устойчивого к распаду гликопротеида, активно взаимодействующего с минералами почвы и отходов промышленности (например, фосфогипсом), что сказывается на существенном упрочнении их агрегатов. Микоризные грибы через свои гифы вместе с мелкими корнеподобными выростами водорослей формируют густую сеть, уплотняющую органоминеральные частицы сложного компоста, и при его внесении в почву усиливают их прочность в агрегатах.

Разложение фосфолипидов из мембран бактерий происходит относительно быстро, что существенно снижает количество углерода и в целом органического вещества в субстрате. Бактерии и микромицеты в системе сложного компоста существенно влияют на протекание в нем окислительно–восстановительных процессов. При разложении растительных остатков и дисперсии минералов, а также экстракции фосфора, кремния, железа и других элементов живыми организмами образуются органические кислоты, [45,46]. В трансформации углекислого газа велика роль автотрофных бактерий [62]. Большое значение имеют аэробные микроорганизмы, которые способны вегетировать на поверхности корней растений, поставляя им необходимые макроэлементы (в основном N, P, S) и другие активные биогены [72].

По скорости разложения растительные остатки в компостах в осенне–зимне–весенний период можно расположить в следующий ряд: сахарная свекла → озимая пшеница → кукуруза → подсолнечник → озимый ячмень. Остатки сахарной свеклы минерализуются полностью, и сформированная масса сложного компоста будет однородной.

Таким образом, биота сложного компоста в ходе разложения биологических структур и органических веществ освобождает органический углерод и азот, серу и кальций и другие биогены, осуществляя основную функцию в системе отбора и накопления питательных веществ, и тем самым влияет на скорость формирования компоста.

7. Внесение сложного компоста в почву. В сложном компосте сохраняется существенный запас органического вещества, который израсходован в значительной мере живыми организмами и достиг определенного уровня минерализации. В верхнем слое сложного компоста распределение органического вещества обычно рассеянное с широким варьированием состава организмов. Отсутствие поступления в сложный компост свежего растительного материала переводит основную часть микроорганизмов в состояние покоя. При добавлении в сложный компост растительных отходов (солома озимой пшеницы, ячменя, стебли кукурузы, подсолнечника, отходы сахарной свеклы и др.) в разложение активно включаются различные

виды микроорганизмов, которые при благоприятных условиях (влага, температура, питательные вещества) доводят химический состав и структуру смеси до определённого равновесного уровня [14,26,27].

Каждый вид отходов (дефекат, свиной навоз, куриный помет и т.д.) характеризуется определённым содержанием органических соединений (белков, сахаров, аминокислот, витаминов, ферментов и т.д.) и неорганических (аммония, подвижного фосфора и других), а также уровнем pH. Специфика этих показателей зависит от региона. Сформировавшиеся сложные компосты отличаются хорошей агрегированностью, пористой мелкозернистой структурой, сыпучестью и устойчивой влажностью на уровне 15–20%. Передвижение микроорганизмов в разных направлениях от места концентрации существенно затрудняется их адсорбцией почвенными частицами, особенно органическими веществами, а также глиной. Мелкие поры между частицами сложного компоста и почвы также вызывают затруднения в их перемещении, особенно в начальный период. Развиваются популяции микроорганизмов, осуществляющих аммонификацию, нитрификацию, азотфиксацию, а также трансформирующих органические и минеральные вещества и разлагающих в том числе целлюлозу и другие труднодоступные соединения [16,19,20].

Понимание механизмов регуляции при формировании сложного компоста является очень важным для получения продуктивного субстрата, применяемого в сельском хозяйстве для повышения плодородия почвы как важнейшей составляющей любого агроландшафта. Сложившийся в сложном компосте комплекс микроорганизмов обеспечивает многообразие химических реакций между органическими и минеральными отходами и превращает их в верхнем слое почвы в единую биогеохимическую систему. Микроорганизмы в сложных компостах являются основными источниками главных парниковых газов: двуокиси углерода, окислов азота, метана, а также фосфорных соединений.

Использование сложных компостов для улучшения верхнего слоя почвы способствует его долговременному (на 5–6 лет) обогащению органическими и минеральными соединениями азота и фосфора. В связи с накоплением значительного количества органических веществ сложный компост существенно превосходит по набору видов и обилию отдельных популяций микроорганизмов окружающие почвенные частицы. При внесении сложного компоста верхний слой почвы активно пополняется микроорганизмами, что усиливает обмен энергией и веществами между различными составляющими агроландшафта [60,61,62].

Очень важные биохимические процессы в образовании сложного компоста - разложение трудноразлагаемых органических веществ (кочерыжки кукурузы, её корни, стебли, однолетние побеги кустарников и т.д.) - выполняют разнообразные по своей эколого-трофической функции микроорганизмы: молочнокислые, фотосинтезирующие, азотфиксирующие и ферментирующие бактерии, грибы, дрожжи, почвенные актиномицеты и др. группы. Большинство указанных групп в разном количестве встречается практически во всех органических отходах; сравнительно мало их в растительных остатках, но много содержится во всех видах навоза, осадках сточных вод, курином помете и других субстратах. Азотфиксация осуществляется многими прокариотами: автотрофными и гетеротрофными микроорганизмами, в частности, клубеньковыми бактериями, представителями родов *Azotobacter, Clostridium* и многими другими.

Функциональные роли микроорганизмов в сложном компосте распределены между азотфиксаторами, нитрификаторами, денитрификаторами, аммонификаторами, целлюлозолитическими, пектинолитическими и другими трофическими группами. Нитрификация осуществляется группой хемолитотрофных бактерий, а гетеротрофная нитрификация – рядом гетеротрофных бактерий и грибов. Гидролиз труднорастворимых фосфатов в фосфогипсе сложного компоста, окисление в его составе железа и марганца и их восстановление также осуществляется функционально разнообразными микроорганизмами.

Некоторые микробиологические процессы в сложном компосте являются особенно важными. К примеру, *Azotobacter* относится к группе основных азотфиксаторов. Среди денитрификаторов выделяются *Pseudomonas denitrificans* и другие виды. В случае отсутствия в

сложном компосте связанного азота осуществляется азотфиксация; при недостатке кислорода и наличии связанного азота усиливается интенсивность процессов нитрификации и денитрификации. При определённом режиме развития сложного компоста наличие кислорода регулирует соотношение азотфиксации и денитрификации [67].

Определять и изучать в сложном компосте все виды микроорганизмов нет необходимости. Достаточно выделить доминирующие виды, характеризующие развитие конкретных процессов. Для оценки численности бактерий нередко принимается условный показатель: например, на 1 г субстрата приходится около 1 млн клеток. Для грибов и актиномицетов в сложных компостах можно принять другие экологические параметры численности, размеров, а также особенностей метаболизма. Обычно их численность составляет порядка $1x10^4$ КОЕ/г субстрата. В равнинных ландшафтах важную роль играют лесные массивы, оказывающие существенное влияние на соотношение различных групп микроорганизмов.

Серьезные исследования необходимы для изучения состава биологически активных веществ (аминокислоты, антибиотики, стимуляторы и ингибиторы роста, ферменты, витамины, токсины) в сложных компостах, в которых нуждается биота. Так, газообразные вещества быстро перемещаются и существенно влияют на газообмен во всей системе компоста, а при правильной композиции смеси могут формировать соли отдельных удобрений (азотных, фосфорных и т.д.). Жидкие вещества перемещаются существенно медленнее, но заметно влияют на водный обмен в сложном компосте и при удачном соотношении его составляющих также способствуют образованию различных солей, улучшают пищевой режим как животных, так и высших растений. Третье место принадлежит твердым веществам, которые определяют активность газообразных и жидких веществ и тем самым поддерживают условную стабильность развития в целом всего сложного компоста.

Таким образом, функциональная роль живых организмов в системе сложных компостов чрезвычайно велика, но изучена недостаточно, хотя этот вопрос имеет важное практическое и теоретическое значение. Минерализация органического вещества и трансформация органического и минерального азота, а также ряд других вопросов формирования сложных компостов лежит в основе постепенного превращении многих отходов в однородную плодородную смесь. Проанализировав некоторые микробиологические процессы в сложных компостах, в первую очередь следует обратить внимание на переработку ряда отходов и их превращение в источник питания для грибов, бактерий, актиномицетов, водорослей, некоторых представителей мезо- и микрофауны. Трансформация отходов формирует новые соединения, существенно расширяющие и углубляющие экологические ниши в целом всего субстрата. Сложный компост, как четырехфазная система, состоящая из твердой, жидкой и газообразной фаз и биоты, способен создавать и трансформировать условия обитания различных групп биоты, формируя в целом жизненное пространство для живых систем. Развитие основного субстрата сложного компоста проходит по аналогии с почвой и в то же время отличается спецификой скорости и условий прохождения некоторых стадий физико-химических процессов и фенофаз для представителей биоты, образующих свои специфические сообщества, что значительно преобразует смесь органических и минеральных отходов в нужные для плодородия почвы структуры и соединения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.Н., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: Монография. – Краснодар: Изд–во КубГАУ, 2015. – 180 с.
2. Антоненко Д.А., БелюченкоИ.С. Отходы производства и потребления как сырьевая основа сложных компостов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 3 . – С. 14–24.
3. Артемьева З.С. Органические и органоглинистые комплексы органо-деградированных почв: Автореф. дисс. … докт. биол. наук. – М., 2008. – 45 с.
4. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: Монография. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2015. – 419 с.

5. Белюченко И.С. Введение в антропогенную экологию: учебное пособие. – Краснодар, 2011. – 265 с.

6. Белюченко И.С. Влияние дозы фосфогипса на состав и агрономические свойства сложного компоста // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2015. – Т. 11. – № 1 . – С. 84–92.

7. Белюченко И.С. Влияние сложного компоста на свойства почвы и расширение экологических ниш в агроландшафте // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. № 102. С. 739 – 759

8. Белюченко И.С. Влияние сложного компоста на физические свойства почвенного покрова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 95. – С. 275–294.

9. Белюченко И.С. Закономерности индивидуального развития сельскохозяйственных культур // Вестник с.–х. науки. – 1991. – № 2. – С. 93–96.

10. Белюченко И.С. Значение консорциев в организации биоценозов // Биологические науки. – 1976. – № 1. – С. 71–77.

11. Белюченко И.С. Использование отходов быта и производства для создания сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 38. – С. 68–72.

12. Белюченко И.С. К вопросу о роли леса в функциональном восстановлении бассейнов степных рек края // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 3. – С. 3–16.

13. Белюченко И.С. К вопросу о формировании и свойствах органоминеральных компостов и реакции растений кукурузы на их внесение / Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 65–74.

14. Белюченко И.С. К вопросу о функциональной устойчивости почвенного покрова агроландшафтов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 4 . – С. 79–89.

15. Белюченко И.С. Конкуренция растений в смешанных посевах // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 3 . – С. 85–90.

16. Белюченко И.С. Ландшафты как важнейшая эволюционно–экологическая составляющая биосферы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – №. 1. – С. 32–66.

17. Белюченко И.С. Особенности интродукции растений на Кубани / Белюченко И.С. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. № 102. С. 1194 – 1218.

18. Белюченко И.С. Особенности развития многолетних кормовых злаков различного происхождения в южных районах СНГ // Растит. ресурсы. – 1992. – Вып. 4. – Т. 28. – С. 78–102.

19. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 39. – С. 63–68.

20. Белюченко И.С. Проблемы рекультивации отходов быта и производства (по материалам I Всероссийской научной Конференции по проблемам рекультивации отходов) // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 72–77.

21. Белюченко И.С. Региональный мониторинг – научная основа сохранения природы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2006. – Т. 2. – № 1. – С. 25–40.

22. Белюченко И.С. Роль регионального мониторинга в управлении природно–хозяйственными системами края // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 3–16.

23. Белюченко И.С. Сложные компосты как источник расширения экологических ниш культурных растений в системе почвенного покрова // В сб.: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. Краснодар, 2013, – С. 12-14.

24. Белюченко И.С. Сложные травосмеси круглогодичного использования на юге Таджикистана // Вестник с.–х. науки. – 1991. – № 7. – С. 94–96.

25. Белюченко И.С. Совмещенные посевы однолетних культур – важная проблема практической экологии // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. № 102. С.1219 – 1243

26. Белюченко И.С. Специфичность функционирования экологических систем степной зоны Кубани // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 2. – С. 14–31.

27. Белюченко И.С. Формы простых и сложных удобрений и их применение в севооборотах агроландшафта // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2015. – Т. 11. – № 1 . – С. 66–78.

28. Белюченко И.С. Экологические аспекты практической интродукции растений на современном этапе // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 3. – С. 5–14.

29. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология): учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 354 с.

30. Белюченко И.С. Экология Кубани. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – Ч. II – 470 с.

31. Белюченко И.С. Особенности минеральных отходов и целесообразность их использования при формировании сложных компостов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. № 101. С. 875–895.

32. Белюченко И.С. Роль сложного компоста в биологическом круговороте элементов и веществ и устойчивости агроландшафтов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. № 101. С. 843–874.

33. Белюченко И.С. Сложный компост и экологические ниши живых организмов в агроландшафте // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. № 101. С. 1005–1031.

34. Белюченко И.С. Трофические аспекты формирования сложного компоста // // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 94. – С. 253–264.

35. Белюченко И.С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 101. С. 522–551.

36. Белюченко И.С. Экологическое состояние агроландшафтов Кубани // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. № 101. С. 552–577.

37. Белюченко И.С. Коллоидные системы отходов разных производств и их роль в формировании сложного компоста // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 93. – С. 787–811.

38. Белюченко И.С. Морфологические и цитобиохимические основы побегообразования злаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 138–159.

39. Белюченко И.С. Роль живых организмов в развитии сложного компоста // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 96. – С. 442–469.

40. Белюченко И.С. Сложный компост и детоксикация агроландшафтных систем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 86–96.

41. Белюченко И.С. Сложный компост и круговорот азота и углерода в агроландшафтных системах // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 160–180.

42. Белюченко И.С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.

43. Белюченко И.С., Антоненко Д.А. Изменение агрохимических свойств чернозема обыкновенного и урожайности озимой пшеницы в Западном Предкавказье при внесении сложного компоста // Доклады РАСХН. – 2015, – № 1–2. – С. 41-44.

44. Белюченко И.С., Бережная В.П. Влияние осадков сточных вод на плодородие почвы, развитие озимой пшеницы и качество ее зерна // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 149–151.

45. Белюченко И.С., Волошина Г.В., Фалин А.Г., Стешенко А.И. К вопросу о процессе нитрификации в агроландшафтах степной зоны Краснодарского края // Экологические проблемы Кубани. – 2006. – № 32. – С. 218–222.

46. Белюченко И.С., Гукалов В.В., Мельник О.А., Петух Ю.Ю., Попок Л.Б., Славгородская Д.А., Терещенко Е.В. Влияние фосфогипса на развитие и урожайность посевов озимой пшеницы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 26–34.

47. Белюченко И.С., Гукалов В.Н., Шугай Н.В. Состояние изученности поведения растений в совместных посевах // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 15–47.

48. Белюченко И.С., Гукалов В.Н., Яковлева О.А. Разнообразие мезо– и микрофауны в почвах агроландшафта (на примере ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского р–на) // Экологические проблемы Кубани. – 2006. – № 32. – С. 161–164.

49. Белюченко И.С., Мельник О. А., Никифоренко Ю.Ю. Организация экологического мониторинга биоразнообразия при изменении окружающей среды: практическое пособие для магистров. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 70 с.

50. Белюченко И.С., Мельник О.А. Влияние сложного компоста на развитие и продуктивность озимой пшеницы // Вестник РАСХН, 2014. – № 5. – С. 51–52.

51. Белюченко И.С., Мельник О.А. Влияние сложного компоста на содержание органического вещества в черноземе обыкновенном // Вестник РАСХН, 2014. – № 6. – С. 18-20.

52. Белюченко И.С., Мельник О.А. Влияние сложного компоста и азотных удобрений на свойства чернозема обыкновенного и развитие посевов озимой пшеницы // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 2. – С. 14–16.

53. Белюченко И.С., Мельник О.А. Влияние сложного компоста на развитие проростков и кущение растений озимой пшеницы в осенний период // Вестник РАСХН. – 2014. – № 1. – С. 30–32.

54. Белюченко И.С., Мельник О.А. Использование сложного компоста при выращивании озимой пшеницы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 3. – С. 29–31.

55. Белюченко И.С., Мельник О.А. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 297 с.

56. Белюченко И.С., Мустафаев Б.А. Интродукция растений как метод расширения видового состава культурных фитоценозов в южных районах СНГ // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 73–89.

57. Белюченко И.С., Перебора Е.А., Гукалов В.Н. Физико-географическая характеристика Ленинградского района // Экологические проблемы Кубани. – 2002. – № 16. – 186 с.

58. Белюченко И.С., Шугай Н.В. Биотические взаимоотношения в посевах полевых культур в Центральной зоне Кубани // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 104–117.

59. Белюченко И.С., Щербина Ю.Г., Щербина В.Г. Рекреационная трансформация лавровишневых сообществ на Кавказе // Экологические проблемы Кубани. –1999. – № 4. – С. 22–152.

60. Белюченко И.С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13-38.

61. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. – М.: Наука, 2000. – 185 с.

62. Донец М.Ю., Назарько М.Д., Белюченко И.С. Некоторые особенности развития грибных сообществ в почвах агроландшафтов Кубани // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 6. – С. 31–38.

63. Мокрецов Г.Г., Белюченко И.С. Особенности развития и формирования урожая кормовых растений в чистых посевах и травосмесях на юге Таджикистана // Растительные ресурсы. – 1991. – Вып. 3 . – С. 95–120.

64. Муравьев Е.И. Белюченко И.С. Влияние отходов химического производства на загрязнение окружающих ландшафтов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 4. – С. 77-86.

65. Муравьев Е.И., Белюченко И.С. Коллоидный состав и коагуляционные свойства дисперсных систем почвы и некоторых отходов промышленности и животноводства // Тр. / КубГАУ. – 2008. – Т. 2 (11). – С. 177–182.
66. Муравьев Е.И., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Мельник. О.А. Влияние фосфогипса на развитие растений сахарной свеклы в степной зоне Краснодарского края // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 112-114.
67. Муравьев Е.И., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Мельник. О.А., Славгородская Д.А., Петух Ю.Ю. Влияние фосфогипса на развитие и продуктивность растений кукурузы в севообороте // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 98–107.
68. Смагин А.В. Современные проблемы черноземной зоны и возможные пути их решения // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 8–24.
69. Шугай Н.В., Белюченко И.С. Урожай и химический состав надземной массы в чистых и совместных посевах // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 93–98.
70. Шугай Н.В., Белюченко И.С. Формирование корневых систем полевых культур в совместных посевах // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 63–66.
71. Belyuchenko I.S. Complex compost and its impact on agrochemical properties of typical chernozem in Krasnodar territory.// Bothalia Journal. Pretoria, South Africa. – 2014. – Vol. 44. – № 12. – P. 14–19.
72. Belyuchenko I.S. Evolutionary and ecological approaches to the plants introduction in practice // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 104-111.
73. Belyuchenko I.S., Gorchakova A.Yu., Slavgorodskaya D.A. Colloidality of household and industrial waste and their role in the formation of complex compost // Ciencia e Tecnica Vitivinicola. Printed in Portugal. – 2014. – Vol. 29. – № 12, – P. 110–121.
74. Kurakov AV., Than H.T.H., Belyuchenko I.S. Microscopic fungi of soil, rhizosphere, and rhizoplane of cotton and tropical cereals introduced in southenTajikistan // Микробиология. –1994. – Т. 63. – № 6. – С. 1101.

УДК 547.458:636.086

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Минзанова Салима Тахиятулловна, *кандидат технических наук, доцент, ФГБУН «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН», **Россия**, **Республика Татарстан**, г. Казань, minzanova@iopc.ru*

Милюков Василий Анатольевич, *доктор химических наук, доцент, ФГБУН «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН»,, **Россия, Республика Татарстан**, г. Казань**,** miluykov@iopc.ru*

Миронова Любовь Геннадьевна, *ФГБУН «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН»,**Россия**, **Республика Татарстан**, г. Казань,*

Миндубаев Антон Зуфарович, *кандидат химических наук, ФГБУН «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН»,, **Россия**, **Республика Татарстан**, г. Казань, mindubaev@iopc.ru*

Белостоцкий Дмитрий Евгеньевич, *кандидат технических наук, ФГБУН «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук», **Россия, Республика Татарстан**, г. Казань**,** DimBoss@yandex.ru*

Шушляев Роман В., *ФГБУН «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук», **Россия, Республика Татарстан**, г. Казань**,** roman_shushlyaev@mail.ru*

В данной статье обобщены результаты исследований по комплексной переработке возобновляемого растительного сырья. В Институте органической и физической химии (ИОФХ) им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН на пилотной установке в условиях механоакустического воздействия разработана высокоэффективная, экологически безопасная технология выделения пектиновых веществ из растительного сырья (амарант *Amaranthus cruentus*, яблочные выжимки), в которой совмещены стадии гидролиза и экстракции на новых аппаратах роторно-пульсационного типа «S-Эмульгатор» и «YMIX». Созданная технология позволяет интенсифицировать процесс и обеспечивает высокий выход конечного продукта с использованием мягких пищевых кислот: лимонной, янтарной и др. Исследовано влияние добавок амарантового и яблочного жома на процесс метаногенеза при использовании в качестве сырья осадка сточных вод: при этом было обнаружено стимулирующее действие добавок. Цикл исследований по разработке экологически безопасной технологии пектина соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Рациональное природопользование».

Ключевые слова: амарант, яблочные выжимки, гидролиз-экстракция, роторно-пульсационный аппарат, пектин, метаногенез, биогаз

ENVIRONMENTALLY SOUND TECHNOLOGY OF PROCESSING OF RENEWABLE PLANTS MATERIALS

Minzanova S.T., Miliukov V.A., Mironov L.G., Mindubaev A.Z., Belostotskii D.E., Shushlyaev R.V.

This article summarizes the results of research on complex processing of vegetable raw materials. In the A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry (IOPC) of KSC RAS new high-performance environmentally appropriate technology for extracting the pectin substances from vegetable material (amaranth *Amaranthus cruentus*, pomace) is developed on the pilot unit under mechano-acoustical action, this unit combining the stages of hydrolysis and extraction using new devices of rotary-pulsating type “S-Emulsifier” and “YMIX”. The developed technology allows to intensify the process and provide the high yield of final product with the use of soft alimentary acids: citric, succinic etc. Assessed the effectiveness of additives bagasse of amaranth and apple pulp on the process of methanogenesis, when wastewater sludge were used as raw material. The stimulating effect of vegetable material additives was detected. Series of studies on the development of environmentally sound technology pectin corresponds to priority areas of science, technology and engineering in the Russian Federation "Environmental management".

Key words: amaranth, pomace, hydrolysis-extraction, rotary-pulsating device, pectin, methanogenesis, biogas

Введение. Одним из основных путей решения глобальной экологической проблемы является внедрение экологически безопасных технологий, глубокая переработка возобновляе-

мых растительных ресурсов с обязательной утилизацией отходов производства. Рациональное использование природных ресурсов позволяет расширить ассортимент продукции пищевого, фармакологического и технического назначения и создать дополнительные источники вторичного сырья.

Перспективным воспроизводимым растительным сырьем, привлекающим к себе внимание исследователей и практиков сельского хозяйства высокой урожайностью, высоким содержанием белка со сбалансированным набором незаменимых аминокислот, повышенным содержанием витаминов, минеральных солей, является растение амарант. Важное качество семейства *Amaranthaceae* – высокопродуктивный С-4 тип фотосинтеза, свойственный растениям жарких и солнечных регионов. Амарант является экологически пластичной культурой, хорошо адаптирующейся к различным почвенно-климатическим зонам и отличающейся жаро- и засухоустойчивостью. Достаточно высокое содержание белка, пектина, флавоноидов и каротиноидов предполагает использование амаранта для получения ряда биологически активных соединений, которые могут найти применение в медицинской практике и пищевой промышленности.

Интродукцию и использование амаранта можно рассматривать как путь к решению сложных проблем производства кормов, продовольствия и лекарственных препаратов. За большую народнохозяйственную ценность, продуктивность (в среднем 550-600 ц зеленой массы/га) и адаптационные возможности эксперты продовольственной комиссии ООН признали амарант важнейшей культурой XXI века [4,5,7,8].

Разработанная нами технология комплексной переработки амаранта позволяет в единой технологической цепочке последовательной экстракцией 70 %-ным этанолом, дистиллированной водой, раствором органической кислоты и раствором соды получать рутин, обладающий Р-витаминной активностью, пищевой краситель бетацианиновой природы амарантин, высококачественный, сбалансированный по аминокислотному составу белок, а также ценный функциональный продукт – пектин, способный формировать в водной среде устойчивые студни и обладающий выраженной способностью к комплексообразованию. Пектин широко применяется в пищевой промышленности (Е 440) и фармакологии, однако продолжительная ориентация на импортные поставки пектина, незаинтересованность консервных заводов в заготовке пектинсодержащего сырья, тормозят развитие пектинового производства в России. Традиционное сырье для получения яблочных выжимок – цитрусовые и яблочные выжимки и свекловичный жом. В настоящее время яблочные выжимки – ежегодно возобновляющийся многотоннажный отход, образующийся при переработке яблок на сок или его концентрат, отличающийся сравнительной дешевизной, доступностью и высоким содержанием пектина (количество пектина в сухих яблочных выжимках составляет 10-15 %, но в Российской Федерации в настоящее время не находит утилизации [3,12]. Вовлечение в хозяйственный оборот яблочных выжимок способствует решению экологических проблем и обуславливает необходимость создания технологических модулей по производству пектина на базе предприятий консервной промышленности.

В данной статье обобщены и систематизированы результаты по разработке новых оригинальных способов выделения пектина из амаранта *Amaranthus cruentus* и яблочных выжимок, образовавшихся после отделения сока из яблок сорта «Антоновка» (Республика Татарстан). Цикл исследований по разработке экологически безопасной технологии пектина соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Рациональное природопользование» (указ Президента РФ № 899 от 7 июля 2011 г.).

Материалы и методы исследования. ИК спектры пектинов сняты на приборе UR–20 и IRS-113 фирмы Bruker с разрешением 1 $см^{-1}$ в диапазоне 400-4000 $см^{-1}$ в таблетках KBr. Определение содержания сухих веществ по плотности в экстрактах ареометром проводилось по ГОСТ 87562-70, определение влажности по ГОСТ 15 113.3-77. Определение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 29186, содержание белка в экстрактах методом Лоури. Определение

элементного состава сырья (C, H, N и S) проводилось на анализаторе CHN-3. Стандарт - стрептоцид, содержание элементов (%): C (41.85), H (4.65), N (16.26) и S (18.58). Состав биогаза анализировался методом газовой хроматографии: колонка Порапак длиной 2.4 м, температура 70/110 °C, газ-носитель – гелий, детектор – по теплопроводности. Для больших реакторов использовался проточный газоанализатор Geotech GA – 2000. Полученный цифровой материал обработан статистически на компьютере в программе Origin 6.0.

Объекты исследования:

1. растение амарант *Amaranthus cruentus* (Республика Татарстан);

2. яблочные выжимки, оставшиеся после отделения сока из яблок сорта «Антоновка» (Республика Татарстан).

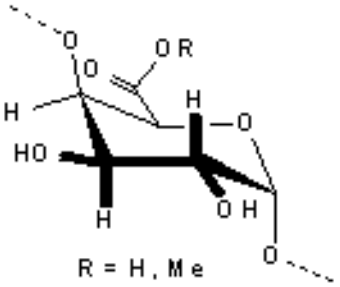
Элементный состав исходного сырья

Сырье	**C, %**	**H, %**	**N, %**
Амарант: метелки	45.22 – 45.10	5.96 – 6.06	4.11 – 3.81
Амарант: листья	37.05 – 37.45	4.80 – 4.95	3.32 – 3.33
Яблочные выжимки	48.12-48.10	6.05-6.20	1.09-1.12

Результаты исследования и их обсуждение. Общая схема комплексной переработки фитомассы амаранта представлена на рисунке 1. Разработанная безотходная технология позволяет в едином цикле получить функциональные биологически активные продукты для пищевой и фармацевтической промышленности (рутин, амарантин, пектин, белковый концентрат), а также возобновляемое биотопливо (биогаз) и удобрение на основе сброженных субстратов.

Рисунок 1 – Схема комплексной переработки фитомассы амаранта.

Важным этапом комплексной переработки фитомассы амаранта является выделение пектиновых полисахаридов, в основе которых лежит поли-*D*-галактуроновая кислота, часть карбоксильных групп которой этерифицирована метанолом (формула I).



(I)

2

Для интенсификации процессов гидролиза и экстракции пектина и увеличения его степени извлечения было использовано принципиально новое устройство – роторно-пульсационный аппарат “S-Эмульгатор” [9]. Физические основы усиления процессов экстракции заложены В.Ф. Фридманом [11] и для экстракции пектиновых полисахаридов развиты в работах В.И. Голубева [2], который использовал экстрактор на основе генератора кавитации роторного типа.

На основании полученных экспериментальных данных разработан способ получения пектина из фитомассы амаранта в РПА с использованием в качестве гидролизующей среды молочной кислоты, молочной сыворотки и некоторых других дикарбоновых кислот пищевого назначения [10]. Принципиальная технологическая схема экстракции пектинов из фитомассы амаранта с использованием “S-эмульгатора” включает следующие стадии: пастеризацию гидролизующей среды – молочной сыворотки – в РПА, стадию мацерации (замачивания) сырья, экстракцию в РПА, далее – фильтрацию, ультрафильтрацию и диализ, очистку на ионообменных колонках, концентрирование и сушку. Обрабатываемая смесь гидролизующего реагента и пектинсодержащего сырья поступает в “S-эмульгатор” и в зазорах между ротором и статором подвергается кавитационным, механо-акустическим воздействиям, в результате чего происходит дезинтеграция пектинсодержащего сырья с одновременной высокоэффективной экстракцией пектина в водную фазу. При этом совмещенные процессы гидролиза-экстракции осуществляют в режиме скорости вращения ротора от 50.0 до 83.3 сек$^{-1}$ в течение 30-240 сек при значениях градиентов скоростей от $3.5 \cdot 10^5$ м/сек·м до $5.8 \cdot 10^5$ м/сек·м. Выявлены наиболее эффективные параметры процесса гидролиза и экстракции пектинов с использованием РПА. Установлены зависимости степени экстракции пектина от параметров РПА и от времени обработки сырья. Определены оптимальные параметры процессов гидролиза-экстракции, обеспечивающие высокий выход продукта с хорошими физико-химическими свойствами: продолжительность экстракции 4 мин при скорости вращения ротора 66.6 сек$^{-1}$ и 75 сек$^{-1}$ и температуре 45-50 °С. Установлено, что пектиновые вещества из амаранта, полученные в результате обработки растительного сырья в “S-Эмульгаторе”, являются высокоэтерифицированными (степень этерификации 70-75 %), имеют высокую уронидную составляющую (60-70 %) и значительное содержание нейтральных сахаров. Количество свободных карбоксильных групп составляет 6-10 %; молекулярная масса колеблется от 30 до 100 к*Да*.

Далее в роторно-пульсационном аппарате «Авиамотор» исследован процесс выделения пектина из яблочных выжимок. Сырье обрабатывали в РПА 0.25 %-ным раствором щавелевой кислоты в течение 15 мин при скорости вращения ротора 3000 об/мин. Исследована зависимость содержания пектина в экстракте от продолжительности гидролиза-экстракции яблочных выжимок в РПА (рисунок 2). Показано, что оптимальная продолжительность обработки яблочных выжимок в РПА при экстракции пектиновых веществ 0.25 % раствором щавелевой кислоты, обеспечивающая максимальную концентрацию пектина в экстракте, составляет 10 минут.

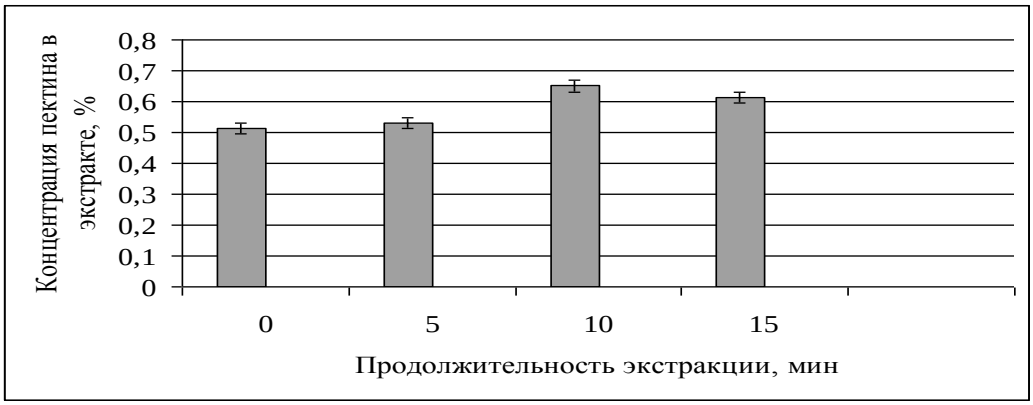


Рисунок 2 – Зависимость концентрации пектина в экстракте яблочных выжимок (РПА, щавелевая кислота)

Концентрирование пектиновых экстрактов проводилось на роторно-пленочном испарителе, осаждение пектина из концентрата проводили двойным объемом этанола. Физико-химические характеристики полученных пектинов представлены в таблице 1. Анализ результатов показывает, что степень этерификации пектина, полученного в данных условиях в РПА «Авиамотор», составляет 61.31 %, молекулярная масса – 41.7 кДа. Выход пектина – 12.9 % на АСВ сырья. Структурная идентификация выделенных пектиновых полисахаридов проведена методами спектроскопии ЯМР и ИК.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики пектинов (РПА «Авиамотор»)

Наименование характеристик	Продолжительность обработки в РПА, мин			
	0	5	10	15
Влажность, %	7.83	9.02	7.21	8.31
Зольность, %	2.28	2.31	2.38	2.40
Содержание свободных карбоксильных групп, %	3.33	3.21	3.28	3.20
Уронидная составляющая, %	-	-	66.0	66.0
Степень этерификации, %	60.23	62.64	60.78	61.31
Молекулярная масса, кДа	-	-	-	41.7

Пектины из амаранта и яблочных выжимок исследованы методом АСМ на сканирующем зондовом микроскопе MultiMode V. Для пленок, полученных из пектиновых растворов (10^{-4} %), видны отдельные включения различной формы и размеров. Установлено, что средний размер частиц амарантового пектина составляет 45 нм, яблочных выжимок – 85 нм (рисунок 3).

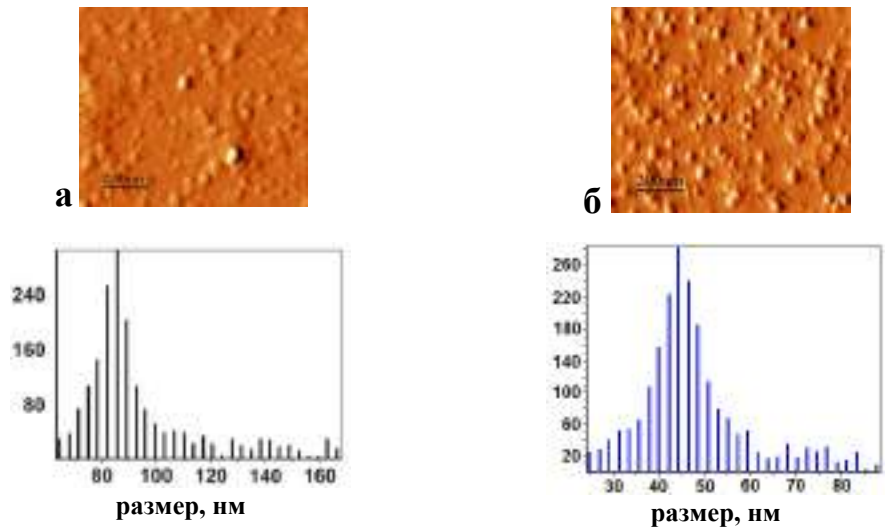


Рисунок 3 – АСМ изображение поверхности образцов пектина и распределение частиц по размерам: а) из яблочных выжимок; б) из амаранта

Большой интерес представляют функциональные свойства пектинов – гелеобразующая и комплексообразующая способности пектинов. Студнеобразующая способность пектинов определялась в результате варки стандартных проб желе (рисунок 4) согласно методике [9]. Известно, что комплексообразующая способность цитрусового пектина составляет (122 ± 1) Pb^{2+}мг/г. Установлено, что комплексообразующая способность полученных яблочных пектинов несколько ниже по сравнению с цитрусовым пектином (90.0 ± 1 Pb^{2+}мг/г), амарантового пектина – 110 Pb^{2+}мг/г.

а) б)

Рисунок 4 – а) Осажденный яблочный пектин; б) Студни, полученные на основе пектинов: амарантового (1), яблочного (2) и свекловичного (3).

Следующим этапом работы стало проведение комплексных исследований по переработке твердых отходов технологии пектина для получения биогаза в результате биоконверсии в анаэробных условиях – метаногенеза [1,13]. Метановое «брожение», или биометаногенез, – известный процесс превращения биомассы в энергию [13]. Образование биогаза (смесь 65 % CH_4, 30 % CO_2, 1 % H_2S и незначительных количеств N_2, O_2, H_2, CO) осуществляется в анаэробных условиях многокомпонентным микробным консорциумом, особенность которого заключается в его «всеядности» – практически все классы органических соединений, бытовые, сельскохозяйственные и некоторые промышленные отходы могут быть конвертированы в биогаз [1]. В настоящей работе проведена серия экспериментов с использованием в качестве потенциальных стимуляторов и ко-субстратов метаногенеза – амарантового жома после экстракции низкомолекулярных веществ и пектина, а также яблочного жома, оставшегося после экстракции пектина [6].

Принципиальная схема получения биогаза из органических отходов с добавлением твердых отходов производства пектина включает подготовку субстрата с последующим анаэробным сбраживанием. Процесс метаногенеза проводят при постоянной температуре 35-37 °С в термостате при определенном весовом соотношении ила, жома амаранта и воды: весовое соотношение массы сухого сырья (ил и амарант) и воды 1: (15-20), а соотношение стимулирующей добавки растительного происхождения – жома амаранта к сухому илу составляет 1: (2-5). Было изучено сбраживание осадка сточных вод (ОСВ) после фильтр-пресса (влажность 45 %) в мезофильном (37 °С) и термофильном (50 °С) режимах (таблица 2). Состав субстратов (во всех случаях к ним добавлено 100 мл воды): 50 г ОСВ (37 °С); 50 г ОСВ (50 °С); 22.5 г ОСВ, 16.7 г амарантового жома с влажностью 9.2 % (37 °С).

Таблица 2 – Влияние температурного режима на продуктивность метаногенеза

Состав среды	Температурный режим, °С	Удельный выход (мл газа/мл субстрата)	Удельный выход (мл газа/г сухого вещества)
ОСВ	мезофильный, 37	20.5 ± 1.03	134.7 ± 6.74
ОСВ + жом амаранта	мезофильный, 37	22.7 ± 1.14	251.9 ± 12.60
ОСВ	термофильный, 50	53.1 ± 2.66	354.0 ± 17.7

Таким образом, разработанная экологически безопасная технология переработки возобновляемого растительного сырья (фитомасса амаранта и яблочные выжимки) позволяет в едином цикле получить функциональные биологически активные продукты для пищевой и

фармацевтической промышленности, а также возобновляемое биотопливо (биогаз) и удобрение на основе сброженных субстратов, решая глобальную экологическую проблему обеззараживания и утилизации отходов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 13-03-00046.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев С.Д., Моисеев И.И., Мясоедов Б.Ф. // Вестн. Росс. акад. наук. – 2009. – Т. 79. – № 7. – С. 595-604.

2. Голубев В.Н., Шелухина Н.П. Пектин: химия, технология, применение // Издательство АТН РФ. М.: 1995. – 387 с.

3. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство и применение // М.: ДеЛи, 2007. – 276 с.

4. Кононков П.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С. Амарант – культура XXI века. М., 2001. – 240 с.

5. Магомедов И.М. Физиологические основы конкурентноспособности амаранта // Успехи современного естествознания. Российская Академия Естествознания 2008. – № 5.

6. Миндубаев А.З. Миндубаев, Д.Е. Белостоцкий, С.Т. Минзанова, В.Ф. Миронов, Ф.К. Алимова, Л.Г. Миронова, А.И. Коновалов. Метаногенез: Биохимия, Технология, Применение // Ученые записки КГУ, Серия естественные науки. 2010. – Т. 152. – Кн. 2. – С. 178 – 191.

7. Минзанова С.Т., Миронов В.Ф., Коновалов А.И., Выштакалюк А.Б., Цепаева О.В., Миндубаев А.З., Миронова Л.Г., Зобов В.В. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность. Казань, Изд-во «Печать-Сервис-XXI век». – 2011. – 224 с.

8. Офицеров Е.Н., Костин В.И. Углеводы амаранта и их практическое использование. Ульяновск, 1999. – 183 с.

9. Патент РФ № 2090253; Б.И. № 26, 1997.

10. Патент РФ № 2190624; Б.И. № 28, 2002.

11. Эльпинер И.Е. / Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие. // М.: Гос. Изд-во физико-математической литературы. 1963. – 382 с.

12. Chemical Properties, Uses and Health Benefits // Editor Phillip L. Bush. New York. Nova Science Publishers. 2014. (11 Chapters), – p. 268. (ISBN: 978-1-63321-438-5)

13. Kumar S., Puniya A.K., Puniya M., Dagar S.S, Sirohi K.S., Singh K., Griffith G.W. Factors affecting rumen methanogens and methane mitigation strategies // World J. Microb. Biotechnol. 2009. – V. 25. N 9. – P. 1557-1566.

УДК: 631.871 : 628.381.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ

Дмитренко Владимир Никитович, *ГНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», **Россия**, Москва,* wnd@land.ru

Щепотьев Валерий Николаевич, *ГНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», **Россия**, Москва*

Изучено влияние использования отходов пищевого производства в качестве органического удобрения на физические свойства агросерой почвы. Установлено, что применение органических отходов является эффективным способом приведения физических параметров деградированных, выпаханных и уплотненных почв к оптимальному состоянию, удовлетворяющему требованиям культурных растений.

Ключевые слова: органические отходы, физические параметры, удобрение.

USE OF WASTE FOOD PRODUCTION TO INCREASE FERTILITY OF DEGRADED AGRO GRAYS SOILS

Dimitrenko V.N., Shchepot'ev V.N.

The effect of the use of waste food production as an organic fertilizer on physical properties agro grays soils. Found that, the use of organic waste is an effective way to bring the physical parameters of degraded, destroyed and density soils to the optimal position to meet the requirements of the crops.

Keywords: organic waste, physical parameters, fertilizer.

Одной из важных проблем стоящих перед современным обществом является проблема экологически безопасной утилизации отходов пищевого производства. Их сбор, вывоз, захоронение или переработка требуют больших материальных, финансовых и трудовых затрат на утилизацию. В связи с этим возрастает интерес к технологиям использования отходов в качестве источника ресурсов для производственной деятельности. Технологии применения отходов пищевой промышленности в сельском хозяйстве являются рациональным способом решения проблемы борьбы с загрязнением природных ресурсов.

В процессе производства сельскохозяйственной продукции с возделыванием высокоурожайных культур происходит безвозвратный вынос химических элементов с урожаем, увеличивается минерализация гумуса, снижается его содержание в почве. На фоне снижения содержания органического вещества воздействие почвообрабатывающей техники приводят к распространению уплотняющих деформаций вызывающих разрушение структуры почвы и ухудшение агрофизических показателей определяющих её функционирование. В зависимости от характера использования земли, нарушение равновесия в балансе органического вещества приводит к снижению плодородия почвы и уменьшению урожайности возделываемых культур [1,4,5].

В современных сельскохозяйственных технологиях для сохранения и повышения плодородия почв предусмотрено использование всех имеющихся ресурсов органических удобрений: навоза, компостов, посевов трав, сидеральных культур, стерни зерновых и пожнивных остатков. Но, как правило, их не хватает для сохранения бездефицитного баланса гумуса и расширенного воспроизводства плодородия почвы. Дополнительным источником восполнения дефицита органики могут являться отходы производства, содержащие органическое вещество в составе которых отсутствуют вредные и токсичные элементы. Использование отходов содержащих органические вещества на полях под обработку почвы в качестве удобрения или мульчирующего средства позволяет решить важную проблему снижения гумусированности пахотных почв [2,3].

С целью изучения возможности применения промышленных пищевых отходов в качестве органического удобрения, для повышения плодородия и продуктивности сельскохозяйственных почв сотрудниками опытного стационара лаборатории эрозии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева в 2010 г. был заложен производственный опыт на поле

№ 82 ЗАО «Каширское». Место проведения опыта соответствует типичным почвенно-климатическим условиям окружающей местности и находится на выровненном плато. Почвы данного типа характеризуются благоприятным уровнем обеспеченности минеральными питательными веществами и реакцией среды и недостаточным количеством органического вещества. Объектом исследования является типичная тяжелосуглинистая агросерая почва на выровненном участке поля. В опытах использованы промышленные отходы компаний «ФРИТО ЛЕЙ МАНУФАКТУРИНГ» и «МАРС» производящих продукты питания. В качестве органических удобрений использовались: очистки картофеля – представляющие собой однородную полуразложившуюся органо-бактериальную смесь, вносимые в количестве 230 т/га и осушенный активный ил метантанков – состоящий из биогенной смеси органического вещества и незначительного количество илистых минералов, в количестве 140 и 280 т/га.

На опыте проведено изучение основных показателей физического состояния почвы: плотности сложения, твердости, пористости, влажности и водопроницаемости, структурного состава и урожайности возделываемых культур. Свойства почвы определялись до глубины 50 см послойно через 10 см., в 3–5 кратной повторности.

Установлено, что в исходном состоянии почва на опытном поле переуплотнена. Плотность гумусовых горизонтов достигает 1,60 г/см^3, твердость 600 кПа, общая пористость составляет менее 40 %, коэффициент фильтрации 0,28 мм/мин. Текущее состояние физических показателей на контроле обусловлено длительным сельскохозяйственным использованием, с многочисленными механическими обработками и интенсивным воздействием тяжелой техники на почву.

Применение отходов пищевого производства в качестве органического удобрения на сельскохозяйственных полях приводит к улучшению физических показателей почвы. Снижаются плотность сложения почвы, количество глыбистых агрегатов, сопротивление обработке. Увеличиваются общая пористость, водопроницаемость, содержание агрономических ценных агрегатов в составе почвы. Плотность сложения почвы уменьшается до 1,10–1,20 г/см^3, твердость до 100–250 кПа. Увеличиваются общая пористость почвы до 54 %, водопроницаемость возрастает в 2–4 раза, до 0,82–1,32 мм/мин.

Показатели физического состояния почвы достигают или приближаются к оптимальным значениям, требующимся для роста возделываемых культур и создания лучших условий протекания водного, воздушного и пищевого режимов. Улучшение физических свойств почвы проявляются как в слое внесения и распределения отходов, так и в более глубоких слоях корнеобитаемой зоны. Улучшение физических показателей сохраняется в течение всего периода вегетации и отмечается тенденция их нарастания.

Для оценки комплексного влияния применения отходов на изменения физических свойств, в сводной таблице 1 приведены обобщенные показатели агрофизического состояния почвы. Для каждого показателя рассчитаны средние значения пахотного (0–25 см) и подпахотного (30–50 см) горизонтов. Влияние отходов учтено как среднее по составу и количеству.

Таблица 1 – Физические свойства почвы на опыте с применением отходов 2011–2013 гг.

Показатель	Без внесения отходов	С внесением отходов			Изменения
	Контроль	2 год	3 год	4 год	
Плотность, г/см^3	1,41	1,30	1,22	1,22	Снижение на 11–12 %
	1,57	1,42	1,42	1,46	
Твердость, кПа	255	206	151	89	Снижение в 2,5 раза
	335	210	295	128	
Пористость общая, %	47	51	54	54	Увеличение на 4–7 %
	41	46	46	45	
Ходы червей, экз./м^2	193	309	482	533	Увеличение в 2–3 раза
	273	293	617	858	
К фильтрации мм/мин	0,41	0,87	0,85	0,85	Увеличение в 2 раза

Улучшение физических параметров почвы благоприятно сказывается на урожайности сельхозкультур. В таблице 2 приведена урожайность овса сорта «Скакун» в 2013 году.

Таблица 2 – Урожайность овса на опыте с применением отходов

Вариант, компонент, (т/га)	Урожайность	
	ц/га	%
1. Активный ил, 140	24,5	132
2. Очистки, 230	27,1	146
3. Активн.ил, 280	30,6	165
4. Очистки, 230	30,0	161
Контроль 0	18,6	100

При применении отходов эффект улучшения физического состояния почвы вызван комплексом физических и биологических факторов проявляющихся при внесении биологически активного вещества. Происходит механическое разрыхление минеральными и органическими компонентами отходов, повторяющимися циклами набухания и усадки почвенных и внесенных органических коллоидов, биологической деятельностью почвенных микроорганизмов и увеличением численности и активности дождевых червей, участвующих в преобразовании отходов.

Учитывая, что внесение органоминеральных отходов, с преобладанием биогенного материала, на опытном участке, приводит к обогащению почвенного профиля органическим веществом, которое служит источником питания растений и средой обитания почвенных организмов. Можно предположить, что их деятельность в последующем будет так же способствовать разуплотнению почвы и улучшению её сложения в подпахотных горизонтах.

Преобладающие на контроле процессы деградации почвы, могут быть значительно снижены применением биогенных отходов с высоким содержанием органического вещества.

Стоит отметить депонирование в почве части содержащегося в отходах углерода в виде специфических органических соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дылис Н.В. Основы биогеоценологии. М.: Изд–во МГУ, 1978. – 150 с.

2. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения, 2013. – 312 с.

3. Стратегия использования осадков сточных вод и компостов на их основе в агрикультуре. Под редакцией академика Россельхозакадемии Н.З. Милащенко / ВИУА им. Д.Н. Прянишникова. М.: Агроконсалт, 2002. – 140с.

4. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89–ФЗ (ред. от 30.12.2008). «Об отходах производства и потребления» (принят ГД ФС РФ 22.05.1998)

5. Экологически безопасные методы использования отходов. / Р.П. Воробьева, В.Г. Додолина, Г.Е. Мерзлая и др. – Барнаул. – 2000. – 556 с.

УДК 631.41

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Ивенин Валентин Васильевич, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород*

Михалев Евгений Васильевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород. mihey2113@mail.ru*

Сюртуков В.О., *аспирант, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород*

Применение биологических отходов сельскохозяйственного производства в качестве органического удобрения представляет повышенный интерес для практиков. Показана эффективность компоста, приготовленного по технологии грибного компостирования; использование соломы и помета в чистом виде в качестве органических удобрений неоправданно.

Ключевые слова: солома, куриный помёт, компост, севооборот, деградация гумуса, корневые гнили.

EFFICACY OF USING OF AGRICULTURAL WASTES AS ORGANIC FERTILIZER

IveninV.V., Mikhalev E.V., Syurtykov V.O.

Biological waste application of agricultural production as organic fertilizer is of great importance for practical workers. It is shown that the compost made of on the mushroom compost technology is the most effective biological fertilizer. The use of straw and chicken manure as fertilizer is unreasonable.

Key words: compost, straw, chicken manure, crop rotation, humus degeneration, root rottenness.

Экологического стресса и экономических проблем, связанных с внесением минеральных удобрений, можно будет избегать в максимальной степени лишь при комплексном внесении удобрений, когда на первую роль выходит использование местных органических удобрений. В качестве органических удобрений могут использоваться помёт (навоз сельскохозяйственных животных), солома и «синтетический» компост. Формально повышение продукционного потенциала полей от внесения минеральных удобрений в ближайшей перспективе будет как-бы налицо. Однако применение только одних минеральных удобрений как основного приема повышения урожайности сельскохозяйственных культур в долгосрочной перспективе неоправданно, как с точки зрения экономики, так и сточки зрения экологической безопасности.

Применение органических удобрений позволяет не только улучшать структуру почвы и повышать влагосодержание в пахотном слое, но и активизировать микробиологический потенциал почвы [3]. Благодаря этому повышается устойчивость культур к корневым гнилям, что должно приводить к повышению их урожайности. Органические удобрения оказывают существенное влияние на выносливость зерновых культур (в частности ячменя) к неблагоприятным условиям окружающей среды. Они также влияют на возрастание фунгистазиса почвы (через снижение развития патогенов в почве) и, соответственно, на повышение устойчивости культурных растений к корневым гнилям, что особенно важно в системе севооборота. Последнее утверждение объясняется также и тем, что при правильном чередовании культур усиливаются микробиологические процессы в почве, улучшается усвоение питательных веществ и водный режим растений [4].

«Синтетический» компост – это комплексное органическое удобрение, которое готовится на основе технологии *грибного компостирования* («гриком»). При внесении этого компоста в дозе 10 т/га можно практически полностью отказаться от применения минеральных удобрений, так как с указанной нормой в пахотный слой будет внесено до 70 кг N, 50 кг P_2O_5 и 100 кг K_2O. Если же вносить в среднем по 30-60 тонн компоста на гектар, то надобность в минеральных удобрениях в ротации севооборота отпадёт полностью. Это будет

очень хорошо, особенно если учитывать их высокую цену (до 20–30 тыс. рублей за 1 тонну физических туков) при средней норме их внесения на 1т/га.

Внесение свежего помета абсолютно неоправданно с многих позиций, в частности из-за множества экологических проблем, основными из которых будут снижение *фунгистазиса* почвы (ухудшение фитосанитарной обстановки на полях), загрязнение воздушного и водного бассейнов, включая грунтовые воды, а также деградация почвенного комплекса. Тем не менее, его продолжают применять в качестве удобрения, исходя пока в основном лишь из одной проблемы – это решение проблемы утилизации огромного количества свежего помета.

Устойчивым направлением в удобрении полей, развивающимся в последнее время в аграрном секторе, является применение в качестве удобрения легкодоступных материалов, которые практически ничего не стоят и ранее не находили никакого применения. Одним из таких ресурсов служит солома зерновых культур, которая за редким исключением практически не использовалась на хозяйственные нужды. В эпоху тотального безденежья и с целью снижения затрат в аграрном секторе было предложено поставить на комбайны вместо копнителей соломорезки. Идея заключалась в том, что после уборки зерновых культур не надо будет проводить дополнительных дорогостоящих работ, связанных с очисткой поля от соломы. При этом одновременно резка соломы могла бы служить хоть каким-либо органическим удобрением (практически даровым), с помощью которого на поля возвращалась хотя бы часть биогенных элементов, изъятых из базиса почвы для формирования урожая. Эта тенденция в настоящее время получила очень широкое распространение, хотя вопрос об эффективности внесения соломенной резки в качестве удобрения до сих пор практически не изучался. Логика сельхозпроизводителей была сведена к тому, что при существенной экономии средств на уборку можно одновременно проводить удобрение полей соломенной резкой с целью возвратить в почву органическое вещество, в том числе вернуть в базис агроценоза калий и частично азот с фосфором [2]. Безаппеляционное же суждение о пользе внесения соломы в качестве удобрения вызывает сомнение по ряду причин.

Во-первых, солома лишь частично покрывает убыль биогенных элементов из базиса агроценоза, так как большая часть их выносится безвозвратно с урожаем зерна. Так, с базовым уровнем урожайности в 20–25 ц/га, с одного гектара выносится до 40–50 кг азота, 60–70 кг фосфора и 80–90 кг калия (в пересчете на Д.В.). Возврат резки соломы покрывает возникающий дисбаланс лишь частично: по азоту и фосфору – не более 5 кг/га, а по калию – до 15–20 кг/га.

Во-вторых, при внесении соломы в верхнем слое почвы нарушается естественный баланс между углеродом и азотом, который должен быть на уровне 20-25/1. В соломе зерновых культур это соотношение составляет в среднем 65-75/1, что естественно самым негативным образом будет влиять на состояние микробиоценоза почвы и, как следствие, будет приводить в перспективе к снижению её продуктивного потенциала в целом. Так, внесение соломы в качестве удобрения вызывает усиление иммобилизации азота в почве. Это происходит из-за очень широкого отношения C:N. К примеру, в соломе озимых культур это соотношение находится в пределах 75:1 (озимая пшеница) и 85:1 (озимая рожь), в результате чего почвенная микрофлора «забирает» недостающий для себя азот из гумуса, тем самым вызывая процесс его деградации. Суть процесса деградации гумуса заключается в том, что, после «изъятия» азота из его структуры, он превращается в комплекс сложных полисахаридов, который в дальнейшем используется в пищевой цепочке почвенными микромицетами. Таким образом, будет параллельно происходить активная деструкция гумуса, и вместо ожидаемого его накопления, фактически получается его убыль и, как следствие, снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

В-третьих, известно, что в комплексе мероприятий по защите зерновых культур от корневых гнилей важная роль должна принадлежать соблюдению ротации культур в севообороте [4]. Усиленное развитие корневых гнилей будет всегда наблюдаться только в тех случаях, когда зерновые культуры возделывают по зерновым, или в режиме монокультуры. Внесение соломы в качестве органических удобрений приводит к эффекту «нарушения» севооборота, так как неразложившиеся и полуразложившиеся частицы соломы будут служить эффективным резерватором для фитопатогенных начал из царства грибов, в частности для корневых гнилей из класса Гифомицеты (отдел Дейтеромицеты), в том числе для гельминтоспориозов и фузариозов, являющихся основными агентами корневых гнилей зерновых культур в Ниже-

городской области. Поэтому внесение соломенной резки практически всегда приводит к ухудшению фитосанитарной обстановки на полях агроценоза, и, как следствие, к снижению фунгистазиса почвы, что также является одной из причин снижения продуктивного потенциала земли. Эта проблема выглядит особенно актуальной на фоне повсеместного внедрения технологий NO~Till, приводящего к нарушению принципа ротации культур в полях севооборота, а также к вспышкам эпизоотий и эпифитотий. Во избежание этого хозяйства вынуждены прибегать к интенсивному использованию средств защиты растений. Сначала это дает видимый эффект в повышении урожайности и в борьбе с вредными объектами. Но, при этом начинает срабатывать так называемый закон убывающего плодородия, суть которого заключается в том, что каждое последующее внесение капитала в почву с целью повышения эффективности производства окупается все меньшими прибавками урожая. В конечном счете, прибыль будет сведена к нулю, и производство будет закрыто по причине его абсолютной нерентабельности.

В-четвертых, внесение органических удобрений при нарушении регламента работ обусловливает ряд негативных моментов. Прежде всего – это возрастание пестроты в содержании органического вещества в пахотном слое как по горизонтали, так и по вертикали, которая сохраняется продолжительное время. Это утверждение справедливо к соломе ввиду её малой способности к быстрой минерализации, в отличие, к примеру, от бесподстилочного навоза [1].

Внесение бесподстилочного навоза (куриного помёта) оказывает незначительное положительное действие на восполнение убыли запасов гумуса в почве. Содержание азота в бесподстилочном курином помёте составляет в среднем 2,2–4,4 %, Отношение C:N в бесподстилочном курином помете довольно узкое: оно находится в пределах от 5:1 - до 10:1. Поэтому при избытке азота и одновременно при недостатке углерода микрофлора почвы после разложения легкодоступных источников углерода (органическое вещество навоза, корневых и пожнивных остатков и т.п.) начинает активно минерализовать углерод почвы путём его изъятия из структуры гумуса, что приводит к активизации разрушения гумуса. В результате количество вновь образованного гумуса из внесённого с бесподстилочным навозом в почву органического вещества едва ли будет покрывать убыль гумуса от его минерализации микрофлорой почвы [3]. В наших исследованиях основные показатели качества помёта были следующими: N = 4 %; C/N = 6/1; W = 65 %.

На основании вышеизложенного мы пришли к выводу о необходимости проведения исследований на предмет выявления более эффективного органического удобрения. Сроки проведения исследований – 2009–2012 гг.

Цель работы – изучить влияние внесения соломы, куриного помёта и компоста в качестве органического удобрения на урожайность ячменя.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить технологию приготовления компоста (Грикома).

2. Изучить влияние различных форм органических удобрений на биологическую активность почвы и поражение культуры корневыми гнилями.

3. Изучить влияние внесения соломы и других форм органических удобрений на урожайность ярового ячменя (*ячмень был выбран в качестве маркерной или маячной культуры, наиболее чутко реагирующей на наличие корневых гнилей в почве*).

Почвы в опыте светло-серые лесные. По гранулометрическому составу они представляют средний суглинок. Глубина пахотного горизонта достигает в среднем 20–25 см, содержание гумуса – 2,0 %, pH солевой вытяжки – 5,4, содержание P_2O_5 – 71,2 мг/кг почвы, K_2O – 81,0 мг/кг почвы.

В качестве органических удобрений в опыте применялись следующие биологические отходы: солома (резка) и свежий бесподстилочный куриный помёт, а также компост, произведённый на основе соломы и куриного помёта по грибной технологии (Гриком). Для проведения исследований была предложена следующая схема опыта: 1 вариант – контроль (без удобрения); 2 вариант – 4 т/га соломы; 3 вариант – 10 т/га куриного помёта; 4 вариант – 20 т/га компоста (Гриком).

Выбор указанных вариантов был обусловлен следующими моментами:

- во-первых, варианты 2 и 4 объединены тем, что в обоих случаях на 1 га вносилось условно одинаковое количество соломы – по 4 т (на основе 1т соломы мы можем получать до 4-5 т компоста);

- во-вторых, варианты 3 и 4 объединены тем, что в обоих случаях мы вносим примерно одинаковое количество азота в расчёте на 1 гектар: в среднем по 120–130 кг/га.

Метод исследования – полевой (площадь учётной делянки 100 м²). Размещение вариантов в опыте – систематическое (в один ярус). Всего в опыте было установлено три повторности по четыре варианта в каждой.

Предшественник – картофель; внесение органических удобрений осуществлялось осенью под зяблевую вспашку.

В наших исследованиях компост производили по технологии «***грибного***» компостирования [6]. Он готовился заранее по способу послойного компостирования (основные компоненты компоста: солома зерновых культур, куриный помёт и вода, соотношение которых составляет – 1 : 2 : 4,5). Чтобы существенно снизить потери питательных элементов в период компостирования, в компостируемую массу в обязательном порядке следует вносить оструктуриватели, в частности, гипс. Основные показатели качества правильно приготовленного компоста должны быть следующими: азот – 1,8–2,0 %, C/N – 17-19/1, pH (водной суспензии) – 7,8–8,5 (8,0), W, % = 70–75 % (72 %).

Изучение биологической активности почвы. С помощью агротехнических приёмов можно изменять направленность микробиологических процессов и оказывать влияние на окислительно-восстановительный потенциал почвы. В частности, при внесении органических удобрений значительно активизируется микробиологическая деятельность в почве. Существенную роль в этом играют целлюлозоразлагающие микроорганизмы: они осуществляют разложение растительных остатков, основной частью которых является клетчатка (целлюлоза). В процессе жизнедеятельности аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов выделяется слизь, которая способствует оструктуриванию почвы. Углерод клетчатки в виде различных соединений участвует в создании гумуса, а выделяющийся при этом углекислый газ участвует в фотосинтезе органического вещества в растениях.

Активность в почве целлюлозоразлагающих микроорганизмов зависит от наличия в ней доступных форм азота, фосфора и других элементов.

Степень разложения льняной ткани допустимо отождествлять с интенсивностью микробиологических процессов вообще. Поэтому в качестве индикатора биологической активности почвы в опыте была использована степень разложения льняного полотна по методике Воробьёва [4].

Учёт корневых гнилей. Подсчёт поражённых растений проводился в два приёма: в фазе кущения – начало трубкования и в фазе колошения (перед уборкой). Исходя из результатов подсчёта, определялся процент больных и здоровых растений. За больные принимались все растения, нижние междоузлия которых имели специфическую бурую окраску (от светло-коричневых тонов до темно-окрашенных).

Таблица – Результаты проведённых исследований (2009–2012 гг.)

Варианты опыта	Степень разложения льняного полотна, %	Выживаемость растений, %	Количество больных растений в пробе, %		Урожайность ячменя, т/га	Прибавка урожая	
			Фаза кущения	Фаза колошения		т/га	%
Контроль	6,9	57,4	9,8	52,0	2,0	-	-
4т соломы	**7,8**	**52,4**	**12,5**	**62,0**	**1,8**	**-0,2**	**-10,0**
10т помёта	**7,4**	**81,1**	**9,8**	**33,3**	**3,4**	**+1,4**	**+70,0**
20т компоста	**12,4**	**92,8**	**8,1**	**20,4**	**4,4**	**+2,4**	**+120,0**

Из данных, представленных в таблице, видно, что биологическая активность почвы увеличивается при внесении компоста почти в два раза (до 12,4 %). При внесении свежего куриного помёта практически не отмечается увеличения биологической активности почвы (до 7,4

%). При внесении соломы интенсивность разложения льняной ткани также практически была на уровне контроля (7,8 %).

Выживаемость растений при внесении «активных» видов органических удобрений увеличивается: как по помёту, так и по компосту. Однако при внесении компоста отмечается более значительное увеличение выживаемости растений – до 92,8 % против 81,1 % (по помёту). В контроле выживаемость растений в целом составила 57,4 %, а в варианте с внесением соломенной резки показатель выживаемости снизился до 52,4 %, что можно объяснить общим снижением фунгистазиса почвы.

В варианте с внесением помёта количество больных растений несколько оставалось в сравнении с контролем на том же уровне (с 9,8 %). При внесении компоста происходит снижение поражённости культуры патогенами (до 8,1 %). А вот при внесении соломенной резки происходит увеличение степени поражения растений корневыми гнилями – до 12,5 %. Это можно объяснить тем, что при внесении органических удобрений в «активной форме» (когда отношение **C/N** в биоудобрениях находится в пределах 10–20/1), происходит повышение микробиологической активности почвы и, соответственно, идёт возрастание её фунгистазиса. Это суждение подтверждается также и картиной поражения растений перед уборкой. Так, в контроле общее число больных растений уже составило 52 %, а в варианте с внесением соломы и того выше – 62 %. В вариантах же с куриным помётом и компостом (***гриком***) число больных растений составило всего 33,3 % и 20,4 %, соответственно.

Анализируя данные по урожайности, можно отметить, что показатели урожайности будут возрастать: как по помёту (до 3,4 т/га), так и по компосту (до 4,4 т/га), что соответственно на 70 % и 120 % выше, чем в контроле (2,0 т/га). Отрицательный эффект был получен в варианте от внесения соломы, где урожай составил всего 1,8 т/га (-10 % по сравнению с контролем).

Выводы: 1. Применение соломы в чистом виде в качестве удобрения не оправдано.

2. Наилучшим образом по всем показателям проявил вариант с внесением компоста, приготовленного по схеме (грибного компостирования) [6].

3. Эффект от использования компоста «ГРИКОМ» будет также обусловлен ещё и тем, что на основе 1 т соломы и 2 т свежего птичьего помёта можно приготовить до 5т высококачественного компоста. Это позволит насытить поля севооборота органическими удобрениями в значительно большей степени (более чем в 4-5 раз по сравнению со свежим навозом).

4. Необходимо продолжить исследования по применению сложных «грибных» компостов (с учетом динамики накопления гумуса в почве) с тем, чтобы в последующем эффективно использовать их в системе применения удобрений под различные сельскохозяйственные культуры (озимые, картофель, овощи и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации – Л.: Наука, 1980. – 288 с.

2. Богомолова Ю. А., Полякова Н.В. Эффективность использования соломы в качестве удобрения на светло-серой лесной почве //Земледелие и его ресурсное обеспечение в современных условиях (Материалы научно-практической конференции). – Нижний Новгород: НГСХА, 2010. – С. 86-89.

3. Васильев, В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. 2-е изд., перераб. и доп.. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.

4. Воробьев А.С. Земледелие. - М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.

5. Ефремов В.Ф. Соотношение C:N как вектор трансформации гумуса в почве при внесении удобрений. // Плодородие, 2005. – № 3. – С. 15–17.

6. Михалев Е.В. Технология выращивания шампиньона: Учебное пособие по изучению курса «Основы грибоводства» для студентов агрономических специальностей. Н.Новгород: тип. НГСХА, 2005. – 194 с.

7. Смирнов П.М. Вопросы агрохимии азота (в исследованиях с ^{15}N). – М.: изд-во ТСХА, 1982. – 74 с.

УДК 631.862 : 631.82 : 633.63

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ НАВОЗА СОВМЕСТНО С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

Минакова Ольга Александровна, *доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская обл., пос. ВНИИСС, olalmin2@rambler.ru*

Тамбовцева Лариса Витальевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская обл., пос. ВНИИСС*

Александрова Людмила Валерьевна, *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская обл., пос. ВНИИСС*

Применение навоза в дозе 50 т/га на пару совместно с $N_{45}P_{45}K_{45}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$ в севообороте с сахарной свёклой увеличивало содержание аммонийного азота на 6,0-52,7 %, гумусность почвы – на 0,62-0,63, урожайность корнеплодов сахарной свёклы – на 4,4-5,3 т/га и производство сахара – на 0,77-0,84 т/га. Применение 50 т/га навоза вместе с низкими дозами минеральных удобрений в большей степени улучшало почвенное плодородие, чем 50 т/га навоза совместно с высокими дозами туков.

Ключевые слова: навоз, минеральные удобрения, плодородие, чернозем выщелоченный, минеральный азот, сахарная свёкла, сахаристость, урожайность.

INFLUENCE OF LONG-TERM APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF MANURE TOGETHER WITH MINERAL FERTILIZERS ON LEACHED BLACK EARTH AND SUGAR BEET CROP CAPACITY UNDER CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK-EARTH REGION

Minakova O.A., Tambovtseva L.V., Alexandrova L.V.

Abstract. Using manure in the dose of 50 t/ha in a fallow together with $N_{45}P_{45}K_{45}$ and $N_{120}P_{120}K_{120}$ in crop rotation with sugar beet increased ammonium nitrogen contents by 6.0-52.7 %, soil humusness by 0. 62-0.63, sugar beet root yield by 4.4-5.3 t/ha, and sugar yield by 0.77-0.84 t/ha. Application of 50 t/ha manure together with low doses of mineral fertilizers improved soil fertility to a greater extent than 50 t/ha of manure together with high doses of fertilizers.

Keywords: manure, mineral fertilizers, fertility, leached black earth, mineral nitrogen, sugar beet, sugar content, yield.

Навоз – отход животноводства, вместе с тем является ценным органическим удобрением. В сухом веществе его содержится 0,45 % азота, 0,23 – фосфора, 0,5 – калия , 0,4 – кальция, 0,11 – магния, 20 мг/кг - бора. Навоз является источником микроорганизмов и ферментов, а также питательным субстратом для почвенной биоты [9, 7]. В первый год внесения навоза растения используют из него 25 % азота, 40 % фосфора, 55 % калия [2]. Внесение 1 т/га навоза обеспечивает прибавку 0,6 ц зерновых единиц [5]. Органическое удобрение положительно влияет на структуру почвы, жизнедеятельность почвообитающих макро- и микроорганизмов, водный и воздушный режим почвы [16]. Навоз ускоряет процессы разложения неспецифических органических соединений и синтез гумусовых веществ в почве, в том числе фракции подвижных гумусовых кислот, увеличивает уреазную активность [6, 11, 3]. Элементы питания, входящие в состав навоза, особенно азот и калий свекла использует постепенно, по мере разложения органического вещества, которое наиболее интенсивно происходит в июле-августе. Наряду с этим происходит адсорбция и другие виды поглощения элементов питания минеральных удобрений. Поэтому при сочетании этих видов удобрений поглощение элементов питания происходит постепенно, при этом исключается резкое повышение концентрации солей, губительное для молодого растения [13].

Применение навоза повышало урожайность корнеплодов сахарной свеклы сахаристость и сбор сахара [1, 4, 8, 10, 14]. В настоящее время поступление питательных веществ с навозом сократилось до 11,1 кг, а участие питательных веществ органических удобрений в создании урожая – до 6 %. уровень удобренности составляет 0,5-0,6 навоза т/га пашни [5]. Для поддержания бездефицитного баланса в ЦЧР необходимо вносить 8-12 т навоза на 1 га пашни, непосредственно под сахарную свеклу – 23-36 т/га [15, 12]. Недостаток органики в севооборотах приводит к падению почвенного плодородия и снижению урожайности культур. Особенно важно компенсировать потери гумуса и элементов питания применением навоза в севооборотах с сахарной свеклой.

Следовательно, изучение эффективности применения навоза в зернопаропропашных севооборотах, особенно с сахарной свеклой, является актуальным вопросом земледелия.

Исследования проводились в ГНУ ВНИИСС в 2009-2013 гг. в полевом стационарном опыте по внесению удобрений в 9-польном зерносвекловичном севообороте со следующим чередованием культур: черный пар, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, клевер 1 года использования, озимая пшеница, сахарная свекла, однолетние травы, овес. Опыт состоит из 13 вариантов доз минеральных удобрений и навоза, в данной работе мы изучали 6: 1) Без удобрений, 2) $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, 3) $N_{120}P_{120}K_{120}$+ 25 т/га навоза, 4) $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза, 5) $N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза, 6) $N_{190}P_{190}K_{190.}$ Минеральные удобрения вносились под сахарную свёклу, навоз в паровое поле.

Материалы и методы исследования. Образцы почвы отбирались в начале вегетационного периода сахарной свеклы (последняя декада мая), в свежих образцах определялась влажность, содержание нитратного азота (по Грандваль-Ляжу) (ГОСТ 26213-91), аммонийного азота (ГОСТ 26489-85), азот нитрификации по Кравкову, общего гумуса по Тюрину в модификации Симакова ГОСТ (26204-91), подвижных фосфора и калия по Чирикову (ГОСТ 26213-91). Урожайность корнеплодов определяли методом пробных площадок, сахаристость корнеплодов – методом холодной водной дигестии, сбор сахара – расчетным методом. Данные результатов опыта обработаны методом математической статистики, а также с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований установлено, что применение удобрений совместно с 25-50 т/га навоза не способствовало значительному изменению влажности почвы, был отмечен рост показателя относительно контроля в слое 0-20 см на 1,3-2,7 абс. % на вариантах $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 25 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190,}$ в слое 20-40 см на фоне $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза, в слое 40-60 см показатель был снижен при внесении $N_{190}P_{190}K_{190,}$ $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза.

Содержание азота в почве после компостирования (азот нитрификации) вариантов с 25 и 50 т/га навоза в слое 0-20 см был примерно одинаково (рост относительно контроля 17,9-21,3 %), в слое 20-40 см применение $N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза увеличивало содержание элемента на 7,5 % (увеличение на вариантах с удобрениями относительно контроля составило 23,8-49,3 %), в слое 40-60 см более всего азота нитрификации было отмечено при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, рост относительно $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза – 24,7 %. Применение дозы $N_{190}P_{190}K_{190}$ обеспечивало наиболее высокий уровень содержания азота нитрификации во всех горизонтах.

Содержание нитратного азота в почве на вариантах с 50 т/га навоза было выше, чем на варианте $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза в слое 0-20 см, в слое 20-40 и 40-60 см варианты с органоминеральной и минеральной системами имели одинаковый показатель содержания этой формы элемента. Содержание аммонийного азота почвы в слое 0-20 см вариантов с 50 т/га навоза было выше на 6,0-52,7 %, чем при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза и $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 25 т/га навоза, но доза $N_{190}P_{190}K_{190}$ имела наиболее высокий показатель. В слое 20-40 см варианты с 25 т/га навоза имели повышение относительно 50 т/га навоза на 19,4 %, а в слое 40-60 см величина показателя была практически одинаковой.

Таблица 1 – Влияние применения удобрений на влажность и содержание азота в черноземе выщелоченном

Вариант	Глубина, см	Влажность, %	$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^-$	N-минеральный	N-нитрификации
Без удобрений	0-20	18,0	1,38	1,02	2,40	3,75
	20-40	20,7	1,37	0,83	2,20	3,06
	40-60	22,2	1,16	0,55	1,71	2,42
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза	0-20	18,2	1,89	1,12	1,85	4,52
	20-40	20,3	1,61	1,16	2,77	4,03
	40-60	21,2	1,17	0,68	1,85	2 ,71
$N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза	0-20	18,4	2,09	1,71	3,80	4,55
	20-40	21,1	2,22	0,98	3,20	4,33
	40-60	21,3	1,63	0,79	2,42	3,38
$N_{120}P_{120}K_{120}$+ 25 т/га навоза	0-20	19,3	2,20	1,50	3,70	4,48
	20-40	20,0	2,17	1,17	3,34	4,57
	40-60	21,8	1,86	0,75	2,61	3,01
$N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза	0-20	18,6	1,99	1,59	3,58	4,42
	20-40	21,4	2,02	0,98	3,00	3,79
	40-60	20,1	1,64	0,75	2,39	2,98
$N_{190}P_{190}K_{190}$	0-20	20,7	2,71	2,52	5,23	5,06
	20-40	17,6	2,31	1,92	4,23	4,70
	40-60	20,4	1,71	0,89	2,60	3,33

Содержание минерального азота на варианте $N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза в слое 0-20 см было на 105 % выше, чем на варианте $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, в слое 20-40 см - на 15,5 %, в слое 40-60 см – на 30,8 %. При внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза содержание минерального азота оставалось примерно таким же, как и при внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 25 т/га навоза. Максимум содержания минерального азота в слое почвы 0-20 и 20-40 см был отмечен при внесении $N_{190}P_{190}K_{190}$. Применение удобрений, в целом повышало этот показатель на 117, 58,3 и 52,6 % в слое 0-20, 20-40 и 40-60 см.

Таблица 2 – Влияние применения минеральных удобрений и навоза на содержание подвижного P_2O_5, K_2O и общего гумуса в почве опыта

Вариант	Глубина, см	P_2O_5	K_2O	Гумус, %
		мг/100 г почвы		
Без удобрений	0-20	9,59	17,5	4,78
	20-40	9,14	16,4	4,51
	40-60	7,53	17,4	4,23
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза	0-20	11,0	20,4	5,12
	20-40	9,7	19,3	4,77
	40-60	7,72	18,6	4,32
$N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза	0-20	13,3	17,7	5,74
	20-40	12,1	18,9	5,11
	40-60	8,08	16,6	4,95
$N_{120}P_{120}K_{120}$ + 25 т/га навоза	0-20	13,9	20,5	5,16
	20-40	13,3	18,5	5,01
	40-60	8,69	17,0	4,56
$N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза	0-20	11,5	19,4	5,79
	20-40	9,97	19,2	5,22
	40-60	7,59	15,3	4,88
$N_{190}P_{190}K_{190}$	0-20	13,7	20,5	5,34
	20-40	12,2	21,8	5,01
	40-60	7,57	16,9	4,65

Содержание подвижного P_2O_5 вариантов с 50 т/га навоза в слое 0-20 см было несколько ниже, чем с 25 т/га навоза, в слоях 20-40 и 40-60 см только доза $N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза обеспечивала рост содержания элемента относительно $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, доза $N_{190}P_{190}K_{190}$ не имела преимуществ перед дозами с 25-50 т/га навоза. Удобренные варианты имели повышение концентрации элемента относительно неудобренных на 14,7-44,9 и 6,1-

45,5 % в слое 0-20 и 20-40 см соответственно. В слое 40-60 см отмечалась только тенденция к росту.

Содержание обменного K_2O вариантов с 50 т/га навоза в пару в слое 0-20 см было несколько ниже, чем вариантов с 25 т/га навоза на 5,7-15,2 %, в слое 20-40 см оно было примерно одинаковым, в слое 40-60 см - варианты с повышенной дозой навоза имели более низкое содержание элемента. Применение удобрений в разных дозах обеспечивало рост концентрации элемента в слое 0-20 см на 10,6-17,1 %, в слое 20-40 см - на 15,2-32,9 %, доза $N_{190}P_{190}K_{190}$ способствовало увеличению содержания обменного калия относительно других доз только в слое 20-40 см.

Поступление перегноя с навозом обеспечивает рост гумусированности почвы. Применение 50 т/га навоза в пару способствовало повышению содержания гумуса в слое 0-20 см на 0,62-0,63 абс. %, в слое 20-40 см 0,21-0,34 %, в слое 40-60 см - 0,32-0,63 % относительно вариантов с 25 т/га навоза в пару. Применение дозы $N_{190}P_{190}K_{190}$ обеспечивало более низкие показатели гумусности, чем $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза и $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза на 0,40-0,45 %, 0,1-0,21 и 0,23-0,30 % в слое 0-20. 20-40 и 40-60 см соотвесвенно.

На вариантах с внесением 50 т/га навоза урожайность корнеплодов сахарной свеклы была на 4,4-5,3 т/га выше (на 14,3-18,7 %), чем с внесением 25 т/га навоза, доза $N_{190}P_{190}K_{190}$ не обеспечивала наиболее высокой урожайности. Применение навоза в дозе 50 т/га совместно с $N_{120}P_{120}K_{120}$ и $N_{45}P_{45}K_{45}$ способствовало стабилизации сахаристости корнеплодов на уровне 15,7 %, тогда как минеральная система $N_{190}P_{190}K_{190}$ снижала данный показатель относительно контроля на 1,9 абс. %, а доза $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 25 т/га навоза – на 1,2 абс. %.

Таблица 3– Продуктивность сахарной свеклы, 2009-2014 гг.

Варианты	Урожайность корнеплодов, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара. т/га
Без удобрений	25,7	16,9	4,34
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза	28,3	15,9	4,50
$N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза	33,6	15,7	5,27
$N_{120}P_{120}K_{120}$ + 25 т/га навоза	30,7	15,2	4,67
$N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза	35,1	15,7	5,51
$N_{190}P_{190}K_{190}$	32,5	15,0	4,87
$НСР_{05}$	1,3	1,1	0,34

Максимальный сбор сахара вследствие возросшей урожайности был отмечен при внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза (5,27-5,51 т/га), на этих вариантах он был на 0,77-0,84 т/га выше, чем на фоне $N_{120}P_{120}K_{120}$+ 25 т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза

Выводы:

1. Применение навоза в дозе 50 т/га не способствовало росту влажности почвы в условиях стационарного опыта.

2. Количество $N\text{-}NO_3^-$ в слое почвы 0-20 см возрастало только при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза относительно $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза.

3. Варианты с 50 т/га навоза способствовали росту содержания в слое 0-20 см $N\text{-}NH_4^+$ на 6,0-52,7 % относительно вариантов с 25 т/га навоза.

4. Применение $N_{45}P_{45}K_{45}$+ 50 т/га навоза увеличивало содержание минерального азота относительно дозы $N_{45}P_{45}K_{45}$+ 25 т/га навоза на 117, 58,3 и 52,6 % по слоям.

5. Доза $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза обеспечивала рост содержания подвижного P_2O_5и азота нитрификации относительно $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза.

6. Варианты с 50 т/га навоза способствовали увеличению содержания общего гумуса почвы до 0,63 %.

7. Улучшение почвенного плодородия в большей степени отмечалось при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза (по сравнению с $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза), чем $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза по сравнению с $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 25 т/га навоза.

8. Применение 50 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями повышало урожайность корнеплодов сахарной свеклы на 4,4-5,3 т/га относительно вариантов с 25 т/га навоза.

9. Внесение навоза стабилизировало сахаристость корнеплодов на уровне 15,7 %

10. При внесении 50 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями сбор сахара повышался на 0,77-0,84 т/га относительно вариантов с 25 т/га навоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богомазов Н.П. Эффективность сочетания минеральных удобрений с известкованием на выщелоченном черноземе / Автореф. дисс. на соискание уч. степени к. с.-х. н. Москва. – 1988. 24 с.

2. Доспехов Б.А., Пупонин А.И. Земледелие с основами почвоведения. – М.: Колос, 1978. – С. 172-173.

3. Девятова Т.А. Антропогенная динамика и биодиагностика экологического состояния черноземов ЦЧР / Автореф. дисс. на соискание уч. степени д. б. н. Воронеж. 2006. – 48 с.

4. Горбунов Н.Н. Продуктивность, качество и сохранность корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от пред-предшественников и основного минерального питания / Автореф. дисс. на соискание уч. степени к. с.-х. н. Воронеж, 2004. – С. 19-21.

5. Еськов А.И., Лукин С.М. Рациональное использование ресурсов органических удобрений в земледелии России // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции: Инновационно-технологические основы развития земледелия. Курск: ВНИИЗ и ЗПЭ , 2006. – С. 28-35.

6. Крамарева Т.Н. Ферментативная активность почв при различных антропогенных воздействиях. Автореферат на соиск. уч. степ. к. б. н., Воронеж, 2003. – 28 с.

7. Кук Д.У. Система удобрений для получения максимальных урожаев. – М.: Колос, 1975. – 420 с.

8. Кураков В.И. Влияние удобрений на воспроизводство почвенного плодородия, урожайность и качество сахарной свеклы в севообороте / Автореф. дисс. на соискание уч. степени д. с.-х. н. – М., 1992. – 46 с.

9. Муравин Э.А. Агрохимия. Учебники и учебные пособия для студентов средних учебных заведений. – М., КолосС, 2003.– 384 с.

10. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. – М., Колос. 1984.

11. Парахневич Т.М. Изменение почвенно-агрохимических показателей плодородия чернозема выщелоченного и пути их регулирования в парозернопропашном севообороте / Автореф. дисс. на соискание уч. степени к. с.-х. н. Каменная Степь. 1999. – 26 с.

12. Полевщиков С.И. Влияние возделывания сахарной свеклы на плодородие выщелоченных черноземов Тамбовской области / Мичуринск: издательство Мичуринского Аграрного университета, 2002.

13. Сахарная свекла (основы агротехники) / Под ред. В.Ф.Зубенко. Киев, Урожай. – 1972. – 416 с.

14. Уваров Г.И., Журавлева Н.В., Журавлев К.Н., Соловиченко В.Д. Приемы повышения урожайности и качества корнеплодов в Белгородской области // Сахарная свекла. – № 2. – 2007. – С. 22-23.

15. Щербаков А.П., Рудай И.Д. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ. – М., Колос. 1983. –180 с.

16. Шпаар Д., Сушков М.Д. Возделывание сахарной свеклы. – М.. Агропромиздат. – 1996. – 246 с.

УДК 631.879.41

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ БИОГУМУСА НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ

Мустафаев Болатжан Абдыканович, *кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, НПЦ «Биоконверсий», **Казахстан**, г. Павлодар, zibagul.kakezhanova.2011@mail.ru*

Алтыбаева Асель Каирбековна, *магистрант Агрономии, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, НПЦ «Биоконверсий», **Казахстан**, г. Павлодар, Asel4ik.honey@mail.ru*

В данной статье изложены основные данные по биогумусу «Павлодарский», его химический состав и свойства, а также результаты опыта по влиянию возрастающих доз биогумуса на урожайность пшеницы.

Ключевые слова: отходы, вермикультивирование, биогумус, урожай, пшеница.

INFLUENCE OF INCREASING DOSES OF BIOHUMUS ON YIELD OF WHEAT

Mustafayev B.A., Altybaeva A.K.

This article outlines the basic data on biohumus "Pavlodar", its chemical composition and properties, as well as the results of the experiment the effect of increasing doses of vermicompost on the yield of wheat.

Keywords: waste, vermicultivation, vermicompost, crop, wheat.

Ежегодно человечество производит 1,3 млрд тонн бытовых отходов. С каждым годом этот вопрос становиться все более острым, население растет, а вместе с ним и количество отходов.

Возникновение интереса к дождевым червям специалисты связывают с обострением экологических проблем, в частности с растущим загрязнением, загрязнением тяжелыми металлами, радионуклидами и средствами химзащиты. Привлекательность для многих метода вермикультуры заключена именно в его биологической основе, исключающей опасность загрязнения среды нежелательными веществами.

Вермикультивирование позволяет решать проблему утилизации отходов, восстановления и поддержания плодородия почв. Оптимизируя функционирование агроценозов, необходимо восполнять утраченные биоценотические звенья. Один из путей решения – это искусственное восстановление отдельных звеньев агроэкосистемы без полного воссоздания видового разнообразия почвенной биоты. Это возможно при вермикультивировании, когда недостающее звено, гумифицированный органический материал, образуется в искусственных условиях. Он используется для реанимации и рекультивации почв, подвергшихся негативным антропогенным воздействиям, для снижения содержания в них тяжелых металлов и радионуклидов [8].

Как показывают результаты проводимых нами опытов, многие питательные вещества биогумуса находятся в доступных для растений соединениях. Биогумус не содержит патогенных микроорганизмов, яиц гельминтов, семян сорняков и тяжелых металлов, более того, биогумус содержит в себе уникальное сообщество полезных для почвы и растений микроорганизмов, которые при внесении его в почву заселяют его, выделяют фитогормоны, антибиотики, фунгицидные и бактериальные соединения, что приводит к вытеснению патогенной микрофлоры [3].

А.А. Лящев считает, что биогумус способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур на 20–30 %, улучшает качество сельскохозяйственной продукции [7]. С увеличением в почве гумуса не только увеличивается урожайность зерновых культур и окупаемость 1 кг д. в. NPK, но улучшается и качество товарной продукции. Учеными Г. И. Найденко и А. И. Иващенко установлено, что с увеличением содержания гумуса с 1,71 до 3,4 % урожайность ячменя (сорт Эльгина) увеличилась с 18,6 до 45,5 ц/га, или в 2,4 раза, а содержание белка в зерне – с 8,4 до 12,12 %, или на 43,8 % [4].

На данный момент проходят разносторонние исследования по применению биогумуса в земледелии. И. М. Суханова проводила исследования по применению биогумуса на почвах Татарстана. По результатам этих исследований выявлено, что внесение биогумуса в почву способствовало улучшению агрофизических и агрохимических свойств почвы. Урожайность по данному агрофону превысила контрольный вариант на 0,39 т/га соответственно [5].

Р.М. Гайнуллин, изучая применение биогумуса на серых лесных почвах, выявил положительное влияние биогумуса на плодородие почвы – намечалась некоторая тенденция повышения содержания органического вещества в почве, происходило увеличение подвижных форм фосфора и калия (5, 15 и 2,8 мг/кг почвы соответственно), улучшался фракционно-групповой состав гумуса. Наибольшее увеличение происходило на вариантах: биогумус 6 и 9 т/га, навоз 60 т/га. Кроме того, биогумус способствовал лучшему накоплению и сохранению почвенной влаги в начальные этапы развития растений. Применяемые ученым удобрения позитивно влияли на рост и развитие растений, особенно биогумус в дозах 6 и 9 т/га, обеспечивший наибольший прирост листовой поверхности, надземной биомассы и рост растений в высоту. Удобрения в зависимости от вида и дозы способствовали удлинению периода вегетации на 1–5 дней, а также улучшали перезимовку растений озимой пшеницы [2].

По данным Толстопятовой Н.Г., внесение биогумуса на серой лесной почве под озимую пшеницу повысило урожайность до 51,4 ц/га при одновременном улучшении качества продукции [6].

Нами проводились опыты изучения влияния биогумуса на урожайность пшеницы.

Методика исследований. Изучение и демонстрация опыта осуществлялась на опытном поле ТОО «Павлодарский НИИСХ». Почва опытного участка каштановая, среднесуглинистая. Опыты размещались в 10-польном плодосменном севообороте. Применение биогумуса для увеличения урожайности полевых культур до 30-40 % обходится гораздо дешевле, и при этом значительно улучшается плодородие почвы, качественные показатели полевых культур.

Применяемый нами биогумус «Павлодарский» обладает исключительными физико-химическими свойствами: водопрочность структуры 95–97 %, полная влагоемкость 200–250 %, что позволяет применять его как прекрасный мелиорант и почвоулучшитель; является высокоэффективным экологически чистым органическим удобрением, применение которого улучшает агрохимические свойства, повышает качество и увеличивает урожай сельскохозяйственной продукции [1].

Опыт определял влияние биогумуса на урожайность пшеницы.

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений и биогумуса)
2. $N_{40}P_{20}$ в рядки
3. Биогумус 1,5 т/га
4. Биогумус 3,0 т/га
5. Биогумус 5,0 т/га
6. Биогумус 7,0 т/га
7. Биогумус 9,0 т/га

Опыт закладывался в трехкратной повторности методом расщепленных делянок. Площадь делянок 240 $м^{2,}$, учетной 80 $м^2$

Все агротехнические мероприятия по выращиванию полевых культур (обработка почвы, внесение удобрений и биогумуса, посев, уход за посевами, уборка) проводились согласно принятой технологической системы.

Результаты исследований и их обсуждение. В соответствии с изменением важных физических свойств почвы, ее гумусового состояния, водного и пищевого режимов в связи с внесением биогумуса, а также сложившимся погодно-климатическим условиям, формировалась и урожайность изучаемых сельскохозяйственных культур и их качество. Дело в том, что урожайность сельскохозяйственных культур – основной интегрирующий показатель, характеризующий уровень соответствия комплекса изучаемых факторов и формирования высокой продуктивности культур (таблица 1).

Анализ данных показывает, что в 2012-2014 годы пшеница формировала сравнительно высокие урожаи на варианте с внесением 1,5 т/га биогумуса. По сравнению с контролем вариант с внесением биогумуса 1,5т/га в среднем превышает контроль на 2,1 ц/га. Вариант с внесением $N_{40}P_{20}$ в рядки увеличивает урожайность пшеницы на 0,5 ц/га в сравнении с кон-

трольным вариантом, что не превышает $НСР_{0,5}$, а вариант с внесением 1,5 т/га биогумуса дает урожай на 1,6 ц/га больше по сравнению с вариантом $N_{40}P_{20}$. Все изучаемые варианты с увеличением дозы биогумуса от 3 до 9 т/га повышают урожайность пшеницы по сравнению с контрольным вариантом на 2,1-2,9 ц/га. Однако уровень увеличения урожайности не превышает показателя $НСР_{0,5}$ по сравнению с вариантом 1,5 т/га биогумуса, что объясняется в основном очень сильной засушливостью второй половины лета, особенно в июле, когда почвенная засуха воссоединилась с атмосферной.

Таблица 1 – Урожайность пшеницы в зависимости от различных доз биогумуса, ц/га

Вариант опыта	2012	2013	2014	среднее	Прибавка	
					ц/га	%
Контроль (без удобрений и биогумуса)	4,6	8,1	5,8	6,1	-	-
$N_{40}P_{20}$ в рядки	4,9	8,8	6,2	6,6	0,5	8,1
Биогумус 1,5 т/га	5,8	11,4	7,4	8,2	2,1	34,4
Биогумус 3,0 т/га	5,6	11,8	7,2	8,2	2,1	34,4
Биогумус 5,0 т/га	6,4	12,1	8,0	8,8	2,7	44,2
Биогумус 7,0 т/га	6,4	11,9	7,7	8,6	2,5	40,9
Биогумус 9,0 т/г	6,9	12,3	7,9	9,0	2,9	47,5
$НСР_{05}$	0,94	1,24	1,1			

Погодные условия весны были благоприятными для роста и развития пшеницы, включая первую половину июня. Выпавшие осадки мая – первой половины июня были выше среднемноголетних норм на 2,9 мм, при среднесуточной температуре 11,4^{o}С, что ниже на 2,1^{o}С многолетних данных, которые хорошо влияли на развитие всходов и кущения растений. Однако со второй половины по третью декаду июня и весь июль прошли с высокими температурами воздуха до 20,4 ^{0}С и малым количеством осадков, низкой относительной влажностью воздуха до 42 % , что пагубно повлияло на рост и развитие, так как в это время зерновые культуры проходят ответственные фазы развития – трубкование и колошение. Осадки, выпавшие в конце июля и первой половине августа, не смогли поправить положения, и усугубило это состояние большая концентрация питательных веществ при увеличенных дозах внесения биогумуса, а также большая водоудерживающая способность биогумуса.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев А.С Что такое биогумус и как им нужно пользоваться? // Восточно-Сибирская правда. – 2001. – № 123. – С. 11

2. Гайнуллин Р. М. Влияние возрастающих доз биогумуса на продуктивность озимой пшеницы и гречихи на серых лесных почвах Предкамья : дис. канд. с/х. наук : КГУ. – Казань, 2004. – 141 с.

3. Мустафаев Б.А., Кенжетаева А.Б., Какежанова З.Е.// Материалы международной научно-практической конференции «интеграция науки и производства в агропромышленном комплексе». Павлодар, 2011. – Т. 2. – С. 158-160.

4. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.:МГУ, 1990. – 325 с.

5. Суханова И. М Агроэкологическая роль биогумуса на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан: дис. канд. с/х. наук : 05.13.2004 / МАИ. – М., 2004. – 138 с.

6. Толстопятова Н.Г., Герасимов С.В. Влияние биогумуса на урожайность и качество озимой пшеницы // Земледелие. – 2011. – №1. – С. 37-42

7. Lyashev A.A. Adaptation of Earthworms from the Tyumen Region South Local Populations for the Processing of Various Organic Wastes // 2nd international scientific practical conference Earthworms and soil's fertility March, 17-19, 2004, Vladimir, Russia. – P. 35–37

8. Masciandaro G., Ceccantia B., Garcia C. Soil agro-ecological management: Fertirrigation and vermicompost treatments // Bioresource Technology. – 1997. – P. 199–206.

УДК 631.95; 631.8687

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИК И ЖИВОТНОВЕДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Гныдюк Владимир Сергеевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, Подольский государственный аграрно-технический университет,* ***Украина****, г. Каменец-Подольский, vermos2007@ukr.net*

Обобщены результаты исследований по усовершенствованию технологии переработки органических отходов птицефабрик и животноводческих комплексов методом биологической ферментации в органические удобрения «Биопроферм», «Биоактив» и их применению для рекультивации почв.

Ключевые слова: органические удобрения, биоферментация, «Биопроферм», «Биоактив», рекультивация почв.

APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZERS OBTAINED BY BIOLOGICAL FERMENTATION OF ORGANIC WASTES OF POULTRY FARMS AND LIVESTOCK COMPLEX FOR LAND RECLAMATION

Gnydyuk V.S.

The use of organic fertilizers obtained by the method of biological fermentation of organic waste and poultry farms zhivotnovedcheskih complexes by the advanced technology of biological fermentation into organic fertilizer "Bioproferm", "Bioaktiv" for soil remediation.

Keywords: orhanycheskye udobrenyya, byofermentatsyya "Byoproferm", "Byoaktyv" rekultyvatsyya soil.

Введение. Во многих странах мира в связи с интенсификацией промышленного производства растет степень индустриального влияния на природные ландшафты. Миллионы гектаров земли испытывают непосредственное воздействия промышленных разработок, в результате которых изменяется рельеф земной поверхности и литологическая основа, уничтожается растительный и почвенный покровы. Так, подсчитано, что за всю историю развития человеческого общества в мире потеряно более 200 млн га земель, пригодных для сельскохозяйственного использования.

В Украине общая площадь земель, подлежащих рекультивации, занимает более 300 тыс. гектаров, это в частности карьеры по добыче полезных ископаемых, выработанные торфяные поля, земли из под захороненных непригодных пестицидов нарушенные наводнениями земли возле рек, участки с нарушенным рельефом и почвенным покровом вдоль трасс, каналов, дорог, трубопроводов.

На современном этапе развития производительных сил общества рекультивацию нарушенных земель рассматривают как комплексную проблему восстановления производительности и реконструкции нарушенных промышленностью ландшафтов, создание на их месте новых культурных ландшафтов. Главная цель рекультивации – возвращение нарушенных земель в хозяйственное пользование, предупреждение негативных последствий изменения природно–территориальных комплексов, создание на месте нарушений производительных и рационально организованных элементов культурных антропогенных ландшафтов, улучшение условий окружающей среды [6, 10].

Практически все птицефабрики и животноводческие комплекса Украины оказались в сложной экологической ситуации, так как накопленные органические отходы стали серьезным источником загрязнения окружающей среды. В то же время органические отходы птицефабрик и животноводческих комплексов при их переработке могут быть одним из резервов повышения плодородия почв и стать основным удобрением для рекультивации земель.

В ряде стран мира (США, Европе, России и др.) широко используются для переработки органических отходов птицефабрик и животноводческих комплексов ускоренная биологическая аэробная ферментация [4]. Такая технология разработана нами и в Украине. Она усо-

вершенствована и адаптирована к климатическим условиям, сырьевой и материально–технической базе отечественных хозяйств.

В течение 2007–2011 гг. эта технология запатентована для получения нового высокоэффективного, экологически чистого органического удобрения в виде препаратов "Биопроферм", "Биопроферм-подолья", "Биоактив" из органических отходов животноводческих комплексов и птицефабрик методом ускоренной биологической ферментации [1,2,6,7,8].

Отработка технологического регламента процесса ускоренной биологической ферментации осуществлялась в экспериментальной научно–исследовательской лаборатории ОАО "Мир Кожи" г. Болехов и на производственных ферментаторах в Хмельницкой области (птичий помет, солома, торф) в Волынской области (навоз КРС, птичий помет, торф), Винницкой области (птичий помет, солома). Однако, чтобы максимально сократить срок переработки органических отходов, особенно отходов птицефабрик, и повысить качество полученных удобрений, необходимо усовершенствовать процесс ускоренного компостирования, то есть отрегулировать основные факторы, которые влияют на его ход: влажность, наличие достаточного количества питательных веществ, соотношение углерода к азоту (С: N), температуру, плотность смеси и содержание кислорода.

С целью повышения качества органических удобрений нового поколения, изготовленных методом биологической ферментации органических отходов птицефабрик и животноводческих комплексов, было поставлено задание усовершенствовать существующую, запатентованную нами технологию биологической ферментации и разработать технологию рекультивации земель Прикарпатья с нарушенным рельефом и почвенным покровом при помощи органических удобрений «Биоактив» с последующим посевом смеси злаковых и бобовых трав, сидеральных культур, посадкой деревьев и кустарников.

Объекты и методика исследования. Экспериментальные и производственные исследования проводили в цехе по получению органического удобрения "Биоактив" методом биологической ферментации в ООО "Львовский облрыбхоз" Львовской области.

Здесь изучали все основные факторы, которые влияют на процесс ускоренного компостирования. Агрохимический анализ органических отходов (птичий помет, прудовый ил, опилки) и компостной смеси перед загрузкой в биоферментаторы проводили в агрохимлаборатории ООО "Львовский облрыбхоз", а полученного удобрения "Биоактив" – Ивано-Франковском филиале ГП "Институт защиты почв".

В исследованиях рассматривали такие варианты состава субстрата:

Вариант 1: Птичий помет – 60 %, прудовый ил – 30 %, опилки – 10 %, (контроль).

Вариант 2: Птичий помет – 60 %, прудовый ил – 30 %, тирса – 10 %, каинит – 1,5 %, глауконит – 2 %.

Вариант 3: Птичий помет – 60 %, прудовый ил – 30 %, тирса – 10 %, каинит – 1,5 %, глауконит – 2 %, 10 л/т естественного бишофита.

Вариант 4: Птичий помет – 60 %, прудовый ил – 30 %, тирса –10 %, каинит – 1,5 %, глауконит – 2 %,+ Вермистим–Д 8л/т.

Исследования по рекультивации земель нами проводились в Ивано–Франковской области, в Долинском районе на землях которые были разрушены паводками, изучали нормы внесения органических удобрений нового поколения в дозах (40, 60, 80 т\га) и нормы посева злаково-бобовых трав; в Калушском районе на землях, загрязненных гексохлорбензольными отходами. Изучали нормы внесения органических удобрений нового поколения (70, 90, 120 т/га) и нормы высева сидеральных культур, а после заделки зеленой массы сидератов в почву проводили посадку 12 видов лесных и декоративных культур. Определяли их процент выживаемости, рост и развитие. Исследования проводили согласно общепринятым методикам [3,5].

Результаты исследований их обсуждение. Поставленное задание реализовано в научно-производственной системе для получения органического удобрения "Биопроферм", "Биоактив", которое содержит функционально согласованную технологическую линию, включающую экспериментальную лабораторию, автоматизированную систему управления техно-

логическим процессом, блок биоферментаторов с площадкой для смешивания компонентов, с помещениями для просеивания, фасования и хранения готовой продукции, приборами для контроля влажности, температуры, содержания кислорода во время ферментации.

Для выполнения поставленного задания нами спроектирована и построена собственная экспериментальная научно–исследовательская лаборатория, оснащенная всеми необходимыми приборами и программными средствами, где осуществляем моделирование и экспериментальную переработку органических отходов с целью разработки технологических карт и рецептов получения органического удобрения "Биоактив" и "Биопроферм" в заданном качестве.

Выполение поставленного задания достигнуто за счет создания органического удобрения "Биоактив" из смеси отходов птицефабрик (птичий помет, прудовый ил) и углеродосодержащих компонентов (опилки). Установлено, что соотношение азота и углерода компостной смеси должно быть в пределах 1:20 – 1:30 и влажность в интервале 50–65 %. Процесс ферментации проходит в специальных управляемых камерах–термосах при мезофильной ферментации с температурой 35–45^{o}С, и термофильной – 55–65^{o}С.

Установлено, что при влажности меньше 35 % скорость микробиологических процессов резко снижается. Излишняя влага заполняет структурные поры смеси и ограничивает доступ кислорода для оптимальной жизнедеятельности микрофлоры. Во время ферментации кислород играет важную роль не только в процессах аэробного метаболизма и дыхании микроорганизмов, а также при окислении разнообразных органических соединений, которые содержатся в субстрате. Установлено, что оптимальная концентрация кислорода должна быть в пределах 10–15 %.

Проведенными экспериментальными, лабораторными и производственными исследованиями установлено, что с целью повышения количества питательных веществ (азота, фосфора, калия, магния) необходимо в технологии переработки органических отходов создать оптимальные условия для работы мезофильных и термофильных микроорганизмов за счет добавления в компостную смесь естественных минералов (каинит, глауконит) и естественного бишофита или биодеструктора "Вермистим-Д".

Введение в исходную компостную смесь естественных минералов каинита, глауконита и бишофита или биодеструктора "Вермистим-Д" содействовало развитию как мезофильных, так и термофильных групп микроорганизмов в самом начале биоферментации, которая быстро переходила в термофильную стадию. Это обеспечило уменьшение на 2–3 дня длительности ферментации и улучшение агрохимических показателей органического удобрения "Биоактив".

Как показывает агрохимический анализ, при добавлении в компостную смесь перед загрузкой в биоферментатор каинита, глауконита, естественного бишофита и биодеструктора "Вермистим-Д" уменьшаются потери азота во время ферментации и улучшаются все агрохимические показатели полученного биологического удобрения "Биоактив", который мы использовали для рекультивации нарушенных земель.

Результаты исследований по рекультивации земель следующие.

На первом объекте это 10 га пастбищ в деревне Гошив Долинского района Ивано-Франковской области, на которых при строительстве монастыря был снят пахотный слой земли, остальная земля была повреждена при наводнении и уничтожен при этом пахотный слой на 50–60 %.

Проведенными нами экспериментальными и производственными исследованиями на протяжении 2009–2013 годов с внесенными 40; 60; 80 т/га органического удобрения «Биоактив» с последующим посевом смеси злаковых трав (20; 30; 40 кг / га) было установлено, что наиболее экономично рекультивацию этих земель целесообразно проводить с внесением 60 т/га органического удобрения «Биоактив» с последующим посевом 30 кг / га смеси злаковых трав. На протяжении 2012–2014 гг. на всей площади (10 га) проведена по нашей технологии рекультивация с внесением 60 т/га органического удобрения «Биоактив» и их залужение смесью злаковых трав (30 кг/га).

Второй объект – это 1,5 га дерново-подзолистых земель (окраина г. Калушы), на которых в траншеях было захоронено более 2000 т гексохлорбензольных отходов. После их вывоза нами на протяжении 2012–2014 годов вместе с учеными Украинского научно – исследовательского института горного лесоводства УААН им. П.С. Пастернака было проведено исследование по рекультивации данных земель.

В экспериментах изучались нормы внесения органического удобрения «Биоактив» (70; 90; 120 т/га) с последующим посевом сидеральных культур (белая горчица, масличная редька, гречиха, смесь озимой ржи и озимой вики) и смесь злаковых и бобовых трав (ежа сборная, райграс пастбищный, тимофеевка, клевер, люцерна) с последующей посадкой более 10 видов деревьев и кустарников.

Результаты двухлетнего исследования показали, что лучшие результаты получены при внесении 90 т/га органического удобрения «Биоактив» с посевом сидеральных культур (горчица белая, масличная редька) и последующей посадкой шиповника, акации, энергетической ивы.

Выводы. Учитывая то, что в условиях Прикарпатья десятки тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий повреждены паводками, особенно около малых и больших рек, рекультивацию их необходимо проводить с помощью внесения органических удобрений, полученных методом ускоренной биологической ферментации (40–60 т/га) с последующим посевом злаковых трав (райграс, ежа сборная) с нормой высева 30–40 кг/га, а на землях, загрязненных разными химическими веществами (после их вывоза на переработку), вносить повышенные нормы органических удобрений совместно с посевом сидеральных культур и после их заделывания в почву высаживать шиповник, акацию и энергетическую иву.

На рекультивированых землях, загрязненных гексахлорбензолом, мы продолжаем исследования по изучению изменения агрофизических и агрохимических свойств этих почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гнидюк В.С. Рекомендации по переработке органических отходов птицефабрик и животноводческих комплексов методом биологической ферментации. Ивано-Франковск: "Мисто–НВ", 2010. – 18 с.

2. Гнидюк В.С., Мельник И.А.Технологические аспекты переработки органических отходов животноводческих комплексов и птицефабрик методом биологической ферментации в органические удобрения нового поколения "Биопроферм" // Сб. наук. трудов Подольского гос. Аграрно-техн. ун. Каменец-Подольский, 2009. № 17. – С. 97–101.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Ковалев Н.Г. Новые технологии высококачественных удобрений и кормовых добавок. Тверь, 2000. – С. 1–25.

5. Методы агрохимического анализа. / А.И.Еськов/ М.: МСХ РФ, 2000–220 с.

6. Панас Р.Н. Агроэкологические основы рекультивации земель. – Львов: Изд-во при Львов. ун–те, 1989.–160 с.

7. Пат. 35116 Украина, МПК A01B 25/00 Система для получения органического удобрения «Бипроферм» / Галайко А.А., Гнидюк В.С., Веретельников А.Л., Мельник И.П. – № U200808671, заявл.01.07.2008; опубл. 26.08.2008. Бюл. № 16.

8. Пат. 39294 Украина, МПК (2009) A01B 79/00 A01C 21/00 Способ органического агропроизводства » / Гнидюк В.С. и др. – № u 2008 08676, заявл. 01.07.2009; опубл.25.02.2009, Бюл. № 4.

9. Патент №50628 Украина, МПК C05F 3/00 Способ переработки органических отходов птицефабрик / В.С. Гнидюк, и др./опуб.10.06.2010 бюл. №11.

10. Черкова Н.М. Экологические основы рекультивации земель. – Москва. «Наука», 1985. – 183 с.

УДК 544.723: (547.551+543.393)-414

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД С ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Торосян Гагик Оганесович, *доктор химических наук, профессор, Государственный инженерный университет Армении,* ***Республика Армения****, Ереван, gtorosyan@seua.am*

Айриянц Марина Арсеньевна, *доктор медицинских наук, профессор, Ереванский государственный медицинский университет имени Мхитара Гераци,* ***Республика Армения****, Ереван, info@ysmu.am*

Давтян Ваган Арменович, *кандидат технических наук, Фонд восстановления, сохранения и развития озера Севан,* ***Республика Армения****, г. Ереван, gexamahk@rambler.ru*

Алексанян Грайр Оганесович, *магистрант, Министерство юстиции РА,* ***Республика Армения****, Ереван, hrayraleksanyan@gmail.com*

Оганисян Инга Камоевна, *магистр, Государственный инженерный университет Армении,* ***Республика Армения****, Ереван*

Изучено окислительное разложение сорбированного на цеолите малатиона. В настоящей работе представлены исследования по поведению малатиона в щелочной среде, а также его взаимодействие с озоном, что позволяет очистить сточные воды от малатиона, а также почти полностью восстанавливать адсорбционную емкость применяемого для удаления вещества сорбента, в данном случае цеолита. Разложение малатиона сопровождается выделением углекислого газа, а также образованием менее токсичных производных малатиона. Сделан вывод, что цеолит способствует быстрому окислению малатиона.

Ключевые слова: окислительное разложение, малатион, цеолит, щелочная среда, озон.

CHEMICAL TREATMENT OF SEWAGE WITH ORGANOPHOSPHOROUS COMPOUNDS

Torosyan G.O., Ayryants M.A., Davtyan V.A., Aleksanyan H.H., Hovhannisyan I.K.

t has been studied the oxidative degradation of sorpted on zeolite malathion. This paper presents an investigation on the behavior of malathion in an alkaline medium, as well as its interaction with ozone. This allows to clear of sewage from malathion and allow almost completely restore the adsorption capacity using the sorbent for remove of substance. Malathion decomposition accompanied by the release of carbon dioxide, as well as the formation of less toxic derivatives of malathion. It is concluded that zeolite promotes to rapid oxidation of malathion.

Key words: oxidative degradation, malathion, zeolite, alkaline medium, ozone.

Введение. Широкое применение на практике фосфорорганических соединений (ФОС) обусловило возросшую опасность отравлений ими. Известно, что сильная токсичность и исключительно высокая биолого-физиологическая активность ФОС послужили основой для их применения в качестве отравляющих веществ. Широко применяемые ФОС – карбофос, метафос, тиофос, хлорофос, фосфамид и другие – высокотоксичны для человека [3]. Одновременно следует указать, что создание лекарственных препаратов на основе ФОС почти в 1,5 раза опережает рост числа лекарств без фосфора – например, для лечения от глаукомы, транквилизаторы, средство для местного лечения инфекционных воспалительно-аллергических заболеваний кожи и слизистых оболочек, оказывающие на опухоль антимитотическое действие [2]. Некоторые производные ФОС проявляют антидепрессивное и ноотропное свойства [2].

В этой связи нами проведены работы по удалению фосфорорганических соединений из окружающей среды, преимущественно из водной, где ФОС обнаруживаются при их производстве, а также при использовании в сельском хозяйстве. Таковым является изучаемое в нашей исследовательской группе ФОС средней степени токсичности (DL_{50} 200-1000 мг/кг) – малатион. Нами изучена адсорбционная активность малатиона из водных растворов [1,6]. В настощей работе приведены результаты исследований по химическому обезвреживанию малатиона. На наш взгляд, такой подход может быть применен также при обезвреживании других ФОС.

Материалы и методы исследования. *Малатион* (карбофос, сумитокс, фостион, цитион (М.м. 330,4) – О,О-диметил-8-(1,2-бис-этоксикарбонилэтил) дитиофосфат. Бесцветная жидкость, т. кип. 156-157^{o}С при 93 Па (0,7 мм рт. ст.), растворимость в воде 150 мг/л, хорошо растворим в этаноле, ацетоне, дихлорэтане и других органических растворителях.

$ЛД_{50}$ для мышей 400, для крыс 1400 мг/кг, для пчел 710 нг/особь. ПДК в в.р.з. 0,5 мг/м^3, в воде санитарно-бытового назначения 0,05 мг/л, в воде рыбохозяйственных водоемов содержание препарата не допускается .

В воде стабильность малатиона оценивается примерно не более одной недели при 25^{o}С. Малатион растворим в воде и очень подвижен в почве, хотя низкая устойчивость предполагает также низкий риск по применению. Малатион слабо токсичен для птиц и для млекопитающих. Однако малатион очень токсичен для личинок амфибий и разных водных беспозвоночных [5].

Окислительное разложение проводили согласно [4,7]. Готовили растворы сорбированного на цеолите (Н-клиноптилолите) малатиона в 96 %-ом этаноле с концентрацией 1,2-1,5 10^{-2} г/моль. Необходимый pH создавали с помощью универсального буфера. В 1 л буферного раствора вносили 0,1 мл спиртового раствора малатиона. Далее в реакционную смесь подавали озон. Через каждые 30 (60 минут) 50 мл раствора быстро переносили в делительную воронку и экстрагировали органическую часть 20 мл хлороформа (дважды). Сушили органический слой над безводным сульфатом магния, концентрировали до объема 0,2-0,5 мл и проводили тонкослойную и жидкостную хроматографию. Те же растворы и тем же способом выделения органической части использовали для изучения гидратации малатиона.

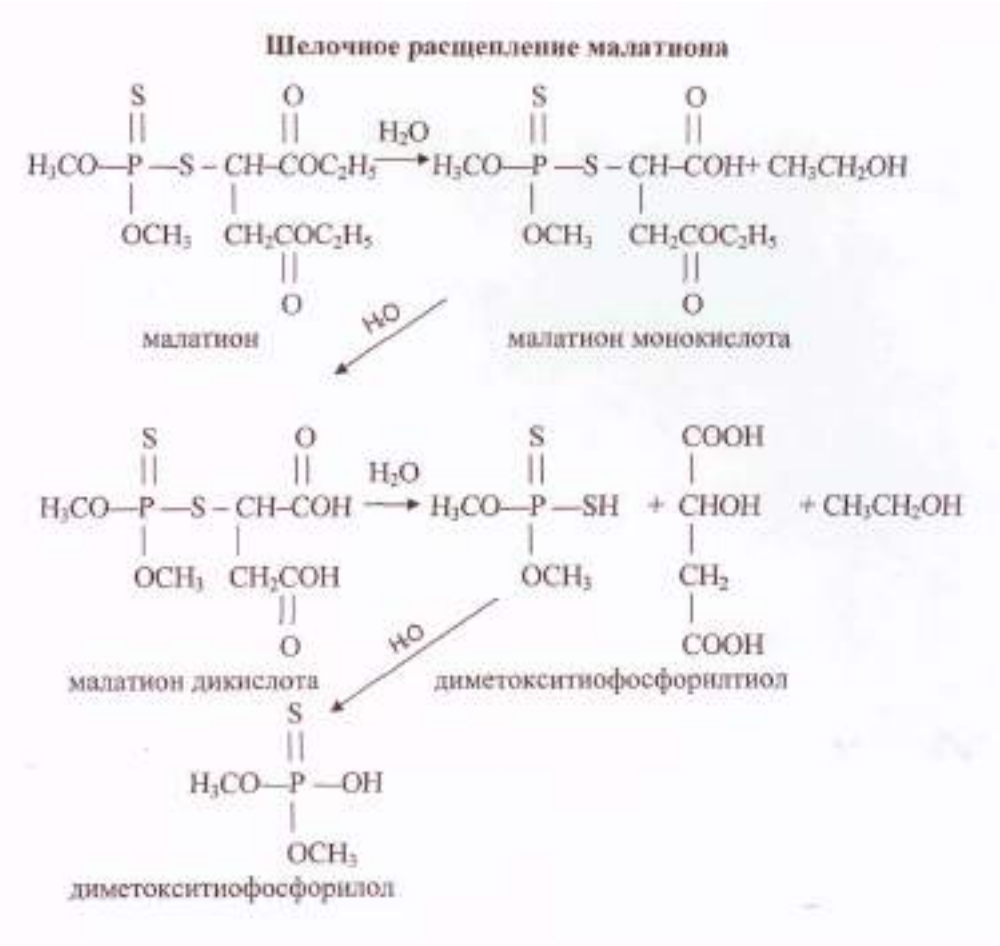
Хроматографичекие исследования проводились высокоэффективным жидкостным хроматографом (системы Water 486-detector, Water 600S- controller, Water 626-Pump), на колонке 250х4 мм микросферическими силикагелевыми сорбентами на поверхности, скорость потока мобильной фазы 1мл/мин, детектор УФ-254 нм. УФ спектр 30 %-ного водного раствора малатиона имеет максимумы поглощения в области 302, 340 и 398,5 Λ.

Результаты и их обсуждение. Деструктивное окисление пестицидов связано с участием в реакции сильных окислителей, таких как хлор, озон, перекись водорода и др. Известно, что хлор в качестве реагента для обезвреживания ФОП не представляет интереса, так как с одними не реагирует, с другими образует более токсичные соединения. Более перспективным реагентом для деструкции ФОП является озон. При правильном подборе режима окисления другие окислители, как перманганат калия и диоксид марганца, неэффективны.

Известно, что основными реакциями распада фосфорорганичеких пестицидов (ФОП) в окружающей среде являются окисление и гидролиз [4,5,7]. Известно, что на скорость гидролиза оказывают влияние следующие факторы: характер заместителей, изменение pH и температуры, присутствие различных катализаторов и растворителей. Необходимо отметить, что малатион стабилен при pH 5,0-7,0 , в то время как быстро распадается в щелочных средах – pH больше 7. Гидролиз – главный путь деградации малатиона в щелочных условиях – проходит через расщепление сложной эфирной связи. Половина малатиона деградируется в этих условиях от 0,2 при pH 0,8 до 21 недели при pH 6,0.

Согласно результатам наших исследований щелочное расщепление малатиона включает в себе образование малатион –монокислоты, малатион–дикислоты, диметокситиофосфорилтиола, диметокситиофосфорилтиола. Изучение кинетики и продуктов гидролиза позволило установить, что щелочной гидролиз ФОП протекает с разрывом связи фосфор-кислород (сера), в то время как при кислотном гидролизе имеет место преимущественно расщепление углерод-кислородного (серного) фрагмента.

При разложении сорбированного на цеолите малатиона образуется О,О-диметилдитиофосфорная кислота, о чем можно судить по окраске при реакции с ионами меди [7]. Быстрое разрушение малатиона, а также его окисленной формы – малаоксона связано с гидролитическим расщеплением сложной эфирной связи, что обусловливает и меньшую токсичность.



Скорость гидролиза малатиона рассчитывается по формуле:

$$C_t = C_0 e^{-kt}, \quad (1)$$

где C_t – концентрация малатиона в текучем моменте,

C_0 – начальная концентрация малатиона,

К – константа скорости.

График C_t/C_0 прямолинейный с наклоном равным К. Константа скорости может иметь следующую связь с половиной жизни деградации:

$$t1/2 = (\ln 2) / k, \quad (2)$$

Скорость гидролиза малатиона увеличивается с увеличением температуры и описывается уравнением Аррениуса:

$$K = Ae^{-Ea/RT}, \quad (3)$$

где K – скорость реакции

E_a – энергия активации

R – газовая константа

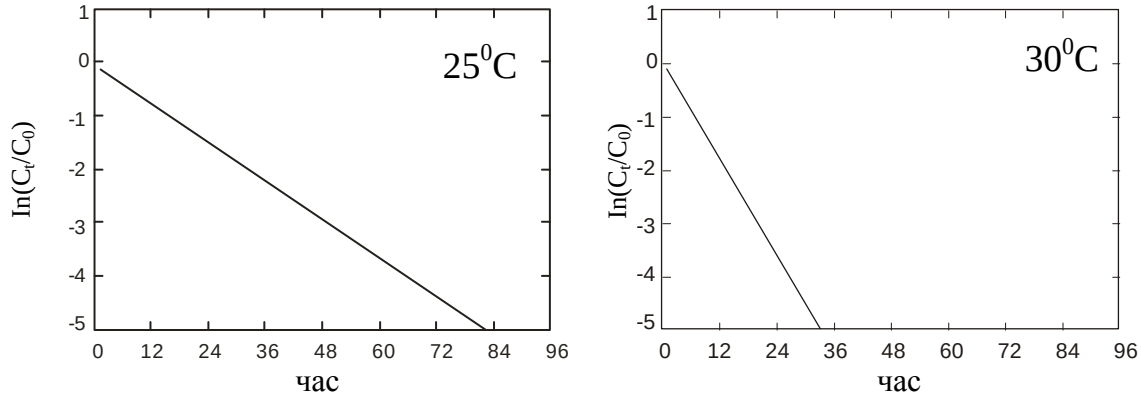
T – температура,

A – характерная константа реакции.

Преобразуя уравнение с привлечением натуральных логарифмов, получаем

$$\ln K = \ln A - E_a/RT. \quad (4)$$

Ниже приведены графики деградации малатиона при 25 и 30 ^{o}C. Половина количества малатиона деградирует в течение 36 часов. При увеличении температуры до 30 ^{o}C то же количество распадается после 24 часов, соответственно энергии активации 18 и 25 ккал/мол.



Метаболизм малатиона в организме животных приводит к образованию продуктов гидролиза: диэтилтиосукциновой кислоты (янтарной) моноэтилового эфира той же кислоты (тиоянтарной кислоты) после гидролиза по углерод-серной связи – в маликовую кислоту, которая далее выступает в реакции с разными молекулами в организме. Второй путь – это окисление, что превращает малатион в малаоксон-малаоксомонокарбоновую кислоту – малаоксон дикарбоновую кислоту – фумаровую кислоту.

В малатионе есть также удобные места для окисления – тионовая сера, серамеркаптогруппы. Ранее для окисления малатиона применяли надуксусную кислоту в безводном хлороформе или в концентрированной азотной кислоте. Однако в последнем случае образовывалось множество примесей, протекали побочные реакции и их окисление заходило бы слышком далеко.

Окисление малатиона приводит к его кислородному аналогу – малаоксону, который обнаруживается как загрязняющее вещество при производстве малатиона, а также при окислении малатиона в воздухе и в земле. Фосфоротиолатная связь в малаоксоне более восприимчива к гидролизу, чем аналогичная связь фософородитиоатного эфира в малатионе.

Изучение озонирования выделенного малатиона проведено в течение 3 часов с наблюдением выделяющегося CO_2 и сравнением инфракрасного спектра (ИК) оставшейся органической части с ИК-спектром исходного малатиона. Полное прекращение выделения газа, а также исчезновение ИК-спектральных данных малатиона свидетельствуют о полном окислении пестицида. Полное окисление сорбированного на цеолите малатиона проходит быстрее окисления свободного малатиона в изучаемых нами условиях. На наш взгляд, данному процессу способствует цеолит как гетерогенный катализатор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галстян Г.Ф., Алексанян А.Р., Давтян В.А., Мартиросян В.Г., Саркизова Ю.С., Казинян А.А.. Использование сельхозотходов в качестве сорбента для удаления органических веществ из водных растворов // Изв. Вузов РФ, серия химия и химическая технология, 2008. – Т. 51. – Вып. 12. – С. 99-101.

2. Гараев Р.С., Изыскание новых лекарственных средств в рядах ФОС, Казанский медицинский журнал. – Т. 89. – № 5. – С. 585-590.

3. Доника А.Д., Ильин В.Я. Основы токсикологии токсичных химических веществ. Волгоград,2009.

4. Клисенко М.А., Гиренко Д.Б., Лейка З.А. Исследование кинетики гидролиза фосфонатов в водной среде // Агрохимия, 1985. – № 5. – С. 87-92.

5. Мельников Н.Н., Волков А.И., Короткова О.А., Пестициды и окружающая среда. – М.: Химия, 1977. –234 с.

6. Торосян Г.О., Давтян В.А., Галоян А.М., Арутюнян С.А. // Известия аграрной науки, 2008. – Т. 6. – № 4. – С. 36-40.

7. Farre M., Franch M., Malato S., Ayllon J., Peral J., Domenech X. Degradation of some biorecalcitrant pesticides by homogeneous and heterogeneous photovcatalytic ozonation // Chemosphere, 2005 (58). – P. 1127-1133.

УДК 631.831

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНОЙ ЗОЛЫ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛАТВИИ

Окманис Модрис, *Латвийский государственный научно-исследовательский институт лесной науки «Силава», **Латвия**, г. Рига, modris.okmanis@gmail.com*

Лаздиня Дагния, *Латвийский государственный научно-исследовательский институт лесной науки «Силава», **Латвия**, г. Рига, dagnija.lazdina@silava.lv*

Гусаревс Игорс, *Латвийский государственный научно-исследовательский институт лесной науки «Силава»,**Латвия**, г. Рига orvi@inbox.lv*

С увеличением потребления древесины в энергетике актуальнее становится проблема утилизации древесной золы. Благодаря низкой себестоимости (является отходом) и химическому составу возможно использование золы для удобрения почвы. Древесная зола содержит необходимые для растений микро- и макроэлементы. Тем не менее возможное содержание тяжёлых металлов ограничивает использование древесной золы в удобрении почвы. Приведены расчеты предельно допустимых доз зольных удобрений в зависимости от типа котельных и соотношения фракций золы

Ключевые слова: древесная зола, химический состав, применение, дозы.

AGROCHEMICAL FEATURES OF WOOD ASH OBTAINED ON THE WOODWORKING AND ENERGY ENTERPRISES OF LATVIA

Okmanis M., Lazdiņa D., Gusarevs I.

With an increase of wood consumption in the energy sector, more actually becomes the problem of utilization of wood ash. Due to its low costprice (a departure) and the chemical composition of the ash can be used for as fertilizer. Wood ash contains the necessary plant micro and macro elements. Nevertheless, the possible content of heavy metals can limit the use of wood ash in forest fertilization.

Key words: wood ash, chemical content, application, dosage.

Введение. Всё большее внимание уделяется использованию возобновляемых энергоресурсов. В Латвии в 2015 году прогнозируется увеличение потребления энергетической древесины на 1.53 млн $м^3$ по сравнению с 2011 годом, в основном в связи с деятельностью когенерационных станций [1]. В результате увеличится и количество золы, требующей утилизации. Одним из альтернативных способов использования золы является удобрение лесной почвы. Древесная зола содержит почти все необходимые для растений элементы. Щелочные и щелочно-земельные металлы в золе снижают кислотность почвы [3,5], что способствует микробиологическим процессам [6], а также позитивно сказывается на росте деревьев. Например, исследования показали, что удобрение золой увеличивает ежегодный прирост лесонасаждений до 4 $м^3/га^{-1}$ [2]. Имеющиеся в золе соединения фосфора (P) обеспечивают долгосрочные резервы этого элемента для развития деревьев и почвопокровных растений.

Химический состав золы зависит от используемого топлива и оборудования для его сжигания. Соответственно качественный состав золы может существенно отличаться в зависимости от используемых технологий энергетических и промышленных предприятий [4]. В Латвии древесину в основном используют небольшие котельные, оснащённые топками с подвижными колосниками, зола которых значительно отличается в зависимости от сезона, качества топлива и рабочего режима. Данные факторы влияют и на концентрацию тяжёлых металлов, что может ограничить использование золы в качестве удобрения.

Материалы и методы. Целью исследования является определение особенностей древесной золы деревообрабатывающих и энергетических предприятий Латвии, использующих древесную биомассу в качестве топлива. Образцы золы были получены с 53 различных котельных в период отопительного сезона 2013-2014 гг. Зола просеиванием была разделена на три фракции: мелкая (размеры частиц менее 3.15 мм), средняя (3.15–16 мм) и крупная (более 16 мм). Образцы золы для физико-химических анализов подготовлены в соответствии со стандартом LVS ISO 11464. Анализы проводились для каждой фракции. Для определения

общего углерода ($C_{общ.}$) использовался элементный анализатор углерода LECO CR-12. Для расчёта содержания органического углерода ($C_{орг.}$) определено содержание карбоната ($C_{карб.}$). Карбонат кальция ($CaCO_3$) определён при помощи кальциметра “Eijkelkamp” с добавлением в образцы золы 20 % соляной кислоты (HCl), в соответствии со стандартом LVS ISO 10693. $C_{орг.}$ Рассчитан разницей $C_{карб.}$ от $C_{общ.}$. Фосфаты определены колориметрически, экстрактом царской водки (смесь концентрированных азотной HNO_3 (65-68 % масс.) и соляной HCl (32-35 % масс.) кислот, взятых в соотношении 1:3 по объёму). Общие, извлечённые царской водкой, калий (K), кальций (Ca), магний (Mg) и марганец (Mn) определены с помощью метода спектрофотометрии пламени в соответствии со стандартами LVS и эксплуатационными указаниями производителя атомно-абсорбционного спектрометра. В атомно-абсорбционном спектрометре, в качестве горючего газа используется ацетилен, а в качестве оксидирующего - воздух, температура пламени 2125 -2400^{o}C. Химический анализ тяжёлых металлов – кадмия (Cd), хрома (Cr), меди (Cu), никеля (Ni), свинца (Pb), цинка (Zn) – проводился в соответствии со стандартом LVS ISO 11047.

Результаты и обсуждение. Как фактор, влияющий на особенности золы, выбрана мощность котла, принимая, что у котла большей мощности выше температура горения. С увеличением мощности котла увеличивается содержание крупной фракции (рисунок 1), что связано со спеканием (фьюзингом) золы при сравнительно более высоких температурах. Спекание частиц начинается при 700^{o}C, и интенсивность спекания возрастает с температурой [8]. В ходе исследований установлено, что 1 м^3 крупной фракции золы на 90 кг в среднем тяжелее мелкой фракции. Независимо от мощности котла мелкая фракция преобладает и составляет не менее 69 % от общей массы золы.

Крупная фракция золы содержит значительно меньше полезных для растений элементов, чем мелкая и средняя фракции (рисунок 2). Так как насыпная плотность крупной фракции выше, чем у прочих фракций, то просеивание с последующим отделением крупной фракции экономически обоснованно. Другими словами, исключается транспортировка относительно тяжёлой и менее ценной части золы.

Рисунок 1 – Механический состав золы в зависимости от мощности котла

Так же как и в других, ранее проводимых исследованиях, так и сейчас можно сделать вывод, что зола очень хороший известковый материал. Используя золу для удобрения почвы, с одной тонны просеянной золы в почву вносится порядка 150 кг кальция. Данное исследование показало, что между влажностью золы и карбонатами кальция и магния существует средней силы (r = 0,79) положительная корреляция. Чем ниже влажность, тем больше содержание кальция и магния оксидов и гидрооксидов, ограничивающих использование золы в вегетативный период во избежание ожога почвопокровных растений. Результаты исследования подтвердили, что в котельных, использующих воду при осаживании зольной пыли, обра-

зуется наиболее подходящая для удобрения зола, которую можно использовать в лесу без дополнительной обработки.

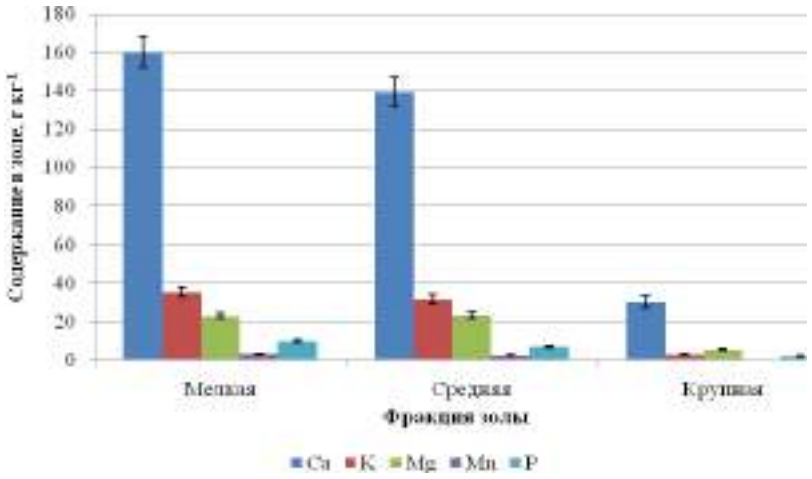


Рисунок 2 – Содержание элементов в различных фракциях золы

Анализируя содержание калия в золе в зависимости от фракции и мощности котла, можно видеть, что более высокая концентрация элемента наблюдается в золе, полученной в котельных меньшей и средней мощности (менее 10 МВт). Температура кипения калия составляет 760^{o}C, поэтому при повышении температуры горения калий испаряется и оседает с сажей в дымоходе или выносится в атмосферу вместе с парами воды [9]. При понижении температуры летучие элементы абсорбируются на мелких частичках золы [7], этим и объясняется большее содержание калия в мелкой фракции золы (рисунок 3).

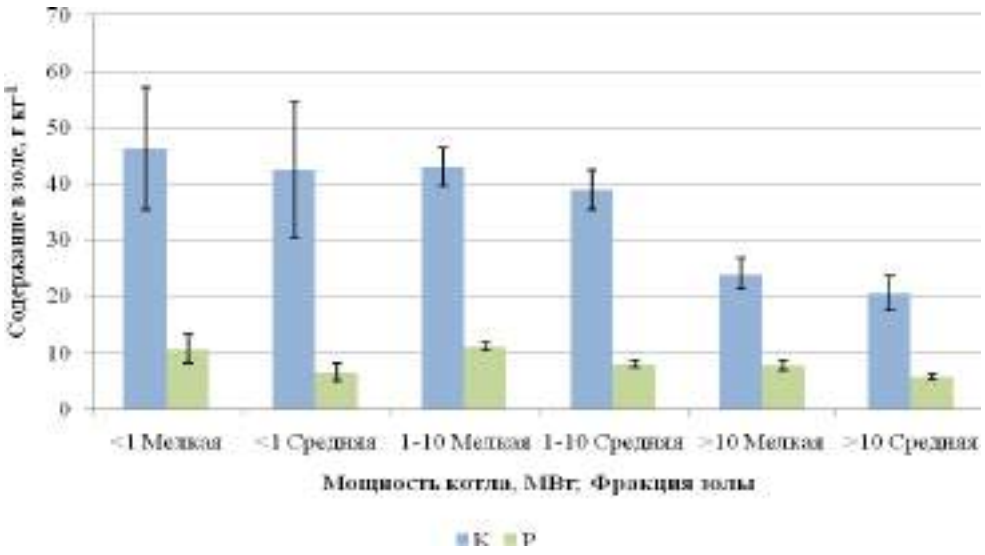


Рисунок 3 – Содержание калия и фосфора в золе

В свою очередь фосфор не является летучим элементом [8], поэтому не наблюдается значимой зависимости между концентрацией данного элемента в золе различных котельных.

Как и калий, кадмий является летучим элементом (температура кипения 767^{o}C), и его содержание в золе зависит от температуры горения. Небольшие, но тем не менее заметные различия в содержании кадмия в золе котельных различной мощности приведены на графике (рисунок 4). Содержание хрома, как нелетучего элемента (температура кипения 2672^{o}C), значительно выше в средней фракции золы, полученной в котельных средней мощности (1-10 МВт).

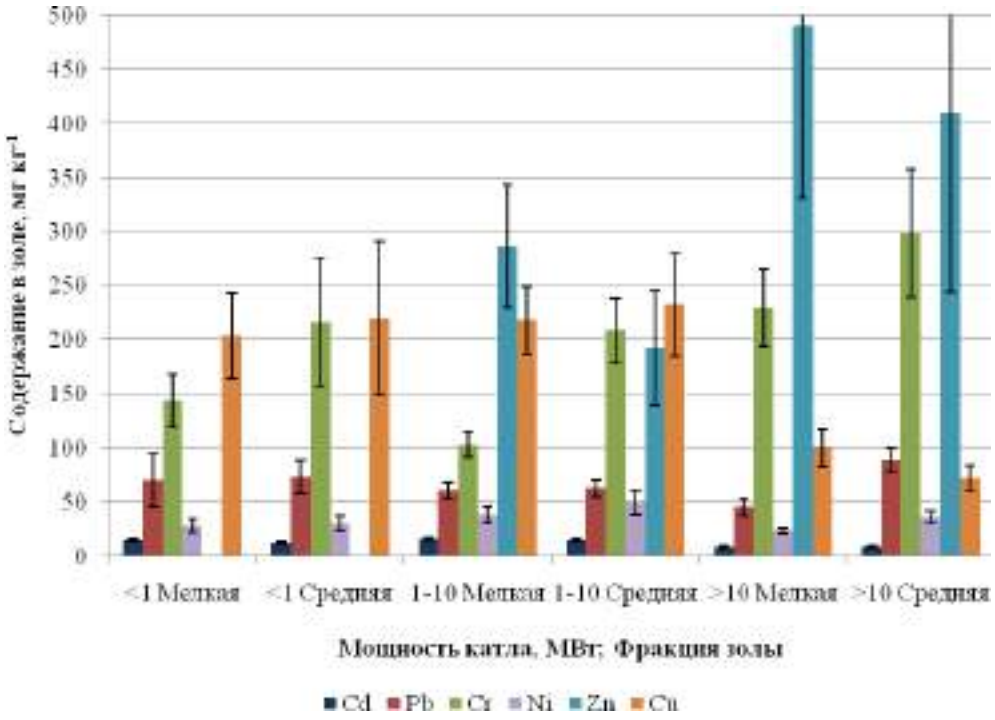


Рисунок 4 – Содержание тяжелых металлов в золе

Не все тяжёлые металлы нежелательны, например цинк и медь являются необходимыми для растений микроэлементами, количество которых, внесённых с удобрениями, необходимо оценивать в зависимости от потребности растений и содержания данного элемента в почве.

Латвийское законодательство не определяет ограничений по использованию древесной золы в удобрении лесной почвы. Единственная директива, по которой можно рассчитать максимально допустимую дозу удобрения, – это предельные значения годовой эмиссии тяжёлых металлов для земель сельскохозяйственного назначения [10]. Содержание кадмия в анализируемой золе ближе всего к предельному значению (30 г/га$^{-1}$ год), что позволяет рассчитывать максимально допустимую дозу удобрения по данному элементу. В просеянной золе (мелкая фракция) содержание кадмия в среднем 13.5 мг кг$^{-1}$, и максимально допустимая дозатакой золы составляет 2.22 т/га$^{-1}$, в свою очередь, содержание кадмия в непросеянной золе ниже и доза удобрения составляет 2.38 т га$^{-1}$. Хотя допустимая доза удобрения для непросеянной золы выше, но вносимое количество данного материала меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1.Būmanis K., Krasavcevs I., Liše S., Stepiņa A. Koksnes biomasas izmantošanas enerģijas ieguvē monitorings. Pētījums. Jelgava: MEKA, 2012. – 78 l p.

2. Emilsson S. From extraction of forest fuels to ash recycling. International handbook. Swedish forest agency. 2006. – 48 p.

3. Ozolinčius R., Varnagiryte I., Armolaitis K., Karltun E. Initial Effects of Wood Ash Fertilization on Soil, Needle and Litterfall Chemistry in a Scots Pine (Pinus sylvestris L.) Stand. Baltic Forestry. 2005. – P. 59-67.

4. Pitman R. M. Wood ash use in forestry – a revew of environmental impacts. Forestry Vol. 79, No. 5, 2006.. – P. 563-588.

5. Saarsalmi A.,Mälkönen E., Piirainen S. Effects of Wood Ash Fertilization on Forest Soil Chemical Properties, Silva Fennica 35(3), 2001. – P. 355-368.

6. Saarsalmi A., Smolander A., Moilanen M., Kukkola M. Wood ash in borel, lowproductive pine stands on upland and peatland sites: Long-term effects on stand growth and soil properties. *Forest Ecology and Management, 327,* 2014. – P. 86-95.

7. Saqib N., Bäckström M. Trace element partitioning in ashes from boilers firing pure wood or mixtures of solid waste with respect to fuel composition, chlorine content and temperature. Waste Management 34, 2014. – P. 2505-2519.

8.Vassilev S., Baxter D., Andersen L., Vassileva C. An overview of the composition and application of biomass ash. Part 1. Phase-mineral and chemical composition and classification. Fuel 105, 2013 – P. 40-76.

9. Vassilev S., Baxter D., Vassileva C.An overview of the behavior of biomass during combustion: Part I. Phase-mineral transformations of organic and inorganic matter. Fuel 112, 2013 – P. 391-449.

10. Latvijas Republikas Ministru kabinets. Smago metālu gada emisijas robežvērtības lauksaimniecībā izmantojamās augsnēs. 10. pielikums Ministru kabineta 2006.gada 2.maija noteikumiem Nr.362. Доступно: http://likumi.lv/doc.php?id=134653, (Просм. 10.01.2015.)

УДК 630*232.32

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ СПОСОБОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОГО И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Копытков Владимир Васильевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», **Республика Беларусь**, г. Гомель, kopvo@mail.ru*

Представлены результаты исследований получения дражированных семян с использованием растительных полисахаридов и отходов химического производства. Определены оптимальные концентрации целевых добавок и изучены физико–химические свойства дражированных семян. Даны сравнительные результаты исследований физико–химических свойств дражированных семян в зависимости от размера фракции растительных полисахаридов и целевых добавок.

Ключевые слова: предпосевная обработка, дражирование, отходы химического и лесохозяйственного производства

PROSPECTS OF USE OF NEW WAYS OF PREPLANT PROCESSING OF SEEDS WITH THE USE OF WASTES OF CHEMICAL AND SILVICULTURAL PRODUCTION

Kopytkov V.V.

Results of researches of obtaining of pelletted seeds with the use of vegetable polysaccharides and wastes of chemical production are presented. The optimum concentration of target additives have been defined and physical and chemical properties of pelletted seeds have been studied. Comparative results of researches of physical and chemical properties of pelletted seeds depending on the size of fraction of vegetable polysaccharides and target additives have been presented.

Keywords: preplant processing, pelleting, wastes of chemical and silvicultural production

Введение. Одним из наиболее эффективных способов посева семян является точечный, или адресный посев с помощью помещения семян в органоминеральную гранулу. В такой грануле имеется весь набор макроэлементов, микроэлементов, стимуляторов роста и других целевых добавок для успешного прорастания семян и хорошего роста растений. От подготовки семян к посеву в значительной степени зависит грунтовая всхожесть, сроки появления всходов, количество всходов на 1 погонном метре и качество сеянцев.

В последние годы разработаны перспективные технологии предпосевной обработки семян методом дражирования [4,9]. Во многих странах дражирование семян используется в сельском хозяйстве [11,12]. Для получения дражированных семян сельскохозяйственных культур в Беларуси используют импортные препараты. «Опытная станция по сахарной свекле» ежегодно использует английский препарат «Бленда» [12]. Анализ научных разработок

[3,13] показывает, что для получения дражированных семян можно использовать различные органоминеральные компоненты и отходы химической промышленности. Нами впервые разработаны и исследованы новые композиционные полимерные составы для получения дражированных семян сосны обыкновенной, сахарной свеклы и саксаула черного.

Для повышения интенсификации и рентабельности работы лесных питомников требуется изыскание новых высокоэффективных способов предпосевной обработки семян. Разработка таких способов возможна при использовании достижений науки в различных областях знаний. Это может быть достигнуто на основе совершенствования агротехнологии, обеспечивающей интенсивное и целенаправленное выращивание сеянцев и применению новых композиционных полимерных препаратов для точечного высева дражированных семян.

Целью наших работ являются исследования получения дражированных семян лесных и сельскохозяйственных растений с использованием различных отходов химического и лесохозяйственного производств.

Материалы и методы исследований. Разработка композиционных полимерных составов (КПС) с различными целевыми добавками для дражирования семян проводилась путем сочетания компонентов различных концентраций и природы. Для исследования были использованы экологически безопасные водорастворимые полимеры, а также отходы химического (фосфогипс) и лесохозяйственного (растительные полисахариды – опилки, кора) производства.

Изучение структуры композиционных полимерных препаратов для дражирования семян проводили методом ИК спектроскопии на спектрофотометре «Nicolet 2400». Оптическую плотность характеризовали интенсивностью поглощения (D), которую определяли методом базовой линии. В качестве характеристических полос использовали полосу 3350 $см^{-1}$, которую можно отнести к внутримолекулярным водородным связям, и полосы 3405 и 3305 $см^{-1}$, относящиеся к межмолекулярным водородным связям [1].

Основные свойства покрытий изучали с использованием шкалы оценок долговечности по данным профессора Корецкой Л.С. [5]. Реологические свойства разработанных составов исследовали на ротационном вискозиметре «РЕОТЕСТ 2.1» в режиме постоянных скоростей сдвига в диапазоне 3– 1312 $с^{-1}$ с рабочим узлом типа «цилиндр – цилиндр» в интервале температур 18–50°С.

Определение влагоудерживающей способности проводили весовым методом на аналитических весах ВЛР– 200 второго класса точности [6].

Важными критериями при выборе ингредиентов состава является их влагоудерживающая способность и качество полученных дражированных семян.

Наработка экспериментальных и опытных партий композиционных полимерных препаратов с различными целевыми добавками осуществлялась в лабораторных условиях ИММС НАН Беларуси им. В.А. Белого и ИЛ НАН Беларуси. Наработка экспериментальных и опытных партий дражированных семян сосны, сахарной свеклы и саксаула черного осуществлялась на грануляторах, изготовленных в Беларуси [7,8].

Полученные результаты исследований обработаны методами математической статистики, а оптимизация составов выполнена с применением симплекс–решетчатого метода планирования эксперимента [2,10].

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования по получению дражированных семян и изучению КПС проведены в соответствии с рисунок 1.

Как видно из данного рисунка при разработке и исследовании полимерных составов для получения дражированных семян большое внимание уделяется выбору ингредиентов. После выбора органических и минеральных ингредиентов при проведении лабораторных испытаний осуществляется оптимизация полимерных составов. Для увеличения влагоудерживающей способности нами были получены полимерные взаимопроникающие сетки (ПВС). Получение ПВС на основе самых различных по химическому строению полимеров позволяет получать материалы с широким диапазоном физико–химических и адгезионных свойств. Влагоудерживающая способность КПС может увеличиваться до 1500 г воды на 1 г полимера.

При разработке технологии получения дражированных семян важным этапом является не только правильный выбор органоминеральных веществ (ОМС) и отходов производства, но и установление их оптимальных концентраций. Можно правильно подобрать ингредиенты, но при использовании их в запредельных концентрациях значительно ухудшаются физико–химические свойства дражированных семян, уменьшаются биометрические показатели растений и, как следствие, снижается выход стандартного посадочного материала.

На рисунке 2 дана схема предпосевной подготовки семян лесных пород.

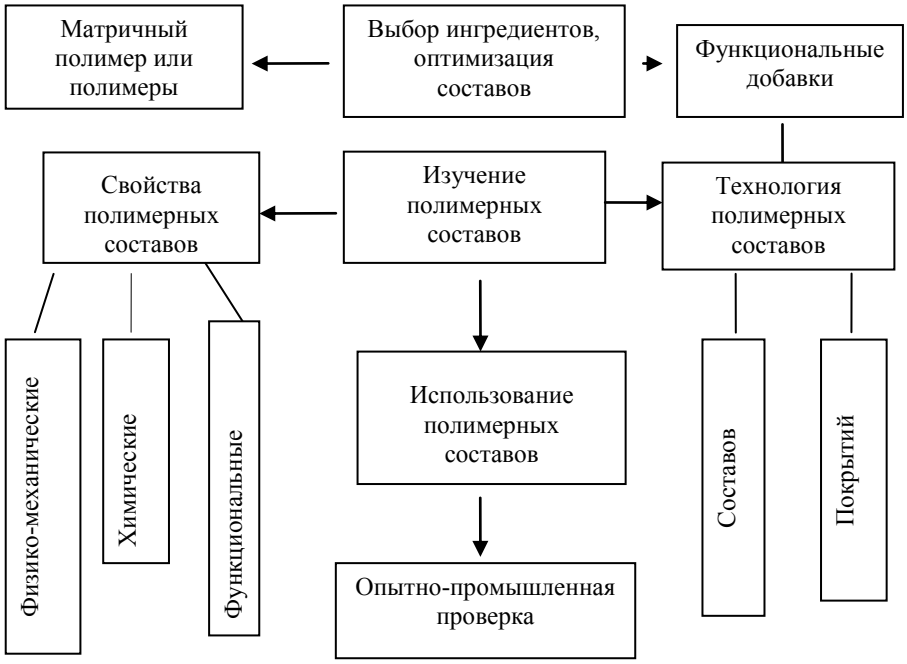


Рисунок 1 – Схема разработки и исследования полимерных составов

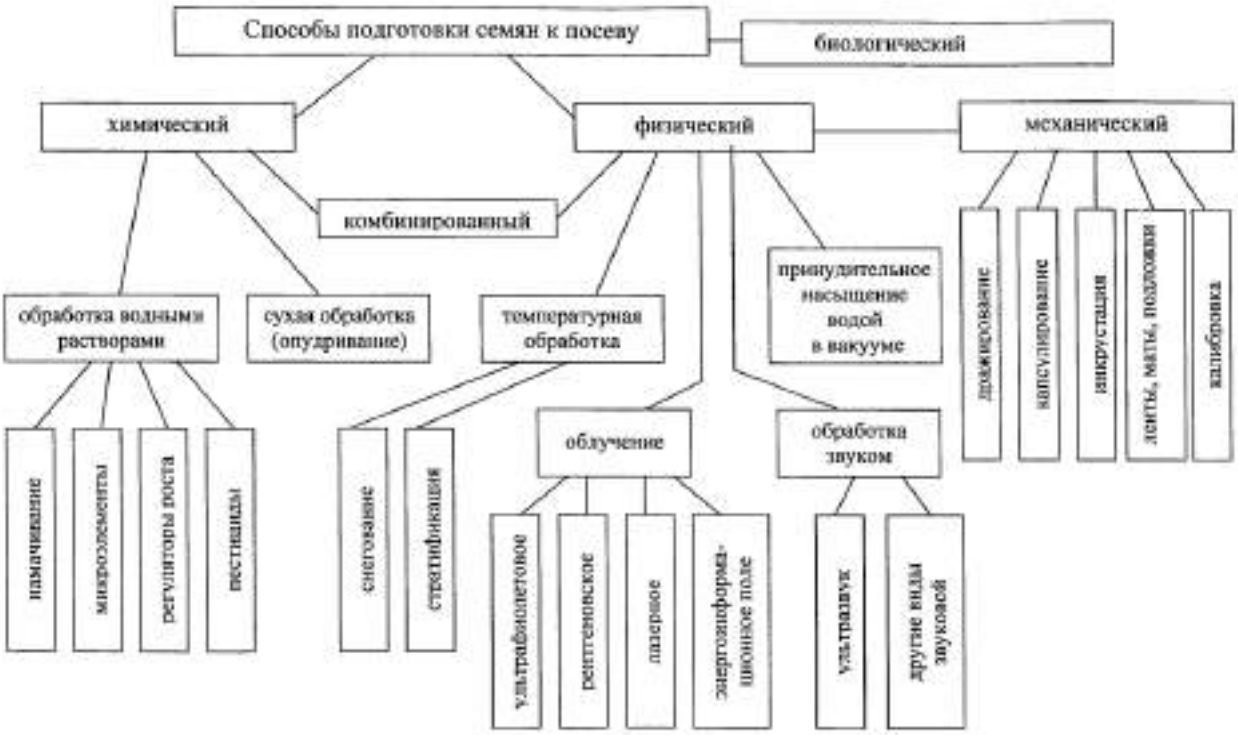


Рисунок 2 – Способы предпосевной подготовки лесных семян

На основе патентного и литературного обзора, а также на основе собственных разработок определены КПМ и на их основе были наработаны различные модификации опытных партий композиционных полимерных препаратов. Опытные партии КПП отличались между собой соотношением ингредиентов и размером фракций органических и минеральных веществ. Как показали наши исследования растительные полисахариды фракцией от 500 до 600 мкм не подходят для получения качественных дражированных семян из-за высокой шероховатости поверхности и, как следствие, очень слабой прочности гранул. Кроме того, вокруг отдельных крупных частиц растительных полисахаридов наблюдается эффект «самонакатки», т.е. происходит дражирование крупной частицы полисахарида.

Наилучшие показатели качества полученных дражированных семян зафиксированы на вариантах с использованием растительных полисахаридов фракций 350–400 мкм, взятых из средней части древесины. Прочность гранул дражированных семян при сжатии таких фракциях была максимальной и составила 28–31 Н. Анализируя полученные опытные партии дражированных семян на этих вариантах опыта, можно сказать, что практически 100 % семян имели оптимальный размер гранул (3–5 мм), а их прочность позволяет использовать при механизированном посеве в лесных питомниках для выращивания посадочного материала. При этом в каждой грануле было одно семя. При механизированном посеве можно использовать различные сеялки. Дражированные семена на основе композиционного состава имеют оптимальную по плотности оболочку – 20–25 Н. Такая оболочка не разрушается высевающим аппаратом сеялок и обладает хорошей водопоглотительной способностью и набухающими в почве свойствами, что оказывает стимулирующее действие на всхожесть семян и энергию их прорастания.

При отсутствии в композиционном составе хотя бы одного из ингредиентов, получить драже требуемого размера не представляется возможным (происходит так называемое инкрустирование семян). Это связано с тем, что раствор водорастворимого полимера не способен на семени удерживать не только стимуляторы роста, но и свою собственную массу.

Проведенные расчеты показывают, что затраты на дражирование 1 кг семян саксаула черного необходимо 0,4 кг композиционного полимерного препарата, а для семян сосны соответственно 0,3 кг.

Нами проведены сравнительные исследования различных видов дражированных семян. В таблице 1 представлены полученные результаты по влиянию различных растительных полисахаридов на физико–химические показатели полученных дражированных семян саксаула черного.

Таблица 1 – Сравнительные результаты исследований физико–химических свойств дражированных семян саксаула черного в зависимости от растительных полисахаридов

Исследуемые параметры	Полисахариды на основе опилок березы		Полисахариды на основе опилок сосны		Полисахариды на основе опилок саксаула черного	
Размер частиц, не более мкм	350	400	350	400	350	400
Водопоглошение за 80 с, %	29	27	25	22	19	16
Прочность при сжатии, Н	19	17	29	28	33	31
Прочность при сжатии, Н (после выдержки в течение суток при относительной влажности 90 %)	12	11	19	17	21	22

Анализируя полученные данные физико–химических свойств разработанных композиционных полимерных составов, можно сказать, что водопоглощение зависит от используемых различных растительных полисахаридов. Прочность при сжатии после выдержки в течение суток при относительной влажности 90 % во втором варианте опыта на 54– 58 % ниже по сравнению с первым вариантом опыта. Физико–химические свойства исследуемых препаратов во многом зависят от их размера частиц. Фракции используемых ингредиентов и целевых добавок для получения композиционного препарата в первом варианте опыта не превышали 350 мкм, а фракция на втором варианте опыта доходила до 400 мкм.

В таблице 2 представлены сравнительные характеристики физико–химических свойств древесины различных пород.

Анализ данной таблицы показывает, что древесина саксаула черного имеет наибольшую плотность и самую низкую влажность. По калорийности она превосходит древесину других пород. Анализ таблиц 1 и 2 позволяет сделать вывод, что древесина саксаула, благодаря своим физическим свойствам не подходит в качестве ингредиента для дражирующей массы. Наиболее эффективными растительными полисахаридами являются сосна и береза, взятые из средней части древесины.

Таблица 2 – Физико–химические свойства древесины различных пород

Органические вещества	Древесная порода			
	сосна	саксаул	дуб	береза
Лигнин, %	21,3– 27,05	28,4– 29,3	22,5	19,1– 20,4
Галактан, %	1,5– 3,8	9,0	нет	1,3
Плотность, кг/м^3	510	750– 1250	550– 740	550– 740
Коэффициент объемной усушки, %	0,47 и более	0,47 и более	0,40– 0,47	0,47 и более
Минеральные соединение, дающие при сгорании золу, %	0,17– 0,2	3,5	0,27	0,14– 0,47
Пористость, %	46– 81	36,6	32– 80	32– 80
Влажность, %	88,0	9,0	70,0	78,8

Для оптимизации ингредиентов различных составов широкое распространение получил симплекс–решетчатый метод планирования эксперимента. План эксперимента для кубической решетки на основе матрицы планирования трехфакторного эксперимента включает 10 опытов. Данная матрица и значения функций откликов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица планирования эксперимента и значения функций отклика

№ опыта	Матрица планирования в кодированных значениях			Матрица планирования в натуральных значениях, %			Функция отклика	
	РПС (x)	NaКМЦ (y)	ЦД (z)	РПС	NaКМЦ	ЦД	Y_1, %	Y_2 ,МПа
1	1	0	0	0,6	0	0	34	1,30
2	0	1	0	0	10	0	32	2,01
3	0	0	1	0	0	90	37	0,04
4	1/3	2/3	0	0,6/3	20/3	0	33	17,27
5	2/3	1/3	0	1,2/3	10/3	0	33	22,23
6	0	1/3	2/3	0	10/3	30	22	33,30
7	0	2/3	1/3	0	20/3	60	21	16,12
8	2/3	0	1/3	1,2/3	0	30	23	19,18
9	1/3	0	2/3	0,6/3	0	60	21	4,37
10	1/3	1/3	1/3	0,6/3	10/3	30	23	11,62

Примечание: Y_1 – количество испарившейся влаги спустя 8,5 часов с момента проведения эксперимента (относительная влажность воздуха 75 %), %; Y_2– прочность при сжатии, МПа. РПС – растительные полисахариды, ЦД – целевые добавки (фосфогипс)

Для описания зависимостей «состав–свойство» и оптимизации ПС по полученным значениям функций отклика при помощи программы «Статистика» [12] были получены уравнения второго порядка для трехкомпонентной смеси:

$$Y_1 = 34{,}125 \cdot x + 17{,}247 \cdot y + 46{,}243 \cdot z + 5{,}484 \cdot x \cdot y + 6{,}634 \cdot x \cdot z - 57{,}694 \cdot y \cdot z + 41{,}138 \cdot x \cdot y \cdot z$$

$$Y_2 = 1{,}399 \cdot x + 1{,}348 \cdot y + 4{,}412 \cdot z + 17{,}308 \cdot x \cdot y + 14{,}124 \cdot x \cdot z - 24{,}137 \cdot y \cdot z + 14{,}356 \cdot x \cdot y \cdot z$$

Важными критериями при выборе РПС является не только их влагоудерживающая, но и структурирующая способности (обуславливает технологичность процесса). Изучено влияние концентрации РПС на условную вязкость растворов с содержанием NaКМЦ=5 % (при других концентрациях NaКМЦ и при условии, что растворы не переходят в гель (концентрация NaКМЦ не выше 8 %) закономерности изменения условной вязкости аналогичные). Полученные результаты представлены в таблице4.

Анализ данной таблицы позволил установить резкое возрастание вязкости независимо от природы используемого РПС. Это можно объяснить хорошей структурирующей способностью выбранных наполнителей.

Таблица 4 – Влияние целевых добавок на условную вязкость полимерного состава на основе растительных полисахаридов (РПС) и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ)

Концентрация наполнителя, %	Целевые добавки		
	условная вязкость, с		
	РПС (сосна)	РПС (береза)	РПС (дуб)
0	156	156	156
5	190	171	183
7	205	180	201
10	270	207	220
15	287	224	253
20	325	278	305

Примечание – РПС – растительные полисахариды (опилки)

В составах между наполнителями и водорастворимыми полимерами возникает адгезия, а наличие границы раздела полимер – РПС способствует уменьшению конформационных наборов макромолекул в поверхностном слое. На поверхности твердых частиц происходит понижение плотности упаковки полимера, что связано с затруднением протекания релаксационных процессов при формировании наполненного полимера из раствора.

Установлено, что при введении различного рода РПС влагоудерживающая способность возрастает. Для сравнительного анализа нами были исследованы различные составы с одинаковым содержанием РПС 5 мас. % (относительная влажность воздуха 85 %). Экспериментальные данные свидетельствуют, что спустя 30 часов после начала эксперимента из составов как на основе одного водорастворимого полимера, так и одного РПС испарилось около 90 % влаги, в то время как из составов с РПС (древесная мука – береза) испарилось 60 %, с РПС (древесная мука – дуб) – 67 % и с РПС (древесная мука – сосна). Это обусловлено тем, что выбранные наполнители способны хорошо связывать воду.

Как видно сочетание в составе РПС и водорастворимого полимера значительно увеличивает влагоудерживающую способность. Все компоненты органической части по своей природе гидрофильны и способны интенсивно сорбировать влагу из воздуха. В результате частичного испарения влаги макромолекулы водорастворимых полимеров уменьшаются в размерах и, благодаря, пленкообразующей способности и высокой адгезии последних, закупоривают поры, что препятствует испарению влаги.

Наилучшей влагоудерживающей способностью обладает полимерный состав с концентрацией наполнителя 35–65 %. В этом интервале концентраций влагоудерживающая способность изменяется всего на 2– 3 %. В таком интервале концентраций наблюдается максимальное взаимодействие водорастворимый полимер – РПС. При снижении концентрации наполнителя не все макромолекулы водорастворимого полимера на нем адсорбируются, в результате чего образуются полимерные прослойки не способные удерживать такое же количество влаги, как и наполнитель.

Оптимальные значения концентраций ингредиентов ПС для максимальных значений влагоудерживающей способности и прочности при разрыве различны, то на основании применения коэффициентов значимости, определяем концентрации, которые будут способствовать оптимальному проявлению сразу двух факторов. В таблице 5 на основании проведенных расчетов представлена оптимальная концентрация ингредиентов в полимерном составе.

С целью недопущения седиментации РПС в технологическом плане рекомендовано их перемешивание через интервал времени равный 15–20 минутам.

Толщина стенок композиционного препарата на дражированных семенах может отличаться существенно в зависимости от величины семени и времени дражирования. Толщина стенок дражирующей массы на семенах может существенно отличаться в зависимости от

массы и биометрических показателей семян. При уменьшении размеров семян уменьшается толщина композиционного покрытия.

Таблица 5 – Оптимальная концентрация ингредиентов по функциям откликов Y_1, Y_2 в полимерном составе

Компонент	Мас. %
Растительные полисахариды (опилки сосны)	60– 70
Натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы	8– 12
Фосфогипс	2– 4
Стимулятор роста (экосил)	4– 6
Вода	остальное

Определение количественных показателей семян саксаула черного позволила установить, что масса 1000 шт. семян составляет 2 г, что в 3,0 – 3,5 раза меньше по сравнению с массой 1000 шт. семян сосны обыкновенной. При дражировании семян сосны обыкновенной соотношение между массой композиционных препаратов и массой семени, в среднем, составило 1:3, а при дражировании семян саксаула черного это соотношение равно 1:4.

Анализируя полученные данные физико–химических свойств опытных партий дражированных семян саксаула черного, можно отметить следующую закономерность. При увеличении размера частиц растительных полисахаридов с 350 до 600 мкм снижается прочность при сжатии гранул и водопоглощение. Оптимальная прочность при сжатии гранул получена при размере частиц не более 400 мкм.

Выводы. Анализ литературных данных показывает, что в настоящее время для дражирования семян, в том числе, саксаула черного существуют три основные способа: 1 – гранулирование семян дражиратором тарельчатого типа; 2 – прессование гранул органоминеральной смесью шнековыми или роторными экструдерами; 3 – штамповка (выдавливание таблеток).

Первый способ получения гранулированных семян саксаула черного на основе использования дражиратора тарельчатого типа обеспечивает размещение каждого семени в органоминеральную гранулу. Большие требования предъявляются к композиционным полимерным препаратам и целевым добавкам. При данном способе гранулирования необходимо иметь семена только 1–го класса качества и чистота семян должна быть не менее 90–95 %. Недостатком данного способа получения дражированных семян является низкая производительность грануляторов (6–8 кг/смену).

При втором способе получения гранулированных семян используют прессование органоминеральной смеси шнековыми или роторными экструдерами. Данный способ позволяет гранулировать семена с различной степенью чистоты. Однако в органоминеральной грануле может размещаться не одно, а два–три семени. Производительность этого способа значительно выше по сравнению с предыдущим и составляет 50 кг/смену.

Третий способ получения гранулированных семян штамповкой или выдавливанием таблеток имеет самую низкую производительность и обладает сложностью конструкций оборудования, а также нерационально используются исходные дорогостоящие ингредиенты. Производительность данного способа 30 кг/смену.

Дана методология исследований физико–химических свойств композиционных полимерных материалов и представлены свойства химически сшитых материалов с высокой адсорбционной способностью. Осуществлен выбор водорастворимых полимеров и ингредиентов природного происхождения, необходимых для получения оптимальных физико–химических свойств дражированных семян. Установлено, что растительные полисахариды, фосфогипс и натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы оптимально подходят для приготовления составов, используемых для получения дражированных семян саксаула черного и сосны обыкновенной. В качестве ингредиента природного происхождения рекомендовано использовать растительные полисахариды фракцией не выше 350– 400 мкм из средней части древесины, которые способствуют образованию в грануле высокопрочных и эластичных покрытий с высокой влагоудерживающей способностью. Для получения 1 кг дражированных

семян саксаула черного необходимо 0,4 кг композиционного полимерного препарата с целевыми добавками.

При выращивании стандартного посадочного материала сосны и саксаула черного в Казахстане нарабатываются дражированные семена и используются в постоянных лесных питомниках резервата «Семей орманы». В условиях Беларуси созданы лесные культуры на радиоактивно загрязненных землях на площади более двух тысяч гектар с использованием автосева и аэросева дражированных семян.

С использованием программного пакета «STATISTICA 8.0» были рассчитаны коэффициенты уравнений регрессии и с их помощью установлена оптимальная концентрация ингредиентов: растительные полисахариды из средней части древесины (сосновая древесная мука) (60–70 мас. %), натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (8–12 мас. %), фосфогипс (2–4 мас. %), стимулятор роста (экосил) (4–6 мас. %), вода – остальное.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипенко В.И., Буракова В.С., Чернявский А.Ф. Спектроскопия плазмы и природных объектов. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 488 с.
2. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука. – 1984. – 424 с.
3. Копытков В.В., Каверин В.С., Боровков А.В., Копытков В.Вл., Таирбергенов Ю.А. Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно–климатических условиях Беларуси и Казахстана. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 509 с.
4. Копытков В.В., Кулик А.А., Копытов В.Вл., Сак В.Б. Технология получения дражированных семян на основе композиционных полимерных материалов. – Гомель, 2008. – 165 с.
5. Корецкая Л.С. Атмосферостойкость полимерных материалов. – Мн.: Навука і тэхніка, 1993. – 206 с.
6. Материалы лакокрасочные. Метод определения эластичности при изгибе: ГОСТ 6806–73. – Введено 01.07.74. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 5 с.
7. Рекомендации по технологии дражирования семян саксаула. Гомель-Астана. 2011. – 13 с.
8. Рекомендации по технологии дражирования семян сосны. Гомель-Астана. 2011. – 12 с.
9. Родин, С.А., Родин А.Р., Попов Н.Я. Интенсификация выращивания лесопосадочного материала. – М.: Агропромиздат, 1989. – 78 с.
10. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика. – Мн.: Вышэйшая школа, 1967. – 326 с.
11. Способ получения дражированных семян: а.с. 1400528 SU, МПК А 01 С 1/06 / И.И. Ярчук, Л.Р. Пивоваров, Л.П. Михайленко, Т.Г. Лощак др.; заявитель – Днепропетровский сельскохозяйственный институт.– № 4017694/30– 15, заявл. 03.02.86; опубл. 07.06.88.
12. Способ предпосевной обработки семян сахарной свеклы: Пат. RU 2142215, МПК А 01 С 1/00 / Р.А. Юусов; заявитель – Р.А. Юусов. – № 98119034/13; заявл. 10.19.1998; опубл. 12.10.1999.
13. Seeds, coated or impregnated with a PPFM: Пат. 5512069 США, МПК7 А 01 С 1/06 / Holland Mark A, Pollacco Joseph C; заявитель – Salisbary State University. – заяв. 31.03.1995; опубл. 30.04.1996.

УДК 631.55

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВ УЗБЕКИСТАНА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СНИЖЕНИЕ ОТХОДОВ ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОКОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР

Астанакулов Комил Дуллиевич, *кандидат технических наук, Узбекский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства,* ***Республика Узбекистан****, п. Гулбахор, komil_uzmei@mail.ru*

Проводится сравнительный анализ различных способов уборки зерноколосовых культурр. Анализ массы 1000 зёрен, выбор оптимальности срока уборки и применение соответствующей техники позволяет сократить потери зерна, подготовить поле для вторичного посева в т.ч. крестьянских и фермерских хозяйствах. Полученная солома также находит различное применение.

Ключевые слова: отходы уборки зерноколосовых культур, потери зерна, солома, сроки сева, технические средства для крестьянского хозяйства.

RESEARCH OF TECHNOLOGY AND TECHNICAL RESOURCES FOR THE PEASANT ECONOMY OF UZBEKISTAN, WHICH REDUCES WASTE WHILE HARVESTING GRAIN CULTURES

Astanakulov K.D.

Comparative analysis of different methods of harvesting grain cultures is performed. Analysis of the mass of 1000 seeds, the choice of optimum terms of harvesting and the use of appropriate technology to reduce the loss of grain, to prepare the field for the secondary sowing in the country and farms. Obtained straw also locates various applications.

Keywords: wastes of harvesting of grain cultures, grain losses, straw, terms of sowing, technical means for the peasant economy**.**

Введение. Повышение эффективности земледелия на основе разработки безотходных машинных технологий, в том числе и уборки зерновых культур, является одной из актуальных задач в крестьянских хозяйствах Узбекистана. В Узбекистане зерноколосовые культуры вместе с фермерскими хозяйствами выращиваются и в крестьянских хозяйствах, имеющих площади посева от 0,35 до 1 гектара. В них производится более 15 % зерна от общего объема производства. Сложность уборки зерноколосовых культур в крестьянских хозяйствах заключается в том, что из-за мелкоконтурности полей невозможно убирать урожай прямо зерноуборочными комбайнами и применять другие машины для переработки незерновой части урожая.

В результате этого в крестьянских хозяйствах зерноколосовые культуры скашиваются разными средствами и вывозятся с полей, собираясь в скирдах или стогах. После этого хлебная масса обмолачивается с помощью зерноуборочных комбайнов и урожай делится на две части, т.е. на зерновую и незерновую. Полученное зерно и солома отправляются на хранение для нужд хозяйств. Однако во время уборки и переработки зерна и незерновой части урожая, образуются отходы в виде остатков урожая. Это приводит к увеличению потерь урожая и засоренности полей, улиц и дворов крестьянских хозяйств. Вместе с тем в Узбекистане имеется возможность получения двух урожаев в год, если обеспечивается ранняя уборка зерноколосовых культур и своевременный посев повторных культур.

В результате возникает проблема разработки способа уборки зерноколосовых культур, позволяющего уменьшить потери урожая и отходов, а также раннее освобождение полей для сева повторных культур.

Материалы и методы исследования. Технологии уборки зерноколосовых культур изучались с помощью материалов из монографий, научно-технических журналов и отчетов, а также по материалам интернета. Исследования по определению оптимального срока ранней уборки зерноколосовых культур и дозревания зерна после уборки проводились вместе с специалистами НИИ зерна и зернобобовых культур в орошаемом земледелии. Многолетние опыты проводились на сортах пшеницы Чиллаки, Крошка, Бобур и Краснодарская-99. Отбор проб начали 14-20 мая и продолжали до 10 июня.

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение технологии уборки зерновых культур показывает, что в настоящее время в мировой практике существуют в основном 3 вида технологий уборки. Это уборка зерновых прямым комбайнированием, раздельная убор-

ка и уборка зерновых культур с последующей обработкой их на стационаре. В настоящее время в странах мира, учитывая особенности, разработаны различные частные виды этих трех технологий, и они считаются оптимальными для тех мест [1-6]. Например, в США, Канаде, Аргентине, Австралии и Европейских странах, а также в Узбекистане больше применяется прямое комбайнирование, а в России, Казахстане, Украине и северной части Европы больше применяется раздельный способ. Технология уборки зерновых с обработкой на стационаре наилучший эффект дает в мелких земельных участках и поэтому больше применяется в Индии, Китае, Вьетнаме и в других странах Азии.

Однако были разработаны различные виды стационарной технологии в странах, где применяются прямое комбайнирование и раздельная уборка зерновых культур. Например, в США «Хард берж», в Канаде «Меклеод Харвест», в Швеции «Кокумс аграр», в России «Невейка», «Трехфазная», в Украине «Индустриал», в Казахстане «Копенная», в Латвии «Гигрокомплекс», Японии и других странах Азии «Сноповой» и другие.

Анализ вышеприведенных технологий показывает, что по первой технологии уборка зерновых культур осуществляется зерноуборочными комбайнами после их полного созревания и при влажности зерна и стеблей менее 18 %. Эта технология дает возможность ускоренной уборки зерновых культур, но не дает возможности ранней уборки.

По второй технологии уборка зерновых начинается в стадии восковой спелости зерна, т.е. при влажности 30-35 %. При этом способе зерновые культуры убираются с помощью самоходных или навешиваемых на комбайн валковых жаток. Это технология позволяет осуществлять раннюю уборку зерновых культур и поэтому применяется в регионах, где имеется опасность потери урожая от осадков и других неблагоприятных условий погоды. Однако эта технология не дает возможности своевременного освобождения полей для сева повторных культур.

По третьей технологии уборку зерновых можно начинать при восковой спелости зерна. В этой технологии вся биологическая масса или зерновая часть убирается и вывозится на ток и обрабатывается на стационаре. После обмолота и очистки зерно отправляется в хранилище, а солома используется в качестве грубого корма или подстилки, или в других целях. Это технология вместе с ранней уборкой зерновых позволяет осуществить быстрое и своевременное освобождение полей для сева повторных культур. Поэтому применение этого способа уборки в крестьянских хозяйствах Узбекистана, имеющих мелкие земельные участки, дает больший эффект, чем другие способы.

Для применения этого способа уборки необходимо было определить оптимальный срок начала уборки, а также разработать малогабаритные машины для осуществления данного способа с учетом условий мелких хозяйств Узбекистана.

Эксперименты по определению срока начала уборки проводились подряд два года на пшенице с фазы налива зерна до его полного созревания. Эксперименты показали, что в первом году за весь период наблюдения (с 14 мая по 7 июня) влажность зерна уменьшалась с 56,2 до 17,1 %, а влажность стеблей – с 78,6 до 22,7 %. Интенсивное уменьшение влажности зерна и стеблей наблюдалось в период 24-30 мая – в два раза, а в течение 30 мая до 7 июня влажность уменьшалась медленнее.

На второй году с 20 мая до 7 июня влажность зерна и стеблей уменьшалось соответственно с 49,2 до 15,2 % и с 61,1 до 10,9 %.

В целом периоде восковой спелости до полного созревания зерна (в пределах влажности зерна 37,5-18,6 %) проходит в пределах 26 мая – 3 июня и в среднем составляет 8 дней.

Одновременно с изменением влажности наблюдалось и изменение массы зерна. Например, с 20 до 24 мая масса 1000 зерен в первый и второй год наблюдения увеличилась соответственно с 55 и 61 г до 60,9 и 70,1 г, а с 26 мая до 3 июня уменьшалась в первый год с 52,4 г до 40,8 г, а во второй – с 60,1 г до 42,9 г.

После анализа данных установлено, что масса 1000 зерен до середины восковой спелости увеличивается, а после него начинает уменьшатся и после полного созревания почти не изменяется. Такое явление отмечено и в другие годы исследования. Это позволяет сделать вывод о том, что до середины восковой спелости зерна набирают необходимые сухие вещества, а после него выводят влагу.

В экспериментах также изучалось изменение массы 1000 зерен в процессе дозревания хлебной массы, скошенной в различные периоды созревания. Определено, что в хлебной массе, которая скошена на 16 дней раньше полного созревания зерна, после сушки влажность менее 18 %, масса 1000 зерен 30,6 г. В хлебной массе, скошенной на 12 дней раньше полного созревания, масса 1000 зерен составляла 37,4 г, а в хлебной массе, скошенной на 8

дней раньше полного созревания зерна, после дозревания масса 1000 зерен составляла 40,8 г. В хранилище масса 1000 зерен составляла 39,1 г.

Из результатов этих опытов сделали вывод, что в условиях Узбекистана, если хлебная масса убирается на 16 дней раньше до полного созревания, зерна получаются щуплыми, если на 12 дней раньше полного созревания – зерна получаются неполноценными; если на 8 дней раньше – зерна получаются полноценными, что позволяет на 7-8 дней раньше убрать урожай зерноколосовых культур.

Однако для применения этого способа необходимо было разработать технические средства для скашивания, обмолота и очистки зерна, а также для измельчения соломы с целью дальнейшего использования их в качестве корма, органического удобрения или строительного материала.

Для этих целей мы разработали малогабаритную молотилку для обмолота хлебной массы, машины для очистки зерна, а также измельчитесь соломы (рисунок1, 2 и 3).

Рисунок 1 – Молотилка для обмолота хлебной массы

Рисунок 2 – Машина для очистки зерна от сорных примесей

Рисунок 3 – Измельчитель соломы

Проведенные испытания этих технических средств во многих крестьянских и фермерских хозяйствах показали, что молотилка при производительности 600-800 кг/час обеспечивает полноту обмолота в пределах 99,2–99,6 %, дробление зерна не превышает 0,5 %, а чистота зерна составляет более 96,0 %.

Машина для очистки зерна от сорных примесей при производительности 500-600 кг/час дает чистоту зерна 99,0-99,6 %, а потери зерна не превышают 0,4-0,5 %. Кроме того, эта машина работает и в режиме обработки недомолоченных колосков. В этом режиме недомолоченные колоски, выделенные вместе с сорными примесями во время очистки, обратно подаются в бункер машины. Подающие резиновые вальцы устанавливаются с зазором 2-3 мм и вращаются с различной частотой и перетирают недомолоченые колоски, выделяя тем самым зерна. При этом режиме производительность машины составляет 300-350 кг/ч. Это позволяет уменьшить уход зерна в отходы и дает возможность получить дополнительно 2-3 % зерна.

Полученная солома после обмолота хлебной массы с помощью измельчителя с различной степенью измельчения, что позволяет её использовать в качестве корма для животных, в качестве органического удобрения, обратно разбрасывая по полю, или в качестве добавки в состав кирпичей, ДВП, ДСП и других строительных материалов. Производительность измельчителя в соломе составляет 300 – 350 кг/час в зависимости от степени измельчения.

В настоящее время ведутся работы по разработке специальной косилки, предназначенной для работы на мелких участках крестьянских хозяйств, с низкой высотой среза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байметов Р.И., Астанакулов К.Д. Состояние и перспективы развития технологии уборки зерновых культур с учетом особенностей земледелия Республики Узбекистан // Сборник научных докладов международной научно-практической конференции «Земледельческая механика в растениеводстве». –М.:, ВИМ, 2001. – С. 150-154.

2. Жалнин Э.В. Технологии уборки зерновых комбайновыми агрегатами. Ростов-на-Дону, 1987. – 256 с.

3. Жалнин Э.В., Мнацаканов А.С., Орехов А.П. Рекомендации по уборке зерновых культур в Нечерноземной зоне России. – М.: ВИМ, 2000. – 116 с.

4. Краснощеков Н.В. Новая технология уборки зерновых культур с получением эффективного незернового корма для откорма КРС // Сборник научных трудов НПЦ механизации и электрификации сельского хозяйства. – Алма-Ата, 2008. – С. 99-103.

5. Пенкин М.Г. Новые технологии уборки зерновых культур. Алма-Ата. «Кайнар», 1988. – 278 с.

6. Shimuzi H., Koike M., Shimoda H., Koga Y. Interactions between rural community and agricultural machinery in Japan. – Tsukuba, 2007. – P. 57-85.

УДК: 619:613.31:636.5

ПРИРОДНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ РЕСПУБЛИКИ ЛИВАН В КОРМЛЕНИИ ПТИЦЫ

Медведский Владимир Александрович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», **Республика Беларусь**, г. Витебск, zoogigiena@mail.ru*

Мунаяр Хала Фадлаллах, *магистр ветеринарных наук, УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», **Республика Беларусь**, г. Витебск, zoogigiena@mail.ru*

Применение минеральных источников Республики Ливан в рационах птицы позволяет повысить мясную и яичную продуктивность.

Ключевые слова: природные минералы, птица, кормление, рацион.

NATURAL MINERAL SOURCESOF REPUBLIC OF LEBANON I N POULTRY FEEDING

Medvedskii V.A., Munayar H.F.

The use of mineral sources of the Republic of Lebanon in the diets of birds can improve meat and egg productivity.

Keywords: natural minerals, bird feeding, diet.

Введение. В настоящее время Республика Ливан испытывает недостаток в минеральных подкормках для птицы и их приходится закупать за рубежом, большинство предлагаемых на рынке источников минерального питания остаются недоступными для многих птицефабрик Республики. Поэтому перспективным направлением в птицеводстве является поиск и разработка импортозамещающих технологий, что позволит снизить стоимость кормов для птицы и повысить рентабельность производства продукции птицеводства [1–4].

В Республике Ливан имеются большие запасы известняковых пород, которые используются местным населением в качестве кормовых добавок для птицы в домашних условиях. Для промышленного птицеводства минеральные добавки не разработаны. В связи с этим изучение влияния минеральных добавок из местного сырья на организма птицы имеет научную и практическую значимость.

Целью исследований явилось – повышение мясной и яичной продуктивности цыплят–бройлеров и кур–несушек при включении в рацион местных, не дефицитных источников минеральных веществ Республики Ливан.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в Республике Ливан в 2013–2014 годах на птицефабрике (Chouman, Zekrit,Beyrout), в аграрном университете Ливана на кафедре ветеринарной медицины, кафедре гигиены животных УО "Витебской ордена «Знак Почёта» государственной академии ветеринарной медицины»,в лабораториях Республики Ливан (GETmedicallaboratories, UniversitelibanaiseULhadad), НИИ прикладной биохимии УО ВГАВМ. Анализ рационов, применяемых для птицы, показал на значительные отклонения от нормативов по некоторым минеральным веществам. В рационах при превышении сырого жира, сырой клетчатки и железа наблюдался дефицит кальция, йода, цинка, кобальта, марганца, меди и др. В проведенных исследованиях мы использовали местные минеральные добавки доломит, миоцен и калькаир в целях балансирования рационов по минеральным веществам и снижения стоимости кормов.

Доломит – горная порода, широко распространенная в Республике Ливан. Включает в себя карбонаты и оксиды кальция и магния. Образуется в основном в результате действия морской воды, обогащенной магнием, на морские известковые осадки.

Миоцен – широко распространенная осадочная порода, образующаяся при участии живых организмов в морских бассейнах. Эта порода состоит в основном из кальцита с примесями. Цвет от белого до светло–серого, но может быть и другим в зависимости от состава примесей.

Калькаир – осадочная карбонатная горная порода известняков, состоящая в основном из кальцита или кальциевых скелетных остатков организмов. Включает примеси глинистых минералов, доломита, кварца и органических остатков. Цвет светло–серый, реже желтоватый, мощность толщины залегания до 5000 м.

Минеральный состав природных минералов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Минеральный состав природных минералов

Показатели	Ед. изм.	Доломит	Миоцен	Калькаир
Кальций	%	36,0	34,0	37,0
Фосфор	%	0,63	0,59	0,77
Магний	%	0,26	0,29	0,24
Калий	%	4,22	4,71	5,34
Кобальт	мг/кг	2,0	2,3	2,7
Железо	мг/кг	93,1	98,8	110,9
Марганец	мг/кг	192,3	201,7	202,9
Цинк	мг/кг	6,0	7,1	10,2
Медь	мг/кг	5,6	8,2	11,5
Йод	мг/кг	0,11	0,09	0,14
Натрий	мг/кг	713,01	616,20	719,72
Сера	мг/кг	13,01	16,20	13,72
Ртуть	мг/кг	0	0	0
Свинец	мг/кг	2,80	2,10	2,51
Кадмий	мг/кг	0,076	0,070	0,0064
Мышьяк	мг/кг	0,02	0,02	0,02

Для опытов формировались 10 групп кур–несушек возрастом 140 дней по 50 голов в каждой. Содержание птиц напольное. Первая группа кур–несушек была контрольной и получала стандартный комбикорм, птице второй– четвертой группы в рацион вводили 1, 2, 3 % минеральной добавки доломит, пятой – седьмой группе вводили миоцен, а в восьмой – десятой группах – калькаир в таких же дозах.

Результаты исследования. Использование местных минералов Республики Ливан определенным образом сказалось на продуктивных качествах кур–несушек (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность кур–несушек при включении в рацион минеральных добавок

Группы	Показатели			
	Яйценоскость кур за период опыта (90 дней), шт	Интенсивность яйценоскости %	Расход кормов на 10 яиц, к.ед.	В % к контрольной группе
I (контроль)	74,6 ± 6,13	82,9	1,61 ± 0,13	100,0
II(1 % доломита)	75,3 ± 3,19	83,7	1,59 ± 0,11	98,8
III(2 % доломита)	74,9 ± 5,91	83,2	1,53 ± 0,09	95,0
IV(3 % доломита)	76,0 ± 3,64	84,4	1,50 ± 0,13*	93,2
V(1 % миоцена)	75,0 ± 4,26	83,3	1,60 ± 0,17	99,4
VI(2 % миоцена)	75,5 ± 3,11	83,9	1,52 ± 0,12*	94,4
VII (3 % миоцена)	77,3 ± 2,29*	85,9	1,50 ± 0,13*	93,2
VIII(1 % калькаира)	75,9 ± 3,28	84,3	1,61 ± 0,07	100,0
IX(2 % калькаира)	79,5 ± 2,44*	88,3	1,55 ± 0,11	96,3
X(3 % калькаира)	80,2 ± 3,57*	89,1	1,52 ± 0,09*	94,4

*P<0,05

Установлено, что интенсивность яйценоскости кур–несушек, получавших в рационе 3,0 % доломита, была на 1,5 %, 3,0 % миоцена – на 3,0, 2,0 % и 3,0 % калькаира – на 5,4 и 6,2 % (P<0,05) выше, чем в контрольной группе. При этом расход кормов на 10 яиц у кур–несушек, в рацион которых вводили 3,0 % доломита, был на 6,8 % (P<0,05), 2,0 и 3,0 % миоцена – на 5,6 и 6,8 % (P<0,05) и 3,0 % калькаира – на 5,6 % (P<0,05) ниже, чем в контроле.

Одним из основных зоотехнических показателей у кур–несушек является масса снесенных яиц. Нами установлено, что в начале опыта этот показатель находился в пределах 57,8 ± 4,56 – 58,8 ± 4,30 г. На 30–тый день опыта у кур–несушек в контрольной группе масса яйца была 59,8 ± 4,77 г, в то время как у опытных – 59,9 – 62,5 г. Особенно хорошие результаты

отмечены у кур, в рацион которых вводили 3,0 % калькаира. На 60–ый день опыта наблюдалась четкая тенденция по увеличению массы яиц у кур–несушек, получавших минеральную добавку калькаир. Так, их масса была на 3,5 – 6,3 % выше, чем в контроле.

Установлено, что использование местных минеральных добавок в рационах кур–несушек на протяжении 75 дней значительно увеличило массу яиц по сравнению с контрольной группой. Это различие составляло 1,8 – 6,9 %. Особенно хорошие результаты по этому показателю получены у кур–несушек, получавших 3,0 % доломита (104,2 %), 3,0 % миоцена (104,6 %) и 2,0 и 3,0 % калькаира (105,1; 106,9 %). По аналогичной схеме нами проведены опыты на цыплятах–бройлерах.

Включение в рацион минеральных добавок из местного сырья определенным образом сказалось на приростах живой массы цыплят–бройлеров (таблица 3).

Таблица 3 – Зоотехнические показатели цыплят–бройлеров при включении в рацион минеральных добавок

Группы	Показатели			
	Масса при постановке на опыт, г	Масса в конце опыта, г	Среднесуточный прирост, г	% к контролю
I (контроль)	35,7 ± 2,84	2177,9 ± 109,4	49,8 ± 3,68	100,0
II (1 % доломит)	35,4 ± 3,15	2306,9 ± 162,8*	52,8 ± 4,27	106,0
III (2 % доломит)	35,7 ± 1,95	2313,5 ± 183,2*	52,9 ± 3,18	106,2
IV (3 % доломит)	36,2 ± 2,47	2385,3 ± 121,9*	53,0 ± 3,96	109,5
V (1 % миоцен)	35,7 ± 2,48	2317,5 ± 212,4*	53,0 ± 4,18	106,4
VI (2 % миоцен)	35,8 ± 2,65	2382,1 ± 206,2*	54,6 ± 3,94	109,6
VII (3 % миоцен)	36,0 ± 1,96	2397,4 ± 173,9**	54,9 ± 4,64***	110,2
VIII (1 % калькаир)	35,7 ± 3,12	2404,2 ± 216,2*	52,0 ± 3,92	104,4
IX (2 % калькаир)	36,4 ± 1,94	2425,8 ± 195,8*	55,6 ± 4,38**	111,6
X (3 % калькаир)	36,6 ± 3,36	2634,7 ± 231,9**	58,0 ± 4,85***	116,5

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

При постановке на опыт цыплята–бройлеры имели примерно одинаковую живую массу – 35,4 ± 3,15 – 36,6 ± 3,36 г, без достоверных различий между группами. Цыплята, которым в рацион вводили минеральные добавки, лучше развивались и росли, менее подвергались заболеваниям. В конце опыта молодняк, получавший минеральную добавку доломит, имел живую массу на 5,9 – 9,5 % (P<0,05) выше, молодняк, получавший добавку природного минерала миоцен – на 6,4 – 10,1 % (P<0,001), а добавку минерала калькаир – на 10,4 – 20,9 % (P<0,01) выше, чем в контроле. Лучшие результаты по живой массе цыплят–бройлеров в конце опыта получены в VIII – X группах, где применялся местный минерал калькаир в дозе 1, 2 и 3 % к массе сухого корма.

Среднесуточные приросты живой массы цыплят–бройлеров, получавших доломит были на 6,0 – 9,5 %, миоцен – на 6,4 – 10,2 % и калькаир – на 4,4 – 16,5 % выше контроля. При этом лучшей дозой миоцена и калькаира были 3 % к сухому веществу корма.

Таким образом, использование местных природных минералов Республики Ливан в рационах кур–несушек и цыплят–бройлеров позволяет восполнить их рационы по недостающим минеральным веществам, что в свою очередь, способствует повышению яичной продуктивности кур–несушек и увеличению среднесуточных приростов у цыплят–бройлеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведский В.А. и др. Рекомендации по использованию местных, природных минералов в рационах кур–несушек. – Витебск : ВГАВМ, 2010. – 20 с.

2. Медведский, В.А. Содержание, кормление, и уход за животными: справочник. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 659 с.

3. Медведский В.А., Медведская Т.В. Сельскохозяйственная экология : учебник // Мн.: ИВЦ Минфина, 2010. – 416 с.

4. Медведский В.А. и др. Физиология сельскохозяйственных животных: Учебное пособие. – Минск: Техноперспектива, 2006. – 463 с.

СЕКЦИЯ 1

Сельскохозяйственные отходы, включая пищевое и лесотехническое производство, и отходы потребления, их свойства и использование

УДК 631.416.8

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Никитин Сергей Николаевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», **Россия**, г. Ульяновск, S_nikitin@mail.ru*

Исследованиями установлено, что применение различных видов органических удобрений на фоне диатомита снижает содержание подвижных форм тяжелых металлов и поступление их в зерно озимой пшеницы.

Ключевые слова: органические удобрения, тяжелые металлы, диатомит.

EFFECT OF APPLICATION DIATOMITE EARTH AND VARIOUS TYPES OF ORGANIC FERTILIZATION ON THE CONTENT OF HEAVY METALS IN SOIL AND THEIR INTAKE IN WINTER WHEAT

Nikitin S.N.

Research has established the use of different kinds of organic manures with diatomite reduced the content of mobile forms of heavy metals and their intake of winter wheat.

Keywords: organic fertilizers, heavy metals, diatomite.

Введение. Современная экологическая ситуация как в глобальном, так и в региональном масштабах обостряется, и человечество вынуждено искать эффективные меры устойчивого развития биосферы. Один из наиболее сильных факторов нарушения нормального функционирования агроэкосистем - поступление в объекты окружающей среды, в том числе в почву и растения, тяжелых металлов (ТМ). Поэтому их поведение в экосистемах является приоритетным направлением современных экологических и биогеохимических исследований. Особый интерес для изучения в длительных опытах представляет накопление ТМ в почве в связи с применением удобрений и их влияние на подвижность и доступность ТМ.

Целью исследований являлось выявление закономерностей влияния различных видов органических удобрений и кремнийсодержащих материалов на содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве и поступление в зерно озимой пшеницы. Неоднократно ставился вопрос о производстве кремниевых удобрений. В том числе, еще в 80-е годы прошлого столетия отмечалось, что назрела необходимость в кремнийсодержащих удобрениях [2]. Однако до настоящего времени не налажено их производство, а в качестве кремниевых удобрений предлагаются и очень ограниченно применяются различные кремнийсодержащие отходы промышленности.

Ситуацию могут исправить местные сырьевые ресурсы. Высокое содержание активного (подвижного) кремнезема и других макро- и микроэлементов, а также характер пористой структуры определяют высокую адсорбционную и каталитическую активность кремнистых пород, что делает их перспективным агрохимическим сырьем для сельскохозяйственного производства. В Ульяновской области в настоящее время выявлено 12 месторождений диатомитов, пригодных к разработке, что составляет почти четверть общероссийских запасов.

Материалы и методы исследований. Исследования направлены на разработку практических предложений по экологически безопасному и эффективному применению различных видов органических удобрений и повышению продуктивности зернопарового севооборота в ландшафтном земледелии Поволжья.

Сравнение эффективности различных видов органических удобрений, внесение которых эквивалентно одинаковому количеству азота (варианты 2,3,5,7,8) проводили на опытном поле Ульяновского НИИСХ, в семипольном зернопаровом севообороте с чередованием культур чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – горох – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Схема внесения удобрений в севообороте была следующей: 1. Без удобрений (контроль); 2. Диатомит 5 т/га (фон); 3. Фон + $N_{140}P_{95}K_{175}$ (эквивалентно 25 т/га навоза); 4. Фон + навоз-1 (25 т/га); 5. Фон + навоз-2 (50 т/га); 6. Фон + ОСВ-1 (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 7. Фон + ОСВ-2 (эквивалентно по азоту 50 т/га навоза); 8. Фон + Сидерат (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 9. Фон + Солома (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза). Культура – озимая пшеница сорт Харьковская 92. Повторность 4-х кратная. Площадь учетной делянки 100 м^2.

Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта следующие: содержание гумуса – 5,59-6,35 %, подвижных форм фосфора – 202-258 и обменного калия – 96-130 мг/кг (по Чирикову), pH – 6,6, гидролитическая кислотность – 1,4 мг-экв./100 г почвы. Диатомит на 80 – 90 % состоит из диоксида кремния. Больше 40 % его находится в аморфной форме, обладающей достаточно высокой растворимостью (больше 0,0012 %), что обусловливает возможность использования диатомита в качестве кремниевого удобрения. В диатомите содержится более 1 % K_2O, а также магния, фосфора и серы и других элементов, что весьма важно с точки зрения питания растений. Объемная масса диатомитов обычно не превышает единицы и составляет 0,5–0,7 т/м^3, пористость достигает 70–75 %. В сухом состоянии диатомит имеет светло-серый, слегка желтоватый или почти белый цвет. Во влажном состоянии он обычно имеет зеленовато-серый цвет. По происхождению диатомиты представляют собой осадок эпиконтинентального морского бассейна начала третичного периода [5].

Метеоусловия в период вегетации 2005-2007 гг. были благоприятными, Гидротермический коэффициент составил 1,1-1,2. Организация полевых опытов, проведение наблюдений, лабораторных анализов осуществлялись по общепринятым методикам и соответствующим ГОСТам. Данные результатов исследований подвергались математической обработке методами дисперсионного и корреляционного анализов.

Результаты исследований. Для определения удобрительной ценности и экологической безопасности доз внесения осадков сточных вод был проведен полный агрохимический анализ как ОСВ, так и навоза. Химический анализ показал, что ОСВ в сравнении с навозом намного богаче основными питательными веществами. Однако, содержание тяжелых металлов в ОСВ в 2-4 раза выше, чем в навозе. Содержание ТМ в ОСВ было следующим (мг/кг): кадмия 6,2 (ПДК 30), меди 223 (1500), цинка 690 (3500), никеля 72 (400), ртути 0,15 (15), свинца 48,5 (500) и мышьяка 3,5 (20).

При внесении органических удобрений, особенно осадков сточных вод как умеренной, так и повышенной дозы, наблюдается увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве, в частности Pb, Cd и Zn. Однако, на всех вариантах содержание ТМ в почве не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК). На вариантах, где использовали солому и сидерацию содержание Cu, Ni, Pb и Cd находилось практически на одном уровне по сравнению с содержанием данных элементов на контрольном варианте (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве(ацетатно-аммонийный буферный раствор), мг/кг (2005-2007 гг.)

Вариант	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni
Контроль	0,054	0,058	0,410	0,096	0,56
Диатомит 5 т/га (фон)	0,052	0,049	0,378	0,106	0,57
Фон + NPK	0,072	0,045	0,380	0,114	0,59
Фон + навоз-1	0,062	0,053	0,523	0,121	0,62
Фон + навоз-2	0,058	0,055	0,555	0,131	0,69
Фон + ОСВ-1	0,050	0,063	0,507	0,141	0,64
Фон + ОСВ-2	0,062	0,065	0,575	0,157	0,74
Фон + сидерат	0,058	0,051	0,455	0,113	0,64
Фон + солома	0,060	0,061	0,467	0,113	0,64
ПДК	25,0	3,0	6,0	0,5	4,0

Сдерживающим фактором применения осадков может быть наличие в них в высоких концентрациях тяжелых металлов, что приводит к загрязнению почв и продукции растениеводства. Это предопределило необходимость определения степени потенциальной опасности полученной нами продукции. Известно, что кремний контролирует многие химические и почвенные процессы [4,9]. Исследованиями [1,3,6,7,8] установлено, что кремнезем устраняет токсическое ТМ за счет подавления их поглощения растениями.

С агроэкологической точки зрения диатомит является экологически безопасным удобрением, оказывающим комплексное воздействие на систему почва - растение, и его использование в растениеводстве не может привести к загрязнению природной среды и растительной продукции. В силу их природных особенностей (аморфность и подвижность кремния, высокая поглотительная способность) они могут значительно влиять на характер распределения компонентов минерального питания в системе почва - растение, в том числе снизить поступление тяжелых металлов и других токсичных соединений в продукцию.

В наших исследованиях экологическая оценка зерна озимой пшеницы определялась по содержанию наиболее токсичных для растений и человека тяжелых металлов. Анализ содержания тяжелых металлов в зерне показал, что количество их было относительно невысоким и не превышало нормативов (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы, мг/100 г (2005-2007 гг.)

Вариант	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni
Контроль	7,3	3,1	0,18	0,070	0,31
Диатомит 5 т/га (фон)	5,8	2,5	0,12	0,039	0,24
Фон + NPK	5,8	3,1	0,16	0,021	0,25
Фон + навоз-1	6,4	3,3	0,18	0,052	0,36
Фон + навоз-2	7,1	3,3	0,20	0,067	0,39
Фон + ОСВ-1	6,6	3,6	0,20	0,066	0,35
Фон + ОСВ-2	7,9	3,9	0,23	0,080	0,41
Фон + сидерат	6,0	3,0	0,21	0,066	0,29
Фон + солома	6,5	3,0	0,18	0,055	0,29
ПДК	50	30	5	0,3	3

Под действием диатомита наблюдалось снижение накопления в зерне цинка на 21 %, меди – на 19 %, свинца – на 33 %, кадмия – на 44 % и никеля – 23 %. Указанная закономерность проявлялась и при совместном применении различных видов органических удобрений на фоне диатомита что связано, по-видимому, с антагонистичным действием поступающих в растение в большем количестве макроэлементов на токсичные и повышением устойчивости растений к действию последних.

Исследования показали, что содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы ни по одному элементу не превышало ПДК. Учитывая, что максимальное содержание их в зерне составляет по цинку 16 %, меди – 13 %, свинцу – 5 %, кадмию – 26 % и никелю – 14 % от ПДК, то какой-либо опасности от применения используемых удобрений не наблюдалось.

Таким образом, осадки сточных вод, соответствующие нормативным требованиям по содержанию ТМ, на фоне применения диатомита не оказали негативного действия на безопасность полученной растительной продукции, существенно не отличаясь от навоза. Установлено, что при внесении органических удобрений, особенно осадков сточных вод как умеренной, так и повышенной дозы, наблюдается увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве, но не превышает предельно допустимых концентраций. Это, тем не менее, не снимает необходимости жесткого контроля безопасности получаемой продукции и агроэкологического состояния почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Н.Е. Кремниевое питание риса // Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство. – 1982. – № 6. – С. 9-14.

2. Водяницкий Ю.М. Дефицит кремния в некоторых почвах и пути его устранения // Агрохимия. 1984. – № 8. – С.133-140.

3. Кинтаналья М.Г. Влияние разового внесения кремнийсодержащего шлама на свойства темно-каштановых почв под рисом на юге Украины: Автореф. дисс. … канд. с.-х. наук. М.: Ун-т им. П. Лумумбы, 1987. – 17 с.

4. Матыченков В.В., Аммосова Я.М. Влияние аморфного кремнезема на некоторые свойства дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. – 1994. – №7.– С. 52-61.

5. Надольский О.К. Диатомиты, трепелы и опоки Ульяновской области. Краеведческие записки, вып. II, 1958. – С. 319 -328.

6. Немцев С.Н., Никитин С.Н., Орлов А.В. Влияние диатомита на содержание тяжелых металлов в почве и поступление их в зерно озимой пшеницы при применении удобрений // Земледелие. 2011. – № 5. – С. 11-12.

7. Никитин С.Н. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность озимой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – № 1. – 2014. – С. 24-29.

8. Никитин С.Н., Орлов А.В., Сайдяшева Г.В. Влияние применения ОСВ, биопрепаратов и диатомита на содержание в почве и поступление в зерно озимой пшеницы тяжелых металлов /Материалы региональной научно-практической конференции «Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства». – Саратов, 2009. – С. 49-53.

9. Орлов Д.С. Химия почв. М., изд. МГУ, 1985. – 376 с.

УДК 630.266:631.879. 32:631.895

ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ТБО И ОСВ В КОМПЛЕКСНОЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОЕ УДОБРЕНИЕ

Лисняк Анатолий Анатольевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого; Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,* ***Украина****, г. Харьков, LAA.79@mail.ru*

Гарбуз Алла Генриховна, *Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,* ***Украина****, г. Харьков*

Вилчек Йозеф, *Ph.D., профессор, Научно-исследовательский институт почвоведения и охраны почв, филиал Прешов, г. Прешов; Университет Прешов в Прешов,* ***Словацкая Республика*** *г. Прешов*

Михаэли Ева, Ph.D., *профессор, Университет Прешов в Прешов,* ***Словацкая Республика****, г. Прешов*

Торма Станислав, *Ph.D., исследователь, Научно-исследовательский институт почвоведения и охраны почв, филиал Прешов,* ***Словацкая Республика****, г. Прешов*

Создана и показана технология получения медленнодействующих органоминеральных удобрений (смесей) получаемых из твёрдых бытовых отходов и осадка сточных вод, отработаны способы их приготовления по собственным методикам.

Ключевые слова: органоминеральная смесь, удобрение, технология получения удобрений.

WAYS OF UTILIZATION OF SOLID HOUSEHOLD WASTE AND SEWAGE SLUDGE TO COMPLEX ORGANOMINERAL FERTILIZER

Lisnyak A.A., Garbuz A.G., Wilczek J., Michael E., Torma S.

A technology has been developed for producing slow-acting organic mineral fertilizers, along with the description of these fertilizers (composition) derived from solid waste and sewage sludge and techniques for producing thereof according own procedures.

Key words: organic mineral composition, fertilizer, technology for producing fertilizers.

Введение. Проблема утилизации твёрдых бытовых отходов (ТБО) и осадка сточных вод (ОСВ) городской канализации, является одной из первоочередных, жизненно необходимых задач современности. Накопление ТБО и ОСВ на многочисленных полигонах и специальных отстойниках, в связи с невозможностью их переработки или уничтожения, приводит к за-

грязнению грунтовых вод, прилегающих земельных участков и атмосферы. Загрязнение минерализованными формами азота (NO_3^-, NO_2^-, NH_4^+), тяжелыми металлами (Cr, Pb, Hg и др.), патогенной микрофлорой грунтовых вод и земельных участков, прилегающих к полигонам, выброс в атмосферу парниковых газов (CO_2, CH_4 и др.) имеет прямую связь с политикой переработки отходов – это закрытые, действующие и несанкционированные полигоны, мусоросжигательные заводы (капитальные затраты на строительство одного завода мощностью 200-300 тыс. $м^3$/год составляют около 20–30 млн. долларов США) [3].

В настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом, широкое применение нашел метод сепарации ТБО на пластмассу, стекло, резину, металлы, которые перерабатываются вторично, превращая указанные отходы в народнохозяйственные товары. Но, оставшаяся масса после сепарации, которая содержит около 50 % отходов биологического происхождения (клетчатка, целлюлоза, белки и др.) на данный момент не востребованы и подлежит захоронению или сжиганию. Это, в общем, и приводит к экологическим катаклизмам на земле, в воде и атмосфере, что в итоге отражается на жизненном уровне флоры и фауны.

Среди органических отходов особую группу составляют осадки сточных вод (ОСВ) имеющие высокое содержание тяжелых металлов. Только на предприятиях кожевенной промышленности, которых в Украине более 20, накапливается более 350 тыс. т. сырого осадка сточных вод, почти не используемого в народном хозяйстве.

Комплексная же программа по утилизации ТБО и ОСВ в экологически чистое органоминеральное удобрение (ОМУ), которая учитывала бы его влияние на сельскохозяйственную и лесную продукцию, на плодородие почвы, на состояние организма человека и животных, не разработана.

В связи с вышеизложенным необходимо отметить еще одну сферу народного хозяйства – это производство минеральных удобрений. Одним из главных химических средств интенсификации земледелия, повышения его производительности и эффективности являются минеральные удобрения. Поскольку производство минеральных удобрений (в частности азотных) является энергоемким и дорогостоящим процессом, то их применение может быть нерентабельно для многих хозяйств. Поэтому необходимо искать пути создания и применения нетрадиционных форм удобрений, минеральных и органо-минеральных, которые имели бы в своем составе весь набор макро и микроэлементов, а также были бы более экономически выгодными для производителя и покупателя.

Несмотря на актуальность указанных выше проблем, использование отходов в сельском и лесном хозяйстве в качестве удобрения является проблематичным из-за их довольно сложной санитарно-гигиенической характеристики. Известно несколько методов переработки отходов в органо-минеральное удобрение. Наиболее перспективными являются биокомпостирование и биовермикомпостирование. Но для получения ОМУ по этим методикам требуется длительный период (не менее 30 дней и более), к тому же получаемый компост содержит тяжелые металлы и патогенную микрофлору. Огромный интерес в этом отношении представляют работы ученных по регулированию эколого-биоэнергетических способов восстановления плодородия почв и продуктивности фитоценозов. На основании многочисленных исследований выявлены особенности совместного действия вермикомпоста с минеральными и органическими удобрениями на биологические показатели серой лесной почвы при выращивании томатов и капусты [1], освоена и внедрена в практику АПК технология переработки органических отходов «Биоэкотех» [5], вермикомпостирования ОСВ и смеси ОСВ+ТМО (твердых минеральных отходов) [2,4,8].

Тем не менее, ни в мировой, ни в отечественной литературе не имеется каких-либо сведений о получении ОМУ из ТБО и ОСВ, которые могли бы гарантировать, что в полученном ОМУ не содержится тяжелых металлов в количествах превышающих ПДК, патогенной микрофлоры.

Материалы и методы исследования. Принцип нашей технологии состоит в следующем: предварительно отсепарированные ТБО, засыпаются в специальную емкость и заливаются катализатором с последующим перемешиванием (процесс может проходить при атмосферном давлении). При проведении такого "мокрого сжигания" выделяется определенное количество тепла (нагрев может доходить до +180°С), часть которого используется для дальнейшего подсушивания произведенных удобрений, а остальная может быть использована для хозяйственных нужд. "Мокрое" сжигание проводится от 1 до 24 часов в зависимости от

массы бытовых отходов, тонкости размола их во время сепарации и содержания в них органических ингредиентов, как по качеству, так и по размерам фракций. Находящиеся в отходах возбудители различных инфекционных заболеваний и яйца гельминтов полностью погибают от высокой температуры и агрессивной среды, что дает возможность получить условно стерильное вещество. После завершения первой стадии переработки, необходимо приступить ко второй – нейтрализации избытка катализатора, которая проводится любым известковым или известьсодержащим материалом (известью, дефекатом, известняком и т.д.). Кроме этого необходимо проводить добавки лёссом или лессовидным суглинком, которые содержат кроме карбонатов кальция, вторичные коллоидно-дисперсные минералы типа каолинита и монтмориллонита. Последние, имеют свойство необменно фиксировать подвижные формы тяжелых металлов, переводя их в неподвижные формы, путем закрепления их в кристаллической решетке. Процесс нейтрализации происходит с обильным выделением углекислого газа, который можно конденсировать и использовать для технических нужд. Полученная таким образом органо-минеральная смесь содержит в себе (в пересчете на сухое вещество) 0,6-1,2 % N; 0,8-1,0 % K_2O; 0,5-0,9 % P_2O_5; до 20 % CaO, лигнин и глинистые минералы.

Результаты исследования. Предложенная нами технология по переработке пищевых отходов, опада листьев, некондиционной бумаги и целлюлозных компонентов, а также дефеката, шлама, шлака позволяет получить ценную для агрономии органо-минеральную смесь, которая обладает свойствами универсального мелиоранта и медленнодействующего азотного удобрения. При совместной переработке ТБО и ОСВ получена комплексная органо-минеральная смесь (КОМС), в которой содержится: ≈2,7–3,2 % N, 3,0 % K_2O, 1,9 % P_2O_5, ≈27 % Ca, ≥12 % органического углерода, микроэлементы, глинистые минералы.

Полученное органо-минеральное удобрение КОМС не содержит в своем составе подвижных форм тяжелых металлов в таких количествах, которые могли бы загрязнять почву, грунтовые воды и поглощаться растениями. По специальным методикам, которые отражены в авторских свидетельствах [6,7], гарантируется перевод тяжелых металлов (Zn, Cd, Ni, Co, Fe, Mn, Pb, Cu, Cr и др.) в неподвижные формы или практически полное их удаление из полученной смеси, и получая тем самым экологически чистое органо-минеральное удобрение. Отфильтрованные соли тяжелых металлов, по разработанной технологии, позволяют получить дополнительный продукт – ферриты тяжелых металлов, которые являются сырьем для производства продукции электронной промышленности. С целью получения ферритов, фугат полученный после фильтр-пресса, обрабатывается щелочным агентом и подвергается спеканию в печи.

Наши исследования показали, что использование таких органо-минеральных удобрений в качестве органических имеет некоторые преимущества: во-первых, они содержат довольно большое количество лигнина, который является источником образования гумуса и создает благоприятную среду для развития микроорганизмов, что улучшает питание растений.

Во-вторых, содержащийся в органо-минеральной смеси кальций, с одной стороны, оказывает содействие закреплению органических веществ в почве, а с другой – является источником пополнения почвы кальцием, то есть обеспечивает благоприятные условия для формирования оптимальных водно-физических свойств почвы.

В-третьих, наличие в органо-минеральной смеси до 12 % органического углерода обеспечивает положительный баланс гумуса в почве.

В-четвертых, полученная смесь может быть использована как универсальный мелиорант за счет того, что в процессе нейтрализации можно планировать получение удобрения с разнообразной реакцией среды и содержанием кальция, который является основным компонентом применяемых в мире мелиорантов. Если КОМС планируется вносить на солонцеватых почвах, то программируется получение подкисленной смеси, которая содержит больше CaSO4 и ионов водорода а если на кислых почвах (подзолы), то смесь соответственно готовят как слабощелочную, насыщенную CaCO3 и гидроксильной группой OH^-.

В-пятых, внесенное органо-минеральное удобрение в супердозах может существенно изменять баланс азота в почве из негидролизуемых форм в минеральные и легкогидролизуемые формы (доступные для растений); повысить содержание РК (фосфорно-калийного питание); увеличить содержание глинисто-минеральных частиц в верхнем генетическом слое почв, что возможно приведет не только к окультуриванию но и к селекции почвы (за счет

добавления в КОМС лессовидного суглинка и высокого содержания сульфатов и карбонатов кальция).

Для оценки влияния разных доз КОМС на рост и развитие растений сосны обыкновенной исследования проводились в условиях закрытого грунта (в теплицах) на субстрате из дерново-подзолистого супесчаного грунта в микроделяночных опытах (таблица).

Таблица – Влияние удобрений на биометрические показатели сосны обыкновенной

№ п/п	Вариант	Средняя высота стволиков, см M ± m	$t_{ст.}$	Средняя длинна корня, см M ± m	$t_{ст.}$	Средняя диаметр корневой шейки, см M ± m	$t_{ст.}$	Средняя подземная масса сеянца, см M ± m	$t_{ст.}$	Средняя надземная масса сеянца, см M ± m	$t_{ст.}$
1	Контроль	12,7 ± 0,55	-	19,6 ± 0,91	-	0,58 ± 0,03	-	0,12 ± 0,02	-	0,51 ± 0,02	-
2	КОСМ 20 т/га	17,0 ± 0,81	4,39	22,8 ± 1,02	2,34	0,67 ± 0,03	2,12	0,14 ± 0,02	0,71	0,66 ± 0,03	4,16
3	КОСМ 10 т/га	17,5 ± 0,82	4,86	25,0 ± 1,12	3,74	0,69 ± 0,04	2,20	0,17 ± 0,02	1,77	0,69 ± 0,03	4,99

Удобрения вносились в конце апреля, то есть через месяц после появления всходов сосны, в междурядьях на глубину 3–5 см на делянках размером 3,5х1 $м^2$ в дозах 10 и 20 т/га. Для выявления влияния внесенных доз КОМС на рост сосны в теплицах с каждой делянки исследований и производственного контроля было отобрано по 100–150 экземпляров сеянцев сосны. Для оценки количественных и качественных показателей эффективности органо-минерального удобрения по сравнению с производственным контролем на сеянцах сосны были проведены обмеры: длины корневой системы, надземной части, диаметра корневой шейки и в воздушно-сухом состоянии определена масса надземной и подземной части. Полученные данные были обработаны методами вариационной статистики. Результаты математической обработки данных приведены в таблице.

Влияние дозы КОМС 10 т/га на увеличение всех биометрических параметров значительно превышает полученные результаты на производственном контроле, а также выше на делянках где применялась доза 20 т/га. Наиболее существенные результаты соответствующие в получении стандартных сеянцев являются данные по средней высоте и средней подземной и надземной массе. Это дает возможность более лучшей приживаемости сеянцев в лесных культурах.

Проведенный биохимический анализ растений сосны обыкновенной по определению содержания фенолкарбоновых кислот и катехинов, которые имеют отношение к защитным функциям растений, свидетельствует о повышенной стойкости сеянцев после стимуляции их роста внесенным КОМС во всех получаемых дозах. Параллельно проводившийся опыт по применению дорогостоящих Польских препаратов (удобрений) таких как «Грин Леди», Мультивит, Agricol, Iglak, Dondrolium forte, «Биоэкор» на усиление роста сеянцев сосны обыкновенной по тем же срокам внесения, что и КОМС выявил некоторые преимуществах в улучшении выхода стандартных сеянцев сосны. Но, в целом, как по экономическим, так и биологическим показателям лучшим удобрением выявилось КОМС с дозой внесения 10 т/га (судя по анализу трехлетних данных).

Испытания КОМС проводилось и на сельскохозяйственных культурах, таких как озимая пшеница, кукуруза МВС, кресс-салат в микрополевых и лабораторных опытах. Оценивая урожайность полученной продукции как по количеству, так и по качеству можно заключить, что везде где применялся КОМС по сравнению с чистым контролем и традиционными удобрениями (NPK) эффективность была выше.

При оценке предлагаемого способа переработки ТБО в органо-минеральное удобрение-мелиорант необходимо обратить внимание на технологический, социальный и финансово-экономический аспекты решения проблемы. С точки зрения технологии переработки бытовых отходов для предложенного способа: а) не требуется больших энергозатрат и использования дорогостоящего специального оборудования; для этой цели могут быть задействованы линии отечественного производства, которые уже используются в других сферах деятельности; б) в процессе переработки используются недорогие материалы (реактивы) отечественного производства а также, отходы пищевой, перерабатывающей и тяжелой промышленности,

которые сами по себе подлежат утилизации; в) процесс переработки длится от 1 до 24 часов, в зависимости от состава и крупности бытовых отходов, полностью контролируется и дает возможность получать органо-минеральное удобрение с необходимыми свойствами и показателями; г) возможность организации производства непрерывного действия и замкнутого цикла; д) конечный продукт – органо-минеральное удобрение – ликвидный; е) побочными продуктами в процессе переработки являются CO^2 и тепло, которые также могут быть использованы для хозяйственных и производственных нужд; ж) полученное органо-минеральное удобрение является экологически чистым.

Социальный аспект: а) быстрая и экологически безопасная переработка органической части бытовых отходов дает возможность замкнуть цепь безотходного цикла в утилизации бытового мусора и вторичного использования его в виде универсального органо-минерального удобрения, что существенно повлияет на улучшения состояния окружающей среды и решения одной из главных проблем человечества; б) получение универсального мелиоранта с регулируемыми свойствами существенно расширяет возможности и сферы его использования. Прежде всего это – сельское и лесное хозяйство, мелиорация солонцов и солончаков, которые занимают огромные территории на юге Украины, земель с плохими водно-физическими свойствами, освоение техногенно-нарушенных земель, (биологическая рекультивация в районах открытой добычи полезных ископаемых, шлако- и шламохранилищ, образовавшихся в результате деятельности горнообогатительных предприятий и тепловых электростанций, мест нефтедобычи и подземной выплавки серы), лесопарковое строительство и создание зеленых зон на засоленных почвах вдоль морских побережий, то есть, освоение и вовлечение в хозяйственный оборот земель ранее не используемых в производственной сфере.

Финансово-экономический аспект: а) требуются значительно меньшие капиталовложения в организацию переработки и утилизации органической части твердых бытовых отходов по сравнению с существующими технологиями переработки и утилизации мусора; б) конечный и побочные продукты являются ликвидными, что делает переработку органической части твердых бытовых отходов рентабельной; в) короткий технологический цикл переработки способствует быстрой окупаемости капиталовложений и обороту капитала; г) переработка твердых бытовых отходов в непосредственной близости от населенных пунктов, дает возможность получения местных органо-минеральных удобрений, которые мало в чем уступают дорогостоящим минеральным удобрениям. К этому следует добавить, что транспортировка последних требует значительных средств, вследствие чего стоимость их, по сравнению с заводской, возрастает более чем в два раза.

Выводы. Теоретически обосновано, что химическая утилизация ТБО и ОСВ уменьшает загрязнение окружающей среды. Практически доказано, что продукт рециклинга отходов КОМС не содержит в себе патогенную микрофлору и тяжелые металлы, а также является медленнодействующим азотным органо-минеральным удобрением с программированным свойством универсального мелиоранта. Совместная утилизация органических и промышленных отходов улучшит санитарно-эпидемиологическое состояние окружающей среды, сократит занимаемые ими территории и даст возможность получать местное органо-минеральное удобрение, которое не уступает дорогим минеральным удобрениям отечественного и зарубежного производства. По предварительным расчетам (без учета экологического эффекта) стоимость полученного КОМС может составлять 50–70 грн. за тонну. При выращивании сосны обыкновенной в закрытом грунте получены более высокие показатели по приросту высоты и диаметра стволиков, длины корня и средних подземных и надземных масс сеянцев с применением КОМС в дозах 10 и 20 т/га по сравнению с производственным контролем и дорогостоящими удобрениями Iglak, Agricol, Dondrolium forte, «Грин Леди», Мультивит. КОМС и Dondrolium forte способствуют в наибольшей степени стимуляции синтеза катехинов, что повышает устойчивость сеянцев к заболеваниям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бикін А.В. Інтенсивність мікробіологічних процесів при використанні продуктів органічних відходів. // Науковий вісник Національного аграрного університету. – Київ, 1998. – С. 89-206.

2. Городний М.М., Гиванчук С.А., Бэрри А.В. и др. Биоконверсия в управлении агроэкосистемами. – Киев, 1996. – 232 с.

3. Городницкий Б.А. Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов. – Одесса: ОЦНТЭИ, 2001. – С. 136-140.

4. Городній М.М., Бондар О.І., Бикін А.В. інш. Методічні вказівки та рекомендації з біотехнологічних методів переробки та використання органічних відходів міст. – Київ, 2003. – 111 с.

5. Городній М.М., Капілевич В.А. та ін. Екологічно безпечні добрива на основі місцевої сировини // Білогізація землеробства з метою ресурсозбереження та одержання якісної продукції: Наук.-техн. розробки. – Київ, 1995. – С. 54-71.

6. Декларац. патент на винахід № 68419А. Спосіб одержання комплексного органо-мінерального добрива на основі побутових відходів (тверді побутові відході та осад стічних вод) (Малюга Ю.Є., Корінько І.В. та ін. – Замовл. 03.04.2012, опубл.15.10.2002. – Бюл. № 10.

7. Декларац. патент на винахід № 99408А. Спосіб одержання суміші для підвищення родючості ґрунтів на основі твердих побутових відходів (Малюга Ю.Є. та ін. – Замовл. 11.09.2012; опубл.16.08.2012. – Бюл. № 5.

8. Малюга Ю.Є., Дегтярьов В.В., Смол'янинов І.І. та інші. Ефективність продуктів реціклінгу комплексної утилізації побутових та промислових відходів у лісовому господарстві. (Екологічні аспекти при використанні нових органо-мінеральних добрив) // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов: Сборник научных трудов. - Бердянск, Том III, 2003. – С. 700-709.

УДК664.236:636.085.55

ГЛЮТЕН КУКУРУЗНЫЙ КАК ОТХОД КРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РАЦИОНАХ КОРМЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Захаров Леон Михайлович, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева», **Россия**, г. Рязань, ol–zahar.ru@yandex.ru*

При производстве кукурузного крахмала остаются высококачественные отходы, в частности глютен кукурузный. Он содержит протеин, жир, клетчатку, аминокислоты, витамины и др., имеет высокую обменную энергию. Это позволяет использовать глютен кукурузный в рационе кормления высокопродуктивных коров в качестве белкового продукта в составе комбикорма.

Ключевые слова: голштинские коровы, глютен кукурузный, рацион кормления

GLUTEN CORN AS WASTE STARCH PRODUCTION IN THE DIETS OF HIGHLY PRODUCTIVE COWS

Zaharov L.M.

Abstract: After producing corn starch one can get high–qualitative waste, corn gluten in particular. It contains protein, fat, cellulose, amino acids, vitamins and others. It has high metabolizable energy. This let us use corn gluten in high–producing cows' diet as a protein source in a mixed fodder and as a result improve their physical status and increase milk productivity.

Key words: Holstein cows, corn gluten, diet.

Введение. Зерно кукурузы состоит из ценных пищевых компонентов: клетчатки (оболочка), белка (глютен), жира (зародыш) и углеводов (крахмал), которые составляют основную часть зерна – до 70 %. После получения из кукурузы крахмала образуются промышленные отходы, использующиеся в основном на кормовые цели, например, глютен. Дефицит зерна, кормов животного производства и других дорогостоящих компонентов в рационах сельскохозяйственных животных ставит задачу разработки научно обоснованных путей замены этого высокоценного сырья другим с целью снижения расхода на кормовые цели [1]. Глютен – один из самых богатых белковых продуктов, содержащий от 40 до 75 % протеина (в основном это зеин), от 6 до 8 % жира и до 20 % крахмала; он является [4] считает ценным продуктом за счет содержания аминокислот, витаминов и других полезных компонентов. Этот продукт имеет высокую обменную энергию [5], что важно с кормовой точки зрения.

Материалы и методы исследования. Целью исследований явилось изучение молочной продуктивности голштинских коров в ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области при введении в рационы кормления глютена кукурузного. Объектом исследований являлся голштинский скот. Опытные животные содержались беспривязно на мегаферме с поточно–цеховой секционной системой производства молока. Условия содержания коров были одинаковыми и соответствовали существующим требованиям. Схема исследований научно–хозяйственного опыта включала две группы животных. Все коровы 2010 г.р. перед участием в опытах прошли ветеринарное обследования, были здоровы, живой массой 570…586 кг, удоем до 7000 кг, находились в одинаковых условиях содержания и кормления.С учетом общих методических критериев постановки зоотехнических опытов, предложенных [2], в экспериментальном опыте участвовало по 15 коров контрольной и опытной групп. Количество животных в группе рассчитывалось по формуле:

$$n = 2 \cdot 3{,}29^2 \frac{\sigma}{D_A^2} = 2 \cdot 3{,}29^2 \frac{7^2}{8^2} = 2 \cdot 10{,}82 \cdot 0{,}77 \approx 16 \text{ коров}, \quad (1)$$

где σ – коэффициент вариации молочной продуктивности, равный , %,

А – ожидаемая разница между опытной и контрольной группами, %.

Использование метода пар–аналогов с индивидуальным учетом факторов кормления, привесов и других показателей количество может быть уменьшено до 15 голов в каждой группе.Для изучения молочной продуктивности коров, интенсивности молокоотдачи использовалась информация программы «СЕЛЭКС», функционирующей в хозяйстве. Учет молочной продуктивности проводили по первой лактации за 305 дней путем ежемесячных контрольных доек, учитывали количество надоенного молока с помощью системы «СЕЛЭКС», определения массовой доли жира и белка в молоке.

Результаты исследования. Молочное скотоводство составляет ведущую, приоритетную отрасль товарного животноводства Рязанской области. Разведением крупного рогатого скота молочных пород в области занимаются более 150 сельскохозяйственных предприятий. Основной объем продукции (80 %) производится именно этими предприятиями и около 20 % продукции приходится на долю хозяйств населения [3]. Одним из крупных хозяйств является ООО «Авангард» Рязанского района. Для доенияголштинскихкоров в ООО «Авангард» оборудован доильный зал фирмы «WestfaliaSurge» типа «Карусель» (рисунок 1), откуда молоко поступает в танк–охладитель (рисунок 2).

Рисунок 1 – Доильный зал фирмы «WestfaliaSurge» типа «Карусель»

Рисунок 2 –Танк–охладитель молока

Актуальным вопросом является изучение молочной продуктивности коров при введении в рацион кормления глютена кукурузного. Разница в возрасте первого отела у коров контрольной и опытной групп была несущественной и составляла всего 0,4 месяца, возраст первого отела обеих групп находился в пределах 26,2–26,5 месяца.

В таблице представлены данные по молочной продуктивность голштинских коров контрольной и опытной групп по первым трем лактациям, так как наблюдаются ее колебания, на что указано A. Zarnecki (1991).

Результаты исследований, представленные в таблице, по молочной продуктивности по первой лактации показал, что от коров опытной группы было надоено больше на 508,7 кг по сравнению с коровами контрольной группы. Максимальный выход молочного жира был также у голштинских коров опытной группы (+22,1 кг). Выход молочного белка у коров опытной группы был больше на 15,4кг.

Таблица – Молочная продуктивность голштинских коров контрольной и опытной групп по первым трем лактациям

В среднем по лактациям	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Молочный жир, кг	Массовая доля белка, %	Молочный белок, кг
коровы контрольной группы					
Первая	5931	4,01	237,7	3,14	186,2
Вторая	6677	4,04	267,0	3,17	211,7
Третья	6774	3,93	266,0	3,15	213,4
В среднем за три лактации	6461	3,99	256,9	3,15	203,3
коровы опытной группы					
Первая	7071	3,90	277,0	3,14	222,2
Вторая	7079	4,07	276	3,15	223,0
Третья	6758	4,18	284	3,14	212,2
В среднем за три лактации	6969	4,00	279,0	3,14	219,1
± к контрольной группе					
Первая	+1140	–0,11	+39,3	0,00	+36,0
Вторая	+402	+0,03	+9	–0,02	+11,3
Третья	–16	+0,25	+18	–0,01	–1,2
В среднем за три лактации	+508,7	+0,06	+22,1	–0,01	+15,4

Таким образом, введение в рацион кормления голштинских коров в составе комбикорма глютена кукурузного не оказывает отрицательного влияния на физическое состояние животных и ведет к увеличению их молочной продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грудина, Н. Рациональное использование протеина для крупного рогатого скота / Н. Грудина // Комбикорма. 2008. – № 3. – С. 73–74.
2. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
3. Поляков Д. Н., Захаров В. А. Состояние молочного скотоводства в Рязанской области //Вестник РГАТУ, 2012. – №4 (16). – С. 59–62.
4. Тюрин О.В. Кукурузный глютен ценный продукт // Птицеводство. –2002.– №8. – С. 14–15.
5. Younis P.A., Wagner D.G. Effect of corn gluten feed, saybean meal, and cottonseed meal on intake and utilization of prairie hay by beef heifers. MP /misc, publ./ – Oklahoma. Agr. experimentstation, 1990. – V. 29. – P 261–268.А.И.

УДК 633.162

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАО «ПОБЕДА» ЗАХАРОВСКОГО РАЙОНА РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Пономарева Юлия Николаевна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», **Россия**, г. Рязань, julya.ponomareva91@yandex.ru*

Приведена особенность выращивания ячменя в ЗАО «Победа» Захаровского района Рязанской области. Почвенно–климатические условия позволяют хозяйству выращивать яровой ячмень на пивоваренные цели. Одним из приёмов по оптимизации качества зерна является использование регулятора роста Эпин–экстра.

Ключевые слова: ячмень пивоваренный, технология выращивания, агротехника, сельскохозяйственная техника, регулятор роста

FEATURES OF TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF MALTING BARLEY IN THE AGRICULTURAL COOPERATIVE "POBEDA" ZAKHAROVO DISTRICT OF THE RYAZAN REGION

Ponomareva J.N.

The paper identifies the feature of barley cultivation in the agricultural cooperative "Win" Zakharovskogo district of the Ryazan region. Thanks to the soil and climatic conditions of the region's agricultural cooperative has the ability to grow spring barley for brewing celiacdisease growth regulator Epin–extra is one of the techniques optimizatio grain quality of barley.

Key words: barley brewing, growing technology, agricultural engineering, agricultural machinery, plant growth regulator

Ячмень является древней сельскохозяйственной культурой, который, наряду с пшеницей, был известен еще в каменном веке, а в Египте ячмень возделывали за 5 тыс. лет до н. э. На территории современной России его начали выращиватьболее 6 тыс. лет назад. В настоящее время ячмень возделывают во всем мире. Яровой ячмень используют на корм животных, на продовольственные цели, в пивоварении.

Выращивают пивоваренный ячмень в зонах с благоприятным гидротермическим режимом, умеренно континентальным климатом и среднегодовым количеством осадков 450–650 мм [3], чему и соответствует климат Рязанской области. Среднегодовое количество осадков составляет 600 мм. Рязанская область в соответствии с ГОСТом 5060–86 является одним из регионов пригодных для выращивания пивоваренного ячменя [1,2], посевы которого занимают площадь до 9 тыс. га. В ЗАО «Победа» выращивается ячмень пивоваренных сортов, который используется на фураж. Пивоваренный ячмень не является особой культурой, а скорее, формой возделывания ярового двурядного ячменя, предназначенного для специфического целевого использования. В нашей стране 87,2 тыс. га занимают посевы ячменя, который используют в пивоварении.

В Захаровском районе Рязанской области яровой ячмень занимает большую посевную площадь среди других яровых культур – 1,5 тыс.га.

Технология возделывания пивоваренного ячменя в ЗАО «Победа» Захаровского района отличается рядом особенностей, связанных, прежде всего, с задачей получения высококачественного сырья для целей пивоварения. Почвы хозяйства – черноземы выщелоченные. В ЗАО «Победа» используются собственные семена пивоваренного ячменя сортов Аннабель, Московский 2 и Данута. Посев производится в апреле, так как это благоприятно сказывается на образовании внутри зерна необходимого количества белка и крахмала, с использованием техники: сеялка комбинированного действия Väderstaditрактор JohnDeere (рисунок 1).

Сеялка Väderstad Трактор JohnDeere

Рисунок 1 – Сельскохозяйственная техника

Основные показатели качества при заготовках ярового пивоваренного ячменя в ЗАО «Победа» следующие: цвет зерна должен колебаться от светло–желтого до желтого; запах свойственный нормальному зерну ячменя; влажность не более 15 %; сорной примеси не более 1 %; белка не более 11–12 %; зерновой примеси не более 2 %; крупность не менее 85 %; зараженность вредителями не допускается, экстрактивных веществ не более 80 %. Агрохимические показатели почв должны соответствовать: pH – не ниже 6,0; гумуса более 2,0 %; фосфора и калия более 150 мг/кг почвы. В ЗАО «Победа» более тщательно выбираются предшественники для пивоваренного ячменя, предпочтение отдают кукурузе, картофелю и корнеплодам (свекла кормовая).

Весенняя обработка почвы начинается с закрытия влаги, так как отказ от нее приводит к резкому снижению урожайности ячменя за счет потери влаги и увеличения засоренности. Азотные удобрения вносятся весной вместе с посевом семян сеялкой Väderstad в малых дозах. Семена сеются на глубину 3–5 см с учетом свойств почвы. Наиболее эффективным способом борьбы с сорной растительностью является применение гербицидов, например, «Овсюген супер». Для борьбы с болезнями проводится фунгицидная обработка препаратом «Тилт» 1 раз за вегетацию с целью сохранения цвета зерна пивоваренного ячменя. На рисунке 2 показан общий вид поля ярового ячменя сорта Анабель.

Рисунок 2 – Поле ярового ячменя сорта Анабель

Уборку пивоваренного ячменя в хозяйстве проводят при наступлении полной спелости прямым комбайнированием, используется комбайн марки JohnDeere (рисунок 2).

Приступают к уборке, когда более 80 % колосьев ячменя в утренние часы принимают постоянное поникшее положение, а солома и пленки имеют яркую, желтую окраску. Перед началом уборки поле обкашивают по периметру на 2–4 метра.

При уборке и других операциях в хозяйстве стараются не допускать травмирования семян.

После уборки зерно пивоваренного ячменя очищается и проводится сушка до кондиционной влажности на установках активного вентилирования с подогревом воздухом до 35–45^{o}C (рисунки 3, 4). Для доведения до нужных параметров зерно подрабатывают на сортировальных машинах.

Рисунок 3 – Комбайн JohnDeere

Рисунок 4 – Установка стационарная для сушки семенного зерна методом активного вентилирования

Учитывая, что почвенно–климатические особенности хозяйства позволяют получать зерно высокого качества, соответствующего требованиям пивоваренных компаний, целью наших исследований является оптимизация соотношения белок : крахмал при использовании регулятора роста.

При консультации к.б.н., доцента кафедры агрохимии, почвоведения и физиологии растений С.А. Пчелинцевой на основе агрохимического обследования чернозема выщелоченного в хозяйстве и биологических особенностей пивоваренного ячменя была откорректирована доза внесения минеральных удобрений посредством составления системы их применения. Оптимальной дозой является $N_{60}P_{65}K_{110}$.

В 2013 году был заложен мелкоделяночный полевой опыт в трехкратной повторности для сравнения качественных показателей зерна ячменя при традиционной технологии выращивания и с использованием регулятора роста. По результатам лабораторного опыта было определено, что максимальный эффект на проращивание зерна ячменя оказал регулятор роста Эпин–экстра: длина корешка и масса семян увеличилась по сравнению с контролем на 10 %, что обусловлено более активной деятельностью корневых волосков зародышевых корешков [4].

Таким образом, в ЗАО «Победа» есть все возможности для выращивания зерна ячменя на пивоваренные цели при выполнении всего комплекса научно–обоснованных приемов его возделывания с учетом зональных особенностей, специфики сортов и требований пивоваренной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов П.П. Гриценко В.В., Кузнецов В.С. и др. Растениеводство // Под ред. П.П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.

2. ВаулинА.В.Оптимизация азотного питания ячменя от внедрении точного земледелия // Научно–практический журнал агрохимслужбы МСХ РФ – №1 2013 – С. 15–16.

3. ГОСТ 5060–86: Ячмень пивоваренный. Технические условия

4. Захарова О.А., Пономарева Ю.Н. Водопоступление в семена ячменя при использовании регуляторов роста// Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: Материалы XVII–й Международной научно–практической конференции (6 декабря 2013 г., РИУП, г. Рязань). – Рязань, РИУП, 2014. – С. 319–322.

УДК 630:664

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ

Кротова Ирина Владимировна, *доктор педагогических наук, доцент, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», **Россия**, г. Красноярск, irakrotova@inbox.ru*

Кондратюк Татьяна Алексеевна, *кандидат технических наук, доцент, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», **Россия**, г. Красноярск*

Шишкина Ирина Вадимовна, *кандидат химических наук, доцент, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», **Россия**, г. Красноярск*

Шишкина Анна Николаевна, *интерн, ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет им. Профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого», **Россия**, г. Красноярск*

Разработан способ получения из коры лиственницы антоцианидиновых красителей, изучен их качественный и количественный состав. Предложена модификация антоцианидиновых красителей экологически нейтральными веществами (пировиноградная кислота, алюмокалиевые квасцы, соли железа (II) и (III)), что позволяет расширить цветовую гамму, повысить их термо- и светостойкость, устойчивость при хранении. Описан механизм превращения дубильных веществ коры лиственницы сибирской в антоцианидиновые красители. Установлена возможность их применения в пищевой промышленности на примере мармелада.

*Ключевые слова***:** кора лиственницы сибирской, антоцианидиновые красители, модификация.

POSSIBILITIES OF COMPLEX USE OF THE LARCH OF BARK SIBERIAN

Krotova I.V., Kondratuk T.A,. Shishkina I.V., Shishkina A.N.

Methods for making of the larch bark of anthocyanidin dyes is designed, qualitative and quantitative composition dyes is studied. Modification of anthocyanidin dyes of environmentally neutral substances (pyruvic acid, potassium alum, salt, iron (II) and (III)), that allows to expand color gamut, improve their thermal and light stability, storage stability is proposed. The mechanism of transformation of tannins of bark of Siberian larch to anthocyanidin dyes is described. The possibility of their application in the food industry for example marmalade is installed.

Keywords: bark of Siberian larch, anthocyanidin dyes, modification.

Введение. Современный уровень развития перерабатывающей промышленности и состояние ее сырьевой базы требуют принципиально нового подхода к проблеме использования природных ресурсов. Сущность такого подхода состоит в создании и внедрении малоотходных и экологически безопасных технологий, позволяющих максимально полно извлекать ценные компоненты растительного сырья, превращая их в полезные продукты, а также исключать или уменьшать ущерб, наносимый окружающей среде в результате выбросов отходов производства в воздух, воду и почву.

При переработке древесины образуется значительное количество отходов – около 40 млн. тонн в год, которые содержат сотни тысяч тонн углеводов, фенолов, белков, масел, витаминов и других ценных соединений. Как доказано наукой и подтверждено практикой, при переработке многочисленных отходов лесопереработки можно получить более 100 наименований различных видов продукции. Однако эти возможности не используются в полной мере. Промышленной переработке подвергается не более 20 % образуемой массы отходов. Древесная кора стоит на втором месте после собственно древесины по значению и составляет примерно 10-20 % ствола. При переработке древесины кора дает большие количества отходов, практически полное отсутствие утилизации которых приводит к значительным экологическим проблемам.

Особый интерес в качестве сырья для получения широкого ассортимента ценных органических продуктов представляет кора хвойных пород деревьев, в частности лиственницы сибирской. По оценкам специалистов, только в результате экстракции измельченной коры лиственницы растворителями возрастающей полярности можно извлечь до 25-30 % (от массы сухой коры) ценных продуктов различного назначения: воск, антиоксидантный комплекс,

пектин. Оставшийся после экстракции шрот коры может служить эффективным сорбентом для неполярных веществ (нефтепродукты и прочее).

Целью настоящего исследования явилась разработка технологической схемы переработки коры лиственницы сибирской с получением модифицированных природных красителей для пищевой и текстильной промышленности, позволяющая повысить уровень рентабельности и экологической безопасности предприятий перерабатывающей промышленности.

Материалы и методы. В качестве исходного сырья использовалась кора лиственницы сибирской, измельченная до фракции 1-3 мм и отбранная методом квартования. Активация анализируемой биомассы осуществлялась методом неизобарного парокрекинга на опытной установке периодического действия с объемом реактора 0,8 л. при давлении 3-5 Мпа, температуре 200-260^{0}С и при различной продолжительности активации (от 20 до 200 с).

Химический состав коры лиственницы сибирской определялся с помощью стандартных, общепринятых и специальных методов исследования.

С целью наиболее полного извлечения полифенольного комплекса растительной биомассы использовался метод фракционного экстрагирования растворителями возрастающей полярности. Этот прием позволяет определить химический состав выделенных веществ и отработать дальнейшую технологию извлечения красителей. Количественное разделение и идентификация смеси антоцианидиновых красителей осуществлялась методом колоночной хроматографии на полиамидном сорбенте. Модифицированные красители анализировались методами УФ- и ИК-спектроскопии.

Определение показателей качества крашения текстильных волокон проводилось согласно ГОСТ 9733.4-83 Материалы текстильные. Методы испытания устойчивости окраски к стиркам и ГОСТ 9733.6-83 Материалы текстильные. Методы испытания устойчивости окраски к поту.

Физиологическая активность препаратов антоцианидиновых красителей испытывалась на лабораторных мышах путем орального введения. Оценка антибактериальной активности водного раствора антоцианидинового красителя проводилась методом двукратных серийных разведений в мясо-пептонном бульоне (МПБ). В качестве тест объектов использовался ряд музейных культур условно-патогенных бактерий, полученных из Всероссийской коллекции микроорганизмов и ГИСК им. Тарасевича.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования химического состава коры лиственницы сибирской, произрастающей на территории Красноярского края, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненный химический состав исходной коры лиственницы сибирской

Наименование компонентов коры лиственницы	Содержание компонентов, %
Экстративные вещества, в т.ч. водорастворимые	21,9
Полисахариды, в т.ч.: -легкогидролизуемые -трудногидролизуемые -целлюлоза	 13,2 17,4 21,1
Лигнин	23,7
Зольные вещества	2,7
Влажность	6,7

Для выделения растворимых веществ измельченную кору лиственницы подвергали обработке (обычной и дробной) различными растворителями: гексаном (для отделения смолистых веществ), этиловым спиртом и водой в аппарате Сокслетта. Продолжительность обработки составляла 6 часов при гидромодуле 1:7 и температуре кипения растворителя. В полученных спиртовых и водных экстрактах определены доброкачественность, содержание сахаров, дубильных веществ.

Показано, что последовательная обработка коры растворителями с возрастающей полярностью обеспечивает увеличение выхода сахаров и дубильных веществ в среднем на 10 %, повышается доброкачественность на 6 %, что объясняется раскрытием пор и увеличением внутренней поверхности коры. Полученные данные имеют практическое значение, поскольку обеспечивают наиболее полное извлечение красителей из анализируемой биомассы.

Антоцианидиновые красители образуются из дубильных веществ пирокатехиновой природы, относящихся к полифенолам. В этой связи нами изучен и описан механизм этого процесса. Его сущность заключается в том, что превращения полифенолов в антоцианидиновые соединения можно рассматривать в рамках кинетики процесса, включающего две последовательные реакции:

$$\text{Полифенолы} \xrightarrow{k_1} \text{Флавоноиды} \xrightarrow{k_2} \text{Антоцианидиновые красители}$$

Скорость процесса лимитируется I стадией, т.е. $k_1 << k_2$. Скорость процесса получения антоцианидиновых красителей определяется скоростью реакции деполимеризации полифенолов.

Предложен новый способ получения дубильного экстракта из коры лиственницы. Суть его заключается в следующем: кору лиственницы предварительно подвергают активации в условиях неизобарного парокрекинга при давлении 3-5 МПа, температуре 200-260^{o}С и при различной продолжительности активации (от 20 до 200 с). При этом кора лиственницы разрыхляется (до 80 % составляют частицы менее 2 мм) и одновременно осуществляется гидролиз слабых связей в макромолекулярной структуре органического сырья, что способствует более полному извлечению дубильных веществ. Кору лиственницы после активации нагревают в 30 %-ном растворе этилового спирта при температуре 70-75^{o}С в течение 4-6 часов. Результаты экспериментов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание дубильных веществ в экстрактах коры лиственницы сибирской, активированной в условиях неизобарного парокрекинга

Продолжительность активации, с	20	30	40	60	90	120	180
Выход экстрактивных веществ, % от веса абсолютно сухой навески	47,8	48,0	48,2	43,7	37,3	30,5	23,9
Доля дубильных веществ, % в общем экстракте	21,0	21,5	20,3	16,7	14,3	10,7	6,1

Наибольший выход продуктов гидролиза наблюдается при проведении неизобарного парокрекинга при Т=240^{o}С, р=3,4 атм, продолжительность активации зависит от размеров технологической щепы (коры лиственницы) и составляет 20-60 с. Экспериментально установлено, что увеличение продолжительности активации свыше 60 с приводит к разрушению дубильных веществ в общем экстракте. Проведение активации коры при более низких температуре и давлении нецелесообразно, так как для достижения хорошего рыхления коры лиственницы требуется увеличение продолжительности активации, что приводит к резкому снижению в экстракте доли дубильных веществ. Наличие дубильных веществ в полученных экстрактах подтверждается УФ и ИК-спектрами и проведением специфических реакций.

Методом инфракрасной спектроскопии показано наличие в водных и спиртовых вытяжках характерных для дубильных веществ полос поглощения при 1460 см$^{-1}$, 1370-1375 см$^{-1}$. Регистрацию ИК- спектров в области 400-4000 см$^{-1}$ осуществляли на спектрофотометре Specord IR – 75 в матрице бромистого калия. Количественная оценка дубильных веществ в полученных растворах показала содержание в них таннидов в количестве 39-45 %.

Предлагаемый способ позволяет сократить продолжительность процесса, получить из коры лиственницы сибирской дубильный экстракт с высоким выходом (в 1,5-2 раза выше в сравнении с экстракцией из неактивированной коры), лучшего качества и с меньшими затратами. Новизна предлагаемого способа подтверждена Патентом РФ № 2083674.

Антоцианидиновые красители являются одним из представителей класса флавоноидов, которые присутствуют в коре как в свободном, так и в связанном состоянии и образуются из полифенолов. Свободные флавоноиды выделяли из коры нейтральными органическими растворителями, связанные – подкисленными спиртами. При кислотном гидролизе часть веществ из связанного состояния переходит в свободное. При обработке коры соляной кислотой в этиловом спирте антоцианидиновые соединения получаются как из свободных, так и из связанных флавоноидов.

Краситель выделен в виде смеси, состоящей на 83-85 % из различных антоцианидинхлоридов, основную часть которых составляют цианидинхлорид и дельфинидинхлорид, 15-17 % приходится на дубильные вещества. Количественное разделение и идентификация смеси антоцианидиновых красителей, осуществляли методом колоночной хроматографии на полиамидном сорбенте. Установлено, что смесь антоцианидиновых веществ содержит: цианидинхлорида – 34,2 %, дельфинидинхлорида – 43,7 %, небольшие количества пеонидинхлорида и пеларгонидинхлорида – 10 %. УФ – спектры индивидуальных антоцианидиновых соединений снимали на приборе «UV – 30 Simadzu».

Антоцианидиновые красители не обладают высокой свето- и термостойкостью. Для получения из коры лиственницы модифицированных красителей с повышенной термо- и светостойкостью кору обрабатывали этиловым спиртом, содержащим 3 % соляной кислоты и 5 % пировиноградной кислоты, а также водными растворами алюмокалиевых квасцов, сульфатов железа (II) и (III) концентрацией 1-5 % в течение 3 часов.

Модифицированные красители проанализированы методами УФ- и ИК-спектроскопии. В видимой области электронных спектров полученных пигментов наблюдался сдвиг максимума поглощения в коротковолновую область на 10 нм, а в ИК – спектрах зафиксированы интенсивные полосы поглощения при 1720 $см^{-1}$, характерные для карбоксильных групп.

Таким образом, в результате проведенного исследования определены условия получения антоцианидинового красителя из коры лиственницы сибирской. При этом установлен его максимальный выход, составляющий 20,2 %. Модифицированные антоцианидиновые красители представляют особый интерес в плане окрашивания волокон, прежде всего ворсовой пряжи для ковроткачества. Однако не исключается их использование и в пищевых целях. В связи с этим были проведены исследования органолептических и физико-химических показателей антоцианидиновых красителей, выделенных из коры лиственницы сибирской и модифицированных органическими веществами. Результаты представлены в таблице 3 и использованы при разработке ТУ 9169-010-05152660-09 «Антоцианидиновые красители».

Таблица 3 – Органолептические и физико-химические показатели антоцианидиновых красителей, полученных из коры лиственницы сибирской

Наименование показателя	Характеристика	
	Фактические исследования	Нормируемые показатели
Внешний вид	Тонкий порошок	Тонкий порошок
Вкус	Слегка терпкий	Слегка терпкий
Запах	Без постороннего запаха	Не имеет
Цвет	Темно-красный с бордовым оттенком	Благородный темно-красный
Влажность	Гигроскопичен	Гигроскопичен
Растворимость	Полностью растворим в воде и водно-спиртовом растворе. Раствор прозрачный	Растворим полностью в воде и водно-спиртовом растворе. Раствор прозрачный
Устойчивость	Невысокая	Невысокая
Содержание сухих веществ, % не менее	40	50
Содержание красящих веществ, г/кг	38 ± 0,05	50
Титруемая кислотность, $см^3$ 1н NaOH/100 г красителя	147 ± 0,1	-
Активная кислотность (pH 5 %-ного раствора)	4	-
Общее содержание золы, %	7	-

Изучена возможность включения антоцианидиновых красителей в производство мармелада. С этой целью использовали стандартную рецептуру изготовления мармелада, которая модифицирована применением антоцианидиновых красителей, полученных из коры лиственницы сибирской. Выработка опытных и промышленных образцов мармелада «Лесной»

проводилась на базе научно-производственной фирмы «Натуральные продукты Красноярья» (г. Красноярск, Россия).

Результаты токсикологических исследований анализируемого кондитерского изделия в процессе хранения показали, что токсикологические показатели мармелада «Лесной» не превышают допустимых уровней. По микробиологическим показателям мармелад «Лесной» отвечает требованиям, указанным в п.1.5.2.11. СанПиН 2.3.2.1078-01. Кроме того, полученные данные свидетельствуют о гигиеническом благополучии разработанных продуктов.

Выводы:

1. Изучен химический состав исходного растительного сырья, проведен количественный и качественный анализ растворимых веществ. При проведении дробной экстракции из коры лиственницы сибирской выход водорастворимых веществ увелчился на 65 %, спирторастврорим ых - на 50 %.

2. Получены данные по количеству веществ, извлекаемых различными растворителями. С использованием методов тонкослойной хроматографии, ИК- и УФ-спектроскопии установлен состав фракций, полученных при последовательной обработке коры лиственницы сибирской различными растворителями.

3. Показана возможность получения антоцианидиновых красителей из коры лиственницы сибирской. Проведена идентификация полученных соединений. Установлено, что антоцианидиновые красители преимущественно представлены следующими индивидуальными соединениями: дельфинидин – 33,6 %, цианидин – 25,7 %, пеонидин – 34,2 %, пеонидин – 10 %.

4. Предложен новый способ получения дополнительного источника антоцианидиновых красителей - дубильного экстракта из коры лиственницы, подвергнутой активации методом неизобарного парокрекинга, позволяющий увеличить выход конечного продукта в два раза.

5. Осуществлена модификация природных красителей экологически нейтральными веществами (пировиноградная кислота, алюмокалиевые квасцы, соли железа (II) и (III)), что позволило не только расширить цветовую гамму и повысить их термо- и светостойкость, но и решить одну из важнейших проблем перерабатывающей промышленности - исключить или уменьшить ущерб, наносимый окружающей среде в результате выбросов отходов производства в воздух, воду и почву.

6. Путем физико-химических и токсико-фармакологических исследований установлена возможность применения модифицированных антоцианидиновых красителей, выделенных из коры лиственницы сибирской, в пищевой и текстильной промышленности.

УДК 631.893/.895:633.11/.13/.16:635.21

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И КАРТОФЕЛЯ

Артемьев Андрей Александрович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБНУ «Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», **Россия**, **Республика Мордовия**, г. Саранск, niish-mordovia@mail.ru*

Использование птичьего помета в составе органоминеральной смеси на основе цеолитсодержащей породы повышает урожайность зерновых культур и картофеля, а совместное применение с минеральными удобрениями усиливает действие последних.

Ключевые слова: птичий помет, цеолитсодержащая порода, органоминеральная смесь, минеральные удобрения, зерновые культуры, картофель, урожайность.

PERSKPEKTIVA USE WASTE POULTRY AT CULTIVATION OF GRAIN CROPS AND POTATOES

Artemyev A.A.

The use of poultry manure, through the creation of organo-mineral mixtures based on zeolite rocks in the cultivation of cereals and potatoes increases the productivity of plants, and the combined use of mineral fertilizers increases the effects of the latter.

Keywords; bird droppings, zeolite-containing rocks, organo-mineral mix, fertilizers, grains, potatoes, productivity.

Введение. Основное антропогенное воздействие на компоненты окружающей среды принято связывать с промышленностью, однако в ряде случаев не менее глубокое и масштабное влияние на агроэкосистему оказывают предприятия сельскохозяйственного профиля. Прежде всего, это относится к отрасли индустриального птицеводства. В настоящее время от одной средней птицефабрики (400 тыс. кур-несушек) в год поступает до 40 тыс. т птичьего помета и свыше 500 тыс. $м^3$ сточных вод, а в целом по России в птицеводческих хозяйствах ежегодно накапливается более 50 млн. т органических отходов. При этом, как правило, отходы сконцентрированы на небольших площадях, что усугубляет их негативное воздействие.

В связи с этим в последнее время все большую актуальность приобретает проблема очистки промышленных стоков птицеводческих комплексов. На каждом птицеводческом предприятии накапливается большое количество отходов, которые нельзя сбрасывать в открытые водоемы и вывозить на поля, что строго регламентируется нормативными актами. Предлагаемые в настоящее время методы утилизации куриного помета (сушка, переработка в буртах и т.д.) являются затратными и энергоемкими. В тоже время в природе существуют минеральные цеолитсодержащие породы, способные определенным образом утилизировать вредные соединения отходов птицеводства и адсорбировать их внутри себя, при этом образуется органоминеральная смесь, обладающая помимо указанных свойств еще и свойствами удобрений. Использование их при выращивании сельскохозяйственных культур может сыграть значительную роль в повышении урожайности растений и насыщении почвы органическими соединениями. Именно на решение данных вопросов была направлена данная научно-исследовательская работа.

Материалы и методы исследования. Для выполнения намеченной работы путем технологической переработки местных цеолитсодержащих пород и насыщения ее куриным пометом разработали органоминеральную смесь, в количестве достаточном для проведения испытаний как органно-минерального удобрения. Сам процесс производства органоминеральной смеси требует значительного времени и осуществляется в два этапа. На первом этапе выполняется сушка, дробление и рассев породы на фракции с химическим ее анализом. На втором этапе минеральная цеолитсодержащая порода обогащается органическим веществом (пометом). Подробное описание данного процесса здесь не приводится, т.к. в работе приводятся только результаты исследований по использованию органоминеральной смеси (удобрения) при возделывании зерновых культур и картофеля. В целом в органоминеральном

удобрении присутствуют мышьяк, цинк, медь, свинец, кадмий, никель, ртуть, а также содержится органическое вещество на уровне 9 %, общий азот 1 %, общий фосфор в пересчете на P_2O_5 1 % и общий калий в пересчете на K_2O 1,8 %.

В 2012-2013 гг. в 4-х полевых опытах было изучено влияние вида и дозы удобрения (в т.ч. разработанной органоминеральной смеси) на продуктивность зерновых культур *(яровой ячмень сорт Зазерский 85, яровая пшеница сорт Тулайковская 10, овес сорт Горизонт)* и картофеля *(сорта Удача и Снегирь)*. Исследования осуществлялись в опытном поле Мордовского НИИСХ. Для всех культур предшественником явилась озимая пшеница. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый среднегумусный среднемощный. Содержание подвижного фосфора и обменного калия – соответственно 291 и 227 мг/кг почвы, $pH_{(сол)}$ почвенного раствора – 5,5. Повторность опытов трехкратная. Размещение вариантов систематическое. Общая площадь опытного участка – 0,5 га, в том числе: опыт № 1 – 0,06 га, опыт № 2 – 0,06 га, опыт № 3 – 0,06 га, опыт № 4 – 0,17 га. Общая площадь делянки в первых трех опытах 40 $м^2$, в четвертом – 56 $м^2$.

Схема трех однофакторных опытов с зерновыми культурами включала 5 вариантов: 1 – Без удобрений (контроль); 2 – N_{60} (аммиачная селитра 1,75 ц/га); 3 – N_{30} (аммиачная селитра 0,88 ц/га) + органоминеральная смесь 3 т/га; 4 – Органоминеральная смесь 3 т/га; 5 – Органоминеральная смесь 6 т/га.

Продуктивность картофеля изучали в двухфакторном опыте. Фактор А – сорта картофеля ранней группы спелости: 1 – Удача; 2 – Снегирь; Фактор В – вид и доза удобрений: 1 – Без удобрений (контроль); 2 – $N_{60}P_{60}K_{60}$ (азофоска 3.75 ц/га); 3 – $N_{30}P_{30}K_{30}$ (азофоска 1,88 ц/га) + органоминеральная смесь 3 т/га; 4 – Органоминеральная смесь 3 т/га; 5 – Органоминеральная смесь 6 т/га.

Минеральные удобрения и органоминеральную смесь вносили вручную под культивацию перед посевом зерновых культур и посадкой картофеля. Кроме изучаемых факторов, технология возделываемых культур в опыте была общепринятой для зоны [1]. Исследования проводили по методике Б.А. Доспехова [2].

В ходе исследований проводили агрохимический анализ почвы в соответствии с принятыми ГОСТами. Фенологические наблюдения проводили согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [3]. Густоту стояния растений определяли в период полных всходов и перед уборкой. Урожайность определяли путем взвешивания со всей делянки зерна с переводом на стандартную влажность (14 %) у зерновых культур. По картофелю кроме урожайности определяли структуру клубней по фракциям. Основные результаты анализов и учетов и урожайные данные подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2] на персональном компьютере.

Результаты исследований и обсуждение. Метеоусловия вегетационных периодов в годы проведения исследований были различными и не всегда благоприятными для роста и развития изучаемых культур, но типичными для данной зоны. ГТК за вегетацию в 2012 году составил 0,7 (среднемноголетняя норма – 1,09), что характерно для засушливых условий, в 2013 году – 1,0, что характерно для слабой степени засухи.

Зерновые культуры в опытах высевали с нормой 5.0 млн. всхожих зерен на 1 га. Посев проводился в оптимальные сроки. Всходы появлялись дружно. В среднем за 2 года полевая всхожесть по яровой пшеницы наблюдалась в пределах 79-82 %, ярового ячменя – 82-84 и овсу – 81-83 %. Существенных различий по данному показателю и густоте растений между вариантами опыта не наблюдалось.

Анализ выживаемости растений зерновых культур не выявил существенного различия между исследуемыми вариантами опыта. Так, по яровой пшенице она колебалась в пределах 80-84 %, яровому ячменю – 90-93 и овсу – 89-91 %.

Наблюдения за фенологией яровой пшеницы в зависимости от дозы и вида удобрения не выявили существенного различия в наступлении фаз роста и развития растений зерновых культур. В среднем за 2 года период вегетации растений яровой пшеницы составил 90 дней, ярового ячменя – 84, овса – 87 дней. В таблице 1 представлена урожайность зерновых культур в зависимости от вида и дозы удобрения.

В среднем за 2 года внесение удобрений под яровую пшеницу обеспечило достоверную прибавку урожая во всех вариантах опыта по сравнению с контролем (таблица 1). Максимальный сбор зерна (5.59 т/га) обеспечил вариант, где применялось совместное внесение ми-

нерального азота в дозе N_{30} и органоминеральной смеси в дозе 3 т/га, минимальный (4.33 т/га) – на контроле. Следует отметить, что применение в чистом виде минеральных удобрений не способствовала существенному росту урожая в сравнении с вариантами, где вносили органоминеральную смесь. В тоже время возрастание дозы органоминеральной смеси до 6 т/га достоверно повышало количество зерновой массы с единицы площади. Было установлено, что в посевах яровой пшеницы действие органического удобрения усиливалось при внесении минерального азота.

Таблица 1 – Урожайность зерновых культур в зависимости от вида и дозы удобрения, т/га (среднее за 2012-2014 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га		
	яровой пшеницы	ярового ячменя	овса
Без удобрений (контроль)	4.33	3.28	2.83
N_{60}	5.28	4.40	3.30
N_{30} + органоминеральная смесь 3 т/га	5.59	4.31	3.31
Органоминеральная смесь 3 т/га	5.23	4.24	3.00
Органоминеральная смесь 6 т/га	5.43	4.49	3.19
$НСР_{05}$	0.15	0.25	0.17

По яровому ячменю и овсу максимальный сбор зерна (4.40-4.49 и 3.30- 3.31 т/га соответственно) обеспечили варианты с внесением минеральных удобрений в дозе N_{60} и применением органоминеральной смесь в дозе 6 т/га, минимальный (3,28 т/га) – на контроле (таблица 1). Внесение органоминеральной смеси в дозе 3 т/га существенно снижало урожайность этих культур в сравнение с дозой 6 т/га. Совместное действие органоминерального и минерального удобрения не вызвало такого эффекта, как в посевах яровой пшеницы. Это на наш взгляд объясняется негативным действием погодных условий (повышенный температурный режим и отсутствие осадков) первой половины лета во все годы проведения исследований.

Картофель в опыте высаживали во второй декаде мая. Наблюдения за продолжительностью периодов роста и развития растений картофеля в среднем за два года не показали значительных различий между сортами. Применение удобрений не приводило к изменению продолжительности межфазных периодов роста растений в первой половине вегетации. Период от фазы бутонизации до начала отмирания ботвы во всех вариантах с внесением удобрений удлинялся на 11-15 дней.

В среднем за 2 года наибольший период вегетации (96 дней) был отмечен у сорта Снегирь в вариантах с внесением как минерального, так и органоминерального удобрения (таблица 2). В то же время изучаемые факторы не оказали существенного влияние на густоту стояния и естественный выпад растений.

Было установлено, что применяемые удобрения существенно повлияли на число клубней под корнем. В среднем за 2 года на контроле данный показатель составил по сорту Удача 9,4 шт. и 6,9 шт. по сорту Снегирь, при внесении минеральных удобрений происходило увеличение клубней по сорту Удача на 4,0 шт., а по сорту Снегирь – значительных изменений не выявлено. Совместное внесение минеральных удобрений и органоминеральной смеси также повышало число клубней под кустом как по сорту Удача, так и по сорту Снегирь. Повышение дозы органоминерального удобрения не проводило к дальнейшему увеличению численности клубней под кустом.

Использование органоминеральной смеси оказало положительное влияние на образование клубней под кустом. Максимальное количество клубней наблюдалось у сорта Удача – до 13,4 шт./растение в варианте при совместном использовании минерального и органоминерального удобрения.

В среднем по опыту товарность клубней по сорту Удача составил 93,2 %, Снегирь – 89,8 %. Применение удобрений способствовало повышению товарности на 3-15 %.

Максимальная товарность картофеля (95 %) по обоим сортам была достигнута при совместном внесении минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ и органоминеральной смеси в дозе 3 т/га. Повышение дозы органоминеральной смеси повышала на 1 % товарность у сорта Удача и на 4 % у сорта Снегирь.

Изменения в структуре урожая клубней картофеля обусловили его различную урожайность на единице площади. Как показали исследования, урожайность картофеля раннеспелой группы зависела от сорта и доз удобрений (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность клубней картофеля, т/га

Факторы		Среднее за 2 года	Товарность, %	Количество клубней под кустом, шт./раст.	Период вегетации, дни
Сорт (А)	Удобрение (В)				
Удача	Без удобрений (контроль)	17,3	90	8,0	86
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	25,1	94	12,4	90
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + органоминеральная смесь 3 т/га	24,2	95	13,4	90
	Органоминеральная смесь 3 т/га	20,8	93	9,9	90
	Органоминеральная смесь 6 т/га	22,1	94	10,3	90
Снегирь	Без удобрений (контроль)	9,7	80	6,6	91
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,1	92	7,8	96
	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + органоминеральная смесь 3 т/га	15,4	95	7,4	96
	Органоминеральная смесь 3 т/га	11,9	89	6,8	96
	Органоминеральная смесь 6 т/га	13,1	93	7,3	96
	$НСР_{05}$ ч. р. (А) (В)	5,6 1,87 2,29			

Урожайность картофеля сорта Удача в среднем по опыту составила 21,9 т/га, Снегирь – 10,4 т/га. Применение удобрений способствовало увеличению урожайности относительно контроля как по сорту Удача, так и по сорту Снегирь. Внесение органоминеральной смеси оказало положительное влияние на продуктивности картофеля ранней группы спелости. Совместное применение минерального и органоминерального удобрения способствовало повышению урожайности по сорту Удача на 6,9 т/га, а по сорту Снегирь на 5,7 т/га

Максимальный урожай клубней (25,1 и 24,2 т/га) был получен по сорту Удача на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{30}K_{30}$ + органоминеральная смесь 3 т/га.

Таким образом, утилизация птичьего помета, через создание органоминеральной смеси на основе цеолитсодержащей породы является перспективным направлением в решении проблемы снижения загрязнения окружающей среды и распространения инфекционных болезней в близи животноводческих предприятий. Использование данных смесей при возделывании зерновых культур повышает урожайность растений, а совместное применение с минеральными удобрениями усиливает действие последних.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовия (методическое руководство) / Под ред. А.М. Гурьянова. – Саранск, 2003. – 428 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Выпуск второй). – М., 1989. – 195 с.

УДК. 631.811

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ СИНТЕЗА НАНОСЕРЫ ИЗ ПОЛИСУЛЬФИДА КАЛЬЦИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ВСХОЖЕСТЬ КУКУРУЗЫ

Массалимов Исмаил Александрович, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет,* ***Россия, Республика Башкортостан****, г.Уфа*

Ильясова Римма Рашитовна, *кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет,* ***Россия, Республика Башкортостан****, г. Уфа, Ilyasova_r@mail.ru*

Испытывались различные варианты смесей наносеры с рядом макро- и микроэлементов с целью изучения их влияния на состав и всхожесть зерна кукурузы. Внесение смеси отходов наносферы из полисульфида кальция с нитратом меди в соотношении 1:5 привело к увеличению содержания глутаминовой кислоты в зерне кукурузы в 3 раза по сравнению с контрлем.

Ключевые слова: глутаминовая кислота, наносера

INFLUENCE OF WASTE OF SYNTHESIS OF NANOSERA FROM CALCIUM POLYSULFIDE ON CHANGE OF THE CONTENT OF GLUTAMINOVY ACID AND VIABILITY OF CORN

Massalimov I.A., Il'yasova R.R.

Various variants of mixtures nano sulfur with macro- and micronutrients in order to study their influence on the structure and germination of maize were tested. Adding the mixture of wastes nanospheres from calcium polysulfide with copper nitrate in a ratio of 1: 5 resulted in an increase in the glutamic acid content of corn grain is 3 times as compared with the control.

Keywords: glutaminovy acid, nanosulfur

По мере развития современного производства образуется огромное количество отходов, поэтому все большую актуальность приобретают проблемы разработки и внедрения мало- и безотходных технологий, которые обеспечивают максимально полное использование образующихся отходов.

Следует отметить, что ежегодно образуется около 10-15 тонн отходов синтеза наносеры из полисульфида кальция на опытном производстве Технологического института гербицидов и регуляторов роста растений ГНУ НИИ АН РБ, г.Уфа.

Однако указанные отходы содержат необходимые для сельхозкультур вещества, а именно около 92 % серы в наноразмерном состоянии. Характер воздействия наночастиц на растения многообразен: в определенной концентрации они могут оказывать антимикробное воздействие, также могут выступать как стимуляторы роста и развития растений и т.д. [1]

Известно, что кукуруза содержит большое количество глутаминовой кислоты. Однако по роста и развития происходит изменение содержания аминокислот в растительных тканях в результате биохимических превращений в семенах растений. При этом при потере всхожести семян происходит снижение содержания глутаминовой кислоты, поэтому так важно поддерживать высокую концентрацию указанного вещества в семенах кукурузы в период прорастания семян кукурузы.

Применение питательных смесей для растений при прорастании способствовало бы решению данной проблемы.

Цель настоящей работы состояла в изучении влияния смесей отходов синтеза наносеры с различными макро- и микроэлементами на процессы всхожести семян кукурузы, а также исследование содержания глутаминовой кислоты при этом.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось в несколько этапов:

1. Внесение смеси отходов наносеры в соотношениях 1:1, 1:5, 1:10 с такими ионами, как Mn^{2+}, Mo^{6+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, P^{5+} в составе соответствующих солей: нитрата марганца (2+), мо-

либдата аммония, нитрата цинка, нитрата меди (2+), дигидрофосфата кальция.

2. Подготовка объектов исследования - проросших семян кукурузы до и после проведения опыта.

3. Идентификация и количественный анализ глутаминовой кислоты в семенах кукурузы методом тонкослойной хроматографии.

Результаты исследования. Следует отметить, что наряду с азотом, калием фосфором сера относится к биогенным элементам, которые необходимы для роста и развития растений, способствуя синтезу в растительных тканях необходимых химических веществ: углеводов, витаминов, аминокислот и др. Однако самостоятельно микронного размера сера плохо усваивается растениями.

Решение данной проблемы может быть реализовано при использовании достижений нанотехнологии. Согласно литературным данным, характер воздействия наночастиц на растения многообразен: в определенной концентрации они могут оказывать антимикробное воздействие, также могут выступать как стимуляторы роста и развития растений и т.д. [1]. В связи с этим перспективным становится изучение возможности использования отходов синтеза наносеры из полисульфида кальция в качестве источника минерального питания растений. Влияние смеси, основным компонентом которой являются отходы синтеза наносеры, и на рост и развитие кукурузы изучалось по изменению содержания глутаминовой кислоты в семенах кукурузы в процессе ее прорастания.

Результаты исследований показали:

1. Наибольшее содержание аминокислоты наблюдалось для всех изученных смесей при соотношении реагентов 1:5. Исключение составила смесь наносера: Mo^{6+}, для которой наибольшее содержание глутаминовой кислоты наблюдалось при соотношении реагентов 1:1.

2. При внесении смеси отходов наносеры с нитратом меди (2+) в соотношении 1:5 наблюдалось увеличенное содержание глутаминовой кислоты - практически в 3 раза по сравнению с контрольным опытом (таблица). В контрольном опыте происходило прорастание семян кукурузы естественным путем – без применения каких-либо питательных смесей.

3. В случаях применения смеси отходов наносеры с молибдатом аммония в соотношении 1:1, а также смеси отходов наносеры с нитратом марганца - наблюдалось увеличение содержания глутаминовой кислоты - в 2 раза по сравнению с контрольным опытом.

4. Во всех остальных случаях содержание глутаминовой кислоты наблюдалось ниже или на уровне содержаний исследуемого вещества в контрольном опыте.

Таблица – Содержание глутаминовой кислоты в вытяжке проросших семян кукурузы, мкг/л

Исследуемый образец	Содержание глутаминовой кислоты, мкг/л
Контрольный опыт: проросшие семена без питательной смеси	≈ 1
Смесь Zn^{2+} : отходы наносеры 1:5	1,2
Смесь Mo^{6+} : отходы наносеры 1:1	2,1
Смесь Mn^{2+} : отходы наносеры 1:5	2,5
Смесь Cu^{2+} : отходы наносеры 1:5	3,1

Выводы. На основании результатов экспериментов можно рекомендовать использовать в качестве питательной смеси - смесь отходов наносеры с нитратом меди (2+) в соотношении 1:5 с целью создания более благоприятных условий для развития и прорастания семян кукурузы, а также оптимизации аминокислотного состава по содержанию глутаминовой кислоты, которая выполняет особую роль при прорастании семян растений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Балабанов В.И.. Нанотехнологии. Наука будущего. М.: ЭКСМО, 2009 г. – 240 с.
2. Сергеев В.В. Экологическая химия. М.: Лань, 2009. – 200 с.
3. Хухрянский В.Г. Химия биогенных элементов. Киев.: Высшая школа, 1990. – 192 с.

УДК 631.95

СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ КЛАСТЕРОВ ПО УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ (на примере Нижегородской области)

Горбунов Борис Иванович, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород*

Филимонов Илья Викторович, *кандидат технических, доцент, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород, mg_ngsha@rambler.ru*

Михалёв Евгений Васильевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород, mihey2113@mail.ru*

Горбунов Вячеслав Борисович, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород*

Эффективная утилизация отходов, базирующаяся на оптимизации энергетических и информационных потоков в агроэкосистемах, соответствует задачам энерго- и ресурсосбережения в сельском хозяйстве. В статье изложены основные принципы функционирования и определены приоритеты развития производственных биоэнергетических комплексов по переработке отходов с получением компостов и субстратов различного назначения.

*Ключевые слова***:** *энергосбережение, ресурсосбережение, энергоэффективность, сельскохозяйственные отходы, биоэнергетика, биоконверсия, компост, субстрат.*

CREATION OF REGIONAL INNOVATIVE CLUSTERS ON UTILIZATION OF AGRICULTURAL WASTE (on the example of the Nizhny Novgorod Region)

Gorbunov B.I., Filimonov I.V., Mikhalev E.V., Gorbunov V.B.

The effective waste management which is based on optimization of energy and information streams in agro–ecosystems corresponds to tasks of energy–saving and resource–saving in agriculture. In the article the basic principles of functioning are stated and priorities of development are defined for production bio-energy complexes on processing of waste with making composts and substratums of different function.

Keywords: *energy–saving, resource–saving, energy efficiency, agricultural waste, bioenergetics, bioconversion, compost, substratum.*

Введение. Энергоресурсосбережение в сельском хозяйстве во многом определяется эффективностью использования потенциала биомассы отходов. В первую очередь, следует отметить следующие проблемы, формирующие вектор взаимодействия биоэнергетики и сельскохозяйственного производства: проблему эффективной утилизации отходов животноводства, представляющих немалую экологическую угрозу для окружающей среды изза высокой концентрации производства (создание крупных комплексов вместо малых ферм); проблему утилизации соломы и других отходов растениеводства, лесного хозяйства и перерабатывающей промышленности, содержащих формы органики, трудноразлагаемые путём биоконверсии.

Указанные проблемы являются характерными для всего агропромышленного комплекса России. Так, современные масштабы накопления отходов на крупных животноводческих комплексах Приволжского региона в целом, и в частности птичьего помёта на птицефабриках Нижегородской области, вызывают большую озабоченность, как с точки зрения экологической безопасности региона, так и итоговой оценки экономической эффективности всего производства.

Общий объём отходов промышленных животноводческих комплексов в Нижегородской области составляет в среднем около 4 млн. тонн в год. Жидкие отходы в большинстве своём вывозятся на так называемые «земледельческие поля орошения» или поля–отстойники, где они создают немало экологических проблем, в частности в виде загрязнения грунтовых вод нитратами или загрязнения атмосферного воздуха, или частично перерабаты-

ваются путём фрагментирования на жидкую и твёрдую фракции. Твёрдая фракция (без какой–либо переработки) либо вывозится на поля севооборотов, либо складируется «до лучших времён». Однако, к примеру, внесение твёрдой фракции и подсушенного бройлерного помёта, равно как и жидких стоков, приводит к проблеме зафосфачивания земель, что сказывается негативным образом на экологии агрофитоценозов и, в конечном счёте, на количестве и качестве урожая. Также из-за применения некомпостированного помёта в качестве удобрения происходит загрязнение полей гельминтозами, инвазиями, семенами сорняков, различными солями и т.п. Всё это приводит к деградации земель: повышается осмос почвенного раствора, нарушается баланс углерода и азота, что приводит к изменению активности и направленности микробиологических процессов, ухудшаются сложение почвы и её газовоздушный и водный режимы.

Мировой опыт показывает, что только организация утилизации отходов с последующей их глубокой переработкой на промышленной основе является единственно возможным и приемлемым (с точки зрения экономической и экологической эффективности) решением вопроса по коренному улучшению ситуации в аграрном секторе с последующим повышением эффективности всего агропромышленного комплекса. В таком случае, наиболее рациональным является формирование региональных кластеров, технологически объединяющих на определённой территории производственные объекты, имеющие значительные объёмы органических отходов, требующих утилизации, а также предприятия – поставщики сопутствующих материалов, необходимых для переработки этих отходов, и головные предприятия, обеспечивающие получение конечной продукции на основе биоконверсии отходов. Создание подобных комплексных структур требует применения инновационного подхода к разработке технологического базиса взаимодействия между отдельными субъектами кластера.

Материалы и методы исследования. Функционирование регионального кластера по утилизации органических отходов возможно при следующих условиях: разработана адаптированная технология (или комплекс технологий) их глубокой переработки, учитывающая экологические и биоэнергетические аспекты сельскохозяйственного производства; компактное размещение требуемых производственных ресурсов; получение продукции, востребованной, как в границах региона, так и за его пределами; обоснованная экономическая эффективность деятельности кластера.

Перспективным технологическим базисом кластера является создание на основе трансформации потоков вещества и энергии, так называемых, замкнутых систем производства, в которых процессы их интенсификации не нарушали бы естественного равновесия в агроэкосистемах, а органически были бы вписаны в общий круговорот вещества, энергии и информации. При таком подходе к организации производства при минимальных затратах техногенной энергии происходит оптимальное использование природных ресурсов, максимальное использование различных отходов (регенерация отходов и превращение их в исходное сырье для следующих ступеней производства). При формировании производственных систем, во всех случаях, в основе должны лежать природно-информационные связи, заложенные самой природой.

Для создания эффективной производственной системы утилизации сельскохозяйственных отходов необходимо соблюдение следующих принципов:

– принцип оптимальной структуризации, в соответствии с которым наиболее устойчивой будет структура системы, у которой суммарная мощность внутренних связей подсистем является максимальной;

– принцип адаптации, обеспечивающий преодоление неопределенности развития системы;

– принцип поддержания неравновесного состояния системы, отражающий необходимость её развития и повышения продуктивности за счет накопления негэнтропии;

– принцип энергетической эффективности, устанавливающий необходимость получения конкурентоспособной продукции с минимальными энерго- и ресурсозатратами, и предусматривающий использование возобновляющихся источников энергии;

– принцип экологизации производства, согласно которому негативное воздействие на окружающую среду должно быть минимальным, не превышающим норм установленных законодательством.

Создание регионального кластера по эффективной утилизации сельскохозяйственных отходов путём их глубокой переработки возможно на основе следующих производственно–технологических схем, организованных на вышеуказанных принципах (рисунок 1 и 2).

Представленное на рисунке 1 изобретение [1] позволяет рассматривать животноводческую ферму как сложную биоэнергетическую систему, обеспечивающую расширение функциональных возможностей каждого из технологических объектов и позволяющую создать экономичные, безотходные и экологически чистые технологии получения сельскохозяйственной продукции.

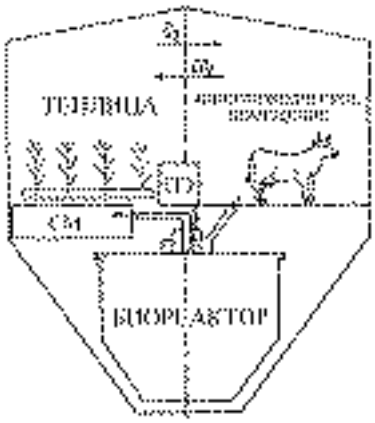


Рисунок 1. Система утилизации отходов сельскохозяйственного производства: ПЭ – преобразователь энергии; СМ – сброженная масса.

Более глубокую переработку органических отходов и повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции обеспечивает изобретение [2], представленное на рисунке 2, получившее название «производственный биоэнергетический комплекс» (ПБК). В качестве исходного сырья в ПБК могут быть использованы: отходы животноводства в виде помёта, сточных вод, твёрдой фракции, шлама с биогазовых установок и т.д.; отходы растениеводства в виде соломы; отходы лесоперерабатывающей промышленности; отходы перерабатывающей промышленности (жмыхи, шроты, мездра, мезга, кровь, пивная дробина, солодовые ростки и т.п.).

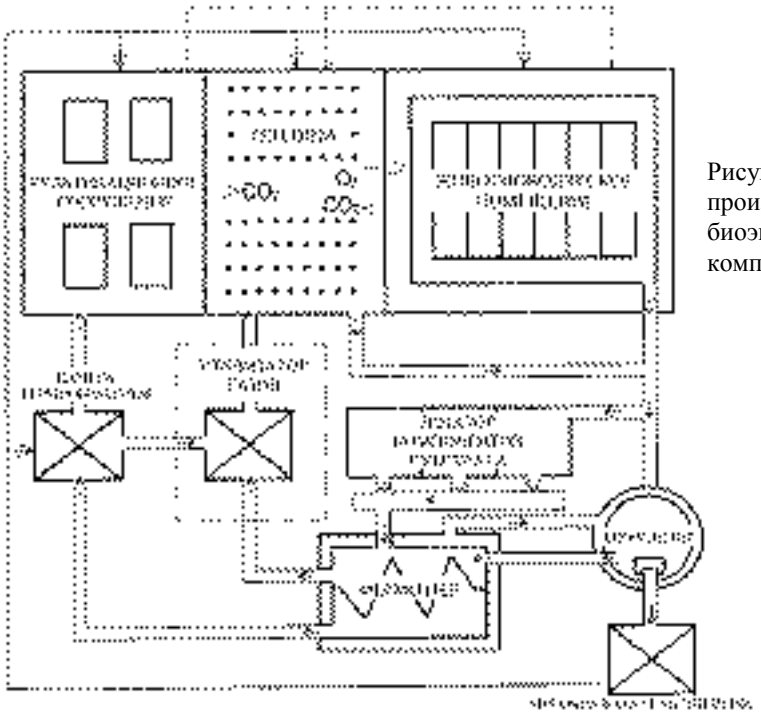


Рисунок 2. Схема базового производственного биоэнергетического комплекса

В конце безотходного производственного цикла в ПБК получают экологически безопасный продукт в виде компостов или субстратов, которые по своим параметрам качества наиболее подходят для максимальной реализации биоэнергетического потенциала агроцено-

зов. Отработанные субстраты и другие побочные отходы производства используются в технологической системе ПБК в качестве кормовых добавок или компонентов комплексных органических удобрения для растений.

В целях оптимизации структурно-технологических параметров эффективного функционирования разработанных систем глубокой переработки сельскохозяйственных отходов целесообразно применять имитационное моделирование технологических процессов с одновременной производственной проверкой полученных решений.

В условиях Нижегородской области создание инновационного кластера по глубокой переработке органических отходов на принципах ПБК возможно на базе 5-ти крупных птицефабрик (Сеймовская, Кудьминская, Павловская, Ясенецкая, Линдовская), прилегающих к ним хозяйств с избыточным ресурсом соломы, и торфопредприятий, сохранивших производственную инфраструктуру.

Результаты исследований, их обсуждение. В результате исследований проработаны возможности использования биогазовых установок в составе ПБК, определены возможности создания на базе ПБК компостов и субстратов различного назначения, а также проверена энергоэффективность ПБК.

Установлено, что применение биогазовых установок в условиях Нижегородской области может быть рентабельным при количественном выражении поголовья скота на производственном животноводческом объекте более 600 условных единиц (рисунок 3).

На основе глубокой переработки отходов животноводческих комплексов возможно получение экологически безопасных продуктов по четырём направлениям: компост «Гриком», по своим параметрам соответствующий высокоэффективному удобрению; почвосмесь «Гриком-сойл», используемая для рекультивации земель; субстрат «Шампост-фёст» для организации производства шампиньона на промышленной основе; продукт «Шампост-аут», пригодный для производства на его основе кормов или удобрений.

Из одной тонны куриного помёта с добавлением необходимых ингредиентов по технологии глубокой переработки органических отходов методом их термодинамической бифуркации, реализуемой в производственном биоэнергетическом комплексе, можно приготовить от 4-х до 5 тонн компоста «Гриком», который можно применять на удобрение полей под различные культуры: плодово–ягодные культуры, кормовые силосные культуры, зерновые культуры и овощные культуры «вершкового типа» (к примеру, под капусту, под томаты, под перец, под баклажаны, под огурцы и т.п.).

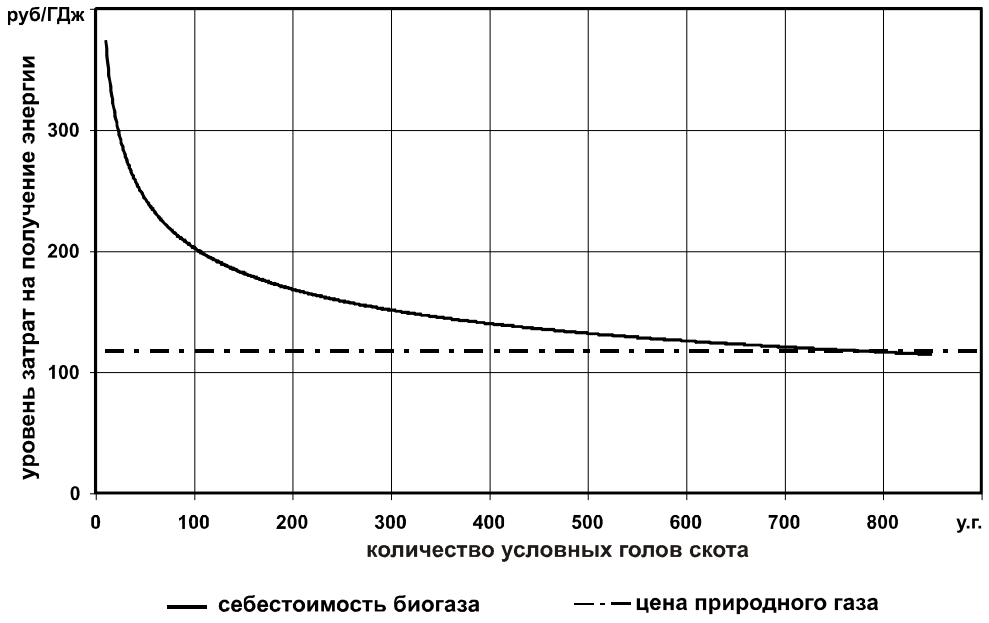


Рисунок 3 – Анализ эффективности получения биогаза

Содержание питательных элементов по действующему веществу составляет в среднем: N – до 1,8–2 %, P_2O_5 – до 1,3–1,5 %, K_2O – до 2,5 % (в пересчёте на сухое вещество). Таким образом, в 1–й т компоста «Гриком» (при стандартном соотношении сухого вещества к воде как 3:7) содержится: до 5–6 кг азота, до 4–5 кг фосфора и до 7–8 кг калия [3]. Следовательно,

при внесении компоста «Гриком» из расчёта 10 т/га можно практически полностью отказаться от применения минеральных удобрений, так как с указанной нормой в пахотный слой почвы будет внесено – до 60 кг азота, до 50 кг фосфора и до 80 кг калия.

При внесении компоста «Гриком» в расчёте 30–50 тонн на гектар в отдельных полях севооборота, в соответствии с системой применения удобрений, полностью отпадает надобность в применении минеральных удобрений. Продолжительность действия данного вида органического удобрения колеблется от 3–х лет (на супесчаных почвах) до 5–6 лет (на суглинистых почвах). Это особенно важно, учитывая, что цена минеральных удобрений в настоящее время находится на неприемлемо высоком уровне (15–20 тыс. рублей за 1 т), а вносить их в среднем надо не менее 0,8–1 т/га.

Все питательные элементы в компосте (особенно азот) находятся в связанном состоянии в виде органоминеральных соединений, поэтому при внесении компоста не будут наблюдаться процессы смыва их с поверхностными стоками, вымывания и промывания в грунтовые воды (что очень важно с экологической точки зрения).

Внесение компоста позволит улучшить не только агрохимические свойства почвы, но и её физико-механические, физико-–химические и микробиологические свойства. Так, при внесении 100 тонн компоста через год ожидается прирост содержания гумуса в пахотном горизонте на уровне не менее 0,10–0,15 %, при этом гумус будет иметь гуматную природу. Готовый компост будет полностью сбалансирован по осмотическому давлению и микробиологическому индексу, а также он полностью будет нейтрализован от возможных конкурентов (семян сорняков и т.п.), патогенных и фитопатогенных инфекций и прочих инвазий.

Применение повышенных норм внесения почвосмеси «Гриком-сойл» позволит эффективно рекультивировать все пустоши, бросовые, деградированные и смытые земли, по той или иной причине выбывшие на неопределённый срок из сельскохозяйственного оборота. Для запуска процессов оптимизации почвенного покрова компост необходимо вносить в пределах 5–10 % от средневзвешенной массы почвы на 1 гектаре или от 100 до 300 т/га.

Таким образом, утилизация птичьего помёта в полном объёме позволит по существу снять проблему с удобрением всех полей в центральной части Нижегородской области.

На основе компоста «Гриком» можно создавать различные почвогрунты (с добавлением опила) и почвосмеси (без добавления опила), которые пригодны для использования в почвозащитном и ландшафтном земледелии (к примеру, для рекультивации земель или для ландшафтного дизайна), а также для использования почвосмесей при озеленении мегаполисов.

Для производства почвогрунтов (почвосмесей «Гриком-сойл») необходимо дополнительно осуществлять намывку речного песка в объёме не менее 8–10 миллионов тонн в год, что положительным образом скажется на возможности организации постоянной работы по углублению дна русла основных рек региона: Волги и Оки. Это в свою очередь будет способствовать расширению фарватеров и снятию проблем с речным судоходством.

При использовании производственного модуля по доводке компоста до кондиции шампиньонного субстрата («Шампост-фёст») будет возможным организовать в Нижегородской области гарантированное культивирование шампиньонов на промышленной основе в течение круглого года для насыщения продовольственного рынка ценной диетической продукцией. Коэффициент выхода грибов составляет в среднем 20–30 % от веса субстрата или 200–300 кг в расчёте на каждую тонну шампиньонного субстрата [4].

Отработанный шампиньонный субстрат «Шампост-аут», содержащий до 40–50 % белка, до 35–45 % гидролизата клетчатки и гемицеллюлозы, и до 15 % минеральных солей, можно использовать как белковый компонент при производстве различных кормов.

Проведённый энергетический анализ работы ПБК (рисунок 4) позволят установить закономерности распределения потоков энергии между объектами комплекса и разработать мероприятия по повышению его коэффициента полезного действия.

При сравнительном анализе традиционных способов переработки органических отходов в биогазовых установках [3], установлено, что в ПБК более чем на 7 %, снижается количество энергии биомассы, не задействованной в производстве полезной продукции («не эффективной» энергии), а при переработке отходов безвозвратно теряемой в окружающую среду и на обеспечение условий процессов биоконверсии. За счёт этого увеличивается выход полезной продукции и растёт количество более качественной энергии возвращаемой в открытый грунт.

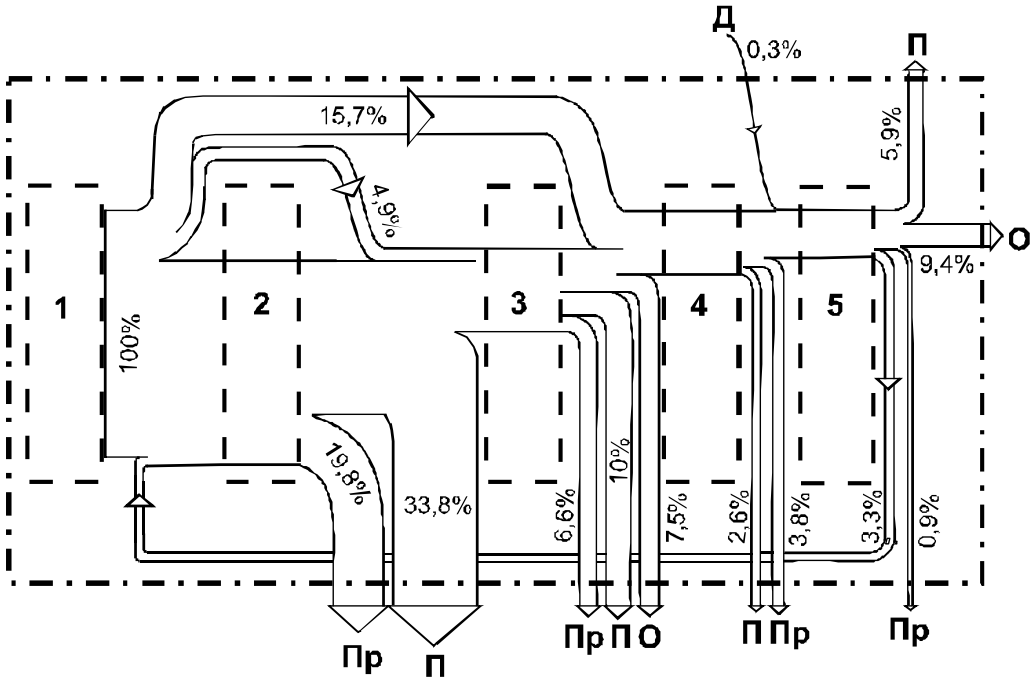


Рисунок 4 – Диаграмма энергетических потоков базового производственного биоэнергетического комплекса: 1 – кормопроизводство открытого грунта; 2 – животноводческая ферма; 3 – биоэнергетическая установка; 4 – устройство аэробной ферментации; 5 – блок защищенного грунта; Пр – энергия, заложенная в полезной продукции; П – «не эффективная» энергия; О – энергия, возвращающаяся в открытый грунт; Д – дополнительная внешняя энергия

Таким образом, учитывая дальнейшие возможности совершенствования технологической системы ПБК в направлении повышения уровня внутреннего разнообразия его элементов и эффективной утилизации энергии за счет сокращения потерь, а также расширения количества доступных ресурсов, создание в Нижегородской области регионального кластера по глубокой утилизации сельскохозяйственных отходов в условиях нарастающей жёсткости экологических требований является, несомненно, перспективным и востребованным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов Б.И., Болотов А.Н. Животноводческая ферма./ Патент РФ №2071248, бюл. №1, 1997.

2. Горбунов Б.И., Михалёв Е.В., Краснов А.А., Филимонов И.В. Производственный биоэнергетический комплекс/ Патент РФ № 2136147, бюл. №25, 1999.

3 Михалёв Е.В. Технология выращивания шампиньонов: Учебное пособие. – Н.Новгород: НГСХА, 2005.

4. Gorbunov B., Filimonov I., Majjorov N. Integracja produkcji rolniczych na baize bioenergetycznej: Materialy na XII Miedzynarodowa Konferencje Naukowa, – Warszawa: Insytut Budownictwa, Mechanizacji I Electryfikacji Rolnictwa, 2006.

УДК 504.03

ТЕНДЕНЦИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ)

Сангаджиев Мерген Максимович, *кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», **Россия**, г. Элиста, Smm54724@yandex.ru*

Гордаева Клавдия Николаевна, магистрант, *ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», **Россия**, г. Элиста, klavdiyagordaeva@mail.ru*

Лаглаева Гиляна Эдуардовна, студент, *ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», **Россия**, г. Элиста, laglaeva.gilyana@yandex.ru*

В представленной работе рассматриваются проблемы уменьшения отходов в Республике Калмыкия, у которой почти нет промышленности, но наблюдается тенденция их увеличения. Хозяйство Республики в основном аграрного направления вопросы по использования отходов сельхозпроизводства решаются только на уровне скотомогильников, которые в основном находятся в плохом состоянии.

Ключевые слова: аграрная республика Калмыкия, отходы, скотомогильники, здоровье населения, промышленность.

THE TREND OF INCREASING WASTE PRODUCTION AND CONSUMPTION: A REGIONAL PERSPECTIVE (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA)

Sangadzhiev M.M., Gordaeva K.N., Laglaeva G.

In the present work deals with the problems of reducing waste in the Republic of Kalmykia, which has almost no industry, but the trend is increasing. Republic of mainly agricultural areas questions on the use of waste agricultural production resolved only at the level of the burial sites, which are mostly in poor condition.

Key words: agrarian Republic of Kalmykia, waste, burial sites, human health, industry.

Республика Калмыкия (РК) в настоящее время представляет собой динамично развивающийся регион, включающий в себя городской округ Элиста, 13 муниципальных районов, 124 сельских и 2 городских муниципальных образования [3,4,6]. Общая численность населения, проживающая в республике, составляет более 282 тыс. чел., из них более половины живут в городе [6]. С каждым годом отмечается рост объемов производства и потребления, в том числе в сельских районах [2-4]. В связи с этим объемы образования отходов также увеличиваются, что требует решения вопроса об их дальнейшей утилизации.

В республике было выполнено обследование мест захоронения отходов. По данным Росприроднадзора по РК установлено, что в республике на 01.01.2014 г. зарегистрировано 77 санкционированных и 9 несанкционированных мест размещения отходов. В их число входят полигоны и свалки для размещения твердых бытовых отходов (ТБО), отходов производства и потребления.

Все это привело к тому, что на данное время образовалось 319,818 тыс. тонн учтенных отходов производства и потребления и размещенных на несанкционированных свалках РК:

По первому классу опасности – 1,361 тонн тыс. тонн;

По второму классу опасности – 4,818 тыс. тонн;

По третьему классу опасности – 132,145 тыс. тонн;

По четвертому классу опасности – 282,535 тыс. тонн;

По пятому классу опасности – 37,144 тыс. тонн (данные Росприроднадзора по РК на 01.01.2014 г.).

Наряду с этим количество отходов, собирающихся на несанкционированных свалках, учету не подлежит. Основными источниками отходов производства и потребления, исходя от специфики РК, являются предприятия газа– и нефтедобычи, пищевого и перерабатывающего комплекса, промышленного и автодорожного строительства, жилищно-коммунального хо-

зяйства [1]. Следует отметить, что промышленные отходы – это в основном строительные отходы, образующиеся после строительства и ремонта зданий и сооружений. Самой промышленности в Калмыкии на данное время почти не существует, кроме газа и нефтедобычи.

На сегодняшний день объекты по размещению и захоронению твердых бытовых отходов не отвечают современным санитарным и экологическим требованиям. В соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» органы государственной власти субъектов Российской Федерации участвуют в осуществлении государственного экологического мониторинга. Существующая система наблюдений за состоянием окружающей среды РК не обеспечивает проведение мониторинга на должном уровне, что не позволяет в полном объеме оценить неблагоприятное влияние на окружающую среду и здоровье населения республики [10].

Места размещения твердых бытовых отходов (ТБО) представляют собой открытые площадки с грунтовым покрытием либо отработанные карьеры. Мероприятия по обустройству существующих свалок (устройство подъездной дороги, противофильтрационного экрана, защитной обваловки грунтом, установка аншлагов и др.) не проводятся из–за отсутствия средств у муниципальных образований (особенно у населенных пунктов с небольшой численностью жителей), отсутствуют средства на разработку проектной документации, прохождение экологической экспертизы проекта.

Практически в каждом населенном пункте выявляются несанкционированные свалки ТБО – стихийно сложившиеся места размещения и захоронения отходов, которые являются источником вторичного загрязнения поверхностных вод, почв, атмосферного воздуха [2, 5, 7]. Проведение оценки неблагоприятного влияния на окружающую природную среду осложняется отсутствием в республике сертифицированной лаборатории по проведению мониторинга основных параметров окружающей среды на территории РК [9, 10].

Существует ряд проблем в сфере обращения с отходами производства и потребления, которые требуют решения:

– не рентабельные технологии утилизации отходов;

–несоответствие свалок санитарно-эпидемиологическим и природоохранным требованиям;

– отсутствие полигонов для захоронения неутилизируемых промышленных отходов.

Для устранения вышеизложенных проблем ведется работа по формированию системы обращения с отходами производства и потребления на территории республики. В этих целях Правительством Республики Калмыкия изысканы средства на проведение научно–исследовательской работы по теме: «Формирование региональной комплексной системы управления отходами и вторичными материальными ресурсами РК», включающей разработку Генеральных схем очистки территорий населенных пунктов муниципальных образований (город, район) Республики Калмыкия и схем межмуниципального размещения объектов обращения с отходами и вторичными материальными ресурсами Республики Калмыкия [8].

Формирование комплексной системы управления отходами и вторичными материальными ресурсами РК включает в себя три этапа **(**Ведущий специалист отдела охраны окружающей среды и ГЭЭ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РК Болдаева Н.А. «Формирование региональной комплексной системы управления отходами и вторичными материальными ресурсами Республики Калмыкия», совещания «Пополнение бюджетов бюджетной системы Российской Федерации за счет платы за негативное воздействие на окружающую среду и межведомственное взаимодействие по предотвращению возникновения несанкционированных свалок на территории Республики Калмыкия», Элиста, 24 мая 2012 г.).

I этап. Разработка генеральных схем очистки территорий районных муниципальных образований Республики Калмыкия. Ожидаемые результаты:

– получение достоверной информации о нынешнем положении муниципальных систем в сфере санитарной очистки и обращения с отходами;

– формирование информационной базы в сфере санитарной очистки, обращения с отходами и вторичными материальными ресурсами;

– определение мероприятий и основных капвложений в совершенствование муниципальных систем в сфере санитарной очистки и обращения с отходами;

– определение перспективных решений по проектированию и строительству новых объектов по обращению с отходами и вторичными материальными ресурсами.

II этап. Разработка схемы межмуниципального размещения объектов отходоперерабатывающей отрасли Республики Калмыкия. Ожидаемые результаты:

– оптимизация республиканской и муниципальных систем в сфере санитарной очистки и обращения с отходами;

– определение оптимального количества объектов обращения с отходами и вторичными материальными ресурсами:

– определение места дислокации республиканского Технопарка и зональных отходоперерабатывающих комплексов.

III этап. Разработка региональной целевой программы «Управление отходами и вторичными материальными ресурсами Республики Калмыкия». Ожидаемые результаты: (Постановление Правительства Республики Калмыкия от 28.06.2012 г. № 229 г. Элиста).

– определение программных мероприятий по формированию эффективной комплексной системы управления отходами и вторичными материальными ресурсами Республики Калмыкия;

– рекультивация (возвращение) земель, захламленных отходами;

– улучшение экологических параметров жизнедеятельности населения республики за счет локализации и дальнейшего снижения негативного воздействия отходов на окружающую среду;

– возврат в экономику региона вторичных материальных ресурсов, получаемых от переработки отходов;

– создание новых производств товарной продукции и новых рабочих мест, в том числе для социально не обеспеченных слоев населения;

–консолидация бюджетов всех уровней для решения проблем и перспективных стратегических задач в области обращения с отходами и вторичными материальными ресурсами;

– формирование инвестиционных площадок и привлечение внебюджетных средств в новый сегмент экономики республики «Отходопереработка».

ЛИТЕРАТУРА

1. Гермашева Ю.С., Доткиева К.Н., Сангаджиев М.М. Воздействие отраслей экономики на окружающую среду на территории Республики Калмыкия. // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий [Текст]: Материалы V Международной научно–практической конференции. 17–18 мая 2012 г., г.Астрахань / сост. Н.В. Качалина – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2012 – С. 46–51.

2. Джалсанова Б.С., Бадрудинова А.Н., Сангаджиев М.М. Социально–экономические проблемы развития сельского хозяйства и сельских территорий Республики Калмыкия. // Принципы устойчивого развития как основа безопасности территории Нижнего Поволжья и социально–экономическое благополучия общества СМО /Международная научно–практическая конференция «Проблемы рационального природопользования и сохранения экологического равновесия в аридных зонах» 16–18 мая 2012 г. с. Соленое Займище 2012. // Составление и редакция: В.П.Зволинский, Н.В. Тютюма, Р.К. Туз – М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2012. – С. 247–248.

3. Доклад об экологической ситуации в Республике Калмыкия, 2011–2012 гг. // http://kalmpriroda.ru

4. Доклад об экологическом и социальном положении Республики Калмыкия (январь – декабрь 2013 года). Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Калмыкия, Элиста, 2014. – С. 80.

5. Закон Республики Калмыкия от 20.12.2005 № 250–III–З (ред. от 24.09.2009) "Об организации местного самоуправления в Республике Калмыкия" (принят Постановлением Народного Хурала (Парламента) РК от 15.12.2005 N 786–III)

6. Калмыкия в цифрах, 2013: Краткий статистический сборник. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Калмыкия. Элиста, 2013 – 156 с.

7. Петяева И.В., Бадрудинова А.Н., Сангаджиев М.М. Современное состояние земельных ресурсов Калмыкии. // Принципы устойчивого развития как основа безопасности территории Нижнего Поволжья и социально–экономическое благополучия общества СМО /Международная научно–практическая конференция «Проблемы рационального природопользования и сохранения экологического равновесия в аридных зонах» 16–18 мая 2012 г. с. Соленое Займище 2012. // Составление и редакция: В.П.Зволинский, Н.В. Тютюма, Р.К. Туз – М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2012. – С. 242–246.

8. Постановление от 06 июня 2013 года № 275 О государственной программе Республики Калмыкия "Охрана окружающей среды на 2013–2017 годы"

9. Сангаджиев М.М., Дорджиев А.А. Особенности современной экологической ситуации на территории Республики Калмыкия // Экология России: на пути к инновации: межвузовский сборник научных трудов / сост. Н.В.Качалина. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2011. – Вып. 4. – С. 95–100.

10. Сангаджиева С.А., Аляева Ш.А., Сангаджиев М.М. Особенности медико–географического мониторинга республики Калмыкия, здоровье и среда обитания. // Экология России: на пути к инновации: межвузовский сборник научных трудов / сост. Н.В.Качалина. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2011. – Вып. 5. – С. 59–65.

УДК 630*31

ОТХОДЫ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Коломинова Марина Витальевна, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», **Россия, Республика Коми**, г. Ухта, mk1108@mail.ru*

В процессе лесозаготовительных работ образуется довольно большое количество отходов и неиспользуемой низкокачественной древесины. Вопросы их дальнейшей переработки являются в настоящее время актуальными.

Ключевые слова: лесозаготовки, древесные отходы, низкокачественная древесина.

WASTE LUMBERING OPERATIONS AND WAYS OF THEIR USE IN THE REPUBLIC OF KOMI

Colominic M.V.

In the process of conducting logging operations produces a fairly large amount of waste and unused low-grade wood. Their use for further processing are relevant in the present time.

Key words: timber cutting, wood wastes, low-quality wood.

Республика Коми – один из крупнейших лесных регионов Российской Федерации. Общая площадь земель лесного фонда республики составляет 36262,3 тыс. га, или 87,2 % территории региона. По целевому назначению они подразделяются на защитные – 14446,8 тыс. га (39,8 %) и эксплуатационные – 21815,5 тыс. га (60,2 %). Также 2656,7 тыс. га занимают леса, находящиеся на землях обороны (4 тыс. га). Площадь лесов охраняемых природных территорий составляет 2613,0 тыс. га (в том числе национального парка «Югыд Ва» – 1891,7

тыс. га, Печоро-Илычского заповедника – 721,3 тыс. га), городских лесов – 6,2 тыс. га и лесов иных категорий – 12,5 тыс. га [1].

Средняя лесистость по республике составляет 79 %. Лесопокрытая площадь определяется примерно в 30 млн. га, что составляет около 3,5 % площади всех лесов России и около 40 % площади лесов Европейского Севера.

Наибольшую площадь в лесах Республики Коми занимают древостои ели – 53,8 %. Второе место принадлежит сосне – 25,2 %. Кедр, пихта и лиственница встречаются неравномерно и в основном как примесь.

Из лиственных пород в составе насаждений береза составляет 16,7 %, осина – 2 %. В долинах рек в подлеске встречаются древовидная ива, рябина, черемуха и т.д.

Общий запас древесины в лесах республики, расположенных на землях лесного фонда, составляет 2846,52 млн. $м^3$, в том числе хвойных – 2356,81 млн. $м^3$ (82,8 %), мягколиственных – 489,7 млн. $м^3$ (17,2 %).

Общий запас эксплуатационных лесов измеряется в 2054,23 млн. $м^3$, в том числе хвойных – 1661,73 млн. $м^3$, мягколиственных – 392,5 млн. $м^3$, при этом на долю еловых древостоев приходится 53,3 %, сосновых – 26,6 %, березовых – 14,6 %, осиновых – 4,5 %.

Лесосечные работы в Республике Коми осуществляются преимущественно по хлыстовой и сортиментной технологиям.

Заготовка леса в хлыстах является наиболее распространенной технологией. Для этого на валке деревьев используются бензиномоторные пилы, валочно-пакетирующие машины, на трелевке – трелевочные трактора, на очистке деревьев от сучьев – сучкорезные машины или бензиномотрные пилы. С лесосеки хлысты обычно поставляются на нижние лесные склады для дальнейшей переработки.

Сортиментная технология лесозаготовок по скандинавскому типу предусматривает использование многооперационной валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины – харвестера и трелевочной машины сортиментов – форвардера. Сортиментная технология заготовки леса предпочтительна для небольших лесозаготовительных фирм, не имеющих своих лесоперерабатывающих площадок и торгующих древесиной «с колес». Наибольшее распространение данная технология нашла в лесозаготовительных районах с развитой дорожной сетью. Кроме того, она рекомендуется при невозможности использования хлыстовой вывозки леса, например, при малых радиусах поворота лесовозной дороги [4].

После проведения лесосечных работ по данным технологиям остается достаточно большое количество отходов лесозаготовок в виде вершинок, сучьев, откомлевок и т.п., которое может использоваться для укрепления волоков, что особенно важно при низкой несущей способности грунтов. Но также на лесосеке остается достаточно много низкокачественной и дровяной древесины, использование которой позволит рационально использовать лесные ресурсы и минимизировать затраты.

Под низкокачественной древесиной понимаются хлысты или их отрезки, тонкомерная древесина, которая не соответствуют требованиям стандартов и технических условий на деловые сортименты, но могут использоваться для получения деловых сортиментов путем дополнительной обработки и переработки на технологическую щепу.

Для решения проблемы с использованием низкокачественной и дровяной древесины на перспективу рассматривается внедрение технологий с углубленной переработкой древесины в условиях лесосеки. Для этого на погрузочных пунктах устанавливаются мобильное лесопильное оборудование для дополнительной обработки низкокачественной древесины и мобильные рубительные машины и дробилки для получения топливной щепы из порубочных остатков.

Для обработки лесосечных отходов необходимы высокоэффективные рубительные машины (рисунок 1). При резком изменении скорости подачи лесосечных отходов в рубительную машину могут возникать вредные для машины пиковые нагрузки. Для того, чтобы обеспечить равномерную подачу сырья, так называемый стол подачи сырья рубительной машины должен иметь достаточную длину. Наиболее эффективными машинами для переработки на щепу целых деревьев являются дисковые рубительные машины. Как правило, дисковые рубительные машины имеют узкое отверстие подачи, предотвращающее попадание в рубительный орган лесосечных отходов, которые могут нарушать работу машины. Щепа из лесосечных отходов, полученная в дисковой машине, содержит большое количество щепок, ко-

торые могут создавать определенные проблемы при использовании щепы конечным потребителем. Поэтому барабанные рубительные машины наиболее пригодны для производства щепы из лесосечных отходов. Они производят более однородную, т.е. имеющую более однородное качество, щепу, чем дисковые рубительные машины, и менее, чем они, чувствительны к примесям.

Производительность производства щепы на верхнем складе зависит от характеристик сырья, условий работы и складирования и рабочих характеристик рубительной машины. В среднем производительность производства сырья составляет от 40 до 80 насыпных $м^3$ щепы/эффективный рабочий час. Как правило, зеленая щепа перерабатывается быстрее, чем сухая. Следует проявлять исключительную осторожность при переработке нижних слоев лесосечных отходов. Повреждение ножей рубительного органа содержащимися в них примесями может вызвать значительные дополнительные издержки.

Рисунок 1 – Передвижная рубительная машина

Для переработки лесопильных отходов также могут использоваться молотковые и пластинчатые дробилки. Дробилки значительно менее, чем рубительные машины, чувствительны к примесям – таким, как камни и металлические предметы. Вместе с тем дробилки представляют собой тяжелые машины большой мощности, которые трудно транспортировать. Также качество щепы, полученной в дробилке, обычно значительно ниже качества щепы, произведенной рубительной машиной, так как она содержит длинные щепки, которые могут затруднять работу питающего транспортера. Поэтому дробилки более пригодны для использования на объектах, где не предъявляются высокие требования к качеству щепы и имеются лучшие по сравнению с лесоскладом условия для монтажа и эксплуатации таких машин [2].

Технологическая щепа, изготовленная из лесосечных отходов, может применяться как древесное топливо. Проблема топливной щепы из леса заключается в малом энергосодержании, но использование древесных отходов как топлива для производства тепловой энергии имеет целый ряд преимуществ [3]:

- низкая по сравнению с ископаемыми видами топлива цена;
- снижение зависимости от внешних тепло энергоресурсов, лимитов на газ;
- малая зольность 0,43 %;
- низкая коррозионная агрессивность дымовых газов;
- нулевая эмиссия двуокиси углерода, так как количество выделяемого CO_2 не превышает количества CO_2, которое было связано древесиной во время роста дерева.

Еще одним из видов отходов лесосечных работ являются пни, остающиеся на лесосеке после рубки деревьев. Выкорчевывание пней и их дальнейшая утилизация также является одним из актуальных вопросов и лесозаготовок, и лесовосстановления.

Древесную растительность с диаметром до 25 см корчуют при помощи корчевателей-собирателей (Д-513А, МП-7А, ДП-8А, МП- 2А), машин для расчистки лесных полос (МРП-2, МРП-2А), а более 25 см — корчевальными машинами (КМ-1, КМ-1А).

Корчеватели-собиратели – это машины, которые применяют для извлечения из почвы крупных камней и пней, корчевания кустарников и уборки деревьев, срезанных кусторезами или поваленных древовалами. Рабочим органом служит решетчатый отвал с зубьями. Отвал крепится к толкающей раме трактора. Извлекать камень можно толкающим усилием или подклинить его, а затем поднять. Вторым способом можно извлекать камни большого веса, находящиеся на большой глубине. Для извлечения этим способом требуется больше времени.

Корчевальная машина МРП-2А предназначена для расчистки полос на вырубках путем корчевки и смещения пней, валежника и отходов лесозаготовок в межполосное пространство. На вырубках с небольшим количеством пней расчистка полосы производится в один прием, с большим – в два приема. Сначала корчуются пни, а затем производится смещение выкорчеванных пней, валежника и отходов лесозаготовок в межполосное пространство. Мелкие пни корчуются толкающим усилием трактора, крупные – с помощью корчевательного устройства при неподвижном тракторе. Машина выпускается на базе трактора ЛХТ-100. Ширина рабочего органа при расчистке полосы – 2,2 м. Машина может корчевать пни диаметром до 40 см. Максимальное усилие корчевания – 150 кН. Рабочая скорость движения машины при расчистке полос – 2,0-4,3 км/час. Масса корчевательного оборудования – 1290 кг.

Корчеватель-собиратель МП-2А предназначен для корчевки пней и кустарников на минеральных и осушенных торфяно-болотных почвах. Рабочим органом является отвал с клыками (зубьями). При сборе пней и сгребании кустарниковой растительности с обеих сторон отвала дополнительно устанавливаются по два клыка. Корчеватель-собиратель ДП-25 предназначен для валки деревьев с корнями, корчевки пней и мелколесья и очистки полей от крупных камней. Рабочим органом является отвал с зубьями. Для валки деревьев с корнями отвал должен находиться в крайнем верхнем положении, чтобы получить максимальный опрокидывающий момент. Корчеватель-собиратель ДП-8А служит для корчевки пней, сгребания выкорчеванных пней, отходов лесозаготовок и камней и по конструкции аналогичен корчевателям-собирателям МП-2А и ДП-25. Корчеватель ДП-8А тягового класса 3, с передним расположением рабочего органа. Корчевальная машина КМ-1А имеет то же назначение, что и МРП-2А. Ею можно также производить сплошную корчевку вырубок под питомники и плантации древесных и кустарниковых пород. Корчевальное оборудование машины по конструкции и принципу работы аналогично корчевальному оборудованию МРП-2А. Базой машины являются тракторы ТДТ-55А и ЛХТ-55.

Корчевальная машина КМ-1А имеет то же назначение, что и МРП-2А. Ею можно также производить сплошную корчевку вырубок под питомники и плантации древесных и кустарниковых пород. Корчевальное оборудование машины по конструкции и принципу работы аналогично корчевальному оборудованию МРП-2А. Базой машины являются тракторы ТДТ-55А и ЛХТ-55.

Современные корчеватели удаляют пни путем разрыва корней толкающим усилием трактора с одновременным приложением вертикального усилия, создаваемого гидроцилиндрами подъема и поворота отвала. При корчевании, сгребании и транспортировании выкорчеванной (или срезанной кусторезами) древесины эти машины перемещают в валы и кучи значительно (до 300 тонн/га) количества почвы. Большое количество почвы остается на пнях, образуются большие подпневые ямы. Поэтому необходима последующая планировка площади. В России наметилась тенденция создания корчевателей, которые можно быстро переоборудовать в корчеватели-собиратели путем крепления с боков основного корчевального отвала добавочных съемных зубьев или поворота крайних откидных зубьев в рабочее положение [5].

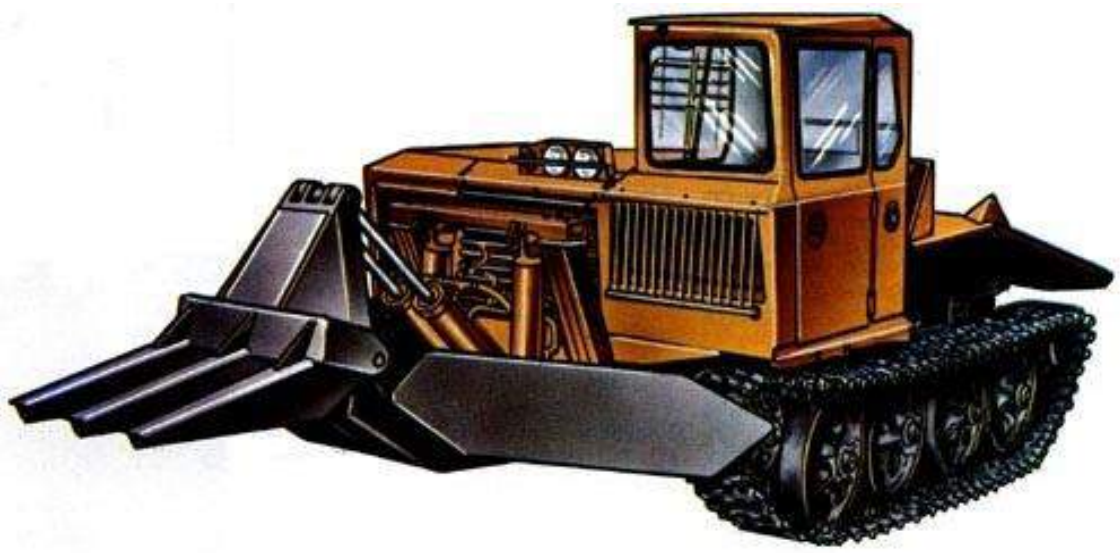


Рисунок 2 – Корчевальная машина КМ-1А

Использование пней для получения энергии сегодня интенсивно изучается. Качество пней, как источника энергии, зависит, главным образом, от их влажности и чистоты. Теплотворная способность древесины значительно увеличивается с уменьшением влажности. Так, например, энергетическая ценность пней сосны в МВт час/тонну: при 50 % влажности равна 2,8; при влажности 40 % – 3,4, при влажности 30 % – 4,1; при влажности 0 % – 6,2. Для стволовой древесины эти цифры соответственно равны: 2,3; 2,9; 3,5; 5,3. При хранении пней в кучах должна обеспечиваться их чистота и естественная сушка.

Таким образом, пути использования различных отходов лесозаготовок в качестве древесного топлива очень актуальны в настоящее время и дают большую перспективу для научных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми в 2013 году. – Сыктывкар, 2013.

2. Древесное топливо – альтернатива традиционным источникам энергии // Выпуск научно-технической информации в лесном хозяйстве № 5. – Минск, 2008. – 60 с.

3. Карпачев С.П., Щербаков Е.Н., Слинченков А.Н. Биоэнергетика начинается на лесосеке: рубительные машины и энергетическое оборудование // Журнал «Лесопромышленник», № 3. – 2007.

4. Современные технологии лесосечных работ / В.Д. Валяжонков, Е.А. Васякин, Ю.И. Беленький, А.А. Коваленко, В.А. Иванов // Журнал «Системы. Методы. Технологии». – №1 (13), 2012. – С. 129-134.

Ширнин, Ю. А. Процессы и оборудование для лесосечных работ. – М. : МГУЛеса, 2003. – 442 с.

УДК 615.3(571.6):678.746.47

ОТХОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ДИКОРОСОВ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПОЛИФЕНОЛОВ

Спрыгин Владимир Геннадьевич, *кандидат биологических наук, ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН»,* ***Россия,*** *г. Владивосток, vsprygin@poi.dvo.ru*

Изучена антирадикальная активность фитопрепаратов из отжима калины (*Viburnum opulus*), отжима лимонника китайского (*ShizandraChinensis*) и отжима винограда Амурского (*Vitis amurensis*), а так же выделенных из них фракций, обогащенных проантоцианидинами в модельных системах *in vitro*. Показано, что изучаемые препараты являлись эффективными инактиваторами свободных радикалов, несущих как положительный заряд ($ABTS^+$), так и не спаренный электрон (OH^-), проявляя при этом как электронофорную, так и протонофорную активность. Фракция, обогащенная проантоцианидинами, выделенная из калины и винограда являлась основным носителем антирадикальной активности (более 80 %) обоих типов и по уровню активности превосходила на 30–70 % таковую препарата сравнения «пикногенол».

Ключевые слова: полифенолы, проантоцианидины, антирадикальная активность, пикногенол, *Vitis amurensis, Viburnum opulus, Shizandra chinensis*

BYPRODUCTS OF FAR EASTERN WILD GROWING PLANTSPROCESSING – PROMISING SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE POLYPHENOLS

SpryginV.G.

It was studied the antiradical activityphytoextracts from pomaces of *Viburnum Opuli, VitisAmurensis,SchizandraChinensis* and separated fractions from them, enriched in proanthocyanidins in model systems *in vitro.* It was shown, that studied preparations were efficient scavengers of the free radicals of two types, that carrying both positive charge ($ABTS^+$) and unpaired electron (OH^-), thus exhibit both electron–donating and proton–donating activities. The fraction enriched with proanthocyanidins in preparations from crests of *Viburnumopuli* and *VitisAmurensis* was the main carrier of antiradical activity (more than 80 %) of both types. Specific activity of proanthocyanidin enriched fractions from *Viburnum Opuli* and *VitisAmurensis* exceeded the antiradical activity of the appropriate fraction from pycnogenol by 30–70 %.

Key words: polyphenols, proanthocyanidins, antiradical activity, pycnogenol, *VitisAmurensis, Viburnum opuli, Shizandrachinensis*

Введение. Одним из наиболее эффективных способов утилизации отходов переработки ягод является извлечение биологически активных компонентов, которые впоследствии могут использоваться в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности [1]. Отходы переработки ягод для получения соков, состоящих главным образом из косточек и кожицы привлекают значительное внимание, как потенциальный источник высокоактивных антиоксидантов – полифенолов. Полифенолы являются биологически активными компонентами в диете человека. Широкий спектр биологической активности полифенолов, определяется главным образом их антиоксидантными свойствами, так же как и их способностью модулировать активность ферментов, блокировать рецепторы гормонов и снижать активность мутагенов[3]. Одним из наиболее интересных видов растительных полифенолов представляют собой олигомерные проантоцианидины (ОПЦ) – полимерные формы флаван–3–олов, природные антиоксиданты широко распространенные во фруктах, овощах, орехах, винограде, обладают широким спектром биологическойи фармакологической активности, способностью нейтрализовать свободные радикалы и проявления оксидативного стресса [13]. Их регулярное поступление в организм связано с проявлением целого ряда благоприятных факторов для здоровья [13]. Однако высокая стоимость зарубежных препаратов, содержащих комплексы ОПЦ (пикногенол, экстракт виноградных косточек), ограничивают их широкое использование. В связи с этим приобретает актуальность поиск альтернативных источников для полу-

чения фитопрепаратов обогащенных ОПЦ, для использования их в качестве биологически–активных пищевых добавок с антиоксидантными свойствами.

При переработке дикоросов Дальневосточной тайги (получение сока, семян и др.) остается значительное количество отходов в виде гребней, околоплодников, кожицы ягод, косточек и других частей растений, содержащих различные виды полифенольных соединений. Целью данной работы явилась оценка количественного содержания общих полифенолов, проантоцианидинов, а также антирадикальной активности водно–спиртовых экстрактов из отжима калины (*ViburnumOpuli*), отжима лимонника китайского (*ShizandraChinensis*) и отжима винограда Амурского (*VitisAmurensis*) и выделенных из них фракций.

Материалы и методы исследования. Ягоды на кистях в стадии полной зрелости отжимали с помощью пресса для получения соков. Отжим сушили в дегидраторе до остаточной влажности 12 % и дробили в лабораторной мельнице с ситом с размером ячейки 3 мм. Полученные помолы использовали для получения экстрактов, которыеготовили на 40 % этиловом спирте методом реперколяции. Выход препаратов составлял 1 л на 1 кг сырья. В полученных экстрактах определяли содержание экстрактивных веществ.

Для выделения фракции, обогащенной ОПЦ, 10 мл исходного экстракта упаривали на роторном испарителе ($t<35^oC$), для удаления спирта, разводили дистиллированной водой до исходного объема и доводили pH раствора до 7 титрованием 0,1 Н едким натром. Упаренный образец наносили на экстракционную колонку ENVIC18 (Waters, USA) содержащую 10 г сорбента. Экстракционную колонку после нанесения образца элюировали 50 мл воды (pH=7) для удаления феноловых кислот (Sun et al., 1998) не относящихся к проантоцианидинам, а так же углеводов и органических кислот. Фракцию обогащенную ОПЦэлюировали 20 мл этанола и использовали при дальнейшей работе. Суммарное содержание полифенольных соединений в исходных экстрактах определяли с помощью реактива Фолина–Чикалтео [10], используя в качестве стандарта галловую кислоту (ГК). Количественно содержание полифенольных соединений выражали в мг–эквГК. Содержание проантоцианидинов в выделенных фракциях определяли методом реакции с ванилином в кислой среде [12], используя в качестве стандарта катехин. Количественно содержание ОПЦ выражали в мг–экв катехина.

Уровень антирадикальной активности полученных препаратов и их фракций оценивали:

1) По способности восстанавливать органический катион радикал $ABTS^+$ (2,2'–азинобис–3–этилбензотиазолин–6–сульфонат)[7]. Антирадикальную активность оценивали по снижению величины абсорбции при длине волны 734 нм на спектрфотометреUV 2550 (Shimadzu,Japan).

2) По способности предотвращать окислительную модификацию салициловой кислоты под действием гидроксил радикалов (OH^-) [2] генерируемых в железо/аскорбатной модели [8]. Вкратце, реакционную смесь (200μM аскорбиновой кислоты, 4μM ЕДТА, 350μM салициловой кислоты, 2 μM Fe^{3+}, 100 μл образца) объемом 1 мл инкубировали в течение 60 мин при 35 ^oC. Через 60 мин в инкубационной среде анализировали продукты окислительной модификации салициловой кислоты (2,3– и 2,5– дигидроксибензойные кислоты) методом ВЭЖХ [9]. Для анализа использовали колонку СферисорбRP18 (150 х 3 мм), которую элюировали в изократном режиме. Подвижная фаза: 0,03 М лимонной кислоты и 0,03 М уксусной кислоты (pH=3,6); скорость элюирования 1,5 мл/мин.

Антирадикальную активность оценивали по уменьшению площади пика, соответствующего дигидроксибензойным кислотам по сравнению с контролем, когда вместо образца в реакционную смесь добавляли 0,1 мл дистиллированной воды.

За единицу антирадикальной активности принимали такое количество антиоксиданта, которое вызывало изменение оптической плотности A_{734} или уменьшение площади пика, соответствующего продуктам окисления салициловой кислоты, равное таковому при действии 1 μM ГК.

В качестве препарата сравнения, был использован пикногенол (StrykaBotanicals, Switzerland), представляющий собой комплекс ОПЦ выделенный из коры французской морской сосны (PinusMaritima). В работе использовали раствор пикногенола 7 мг/мл, что соответст-

вовало содержанию фракции обогащенной ОПЦ в экстрактеиз отжима калины и использовали его в качестве модельного комплекса ОПЦ.

Все измерения проводили не менее трех раз. Результаты выражали в виде M ±SEM.

Результаты и обсуждение. Количественные характеристики полученных экстрактов и выделенных из фракций представлены в таблице 1. Содержание экстрактивных веществ в экстракте из отжима калины более чем в два с половиной раза превышает таковое для экстрактов из винограда амурского и лимонника китайского. По нашему мнению это обусловлено высоким содержанием в калине полисахаридов и простых углеводов. Содержание общих полифенолов препаратах из калины и винограда составляет 1,2–1,5 % в пересчете на массу исходного сырья, тогда как в экстракте, полученном из лимонника этот показатель в 3–4 раза ниже. Количественное содержание фракции обогащенной ОПЦ повторяет динамику содержания общих полифенолов и составляет для экстрактов из калины и винограда и лимонника 0,7 %, 0,96 % и 0,22 % соответственно в пересчете на массу исходного сырья.

Таблица 1 – Количественные характеристики изученных препаратов в пересчете на 1 мл исходного экстракта

Объект исследования	Названия показателей		
	Экстрактивные вещества (мг)	Общие полифенолы (мг–экв ГК)	Фракция, обогащенная проантоцианидинами (мг–эквкатехина)
Калина	245±5	15±6	7,0±0,8
Виноград	95±4	12±0,9	9,6±0,7
Лимонник	85±9	4,2±0,6	2,2±0,1
пикногенол	7	6,80±0,35	6,42±0,2

Примечания: ГК – галловая кислота

Выбранные для оценки антирадикальной активности исследуемых препаратов модельные системы позволяли судить как об электронофорной ($ABTS^+$), так и о протонофорной (OH^-) активности исследуемых антиоксидантов.

Из представленных в таблице №2 данных, следует, что наибольшей активностью восстанавливать катион радикал $ABTS^+$ обладает экстракт из отжима винограда, при этом 93 % активности локализовано во фракции обогащенной ОПЦ. Сходная картина наблюдается и с экстрактом из калины,где порядка 82 % антирадикальной активности по отношению к катион–радикалу$ABTS^+$ ассоциировано с фракцией ОПЦ.Следует отметить, что удельная антирадикальная активность (на 1 мг фракции ОПЦ) в экстракте из калины по отношению к $ABTS^+$ была на 13 % выше, чем в экстракте из винограда. Можно предположить, что данный феномен может быть результатом различий характеристик комплексов ОПЦ, таких как соотношение отдельных компонентов, их степени полимеризации и галлоизации[5].

Таблица 2 – Антирадикальная активность изученных препаратов в модельных системах в μM галловой кислоты (M±m)

Название фракции	Объект исследования			
	Калина	Виноград	Лимонник	Пикногенол
Система №1 ($ABTS^+$)				
Исходный экстракт (на 1 мл)	14,95± 0,78	15,65± 0,68	8,15± 0,46	9,20± 0,18
Фракция обогащенная ОПЦ (на 1 мл исходного экстракта)	12,25± 0,54	14,56± 0,47	2,09± 0,15	8,00± 0,35
Фракция обогащенная ОПЦ (на 1 мг)	1,75	1,52	0,95	1,25
Система №2 (OH^-)				
Исходный экстракт (на 1 мл)	5,96± 0,15	5,69± 0,19	0,93± 0,09	3,20± 0,13
Фракция обогащенная ОПЦ (на 1 мл исходного экстракта)	4,71± 0,08	4,78± 0,12	0,56± 0,06	2,56± 0,06
Фракция обогащенная ОПЦ (на 1 мг)	0,67	0,50	0,25	0,40

Примечание: ОПЦ – олигомерные проантоцианидины

Антирадикальная активность экстракта из отжима лимонника в модельной системе №1 ($ABTS^+$), была самой низкой из всех изученных препаратов, что следовало и из количественного содержания полифенольной фракции. При равном содержании экстрактивных веществ

в исходных препаратах, она составляла чуть более 50 % от активностив сравнении с экстрактом из отжима винограда. При этом только 25 % активности было ассоциировано с фракцией ОПЦ. Известно, что основными носителями антиоксидантной активности в растительных препаратах, в силу особенности химического строения, являются полифенольные соединения, которые реализуют свое действие через систему фенол–семихинон–хинон (Quideau et al., 2011). Поэтому, можно предположить, что в экстракте из отжима лимонника содержится большое количество фенольных кислот, которые были отделены при очистке фракции обогащенной ОПЦ, или антирадикальная активность по отношению к $ABTS^+$ ассоциирована с другими низкомолекулярными веществами фенольной (лигнаны) или нефенольной (аскорбиновая кислота, восстановленныйглютатион) природы.

Данные, полученные для пикногенола, показали, что 87 % антирадикальной активности по отношению $ABTS^+$, ассоциированы с фракцией ОПЦ. Удельная антирадикальная активность фракции ОПЦпикногенола в первой модельной системе ($ABTS^+$) составила 82 % и 71 % от таковой выделенной из экстрактов винограда и калины соответственно.

Гидроксильный радикал является самым реакционным и токсичным из всех активных форм кислорода, образующихся в организме человека. Атакуя молекулы липидов, гидроксильные радикалы инициируют ПОЛ, вызывая массированное повреждение биологических мембран и окислительную модификацию ЛПНП, являющуюся одним из основных факторов развития склеротических процессов в сосудах [4]. Поэтому способность антиоксиданта инактивировать гидроксильные радикалы, является одним из важнейших показателей его активности.

Активность экстрактов из винограда и калины инактивировать гидроксильные радикалы была практически равной, при этом с фракцией обогащенной ОПЦ связано 84 и 79 % активности, соответственно, для пикногенола данный показатель составил 80 %. Самая низкая активность была отмечена у экстракта из отжима лимонника. При этом в отличие от модели №1, где с фракцией ОПЦ было ассоциировано 25 % активности, в модели №2 этот показатель равен 60 %. Удельная активность комплекса ОПЦиз экстракта отжима лимонника в модельной системе №2 по сравнению с препаратами из винограда и калины составила 50 и 37 % соответственно.Как и в системе №1, удельная антирадикальная активность фракций ОПЦиз калины и винограда была выше, чем у пикногенола и составила соответственно 167 и 125 %.

Таким образом, продукты переработки Дальневосточныхдикороссов пищевого назначения, такие как виноград и калина могут служить источником сырья для получения растительных фитопрепаратов содержащих комплексы ОПЦ с высокой антиоксидантной активностью.

Полученные препараты обладают как протонофорной, так и электронофорной активностью и способны инактивировать свободные радикалы, несущие как положительный заряд, так и не спаренный электрон. При этом уровень антирадикальной активности экстрактов из винограда и калины в обеих моделях пропорционален содержанию в препаратах полифенольной фракции обогащенной ОПЦ, с которой ассоциированно от 80 до 90 % антирадикальной активности.Удельная антирадикальная активность фракции ОПЦиз винограда и калины в 1,5 – 2 раза превышает таковую у пикногенола – коммерчески реализуемого препарата, содержащего в качестве активного начала комплекс ОПЦ.

Полученные результаты позволяют обосновать целесообразность создания безотходной технологии утилизации растительного сырья, путем использования отходов от переработки калины и винограда для извлечения высокоактивных препаратов, обладающих высокой антиоксидантной активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Babbar N., Oberoi H. S. ,Sandhu S. K. Therapeutic and nutraceutical potential of bioactive compounds extracted from fruit residues // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2015. – Vol. 55. – № 3. – P. 319–337.

2. Coudray C., Mangournet C., Bouhadjeb S. et al. Rapid high–performance liquid chromatographic assay for salicylic acid in plasma without solvent extraction // J. Chromatogr. Sci. – 1996. – Vol. 34. – № 4. – P. 166–173.

3. Georgiev V., Ananga A. ,Tsolova V. Recent Advances and Uses of Grape Flavonoids as Nutraceuticals // Nutrients. – 2014. – Vol. 6. – N 1. – P. 391–415.

4. Itabe H. Oxidative modification of LDL: its pathological role in atherosclerosis // Clin. Rev. Allergy Immunol. – 2009. – Vol. 37. – № 1. – P. 4–11.

5. Plumb G. W., De Pascual–Teresa S., Santos–Buelga C. et al. Antioxidant properties of catechins and proanthocyanidins: effect of polymerisation, galloylation and glycosylation // Free Radic. Res. – 1998. – Vol. 29. – № 4. – P. 351–358.

6. Quideau S., Deffieux D., Douat-Casassus C. et al. Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis // Angew. Chem.-Int. Edit. – 2011. – Vol. 50. – № 3. – P. 586–621.

7. Re R., Pellegrini N., Proteggente A. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay // Free Radic. Biol. Med. – 1999. – Vol. 26. – № 9–10. – P. 1231–1237.

8. Regoli F.,Winston G. W. Quantification of total oxidant scavenging capacity of antioxidants for peroxynitrite, peroxyl radicals, and hydroxyl radicals // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 1999. – Vol. 156. – № 2. – P. 96–105.

9. Shen Y.,Sangiah S. NA+, K+–ATPase, glutathione, and hydroxyl free–radicals in cadmium chloride–induced testicular toxicity in mice // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 1995. – Vol. 29. – № 2. – P. 174–179.

10. Singleton V. L., Orthofer R. ,Lamuela–Raventos R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent // Methods Enzymol: // Oxidants and Antioxidants, Pt A Eds. L. Packer. – San Diego: Academic Press Inc, 1999: Vol. 299. – P. 152–178.

11. Sun B. S., Leandro C., da Silva J. M. R. et al. Separation of grape and wine proanthocyanidins according to their degree of polymerization // J. Agric. Food Chem.– 1998. – Vol. 46. – № 4. – P. 1390–1396.

12. Sun B. S., Ricardo-da-Silva J. M. ,Spranger I. Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins // J. Agric. Food Chem. – 1998b. – Vol. 46. – № 10. – P. 4267–4274.

13. Yang J.,Xiao Y. Y. Grape Phytochemicals and Associated Health Benefits // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2013. – Vol. 53. – № 11. – P. 1202–1225.

УДК 636.087

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Малахова Татьяна Николаевна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова», **Россия,** г. Саратов, E-mail: shkatulka-girl@yandex.ru*

В статье проводится анализ современного состояния мясной отрасли отечественного АПК. Рассмотрен вопрос недостаточно высокой эффективности развития мясного подкомплекса, а также проблема образования и утилизации отходов в процессе производства мяса и мясопродуктов в России. Автор статьи делает акцент на взаимосвязи технико-технологического состояния мясоперерабатывающей отрасли и объемов образующихся отходов, которые могут быть использованы в мясной или смежных отраслях в качестве вторичных ресурсов. В статье также указывается на необходимость государственной поддержки развития отрасли, в результате которой возможно достижение положительного экономико-экологического эффекта.

Ключевые слова: биологические отходы, животноводство, мясопродукты, безотходное производство, мясная отрасль, вторичное сырье.

MODERN TENDENCIES OF USE OF WASTES OF MEAT INDUSTRY IN RUSSIA

Malakhova T.N.

The article analyzes the current state of the meat industry of domestic agriculture. The problem of insufficient development of high efficiency of a meat subcomplex, and also the problem of education and waste during the production of meat and meat products in Russia. The author focuses on the relationship of technical and technological state of the meat processing industry and the volume of waste generated, which can be used in the meat or related industries as secondary resources. The article also points to the need for government support of the industry, it's possible to achieve a positive economic and environmental effects.

Keywords: biological waste, cattle breeding, meat products, waste-free production, meat industry, secondary raw materials.

Мясной подкомплекс является одним из основных секторов отечественного АПК. Развитие данной отрасли показывает положительную динамику. По оценкам ИКАР, совокупный темп прироста отечественного производства в 2013 году составил 5,7 %, самообеспеченность страны мясом повысилась до 76 %. При этом темпы прироста по отраслям составили 10 % в секторе свиноводства, около 6 % в секторе птицеводства и – 1 % (снижение) по сектору КРС [8]. Самый большой уровень концентрации производства среди отраслей мясного животноводства России наблюдается в птицеводстве. Пять ведущих производителей поставляют на рынок около 37 % продукции в натуральном выражении (2010 год): группа «Черкизово», ЗАО «Приосколье», группа «Продо», агрохолдинг «БЭЗРК-Белгранкорм», ЗАО «Белая птица».

Уровень концентрации производства в свиноводстве ниже, чем в птицеводстве: 5 ведущих производителей создают около 28 % оборота мясного рынка. Лидирующие позиции занимают АПХ «Мираторг», группа «Черкизово», группа «Продо», ГК «Русагро», ООО «ГК «Агро-Белогорье».

В производстве мяса КРС самый низкий уровень концентрации. Пять ведущих производителей занимают всего около 3 % рынка: АКГУП «Промышленный», ЗАО «Фирма «Агрокомплекс», ОАО «Красный Восток Агро», ОАО «Агрофирма «Мценская», СХ «ОАО «Белореченское» [9]. Рыночная экономика сегодняшнего дня предъявляет высокие требования к ее участникам. Это касается всех отраслей экономики, в том числе и АПК. В свою очередь это порождает высокий уровень конкуренции среди производителей, а также становится катализатором поиска новых путей и форм развития.

Большую озабоченность в мясной промышленности вызывает ситуация с образованием отходов. Во-первых, безвозвратно теряются ценные компоненты, которые могут быть подвергнуты вторичной переработке. Во-вторых, отходами наносится непоправимый ущерб окружающей среде [5]. Следует отметить, что многие компоненты мясных отходов, согласно российской классификации, относятся к биологическим отходам.

Ежегодно в мясной отрасли России образуется более 1 млн. т вторичного сырья и отходов, таких как кровь, кость, субпродукты второй категории, жир-сырец, шкуры, рогокопытные отходы и непищевое сырье [4,2]. Из них промышленно перерабатывается около 20 % [12]. При этом удельный показатель образования вторичных сырьевых ресурсов в мясной промышленности составляет около 40 %, из которых 6,8 % относятся к непищевому сырью [3].

По разным оценкам, на территории России находится порядка 32 тыс. захоронений трупов животных, в том числе погибших от сибирской язвы, возбудитель которой способен длительное время сохраняться в почве (более 100 лет), в связи с чем, при вскрытии захоронений вероятность развития чрезвычайной ситуации очень высока. Большую тревогу вызывает тот факт, что на данный момент отсутствуют сведения о месте нахождения порядка 19392 захоронений [10].

Отсутствие должной организации сбора, транспортировки и переработки биологических отходов приводит к тому, что часть из них (особенно образовавшиеся в домашних хозяйствах) вывозятся на городские полигоны и ухудшают без того напряженную экологическую обстановку в регионе, сопряженную с риском возникновения чрезвычайной ситуации.

Недостаточное регулирование данной сферы на государственном уровне, отсутствие достоверных сведений об образовании биологических отходов, недостаточное стимулирование сферы обращения с биологическими отходами еще более усугубляют эту проблему. Существующие трудности, в решении проблемы обезвреживания биологических отходов, заключаются в возможном возникновении чрезвычайно широкого спектра опасных для человека химических веществ (биотоксинов) при переработке этих отходов, что требует внедрения современных инновационных и экологически безопасных технологий в данной области.

Безусловно, данную ситуацию можно улучшить не только с помощью современных способов обезвреживания отходов, но и предотвращением их образования, на основе применения инновационных ресурсосберегающих технологий.

Разработка научных основ формирования ресурсосберегающей деятельности в АПК России является объективной необходимостью, обусловленной требованиями, предъявляемыми к реформированию управления ресурсосбережением в условиях адаптации страны к рыночным отношениям.

Так как мясное производство является материалоемким, а основным ресурсом служат мясо и мясопродукты, то такая структура отходов оказывает значительное влияние на формирование себестоимости конечной продукции. Эффективность деятельности мясоперерабатывающих предприятий во многом зависит от того, насколько полно перерабатывается исходное сырье, а также образующиеся в процессе этой переработки отходы. Это подводит нас к вопросу о технологическом развитии производственных мощностей, от которого полностью зависит глубина переработки сырья и качество отходов, а также их пригодность для дальнейшего использования в качестве вторичного ресурса.

Данное направление развития подтверждается и на высшем уровне власти. Так, в 2008 году Минсельхозом России была утверждена отраслевая целевая программа развития мясного скотоводства на 2009–2012 годы с целью создания стартовых условий формирования и развития этой отрасли. Результатом данной программы стало увеличение производства мяса и мясопродуктов, но при этом состояние отрасли в целом характеризуется отрицательной динамикой по многим показателям, о чем свидетельствуют данные Федеральной службы государственной статистики.

В частности, развитие мясной отрасли России за последние годы характеризуется сокращением поголовья скота (КРС), а также ухудшением состояния обеспеченности кормами в животноводстве.

Таблица 1 – Динамика поголовья скота и обеспеченности кормов в сельскохозяйственных организациях в России

Показатель	2011	2012	2013	2013 в % к 2012
Скот крупный рогатый	20134	19981	19514	96,9
из него коровы	8988	8883	8645	96,2
Свиньи	17258	18816	19186	111,2
Овцы и козы	22858	24180	23849	104,3
Птица, млн. голов	473	496	492	104,0
Корма всех видов - всего, млн. т	15,5	12,6	13,0	83,9
из них				
концентрированные	5,4	4,2	4,3	79,6
В расчете на одну условную				
голову крупного скота, ц	10,2	7,8	7,9	77,5

Как видно по данным таблицы 1, поголовье КРС за период 2011-2013 гг. снизилось на 3,1 %, а обеспеченность его кормами в натуральном и относительном выражении снизилась еще более значительно (на 16,1 и 22,5 % соответственно).

Таблица 2 – Динамика наличия мяса и мясных продуктов и их использования в России

Показатель	2011	2012	2013	В % к общему объему ресурсов		
				2011	2012	2013
Ресурсы						
Запасы на начало года	802	791	838	7	7	7
Производство	7520	8090	8522	68	70	72
Импорт	2707	2710	2448	25	23	21
Итого ресурсов	11029	11591	11808	100	100	100
Использование						
Производственное						
потребление	36	56	55	0,3	0,5	0,5
Потери	**17**	**23**	**22**	0,2	0,2	0,2
Экспорт	76	128	127	0,7	1,1	1,1
Личное потребление	10109	10546	10778	91,7	91,0	91,3
Запасы на конец года	791	838	826	7,2	7,2	7,0

Как видно из приведенных в таблице 2 данных, объем ресурсов в период 2011-2013 гг. увеличился на 7 % в натуральном выражении. При этом произошли структурные изменения: на 4 % увеличилась доля мяса собственного производства и пропорционально уменьшилась доля импорта ресурсов. Однако в объеме использования мясных ресурсов явно прослеживается тенденция роста потерь при его использовании. Это позволяет говорить о снижении эффективности использования данного ресурса в системе отечественного производства.

Эти выводы могут быть подтверждены следующими данными. Основной причиной потерь ресурсов является технологическое несовершенство отечественного производства. Потери в производственной сфере АПК можно разделить на три основные группы [7]:

1. биологические (25-30 %),
2. технологические (40-45 %),
3. технические (30-35 %).

По мнению экспертов, до 70 % техники изношено физически, а доля морально устаревшей превышает 90 %. Это подтверждается данными государственной статистики.

По данным таблицы 3 видно, что размер инвестиций в основной капитал в денежном выражении увеличился на 13,6 %, но при этом ежегодный прирост имеет тенденцию к со-

кращению. Ввод в действие производственных мощностей за счет строительства и реконструкции почти по всем показателям за период увеличился, кроме птицеводства.

Таблица 3 – Динамика инвестиций в основной капитал, направленный на развитие сельского хозяйства

Показатель	2011	2012	2013	Прирост, 2013 в % к 2011
Инвестиции в основной капитал на развитие сельского хозяйства (в фактически действовавших ценах):				
млн. руб.	256 912,00	276 334,00	291 915,00	13,6
в процентах к общему объему инвестиций в основной капитал	3,00	2,90	3,10	0,1
в процентах к предыдущему году (в постоянных ценах)	116,70	102,20	96,70	-20,0
Ввод в действие производственных мощностей за счет строительства и реконструкции:				
животноводческие помещения, тыс. мест:				
для крупного рогатого скота	93,40	114,70	99,00	6,0
для свиней	447,30	1 636,40	1 202,60	168,9
для овец	9,70	6,50	4,80	-50,5
птицефабрики:				
яичного направления, тыс. кур несушек	1 342,90	950,50	163,00	-87,9
мясного направления, млн. голов мясной птицы в год	165,60	109,80	21,60	-87,0

При этом изменилась и структура источников финансирования вышеуказанных мероприятий. В структуре инвестированных средств большую долю занимают привлеченные средства (более 50 %), и эта доля растет. При этом доля бюджетных средств в их структуре уменьшается (на 0,4 % в 2011-2012 гг.). Таким образом, инвестиции в технологическую модернизацию осуществляются в основном за счет кредитных ресурсов.

На сегодняшний день можно выделить два основных направления повышения эффективности использования сырья на мясоперерабатывающих предприятиях:

1. Увеличение глубины переработки исходного сырья, основанное на применение мало- и безотходных технологий.

2. Переработка отходов и использование их в качестве вторичного сырья.

Такой комплексный подход к управлению ресурсами в производстве позволит значительно снизить суммарные потери внутри отрасли.

Среди основных направлений переработки отходов мясной промышленности можно выделить два: пищевое и непищевое производства [3]. При этом отходы могут представлять собой побочный продукт производства, который не требует дальнейшей переработки, или служить исходным сырьем для других отраслей.

Современными методами переработки отходов мясной промышленности на сегодняшний день являются [6]:

1. Компостирование.

2. Экструдирование.

3. Гидротермическая обработка под давлением в автоклавах различной конструкции.

4. Биоконверсия.

Абсолютно точно можно сказать, что более глубокая переработка исходного сырья или реализация отходов в другие отрасли дают значительный экономический эффект.

Одним из первых предприятий в России, создавших полное безотходное производство, стал холдинг «Мираторг», расположенный в Белгородской области. На предприятии осуществляется промышленный забой скота с последующей переработкой всех субпродуктов. При этом освоена переработка крови убойных животных. У предприятия также есть линия по выпуску кровяной муки, используемой для производства комбикормов, содержащих до 55 % протеина.

Безотходное производство налажено и в подмосковной мясной компании «Мортадель», недавно открывшей под Владимиром собственный свинокомплекс, а также в «Новгородском беконе», где вторичное использование отходов снижает себестоимость мяса на 1–1,5 %.

И хотя таких предприятий в России на сегодняшний день мало, дальнейшее развитие технологий переработки мясных отходов позволит освоить «безотходное производство» большему количеству производителей отрасли.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в развитии отечественной мясной промышленности и смежных с ней отраслях намечаются положительные изменения как в технологическом, так и экономическом аспекте. Однако активных действий самих мясопроизводителей может оказаться недостаточно.

В новой Государственной программе развития сельского хозяйства на 2013–2020 гг. выделено на развитие мясного скотоводства из федерального бюджета 65,4 млрд. руб. Новым в области субсидирования инвестиционных кредитов на развитие мясного животноводства стало то, что они будут выделяться сроком до 15 лет. Благодаря этому решению должно увеличиться поголовье скота на отечественных фермах, а доля высококачественной говядины в общем объеме производства КРС должна вырасти до 24 % [11].

Остается надеяться на то, что данное направление в отрасли будет поддерживаться на государственном уровне[4] и у отечественных производителей появится возможность перейти к «безотходному производству», на основе современных экономических инструментов и экологически безопасных технологий производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасные технологии использования и утилизации отходов предприятий, перерабатывающих животноводческую продукцию: науч. докл. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006.
2. Белоусова Н.И., Мануйлова Т.А. Комплексное использование сырья на предприятиях мясной промышленности // Пищевая промышленность. – 2007. – №7.
3. Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В. Рециклинг отходов в АПК: справочник. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 296 с.
4. Колотырин К. П. Организационно-экономические инструменты в сфере обращения с отходами потребления: монография. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2010.
5. Колотырин К.П. Теоретические подходы к решению проблемы обращения с отходами потребления /К.П. Колотырин // Экономика природопользования. 2010. – №2.
6. Малахова Т.Н. Альтернативное кормопроизводство как элемент ресурсосберегающей деятельности в мясной промышленности России // Факторы устойчивого развития экономики России на современном этапе (федеральный и региональный аспекты): сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2014. – 72 с.
7. Федоренко В.Ф. Ресурсосбережение в АПК: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 384 с.
8. http://www.agromarket.com/news/674/
9. http://agricons.ru/ru/publikatsii/nashi-publikatsii/120-proizvodstvo-myasa-v-rossii-problemy-i-perspektivy
10. http://docs.cntd.ru/document/933016259
11. http://www.agro-ferma.ru/dayatelnost/ferma-krs/ferma-krs-stati/razvitie-myasnogo-skotovodstva-v-rossii/
12. http://agbz.ru/articles/ispolzovanie-othodov-myasnoy-promyshlennosti-v-kormoproizvodstve

УДК 636.087.25–619

ОТХОДЫ КОМБИНАТОВ – НОВОЕ ЗВЕНО В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ВЕТЕРИНАРИИ

Бородулина Ирина Владимировна, *кандидат ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», Институт прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины,* ***Россия****, г. Красноярск, borodulina–irina@rambler.ru*

В статье рассматриваются вопросы применения адаптогенов растительного и животного происхождения, которые изготовлены из отходов промышленных комбинатов, фармацевтических предприятий (выжимок лекарственных растений после экстракции – шроты), а также универсальных адаптогенов животного происхождения, полученных из вторичного сырья (боенские отходы мясокомбинатов).

Ключевые слова: отходы предприятий, препараты, ветеринария, животноводство, птицеводство.

WASTES OF INDUSTRY – NEW LINK IN THE PRODUCTION OF ECOLOGICALLY CLEAN PREPARATIONS FOR VETERINARY SCIENCE

Borodulina I.V.

The article deals with the application of adaptogens plant and animal origin, which are made from industrial waste plants, pharmaceutical plants (bagasse after extraction of medicinal plants – flakes), as well as universal adaptogens animal origin, derived from recycled materials (waste slaughtering meat processing plants).

Keywords: waste companies, drugs, veterinary medicine, animal husbandry, poultry farming.

Для решения проблем получения максимального количества продукции при наименьших затратах в настоящее время всё большее применение получают современные методы экологического животноводства. Вопросы профилактики болезней животных и птиц, а также меры борьбы с ними нуждаются в поиске новых экономически выгодных решений.

Известно, что любой патологический процесс в организме животных и птиц сопровождается развитием вторичных иммунодефицитов. Применение традиционных методов лечения различных заболеваний при помощи антибиотиков, сульфаниламидов и ряда других препаратов у животных и птиц, как правило, мало эффективно, и нередко сопровождается осложнением вторичных иммунодефицитов, в результате чего иммунодефицитное состояние усугубляется, и сопровождается загрязненностью продуктов питания и продовольственного сырья остаточными количествами ветеринарных препаратов, то есть приводит к биогенному загрязнению продукции [3,4].

В животноводстве для повышения иммунобиологического статуса используют иммуномодуляторы, ассортимент которых очень широк, однако многие из них дороги, что затрудняет их применение в ветеринарной практике [2,3,4]. Поэтому представляет интерес иммуномодулирующая способность природных адаптогенов – лекарственных растений в виде шротов (выжимок лекарственных растений после экстракции), а также универсальных адаптогенов животного происхождения, полученных из вторичного сырья (боенские отходы мясокомбинатов) [1,2,4].

Адаптогены – класс лекарственных средств, в основном природного происхождения, при длительном приеме повышающих адаптационные способности организма, и создающих в организме состояние неспецифически повышенной сопротивляемости (СНПС). Общим для всех адаптогенов является неспецифическое повышение функциональных возможностей, повышение адаптации организма при осложненных условиях существования. Адаптогены практически не меняют нормальных функций организма, но значительно повышают работоспособность, переносимость нагрузок, устойчивость к различным неблагоприятным факторам (жара, холод, голод, инфекция, стрессы и т.п.) и сокращают сроки адаптации к ним [1,2,5].

В России биологическая промышленность не имеет технологий, позволяющих выпускать препараты в нужном объеме и ассортименте. Проблема дефицита доступных ветеринарной практике препаратов, повышающих резистентность и иммунологическую реактивность животных, технологичных в применении, то есть с кормом, может быть решена организацией промышленного производства экологических препаратов из вторичного сырья (боенские отходы мясокомбинатов, выжимки лекарственных растений адаптогенов (шроты) после экстракции на фармпредприятиях) [2,5].

Исходя из вышесказанного – целью наших исследований является [1,2]:

1. Внедрение технологии производства экологических препаратов, которые исключают биогенное загрязнение продукции животноводства и активизируют развитие собственной иммунной системы сельскохозяйственных животных и птицы.

2. Обеспечение здоровья сельскохозяйственных животных, их продуктивного долголетия и качества получаемой продукции, путем применения комплексной системы экологических препаратов.

Новизна работы: определяется наличием патентов на использование препаратов, а также научно–практических рекомендаций по способу применения адаптогенов растительного и животного происхождения для разных видов животных и птиц [2,5].

Инновационными аспектами направления является то, что аналогов этих препаратов нет. В Красноярском Государственном Аграрном университете группой ученых были разработаны технологии производства многих препаратов класса адаптогенов растительного и животного происхождения, которые являются естественными природными продуктами [2,4].

Разработанные экологические препараты исключают биогенное загрязнение продукции и активизируют развитие собственной иммунной системы у молодняка с.–х. животных (телят, поросят, ягнят, жеребят), птиц и пушных зверей (щенкам песцов, норок, лисиц, соболей), а также беременным животным [1,2,4,5].

Все изучаемые препараты относятся к классу адаптогенов растительного и животного происхождения. Для производства препаратов используется местное вторичное сырьё растительного и животного происхождения. Препараты предупреждают желудочно-кишечные, легочные заболевания, снимают стрессовое состояние животных, обладают антитоксическим действием. Многочисленными проведенными опытами было установлено, что применение препаратов: значительно повышает иммунный статус животных и птицы; на 45–60 % повышает продуктивность; снижает заболеваемость на 40–75 %; повышает биологическую полноценность мяса, молока, яиц [1,2,5].

Экономическая эффективность: препараты являются безвредными для организма, так как являются природными продуктами и не вызывают биогенного загрязнения животноводческой продукции. Резко сокращается необходимость применения антибиотиков и других препаратов. По экономическим расчетам планируется на 1 рубль затрат получить 4 рубля прибыли [1,2,5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородулина И.В. Постнатальное развитие фабрициевой бурсы, тимуса, печени и яичников кур под влиянием некоторых адаптогенов : дис. … канд. вет. наук. – Барнаул, 2009. – 160 с.

2. Коррекция постнатального развития тимуса, фабрициевой сумки, яичников и печени курочек–несушек с помощью адаптогенов в условиях птицефабрик Красноярского края. науч.–практ. рекомендации // Краснояр. гос. аграр. ун–т. – Красноярск, 2009. – 17 с.

3. Придыбайло Н.Д. Иммунодефициты с.–х. животных и птиц, профилактика и лечение. – М. : 1991.

4. Смердова М.Д. Биологически активные, экологически чистые препараты в ветеринарии – залог безопасности жизнедеятельности // Реконструкция гомеостаза: матер. 9–го Междунар. симпоз. / КрасГАУ. – Красноярск, 1998. – Т.4. – С. 91–97.

5. Смердова М.Д. Диагностика и коррекция иммунодефицитов и ацидозов у коров и телят : учеб. Пособие. – Красноярск. : КрасГАУ, 2000. – 195 с.

УДК 658.567.1

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Колотырин Константин Павлович, *доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», **Россия**, Саратов, крk75@mail.ru*

Панфилов Андрей Владимирович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», **Россия**, Саратов, uyo2Sur@yandex.ru*

Проблема выбора оптимальной технологии обезвреживания отходов должна основываться на принципах экологической безопасности и экономической эффективности. Обоснование и выбор эффективной технологии обезвреживания отходов должны базироваться на подходах, учитывающих специфику состава отходов, включая страновую и региональную, а также возможность максимальной глубины переработки отходов. На основании проведенного анализа мирового опыта обезвреживания отходов обосновывается эколого–экономическая эффективность переработки отходовС учетом российской специфики управления процессом обращения с отходами становится очевидным, что в ближайшее время, единственным эффективным способом обезвреживания отходов будет являться переработка, соответствующая требованиям экологической безопасности и экономической эффективности.

Ключевые слова: отходы, риски, переработка, обезвреживание, сжигание.

MODERN TECHNOLOGY TRENDS IN THE FIELD WASTE CONSUMER WASTE

Kolotyrin K.P., Panfilov A.V.

The problem of a choice of optimum technology of neutralization of waste has to be based on the principles of ecological safety and economic efficiency. Justification and a choice of effective technology of neutralization of waste have to be based on the approaches considering specifics of structure of waste including country and regional, and also possibility of the maximum depth of processing of waste. On the basis of the carried–out analysis of world experience of neutralization of waste ekologo–economic efficiency of processing of waste locates. Taking into account the Russian specifics of management of process of the address with waste becomes obvious that soon, the only effective way of neutralization of waste the processing conforming to requirements of ecological safety and economic efficiency will be.

Keywords: waste, risks, processing, neutralization, burning.

Введение. В настоящее время, в России, отходы потребления, удаляемые как вредные и бесполезные, вывозятся на санкционированные и несанкционированные полигоны, располагающиеся вблизи населенных пунктов. На сегодняшний день, захоронение остается наиболее распространенным способом в завершающем звене обращения с отходами потребления, и это несмотря на то, что это противоречит экологическим, экономическим и ресурсным требованиям, так как отходы, зачастую, являются, с одной стороны, ценным источником сырья, а с другой, опасным загрязнителем окружающей среды.

Материалы исследования. В Федеральном законе отходы производства и потребления определены как остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства [7].

Мировая практика управления потоками отходов потребления основывается на следующих основных методах:

–захоронение (с утилизацией биогаза или без);

–термическая обработка (в основном сжигание) с получением энергии или без;

–переработка, включающая в себя биотермическое компостирование и рециклинг отходов, так в первом случае получаются органические удобрения и биотопливо, а во втором извлекаются ценные компоненты с возможностью повторного использования.

Авторы [1] предлагают выделять следующие этапы развития системы управления отходами во второй половине XX в.:

1. Размещение отходов на мелких свалках (например, в Голландии в 70–х гг. их насчитывалось около 400)

2. Конец 70–х гг.: строительство полигонов – инженерных сооружений с системами очистки фильтрата сточных вод и утилизацией биогаза;

3. 80–е гг. – развитие системы раздельного сбора твердых бытовых отходов, развитие рынка вторичного сырья;

4. 90–е гг. переработка отходов с выделением органической составляющей и последующим ее компостированием;

5. Современная схема переработки отходов: сортировка отходов с целью выделения вторичного сырья, отделение органической части с целью компостирования и твердых фракций, подлежащих сжиганию или захоронению.

Анализируя современную систему обращения с отходами потребления, можно сделать вывод, что Россия находится между первым и вторым этапом, а в некоторых регионах, однозначно на первом.

Данное предположение подтверждается следующими цифрами. В России на долю экологически безопасной переработки приходится не более 5 %, тогда как на полигонное захоронение приходится, в среднем, 95 %.

Согласно предварительным данным инвентаризации, общая площадь занятых отходами земель в целом по Российской Федерации превышает 250 тыс. га. Более 60 тыс. га занято шламонакопителями, более 100 тыс. га – отвалами, терриконами, шлакозолоотвалами. Площадь под полигонами по обезвреживанию и захоронению отходов составляет около 6,5 тыс. га, под санкционированными свалками – около 35 тыс. га [4,6].

Сжигание отходов потребления является весьма распространенным способом обезвреживания, только в тех странах, где есть предварительная их сортировка Термические методы обезвреживания твердых отходов можно разделить на две группы: термодеструкцию (пиролиз) отходов с получением твердых, жидких и газообразных продуктов и золы. В зависимости от состава и подготовки твердых отходов существует слоевое сжигание исходных (неподготовленных отходов) в мусоросжигательных котлоагрегатах, слоевое или камерное сжигание подготовленных отходов (свободных от балластных фракций) и сжигание в кипящем слое для ликвидации промышленных отходов.

При слоевом сжигании в топке мусоросжигательного котла в первой зоне (слое) происходит выход летучих продуктов, по мере увеличения температуры происходит газификация отходов и далее идет слой горящего кокса. Сжигание должно происходить при температуре 800–1000^{o}C [7].

Результаты исследования. Сжигание исходных отходов хотя и является простым и универсальным методом утилизации, но имеет массу недостатков, главный из которых, как уже отмечалось, – большой остаток шлака, высокий уровень образования диоксинов и кислых газов, которые выделяются на стадии газификации и ведут к загрязнению атмосферы из–за высокой влажности при большой доле пищевых отходов (выше 40 %). По этим причинам на практике температура в топке зачастую не превышает 550^{o}C.

Следует учитывать и тот факт, что диоксины признаны мировым сообществом наиболее опасными веществами – супертоксикантами, принадлежащими к классу стойких органических загрязнителей. Борьба с ними объявлена специальным документом – Стокгольмской конвенцией, открытой для подписания 23 мая 2001г. С мая 2002 г. Россия также вошла в список более 150 стран, подписавших обязательства по борьбе со стойким органическими загрязнителями, основными из которых являются диоксины. Следует отметить, что документ готовился специальным межправительственным комитетом, в составе которого есть и Россия.

Большое количество диоксинов выделяется мусоросжигательными предприятиями со сточными водами. Количество этих вод зависит от совершенства технологии сжигания на искомых предприятиях. Для современных предприятий по сжиганию отходов потребления расход воды составляет от 2 до 3 м^3 на 1 т отходов и слагается из воды, охлаждающей шлак, растворов, применяемых в скрубберах, и смесей, образующихся при смыве осадков с фильтров [3].

В этой связи, наиболее приемлемым способом обращения с отходами в нашей стране является переработка, так как большое количество пищевых компонентов в их составе пре-

пятствует их качественному и безопасному сжиганию и усложняет процесс их захоронения на полигонах.

Основным процессом на предприятиях по переработке отходов потребительской деятельности является компостирование органических отходов, в основном пищевых. Компостирование – биохимический процесс, предназначенный для преобразования органических твердых отходов в стабильный, подобный гумусу продукт, используемый для улучшения состава почвы. Компост – удобрение, получаемое в результате микробного разложения органических веществ. Технологию образования компоста можно классифицировать по трем основным признакам: использованию кислорода, температуре и способы ведения процесса [5].

По использованию кислорода различают компостирование аэробное или анаэробное (с подачей кислорода или без). Аэробное – более быстрое и ему в большинстве случаев отдают предпочтение. Оно протекает при более высоких температурах – порядка 45–65^{o}С (термофильное компостирование) в отличие от низкотемпературного (мезофильного) компостирования – при 20 – 35^{o}С. По способу получения компоста различают процесс в штабелях, на открытом воздухе и в механических устройствах – биотермических барабанах.

Как правило, перерабатывающие отходы предприятия на выходе имеют не только компост. Здесь также есть различные виды пластиков, металлы, бумага, рециклируемые материалы, на базе производства компоста возможно получение биогумуса и других питательных для почвы компонентов.

Обсуждения. Современное технологическое и экономическое развитие будет способствовать увеличению образования отходов потребления, что в свою очередь, если не принимать никаких мер, буде только способствовать дальнейшему загрязнению территорий, выводу земель из сельскохозяйственного оборота, и риску возникновения чрезвычайных ситуации. Таким образом, в результате рассмотренных выше основных направлений обезвреживания отходов, можно сделать вывод, что наиболее приоритетным направлением в России будет являться переработка отходов потребления, с глубиной переработки до 50 %, так как более высокие показатели можно достичь только при наличии предварительной сортировки. Строительство перерабатывающих отходы предприятий позволит повысить эколого–экономическую эффективность, так как переработка предполагает механическую сепарацию и биологическое компостирование, что снижает экологические риски. Получение же конкурентоспособной продукции после переработки, будет способствовать получению экономических выгод потенциальными инвесторами, что в конечном итоге отразиться на повышении инвестиционной привлекательности данной сферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Н.Ф., Мирный А.Н., Спасский Б.М. и др. Концепция обращения с ТБО в РФ // Чистый город. 2003. – № 2. – С. 36–48.

2. Беньямовский Д.Н. Сжигание и пиролиз твердых бытовых отходов // Жилищное коммунальное хозяйство 1993. – № 6.– С. 26–28.

3. Колотырин К.П. Особенности технологического обеспечения процесса обращения с отходами потребления // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2008. – № 3 (34). – С. 164–174.

4. Колотырин. К.П. Организационно-экономические инструменты в сфере обращения с отходами потребления: монография. Саратов: Сарат. гос. техн. ун–т, 2010. – 224 с.

5. Колотырин К.П., Николаева И.Б., Попов А.И., Сердюкова Л.О. Совершенствование системы управления в сфере обращения с отходами потребления. – Саратов: изд–во СТГУ, 2003. – 132 с.

6. Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Ильина М.Е. Экологический менеджмент. Учеб. пособие / Владимир. гос. ун–т, Владимир, 2003. – 291 с.

7. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89–ФЗ "Об отходах производства и потребления" (с изменениями и дополнениями).

УДК 621.3

МАГНИТНАЯ КОРРЕКЦИЯ БАЛАНСА ОСОБЕЙ КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ – *CAMERARIA OHRIDELLA*

Трошков Александр Михайлович, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия,** г. Ставрополь, a_troshkov@mail.ru*

Герасимов Владимир Павлович, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия,** г. Ставрополь, pi–stgau@mail.ru*

Сапожников Василий Иванович, *кандидат военных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия,** г. Ставрополь, stisvi@rambler.ru*

В статье рассматриваются вопросы влияния магнитного поля на биологическое состояния минирующей моли (паразита каштана) с целью управления балансом особей. Дано обоснование предложений по борьбе с вредителем электромагнитными полями.

Ключевые слова: Каштановая моль, мониторинг поражения, электрическое и магнитное поле, биологическая сфера, баланс численности.

STUDY OF IMPLEMENTATION OF MAGNETIC SLAVING FOR REGULATION OF CHESTNUT LEAF MINING MOTH BALANCE – *CAMERARIA OHRIDELLA*

Troshkov A.M., Gerasimov V.P., Sapozhnikov V.I.

In the article the questions of magnetic field influence on the biological consistence of leaf –mining moth (guest of chestnut) are contemplating for the purpose of management of species balance. The explanation of offers on the pest management was proved by electromagnetic fields.

*Key words***:** chestnut moth, monitoring of affection, electric and magnetic field, biological sphere, balance of abundance.

Это мелкое насекомое отряда *Lepidoptera* (Чешуекрылые), т.е. бабочка. Взрослые насекомые – мелкие моли 3 –4 мм, с учетом длины сложенных крыльев. Она была впервые обнаружена и описана учеными в 1985 году в Македонии. Откуда этот вид занесен, пока не выяснено. Насекомое сразу зарекомендовало себя, как паразит конского каштана. Гусеницы развиваются в тканях листа, выедая их изнутри. Длина тела взрослой особи 6 –7 мм, размах крыльев около 8 мм. Голова насекомого покрыта торчащими вверх и в стороны рыжими удлиненными чешуйками. Первая пара крыльев бабочки золотисто – рыжая с поперечными белыми, слегка волнистыми полосками, которые, в свою очередь, окантованы сзади черным. Концы крыльев усыпаны мелкими темными точками и покрыты особенно длинными чешуйками.

Вторая пара крыльев и брюшко серые. Окраска конечностей – черные и белые поперечные широкие полосы. Яйцо овальной или каплевидной формы. Окрашено в зеленоватый цвет. Прикреплено к поверхности листа.

Личинка – уплощенная гусеница, лишенная конечностей. Передняя часть тела заметно шире задней. Головная капсула красновато –коричневатая, полупрозрачная. По мере роста личинка линяет, сбрасывая старую кожу. Насчитывается 6 возрастов гусениц. Куколка буро –коричневого цвета длиной 3,2 –5,7 мм. Сильное поражение ведет к преждевременному увяданию листьев. Вредитель очень быстро распространялся по Европе. Каштановая моль дает несколько поколений в год (рисунок 1). К концу первого поколения, при благоприятных условиях, плотность популяции может доходить до нескольких сотен личинок на 1 лист. На пораженных растениях уничтожается до 90 % поверхности листвы. Растение практически лишается листьев. Борьба с данным вредителем сильно затруднена скрытным образом жизни личинок и крупными размерами повреждаемых растений.

Рисунок 1 – Каштановая минирующая моль – *Cameraria ohridella*

В 2014 году произошел резкий всплеск нашествия минирующей моль в Ставропольском края, для мониторинга поражения рассматривались парковые зоны городов Ставрополя, Кисловодска, Пятигорска. Результаты визуального мониторинга показали, что поражение деревьев (каштанов) составляет до 80 %, виды поражения представлены на рисунке 2

Рисунок 2 – Поражение каштанов

Борьба с данным вредителем сильно затруднена скрытным образом жизни личинок и крупными размерами повреждаемых растений [1-3].

На сегодня, разработаны методы инъекции системных инсектицидов в ствол каштана. Методика дорогая, но действенная. Проблема инъекции в ствол у деревьев в том, что яд может пройти только в какую–то одну сторону ствола, а другая сторона ствола может быть не ядовитой, и ветки растущие с этой стороны могут быть не ядовитыми. Также применяется неоникотиноид, опрыскать дерево. Вред же растению намного больше. Можно применять гормональные препараты методом опрыскивания. Инсегар (феноксикарб) – хороший выбор. Этот препарат системный и долго держится в листе. Важно, обработка инсегаром должна происходить до кладки яиц. Традиционные методы химических обработок, увы, малоэффективны. Большой размер деревьев затрудняет качественную химическую обработку (опрыскивание). То, что каштановая минирующая моль дает несколько поколений в год, еще сильнее усложняет дело. А то, что деревья находятся в муниципальной собственности и, зачастую, в густонаселенных районах, делает невозможным регулярные частые обработки токсичными веществами. В настоящее время в парковых зонах практикуется химобработка деревьев при помощи инъекций ядохимиката в ствол дерева. Для большей убедительности по окружности ствола делается несколько отверстий, куда закладывается инсектицид. По данным Института защиты растений Украинской академии аграрных наук (2013 –2014 г.) наибольшей эффективностью обладают:

- Kamerkill Plus 25 SL (Treex 25 SL) (abemectin, 25 g/l) – 2,7 мл на отверстие;
- Kamerkill Extra 50 SL (Imifog 50 SL) (imidacloprid, 50 g/l) – 2,7 мл на отверстие;
- Danadim 400, k.e. (dimetoat, 400 g/l) –1 мл на отверстие;
- Kamerkill – gel (imidacloprid, 120 g/l + tebuconazol, 80 g/l) – 2,7 мл на отверстие.

К несомненным плюсам данной методики можно отнести то, что обработанное таким образом дерево остаётся ядовитым для вредителя в течение 3 –4 лет и ядохимикат не распы-

ляется в окружающую среду в неконтролируемых количествах, как это бывает при традиционных обработках опрыскиванием. С другой стороны, вызывает беспокойство токсичность нектара данных растений, которая может влиять на насекомых –опылителей и, в первую очередь, на медоносных пчел. Анализ существующих методик уничтожения минирующей моли – camerariaohridella показал, что эффективность их применения трудоемкое и дорогостоящее направление. Исходя из этого, представляется возможность использовать другой предлагаемый способ, который основан на формирования магнитных полей в местах произрастания каштановых деревьев. Электромагнитное поле это такой вид материи, которая возникает вокруг движущихся зарядов. Например, вокруг проводника с током. Электромагнитное поле состоит из двух составляющих это электрическое и магнитное поле. Независимо друг от друга они существовать не могут. Одно порождает другое. При изменении электрического поля тут же возникает магнитное. Скорость распространения электромагнитной волны

$$V=C/EM \qquad (1)$$

где E и M соответственно магнитная и диэлектрическая проницаемость среды, в которой распространяется волна.

Электромагнитная волна распространяется в пространстве во все стороны от своего источника. Электромагнитная волна при распространении переносит энергию в пространстве. Чем сильнее ток в проводнике вызвавший поле, тем больше энергия переносимая волной. Также энергия зависит от частоты излучаемых волн, при увеличении ее в 2,3,4 раза энергия волны увеличится в 4,9,16 раз соответственно. То есть энергия распространения волны пропорциональна квадрату частоты. Переносимая энергия воздействует на органы минирующей моли – camerariaohridella. Исследования показали, что во время воздействия электромагнитной волной особи моли теряют пространственную ориентацию. Если применять магнитные поля в период спаривания cameraria ohridella, то самец не смотря выделяемые самкой феромоны не может ее идентифицировать и оплодотворение не происходит, а это ведет к практическому уничтожению особей каштановой моли. Применение катушки представлено на рисунке 3.

Рисунок 3 – Электромагнитная катушка

Поскольку каштан – это высокорослое дерево и распространение моли происходит на всех высотных поясах, то предлагается сердечником катушки использовать штангу высотой от 2 –4 метров. Причем катушку можно перемещать по штанге с помощью блоковой системы рисунок 4.

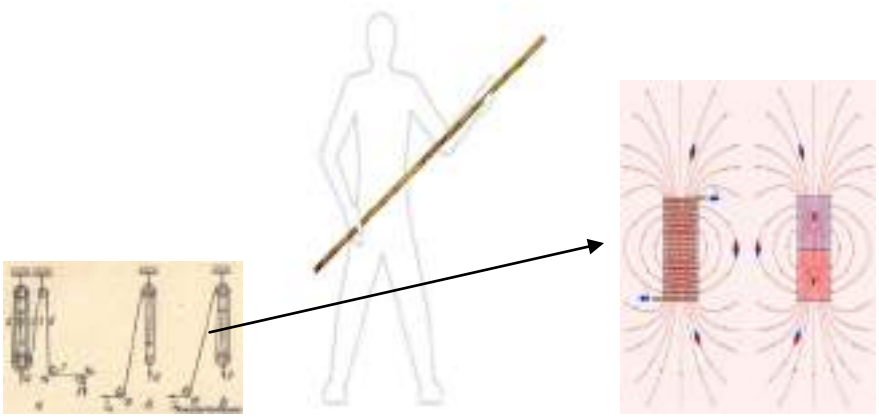


Рисунок 4 – Штанга электромагнитной катушкой

Таким образом, с помощью штанги с электромагнитом на который подается напряжение от аккумуляторной батареи (рисунок 5) можно распространять магнитное поле в массивах произрастания каштанов в период активности размножения моли. Магнитное полей оказывают влияние на биологическую сферу cameraria ohridella, находящуюся на дереве.

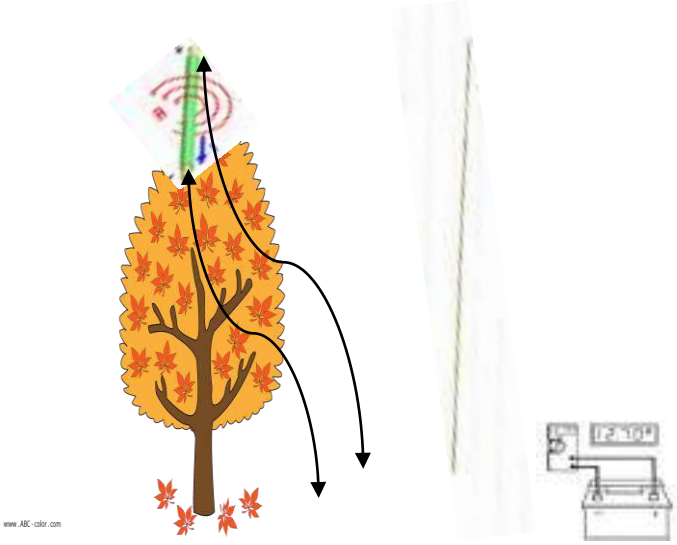


Рисунок 5 – Воздействие магнитного поля на каштан

Обмотки электромагнитов изготовляют из изолированного алюминиевого или медного провода, хотя есть и сверхпроводящие электромагниты. Магнитопроводы изготовляют из магнитно – мягких материалов — обычно из электротехнической или качественной конструкционной стали, литой стали и чугуна, железоникелевых и железокобальтовых сплавов. Для снижения потерь на вихревые токи (токи Фуко) магнитопроводы выполняют из набора листов.

Таким образом, с помощью магнитной коррекции можно добиваться регуляции баланса cameraria ohridella.

ЛИТЕРАТУРА

1. Искусственные иммунные системы и их применение / под ред. А.А. Романюхи. – М: ФИЗМАТЛНТ, 2006. – 344 с.

2. Трошков А.М, Трошков М.А. Павлюк Д.Н. Концепция проектирование биометрической системы для управления допуском к информационным ресурсам. Научный журнал Вестник СевКав ГТУ,2012. – Вып. 13. – С.16–20.

3. Трошков А.М., Горденко Д.В., Токарева Г.В. Визуализация и аудиоидентификация для контроля функционирования пчелосемьи в улье. Вестник АПК Ставрополья, 2013. – № 3(11).

УДК 633.854.54

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ПРИКАРПАТЬЯ УКРАИНЫ

Дрозд Инесса Федоровна, *кандидат сельскохозяйственных наук, Дрогобычский государственный педагогический университет им. Ивана Франко,* ***Украина****, г. Дрогобыч, inessadr@ukr.net*

В статье приведены результаты трехлетних исследований влияния почвенно-климатических условий на формирование высоты растений сортов льна масличного различного эколого-географического происхождения для последующей переработки их стеблевой части в условиях западного региона Украины. Установлено, что погодно-климатические условия Прикарпатья влияли на высоту растений льна масличного. Все используемые в исследованиях сорта в благоприятные годы выращивания формировали большую общую и техническую длину стебля. Показано, что природно-климатические условия Прикарпатья способны раскрыть потенциал генотипов льна масличного по признаку «высота растения». Анализируемая сельскохозяйственная культура может обеспечивать в Прикарпатском регионе техническую длину стебля до 50 см. Возрождение отрасли льноводства в западном регионе Украины можно обеспечить путем увеличения производства льна масличного для комплексного использование как семян, так и стебля.

Ключевые слова: лен масличный, сорт, почвенно-климатические условия, высота растения, техническая длина стебля.

PROSPECTS OF OILSEED FLAX STALKS IN THE UKRAINE PRYKARPATTYA

Drozd I.F.

The article presents the results of a three-year studies of the effect of soil and climatic conditions on the formation of plant height linseed varieties of different eco-geographical origin with possible subsequent processing of the stems in a western region of Ukraine. It was found that the climatic conditions Prykarpattia influenced plant height linseed. All studies used in varieties growing in favorable years formed the greater overall length of the stem and technical.

It is shown that climatic conditions Prykarpattia can unlock the potential of linseed genotypes on the basis of "the height of the plants." Analyzed crops can provide in the Carpathian region technical stem length of 50 cm. The revival of flax industry in the western region of Ukraine can be achieved by increasing the production of linseed for the integrated use of both the seeds and stem.

Key words: oilseed flax, variety, soil and climatic conditions, plant height, technical length of the stem.

Введение. В последнее время во всем мире наблюдается тенденция к уменьшению посевов льна-долгунца. Наряду с этим значительно увеличились площади льна масличного (в Украине, в частности до 60 тыс. га). Большой интерес к этой культуре проявляется и в странах дальнего зарубежья. Лен масличный преимущественно выращивают в Индии, США, Канаде, Аргентине, России, где урожай семян составляет 1,9–2,5 т/га [4, 9].

Лен принадлежит к семейству льновых – *Linaceae*. В это семейство входят 22 рода, из которых для практических целей используется один – *Linum*. Род включает свыше 200 видов. Некоторые виды культивируются в качестве декоративных растений. Основное хозяйственное значение имеет культурный лен (*Linum usitatissimum* L.). Найболее ценной сельскохозяйственной культурой является евразиатский подвид и его группы: долгунец, кудряш и межеумок. Лен-долгунец используют для получения волокна, а семена – в качестве посадочного материала и сырья для получения масла. Лен-кудряш, культивирующийся на семена, произрастает в южных более засушливых районах. В сравнении со льном-долгунцом он формирует в 20 раз больше семенных коробочек. Волокно в стеблях льна-кудряша грубое, одревеснившее, непригодное для переработки в текстильной промышленности. Лен-межеумок занимает промежуточное положение между льном-долгунцом и кудряшом. У него более длинный и менее ветвящийся стебель, много семян, его волокно часто используют для производства грубых тканей, пакли и крученых изделий. Кудряш и межеумок объединяют общим названием масличный лен [4].

Лен масличный ценная сельскохозяйственная культура, широко используемая в промышленности. Главным потребительским продуктом льна масличного, который имеет большой спрос на мировом рынке, являются его семена. Из него получают техническое масло и дешевый растительный белок для животноводства. Семена льна содержат до 50 % очень ценного масла, которое используется в виде технического сырья для ряда отраслей промышленности: лакокрасочной, мыловаренной, кожевенно-обувной и др. В последние годы во всем мире возрос интерес к использованию льняного масла в пищу в связи с его лечебными свойствами, обусловленными высоким содержанием линоленовой кислоты [8, 9, 10].

Раньше в практике остающиеся после отделения семян остатки стеблей льна сжигались и запахивались, что служило частичным удобрением. Стебель льна масличного, (как и у льна-долгунца) содержит в лубяной части лубяное целлюлозное волокно. Это волокно до последнего времени широко не использовалось в промышленности [6].

В настоящее время в мире наблюдается комплексное использование как семян, так и волокна льна масличного. Низкокачественное волокно из коротких стеблей льна используется, в частности, для переработки на паклю, шпагат, веревки, грубые ткани, на изготовление высоких сортов бумаги. Волокна как масличного, так и волокнистых отходов долгунцового льна стали использовать для армирования композиционных материалов в автомобильной, авиационной, судостроительной и других отраслях промышленности. Они служат для производства различных сортов бумаги (в том числе папиросной и банкнотной); нетканых материалов, используемых в качестве геотекстиля (например, при прокладке дорог и каналов), агротекстиля, для тепло- и звукоизоляции, как паковочный материал. Древесину стеблей (кострy) применяют в производстве теплоизоляционных, мебельных и строительных плит, топлива и сорбентов. Таким образом, речь идет о полном комплексном использовании всех элементов растения льна, его семян и стебля [4, 6, 9].

Повышенный интерес ко льну масличному в нашей стране и мире объясняется возможностями производства из этой культуры многочисленных экологобезопасных товаров, спрос на которые постоянно растет.

Поскольку лен масличный является технической культурой, высота растения (общая и техническая длина стебля) считается одним из важнейшим признаков. Длина стеблей льна в значительной степени зависит от погодных условий. Скажем, недостаток влаги вызывает его преждевременное цветение, вследствие чего стебли вырастают короче. Многочисленные исследования подтверждают определяющее влияние условий окружающей среды, а также агротехнических мероприятий, на степень проявления у льна признака "высота растения". Например, засуха во время весеннего посева обуславливает существенное уменьшение высоты растений [2, 5].

Высота растения и длина технической части стебля льна являются высоко наследуемыми признаками, которые испытывают существенное влияние погодных условий выращивания. Эти признаки в большинстве случаев наследуются по типу полного или неполного доминирования, хотя в отдельных комбинациях наблюдается как положительный, так и отрицательный гетерозис [2, 3, 5].

В мировой коллекции высота растений льна варьирует от 20 до 150 см и является одной из важнейших характеристик для льна-долгунца и льна двойного использования. В целом, высота растения является одной из наиболее стабильных количественных характеристик льна, в отличие от признаков длины соцветия, количества коробочек и семян [3, 5, 6].

В последние годы в Украине возрастает интерес к культуре льна масличного. В небольших количествах его выращивают в Одесской, Днепропетровской, Кировоградской, Запорожской областях и в Крыму. Вопросы же технологии культивирования этой культуры в западном регионе Украины практически не изучены. Вместе с тем известно, что недостатки в производстве льна масличного объясняются, главным образом, нарушением технологии его возделывания. Исследования показали, что почвенно-климатические условия западного региона Украины благоприятны для роста и развития растений льна масличного [2, 3]. Эта культура менее трудоемка и экологически зависима, чем лен-долгунец. С экономической

точки зрения возделывание льна масличного более выгодно по сравнению с зерновыми культурами и озимым рапсом [7].

Материалы и методы исследований. Целью наших исследований являлось изучение влияния почвенно-климатических условий на формирование высоты (общей и технической) растений разных сортов льна масличного в условиях западного региона Украины (зона Прикарпатья), для дальнейшего использования их стеблевой части.

Закладку опытов и проведение исследований выполняли в 2011–2013гг. на опытном поле Дрогобычского государственного педагогического университета имени Ивана Франко, расположенном в близлежащих окрестностях города Дрогобыча Львовской области (Прикарпатский регион), согласно общепринятым методикам и рекомендациям [1].

Полевые опыты проводили на дерново-подзолистой почве, характеризующейся содержанием гумуса в слое 0–20 см – 2,6 %, реакция почвенного раствора – слабокислая, обеспеченность питательными веществами – средняя.

Материалом для проведения исследования служили сорта льна масличного различного эколого-географического происхождения, полученные из лаборатории селекции льна Института масличных культур НААН: Айсберг (Украина), Байкал (Франция), Золотистый (Украина), Кивика (Украина), Циан (Россия), Орфей (Украина), Південна ніч (Украина), Солнечный (Беларусь). Образцы льна масличного, использованы в исследовании, характеризовались разными качественными и количественными признаками.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались и по температурному режиму, и количеству, характеру и периодичности выпадения осадков, что, в свою очередь, способствовало более объективной оценке коллекционного материала.

В 2011 году произвели посев льна масличного в третей декаде апреля. Прохладная погода с частыми дождями (апрель-май) в значительной степени повлияла на рост и развитие растений льна масляного, а проливные дожди (июль-август) на формирование урожая и его качество. Среднесуточная температура в мае составляла 13,40С, в июне – 17,80С. К сожалению, ливневые июльские дожди и град вызвали частичное полегание посевов.

Метеорологические условия 2012 года позволили осуществить посев материала во второй декаде апреля. Благоприятными оказались погодные условия в период быстрого роста и цветения льна. Растения льна не испытывали недостатка влаги благодаря достаточному ее запасу в связи с осадками в середине мая. Среднесуточная температура в мае зафиксирована –15,30С, а в июне – 18,30С. Температурный режим июля составил 20,80С.

Анализ метеорологических данных 2013 года свидетельствует, что они являлись благоприятными для вегетации льна масличного. Надлежащие погодные условия позволили произвести посев во второй декаде апреля. Гидротермический режим мая приближался к среднему многолетнему. Температурные режимы июня и июля были достаточно равномерными, способствующими формированию и созреванию урожая.

Таким образом, погодные условия, сложившиеся в годы проведения исследований, вполне характерны для Прикарпатского региона. Осенью проводили лущение стерни на глубину 6–8 см, вспашку на глубину 20–22 см и культивацию с внесением калийных и фосфорных удобрений (в зависимости от обеспеченности ими почвы и выносу урожая). Предшественник – озимые зерновые культуры. Весенняя обработка включала несколько культиваций с внесением азотных и фосфорных удобрений, а также микроудобрений.

Посев проводили в наиболее благоприятные ранние сроки при достижении температуры 7–80С на глубине 10 см и влажности на уровне 50–60 % от полной влагоемкости. Ширина междурядий – 15 см, глубина заделки семян – 3–4см. В период всходов проводили опрыскивание инсектицидом Децис-экстра КЭ (0,06 л/га) против льняной блохи. В фазе «елочки» проводили химическую прополку посевов против однолетних двудольных сорных растений смесью гербицидов 2М-4Х (500 мл/га). Дополнительно сорняки выпалывали вручную.

Результаты исследований. Результаты исследований по определению высоты растений различных сортов льна масличного в условиях Западного региона Украины, характеризую-

щегося климатом с повышенной влажностью и меньшим количеством солнечных дней во время вегетационного периода, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Общая и техническая высота стеблей льна масличного, см (2011-2013 гг.)

Сорт	2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	Общая высота	Техническая высота	Общая высота	Техническая высота	Общая высота	Техническая высота
Байкал	63,5 ± 0,38	31,2 ± 0,13	69,5 ± 0,38	47,3 ± 0,58	65,1 ± 0,38	43,1 ± 0,14
Айсберг	60,0 ± 0,27	39,3 ± 0,34	65,0 ± 0,27	44,1 ± 0,34	62,1 ± 0,27	41,3 ± 0,82
Південна ніч	62,2 ± 0,42	41,2 ± 0,56	67,2 ± 0,42	45,2 ± 0,78	64,4 ± 0,39	42,2 ± 0,32
Циан	58,4 ± 0,52	38,1 ± 0,35	65,4 ± 0,52	44,5 ± 0,32	62,4 ± 0,44	41,3 ± 0,56
Кивика	57,0 ± 0,48	36,2 ± 0,39	63,0 ± 0,48	43,7 ± 0,76	60,5 ± 0,38	40,2 ± 0,30
Золотистый	61,1 ± 0,74	40,3 ± 0,37	68,1 ± 0,74	46,5 ± 0,51	64,7 ± 0,54	43,9 ± 0,78
Орфей	63,4 ± 1,03	41,1 ± 0,85	67,4 ± 1,03	47,9 ± 1,23	66,8 ± 0,83	45,6 ± 0,81
Солнечный	65,3 ± 0,95	45,0 ± 0,67	69,3 ± 0,95	48,5 ± 0,78	67,3 ± 0,45	47,7 ± 0,55

Определение общей и технической высоты растений проводили в фазе желтой спелости льна масличного. В это время полностью прекращается рост растений в высоту. Накопление наземной массы растениями льна масличного происходит весьма неравномерно. В течении первого периода после всходов лен растет достаточно медленно, начиная с фазы «елочки» – очень быстро, а при переходе к цветению и созреванию вновь дает небольшие приросты наземной массы. Продолжительность того или иного периода роста и развития растений льна масличного определяются условиями выращивания [4, 6].

Известно, что лен масличный формирует максимальную высоту до начала цветения. Поэтому погодные условия, прежде всего количество осадков, именно этого периода имеют решающее значение в экспрессии данного признака.

В 2011 году низкие стебли льна масличного зафиксированы у льна сортов Кивика (57,0 см), Циан (58,4 см); высокие стебли (65,3 см) – у сорта Солнечный. Средняя максимальная техническая длина стебля отмечена у растений сорта Солнечный (45,0 см), минимальная – у сорта Байкал (31,2 см).

Наиболее благоприятным для формирования длинного стебля у льна масличного оказался 2012 год. В этом году исследуемые образцы имели высоту растения до 70 см. Максимальную среднюю высоту в пределах (69 см) сформировали сорта Байкал, Солнечный, Золотистый, а минимальным значением признака (63,0 см) характеризовался сорт Кивика. Техническая длина стеблей льна масличного в этом году варьировала в пределах 43,7–48,5см.

В 2013 году средняя максимальная высота растений льна отмечена у сортов Солнечный и Орфей, минимальная – у сортов Айсберг и Кивика. Техническая длина стеблей в этом году определена 40,2–47,7 см.

В результате исследований установлено, что погодно-климатические условия Прикарпатья влияли на высоту растений льна масличного. Все сорта, используемые в исследованиях, в благоприятные годы выращивания формировали большую общую и техническую длину стебля. Наилучшее сочетание важнейших качественных характеристик стеблей у льна масличного формируется в фазе желтой спелости. Возрождение отрасли льноводства в западном регионе Украины можно обеспечить путем увеличения производства льна масличного. Анализируемая сельскохозяйственная культура многоцелевого назначения может обеспечивать в Прикарпатском регионе техническую длину стебля до 50 см.

Предварительный анализ длины стеблей позволяет считать, что лен масличный является приемлемым сырьем для использования в производстве такой экологически чистой и востребованной на мировом рынке продукции, как геотекстиль и нетканые материалы. Также считаем лен масличный достойной альтернативой хлопковой целлюлозе для получения бумаги и композиционных материалов. Кроме того около 80 % костры целесообразно использовать для изготовления биотоплива, каминных дров и строительных материалов.

Возделывание масличного льна с последующей переработкой стеблей для получения волокна повышает эффективность выращивания этой ценной культуры и одновременно обеспечивает получение сырья для текстильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 365 с.
2. Дрозд І.Ф., Лях В.О. Мінливість висоти льону олійного у різні терміни висіву в умовах Передкарпаття // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 79 – Херсон: Грінь, 2012. – С. 27–35.
3. Дрозд І.Ф., Дрозд І.М. Порівняльна характеристика морфологічних особливостей різних сортів льону олійного в умовах Передкарпаття // Сучасна фітоморфологія: Матеріали 1-ї міжнародної конференції з морфології рослин (24-26 квітня 2012р., Львів. Україна). – Львів, 2012. – Т. 2. – 276 с.
4. Живетин В.В. Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лён и его комплексное использование : учеб. пособ. – Москва : Информзнание, 2002. – 400 с.
5. Лях В.А., Сорока А.И.Ботанические и цитогенетические особенности видов рода *Linum* L. и биотехнологические пути работы с ними (монография). – Запорожье: Запорожский национальный университет, 2008. – 182 с.
6. Льонарство : підручник / В. Г. Дідора, А. С. Малиновський, О. А. Дереча [та ін.]; за ред. В. Г. Дідори. – Житомир : Житомирський національний агроекологічний університет, 2008. – 488 с.
7. Тіхосова Г.А., Головенко Т.М. Обґрунтування ефективності переробки стебел льону олійного // Вісник Хмельницького нац. ун-ту. – 2010. – № 4. – С. 268-274.
8. Шпаар Д., Гинапп Х., Щербаков В. Яровые масличные культуры / Под общ. ред. В. А. Щербакова. – Минск.: ”ФУАинформ”, 1999. – 288 с.
9. Gruzdevienė E., Dabkevičius Z., Mankevičienė A., Fungal infection of different oil flax cultivars and efficacy of fungal control agents. Botanica Lithuanica. –2005. – N 11(2) – P. 79–85.
10. Gruzdevienė E., Jankauskienė Z., Mankevičienė A. Influence of environmental conditions and genotype on the linseed yield and seed quali масличного / Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference. Volume 1. – Rēzeknes Augstskola, Rēzekne, RA Izdevniecība, – 2009. – P. 154–159.

УДК 504.054

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИВНЯНСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Реутова Марина Николаевна, *кандидат социологических наук, доцент, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия**, Белгород*

Козлитина Татьяна Сергеевна, *студент, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия**, Белгород, Kozlitina.Tanya–Tatka@yandex.ru*

В статье рассматриваются проблемы использования и обезвреживания отходов производства и потребления в условиях конкретного муниципального образования. Обосновывается необходимость проведения работ по рекультивации свалок твердых бытовых отходов по следующим направлениям: выемка свалочных грунтов и их захоронение на специализированных полигонах; уничтожение свалочных грунтов на месте; фиксация загрязнителей на месте.

Ключевые слова: экология, окружающая среда, отходы, рекультивация

PROBLEMS OF UTILIZATION AND DISPOSAL OF WASTE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN TERMS OF THE MUNICIPALITY (FOR EXAMPLE IVNYA DISTRICT BELGOROD REGION)

Reutova M.N., KozlitinaT.S.

In the article the problems of utilization and disposal of waste production and consumption in the context of a specific municipality.The author proves the necessity of the work on recultivation of landfills of municipal solid waste in the following areas: excavation of landfill soil and disposal at special landfills; the destruction of landfill soils on site; fixation of contaminants on site.

*Keywords***:** ecology, environment, waste products, recultivation.

Проблема экологии на протяжении многих лет остается одной из самых главных и трудно решаемых проблем для России. Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что воздействие человека на окружающую среду имеет необратимые последствия, масштабы этих воздействий с каждым годом возрастают, оказывая негативное влияние на жизнь и здоровье людей, производство, экономику и другие сферы общественной жизнедеятельности.

В связи с возрастающими экологическими угрозами одним из приоритетных направлений деятельности государства в настоящее время является реализация мероприятий по защите окружающей среды от негативного воздействия хозяйственной деятельности человека. За последние пять лет выброс загрязняющих веществ в атмосферу составлял в среднем 33,0 млн. т за год и к 2012 году снизился на 1,5 млн. т в сравнении с уровнем 2008 года. Так, по данным Росстата (таблица 1), в период с 1990 по 2012 гг. забор воды из природных водных объектов для использования сократился с 106, 1 до 64 млрд. $м^3$, сброс загрязненных сточных вод уменьшился с 27, 8 млрд. $м^3$до 15, 7 млрд. $м^3$. Что касается выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, то здесь наблюдается значительное снижение, как от стационарных (с 34, 1 до 19, 6 млн. т), так и от передвижных источников (с 21, 0 по 12, 8 млн. т). Вместе с тем, наблюдается значительный рост отходов производства и потребления: в 2000 г. он составил 127, 5 млн. т и за двенадцать лет возрос до 5007, 9 млн.т.

Таким образом, одной из проблем, требующей решения, остается постоянный рост объема отходов производства и потребления.

В соответствии с ГОСТ 30772–2001 в качестве отходов рассматриваются остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью. Под определенной деятельностью понимается производственная, исследовательская и другая деятельности, в том числе, – потребление продукции [2].

В зависимости от сферы образования отходов, их можно разделить на два вида:

1. Отходы сферы производства.
2. Отходы сферы потребления.

Таблица 1 – Основные показатели, характеризующие воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду [4]

	1990	2000	2005	2010	2011	2012
Забор воды из природных водных объектов для использования, млрд. $м^3$	106,1	75,9	69,3	69,7	66,4	64,0
Оборотное и последовательное использование воды, млрд.$м^3$	170,6	133,5	135,5	140,7	141,6	142,3
Сброс загрязненных сточных вод, млрд. $м^3$	27,8	20,3	17,7	16,5	16,0	15,7
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, млн. т:	55,1	32,3	35,8	32,4	32,6	32,5
от стационарных источников	34,1	18,8	20,4	19,1	19,2	19,6
от передвижных источников)	21,0	13,5	15,4	13,2	13,5	12,8
Образовалось отходов производства и потребления), млн.т		127,5	3035,5	3734,7	4303,3	5007,9
в том числе опасных		127,5	142,5	114,4	120,2	113,7
Использование и обезвреживание отходов производства и потребления, млн.т		46,0	1265,7	1738,1	1990,7	2348,1

В соответствии с ФЗ «Об отходах производства и потребления» под отходами производства и потребления понимаются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства [3].

Опасность образования данных отходов состоит в их повсеместном и постоянном образовании в огромных количествах. В своем составе они могут содержать токсичные компоненты в биологически опасных концентрациях, возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний, радиоактивные вещества.

Начиная с 30 декабря 2008 года (когда в ФЗ «Об отходах производства и потребления» была введена статья 4.1.) отходы принято подразделять по классам опасности. Такое деление обусловлено различной степенью негативного воздействия отходов на окружающую среду.

ФЗ «Об отходах производства и потребления» устанавливает 5 классов опасности отходов:

I класс – чрезвычайно опасные отходы. Экологическая система необратимо разрушена. Период восстановления отсутствует (бенз(а)пирен, сурьма, хром и др.);

II класс – высокоопасные отходы. Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия (хлорид меди, нитрат свинца и др.);

III класс – умеренно опасные отходы. Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника (сульфат никеля и др.);

IV класс – малоопасные отходы. Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет (гранитная крошка, щебенка и др.);

V класс – практически неопасные отходы. Экологическая система практически не нарушена (хлорид кальция, диоксид марганца и др.) [3].

Следует отметить, что любая классификация – полезна, если она влечет за собой реальные правовые последствия. В данном случае, разделение отходов на классы, безусловно, положительно сказывается на регулировании этой сферы, т.к. уменьшает путаницу и увеличивает возможность правильного обращения с отходами. Представляется, что введение классов опасности – это маленький, но важный шаг на пути улучшения ситуации с отходами в целом.

Вместе с тем, отходы классифицируются по следующим типам:

1. Промышленные отходы, которые включают в себя продукты, материалы, изделия или вещества, образующиеся при производственной деятельности человека и не годятся для вторичного использования.

2. Строительные отходы. Исходя из самого названия, становится понятным, что данные отходы образуются в результате возведения зданий и сооружений, их реконструкции и разборки. К таким отходам относят твердые минералы (керамику, асбоцемент, гипс, керамзит), древесину и другие строительные материалы. Следует отметить, что эти отходы приравниваются к пятому классу опасности, однако абсолютно безопасными их назвать нельзя. Например, для долговечного срока службы древесину пропитывают специальными растворами, которые при сгорании на утилизации образуют газ с вредными примесями.

3. Твердые бытовые отходы. Данные тип отходов присутствует всегда и везде. Особенно в современном мире данная проблема стоит довольно остро. В основном к таким отходам относят макулатуру, стекло, пищевые отходы, квартирный и уличный смет, непригодная к эксплуатации бытовая техника и прочее.

По данным Росприроднадзора, образование отходов в экономике России составляет 3,4 млрд. т в год, в том числе: 2,6 млрд. т/год – промышленные отходы, 700 млн. т/год – жидкие отходы птицеводства и животноводства, 35–40 млн. т/год – ТБО, 30 млн. т/год – осадки очистных сооружений [6].

Постоянно продолжающиеся загрязнения природной среды твердыми, жидкими и газообразными отходами производства и потребления, вызывающими деградацию окружающей среды, остаются острейшей экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное и

экономическое значение, а высокая стоимость захоронения отходов на городских полигонах и существенные расходы на транспортировку мусора способствовала образованию большого количества несанкционированных свалок, как в городской черте, так и в муниципальных районах.

Рассмотрим проблемы использования и обезвреживания отходов производства и потребления на примере Ивнянского муниципального района. По данным Федеральной службы государственной статистики за 2013 год в Ивнянском районе Белгородской области было выброшено в атмосферу 0, 96 тысяч тонн загрязняющих веществ, отходящих от 12 стационарных источников [5]. За год было вывезено 25, 5 тысяч кубических метров твердых бытовых отходов и 16, 9 тысяч кубических метров жидких отходов [7].

На территории района имеется 13 мест временного размещения твердых бытовых отходов (сельских свалок) общей площадью 17, 6 га, состояние многих из них не соответствует действующему природоохранному законодательству в части наличия разрешительной документации, наведения должного санитарного порядка, в том числе и на прилегающих к ним территориях. Этот факт усугубляет ситуацию, так на начальной стадии формирования свалки в верхних слоях отходов при свободном поступлении кислорода развиваются аэробные процессы с участием многочисленных групп бактерий и других микроорганизмов, при этом происходит разложение органических соединений с образованием органических кислот. Распад органических соединений сопровождается образованием большого объема газообразных веществ, представленных в основном двуоксидом углерода. Высокая интенсивность биохимических и химических экзотермических реакций приводит к повышению температуры в теле свалки до 90–100 ° С. Выделение воды в процессе химических реакций, таяние снега, дождевые осадки, влияние поверхностного стока с прилегающих территорий, а иногда и искусственное орошение отходов приводит к образованию в теле свалки обогащенного химическими соединениями фильтрата, который постепенно поступает в подстилающую зону аэрации. Фильтрат представляет собой идеальную среду для размножения бактерий. На контакте с ложем свалки формируется вязкий слизистый слой, состоящий из бактерий и продуктов их жизнедеятельности. Грунтовые воды насыщаются химическими соединениями. Фильтрат, поступающий в зону аэрации, содержит тяжелые металлы, неорганические, органические соединения, которые вступают во взаимодействие с вмещающими грунтами. Насыщение фильтратом зоны аэрации, кольматация на границе с подстилающей поверхностью приводят к постепенному разрастанию линзы грунтовых вод с превращением её в постоянный техногенный водоносный горизонт.Постепенно в связи с минерализацией грунтов, нарастанием толщи отходов уменьшается поступление кислорода и начинаются анаэробные процессы с интенсивным образованием и выделением метана CH_4 и двуокиси углерода CO_2. Вместе с ними в атмосферу поступают летучие углеводороды и органические соединения тяжелых металлов. Эта стадия развития свалки называется метановой. Третья, заключительная стадия развития свалки (затухания) характеризуется стабилизацией и снижением процессов разложения органических соединений. В период затухания свалки тело её постепенно остывает, процессы разложения постепенно прекращаются.

Жителями района отмечается, что вблизи свалок часто ощущается неприятный запах, который обусловленный наличием в воздухе комплексных органических соединений. Газовые выбросы свалки негативно влияют на состояние воздушного бассейна, и в первую очередь негативное влияние усиливается при процессе горения отходов, который отмечается постоянно на свалках. Нельзя забывать об эпидемиологической опасности, которую несут свалки. Все твердые отходы заражены разнообразными насекомыми и гельминтами.

Таким образом, для создания благоприятной среды обитания населения и создания комфортных условий для проживания и отдыха на территории Ивнянского района было бы целесообразно обоснованное проведение работ по рекультивации свалок, расположенных, как правило, в истоках ручьев, оврагах, лесопарковых зонах, в населенных пунктах.

Согласно ГОСТ 17.5.1.01–83 нарушенными землями, требующими рекультивации, являются земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную хозяйственную цен-

ность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду[1]. Типичными представителями нарушенных земель и одним из неблагоприятных факторов, воздействующих на окружающую среду, являются свалки отходов производства и потребления.

Методы рекультивации свалок можно разделить на три группы:

1. Выемка свалочных грунтов и их захоронение на специализированных полигонах.
2. Уничтожение свалочных грунтов на месте.
3. Фиксация загрязнителей на месте.

Выбор оптимального метода и технологии обезвреживания и переработки отходов определяется, прежде всего, необходимостью решения проблемы охраны окружающей среды, охраной здоровья населения и социальными аспектами, а также экономической эффективностью и рациональным использованием земельных ресурсов [8].

Независимо от конкретных условий, способы и решения по обезвреживанию и рекультивации старых мест захоронения должны быть основаны на общепринятых инженерных принципах. Возможным выходом из ситуации может быть решение, удовлетворяющее экологическим требованиям с учетом социальных и экономических ограничений района.

Немало важную роль играет оценка риска или возможного воздействия загрязненной территории на окружающую среду, т. е. для начала необходимо определить к какой из категорий опасности она относится.

При этом рассматриваются три категории опасности:

1) миграция загрязняющих веществ за пределы свалки;

2) пожароопасность или взрывоопасность;

3) прямой контакт, опасный для здоровья.

Уже после установления критериев приступают к анализу конкретных альтернативных методов рекультивации и обезвреживания свалок.

Особое внимание следует уделить наиболее перспективному методу рекультивации старых захоронений, получившему широкое применение в последнее время – эскалация свалочных тел с последующей их переработкой (LMFR) (уничтожение на месте). Метод представляет собой организованную выемку свалочного грунта и его последующую переработку. Метод может использоваться как способ ликвидации старых захоронений, а также неудачно спроектированных или неэффективно функционирующих полигонов, которые не отвечают требованиям охраны окружающей среды и здоровья населения.

При определении метода рекультивации следует учесть:

- транспортную доступность района и возможность вывоза отходов на специализированные полигоны;
- возможность рекультивации свалки биологическими методами фиторемедиации растениями местной флоры;
- характер почв территории. Вся территория района покрыта осадочными горными породами (мел, песок, глина);
- необходимость решения проблемы складирования отходов и продуктов жизнедеятельности.

Рассмотрение данного вопроса ведет к незамедлительному поиску решения, которое может носить нетрадиционный характер. Для территории свалок Ивнянского района может быть предложено комплексное решение проблемы, сочетание сразу нескольких методов рекультивации.

К примеру, возможно разделение свалок на экспериментальные зоны, которые могли бы стать некой научной базой по изучению процессов рекультивации. Если обратиться к чуть более детальному обозначению, то возможно предложить часть свалки подвергнуть инженерной рекультивации с вывозом отходов или их захоронению, часть – биологической при помощи растений, т. е. применить метод фиторемедиации, использующей природную способность зеленых растений очищать воды, грунты и атмосферный воздух от химикатов. Фиторемедиация стала эффективным и экономически выгодным методом очистки окружающей

среды только после того, как были, обнаружили растения–гипераккумуляторы тяжелых металлов, способные накапливать в своих листьях до 5 % никеля, цинка или меди в пересчете на сухой вес, то есть в десятки раз больше, чем обычные растения. Большинство дикорастущих гипераккумуляторов относится к семейству крестоцветных – близких родственников капусты и горчицы; один из видов горчицы, называемой индийской, или сарептской, оказался весьма эффективным накопителем свинца, меди и никеля. Свинец способны накапливать также кукуруза и известный сорняк амброзия.Использование растений в этих целях обойдется намного дешевле, нежели другие технологии.

Таким образом, актуальность вопроса рекультивации территорий свалок определяется наличием очевидных проблем экономического, экологического и социального характера, требующих решения. Тем не менее, отечественный опыт рекультивациидает возможность поиска оптимального решения в данном конкретном случае, которое позволит значительно улучшить состояние свалок на территории муниципалитета, тем самым создаст комфортную окружающую среду для жителей района.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.5.1.01–83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения[Текст] : Постановление Государственного комитета СССР по стандартам от 13 декабря 1983 г. № 5854. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

2. ГОСТ 30772–2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [Текст] : Постановление Госстандарта Российской Федерации от 28 декабря 2001 г. № 607 – ст. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

3. Об отходах производства и потребления [Текст] : федер. закон от 24 июня 1998 г. № 89–ФЗ // Российская газета. – 1998. – 30 июня.

4. Основные показатели, характеризующие воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: [сайт] / Copyright 1999 – 2014. – Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_13/IssWWW.exe/Stg/d1/03–05.htm

5. Показатели, характеризующие состояние экономики и социальной сферы муниципального образования [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: [сайт] / Copyright 1999 – 2014. – Режим доступа: http://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/table.aspx?opt=1463800020132014

6. Пресс–конференция руководителя Росприроднадзора В.В. Кириллова в ИА «РБК» 19.10.2011 г. [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования [сайт] – Режим доступа: http://rpn.gov.ru/node/5358

7. Российская Федерация. Конституция (1993). Конституция Российской Федерации [Текст]: офиц. текст. – М. : Издательство «Омега–Л», 2014. – 64 с.

8. Соломин И.А. Выбор технологии рекультивации городских земель, занятых несанкционированными свалками [Электронный ресурс] // Кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета: [сайт] /ОВОС Ростов–на–Дону. УНЛ ЮФУ. – Ростов–на–Дону, 2008. – Режим доступа: http://dssac.ru

УДК 543.03.05.06.

ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В СБРОСНЫХ ВОДАХ РИСОВЫХ ЧЕКОВ

Ткаченко Алла Васильевна, *кандидат химических наук, МАОУ ВПО «Краснодарский муниципальный медицинский институт высшего сестринского образования», **Россия**, г. Краснодар, allamira48@mail.ru*

Аслоньянц Анжелика Мануковна, *кандидат медицинских наук, доцент, МАОУ ВПО «Краснодарский муниципальный медицинский институт высшего сестринского образования», **Россия**, г. Краснодар, ama.ivso@mail.ru*

Исследована статическая и динамическая сорбция азотсодержащих органических соединений, применяемых в качестве гербицидов риса, на различных сорбентах. Разработан метод определения гербицида Цитадель, который в настоящее время является основным гербицидом рисовых систем в Краснодарском крае. Данный метод применен для анализа загрязнения сельскохозяйственных и природных вод остатками гербицида.

Ключевые слова: сорбция, исследование, рисовые системы, гербициды, метод определения.

THE PROBLEM OF ACCUMULATION OF HERBICIDES IN WASTE WATERS OF RICE PADDIES

Tkachenko A.V., Aslonyants A.M

Investigated static and dynamic sorption of nitrogen–containing organic compounds used as herbicides rice, on various sorbents. The method of determining herbicide Citadel, which currently is the main herbicide of rice systems in the Krasnodar region. This method is applied for analysis of contamination of agricultural and natural waters residues of the herbicide.

Keywords: Sorption, research, rice systems, herbicides, method of determining

Введение. В ходе развития цивилизации человечество приходит к осознанию глобальных экологических проблем. В 1972 году принята программа ООН по окружающей среде ЮНЕП (англ. UNEP, United Nations Environment Programme), способствующая координации охраны окружающей среды на общесистемном уровне. Международным сообществом создано более двухсот международных организаций, курирующих вопросы экологии и охраны окружающей среды. Приняты важные документы по этой проблеме – такие, как Киотский протокол 1997 года, Декларация по окружающей среде и развитию 1992 года и другие [2,4,5].

Рекультивация земель, восстановление их свойств, нарушенных человечеством в процессе промышленного и сельскохозяйственного производства, является одной из важнейших задач на современном этапе. Однако приходится признать, что пока серьезных успехов на пути к прекращению деградации биосферы на достигнуто. В настоящее время практически все экосистемы нашей планеты претерпевают в той или иной степени деградацию в результате деятельности человека [9].

В сельском хозяйстве наибольший вред экологии приносят удобрения и пестициды, без которых современная экономика обойтись не позволяет. Для оценки этого воздействия и его уменьшения необходим постоянный контроль. Разработке одного из методов такого контроля посвящена настоящая работа.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являются сбросные воды рисовых систем Краснодарского края. Известно, что применение химических средств защиты растений, к частности, гербицидов, позволяет существенно увеличивать урожайность сельскохозяйственных культур. В мире в настоящее вре6мя применяется более 200 видов гербицидов, из них в России – около 100 [1]. Все они обладают высокой токсичностью. Наличие остатков гербицидов в почве, воде, растениях не только обременяет окружающую среду, но и приводит к попаданию этих токсичных веществ по пищевой цепочке в организм человека [3]. В этой области наблюдается некоторых прогресс: так, в Краснодарском крае, ра-

нее применяемые высокотоксичные гербициды риса ялан и пропанид ныне заменяются менее ядовитым гербицидом Цитадель. Однако эффективному экологическому контролю этого гербицида препятствовало отсутствие высокочувствительных методов определения его микроколичеств. Нами поставлена задача разработать такой метод с использованием концентрирования разбавленных растворов на ионообменых смолах. Ранее нами разработан метод определения рисового гербицида пропанида и его метаболита 3, 4–дихлоранилина в сбросных водах рисовых систем [8].

Предшествующая работа показала эффективность способа ионообменного концентрирования разбавленных растворов, поэтому применение этого способа к новому гербициду Цитадель представляется вполне логичным. Цитадель содержит основное вещество пеноксулам, относящийся к классу триазолпиримидиновых сульфонамидов. Этот гербицид малотоксичен для млекопитающих, птиц, дождевых червей и почвенных микроорганизмов. Высокотоксичен для гидробионтов, относится к 1 классу опасности. Остаточные количества гербицида и продуктов его метаболизма выводятся с водой из рисовых чеков в природные водоемы, концентрируются в донных отложениях, водных растениях, в рыбе.

Гербициды из рисовых чеков попадают в магистральный канал, а оттуда – в реку Кубань, главную водную артерию Краснодарского края. Речная вода разносит остатки гербицидов на десятки и сотни километров. Несмотря на большое разбавление, микроколичества гербицидов могут накапливаться в донных отложениях и водных растениях. Поэтому нельзя преуменьшать опасность применения этих токсичных веществ.

Данные по мониторингу качества воды указывают на то, что гербициды наиболее часто обнаруживаемая в грунтовых и поверхностных водах группа пестицидов. Естественно, загрязнение водных источников гербицидами вызывает всеобщую обеспокоенность, так как это касается растений, животных и экосистемы в целом. Предел определения этих препаратов в большинстве зарегистрированных методик составляет 0,01–0,02 мг/л. [6,7,10].

С целью разработки более чувствительного метода определения микроколичеств гербицида Цитадель нами проведено исследования его статической и динамической сорбции на ряде ионообменных смол и активированном угле марки БАУ.

Результаты исследования динамической сорбции Цитадели свидетельствуют о том, что сорбция на анионитах (0,6–0,6 мг/г) значительно меньше, чем на катионитах (3–4 мг/г). Активированный уголь марки БАУ по своей сорбционной способности занимает промежуточное положение между катионообменным и анионообменными смолами, что доказывает преимущественно молекулярный механизм сорбции. Наилучшие результаты получены при использовании катионита КУ–2х8.

Нами поведены исследования влияния состава элюента на десорбцию гербицида, поглощенного катионитом КУ–2х8. В качестве десорбентов испытывали системы этанол (96 % раствор) – ацетон в соотношениях от 0 до 100 % объемных.

Разработанный нами метод концентрирование гербицида Цитадель из разбавленных водных растворов включает пропускание исследуемого раствора через хроматографическую колонку, содержащую навеску 1г катионообменной смолы КУ–2х8 и дальнейшее элюирование субстрата системой этанол–ацетон в соотношении 30:70 по обьему. Концентрация субстрата при этом увеличивается более чем в 150 раз, полнота извлечения 96–104 %, относительная ошибка не превышает 3,2 %.

Исследовано содержание гербицида в рисовых чеках, магистральном канале и в воде реки Кубань в период сброса воды с рисовых чеков одной из рисовых систем Краснодарского края. Результаты определения указывают на существенное превышение ПДК гербицида не только в магистральном канале, но и в водах реки Кубань на протяжении более ста метров ниже по течению.

Для сравнения эти же пробы анализировали классическим методом (без предварительного концентрирования). Анализ данных сравнения позволяет сделать вывод о преимуществе разработанного нами метода за счёт повышения его чувствительности на порядок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2013 год. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации.

2. Декларация Рио–де–Жанейро по окружающей среде и развитию : ООН,1992.

3. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – М.: Колос, 2005. – 232с.

4. Киотский протокол к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата.: ООН, 1998.

5. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. М.: Экосинформ, 1996.– 12 с.

6. МУК 6172–91 Методические указания по определению гербицида феноксипропэтил (пума супер, фуроре супер) в воде метолом газожидкостной хроматографии.

7. МУК.3022–84 Методические указания по систематическому газохроматографическому определению микроколичеств гербицидов различной химической природы при совместном присутствии в пробах воды, почвы и растений.

8. Ткаченко А.В., Махонина Ю.В., Медюха О.С. Содержание остатков гербицидов в водах реки Кубань. Современные проблемы науки и образования, 2006. – № 4. – С. 34–35.

9. Global Environment Outlook.3. Past, present and future perspective. Earthscan Publication Ltd, London, 2002.

10. Jana У.В. et all On–line continuous flow liquid membrane extraction–in water by liquid chromatography «Global Technical Conference and Exposition)): Book Abstr. [New Orleans (La)]. – 2002. – 662 с.

УДК 661.183.2

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И КАРБОНИЗАТА (500 °С) ИЗ ОРЕХОВОЙ СКОРЛУПЫ МЕТОДОМ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Камбарова Гульнара Бексултановна, *кандидат химических наук, Институт химии и химической технологии НАН КР,* ***Кыргызская Республика****, г. Бишкек, gulnara_kambarova@mail.ru*

Сарымсаков Шайдылда, *кандидат химических наук, Институт химии и химической технологии НАН КР,* ***Кыргызская Республика****, г. Бишкек*

Королева Розалина Петровна, *кандидат химических наук, Институт химии и химической технологии НАН КР,* ***Кыргызская Республика****, г. Бишкек*

В данной статье приводятся результаты исследований химического состава, свойств ореховой скорлупы и карбонизатов, полученных в процессе термической и окислительной деструкции.

Ключевые слова: ореховая скорлупа, пиролиз, карбонизат, окислительная деструкция, структурно–химические параметры.

STUDY OF THE STRUCTURE OF RAW MATERIALS AND CARBONIZATE (500 °S) FROM NUTSHELLS BY OXIDIZING DESTRUCTION

Kambarova G.B., Sarymsakov Sh.,Koroleva R.P.

This article describes the results of studies of chemical composition, properties, nutshell and carbonizates, obtained in the process of thermal and oxidative destruction.

Key words: nutshell, pyrolysis, carbonizate, oxidativedestruction, structural and chemical parameters.

Введение. Рациональное использование биомассы отходов растительного сырья является актуальной задачей современности. С одной стороны это связано с возможностью использования огромного источника химического и энергетического потенциала, а с другой – с не-

обходимостью предотвращения загрязнения окружающей среды. Вторичные ресурсы перерабатывающих отраслей пищевой промышленности, такие как корзины и лузга подсолнечника, фруктовые выжимки, створки и стебли хлопчатника, плодовые косточки, скорлупа орехов и др. остаются не использованными.

В последнее время внимание ученых привлечено к разработке технологий, обеспечивающих использование вторичных ресурсов сельского хозяйства, для получения различных ценных продуктов, в том числе заменителей моторного топлива. Ведь большинство отходов производства, образующихся после переработки сельскохозяйственного сырья, характеризуется ценным химическим составом и может быть использовано для получения широкого спектра продукции для различных отраслей промышленности.

В отходах растительного происхождения большая часть растительного вещества находится в форме природных прочных полимеров, таких как целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин. Для деструкции полимеров и конверсии их в более ценные продукты разрабатываются физические, химические и биологические методы [4].

В данной работеизучен химический состав и свойства скорлупы грецкого ореха, которая не нашла рационального пути использования. Целью исследования является разработка возможных путей переработки ореховой скорлупы в ценные продукты.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования выбрана скорлупа грецкого ореха. Известно, что в Кыргызской Республике леса орехового дерева по занимаемой площади являются одними из крупных в мире [5]. Поэтому комплексное использование биомассы дерева грецкого ореха со всеми содержащимися в нем частями имеет большое практическое значение для переработки в ценные продукты.

Орех грецкий (JuglansregiaL) – мощное многолетнее плодовое дерево высотой до 25–30 м, со стволом до 1,5–2,0 м в диаметре, с мощной корневой системой. В листьях, и особенно в скорлупе, содержатся юглон (5–окси–1,4–а–нафтохинон), гликозиды, флавоноиды, дубильные вещества, эфирные масла. Листья богаты витаминами, в т.ч. витамином С и каротином. Семена содержат жирные масла. Плод – костянка, овальной или шаровидной формы, с зеленым кожисто–мясистым наружным околоплодником и деревянистым внутренним (косточкой). При созревании зеленый околоплодник растрескивается и отделяется, а косточка с семенем внутри называется грецким орехом. В плодах содержатся в большом количестве легкоусвояемые жиры, углеводы, белки, а также витамины, минеральные соли, микроэлементы. Особенно богаты витамином С молодые (незрелые) плоды (скорлупа ореха), в них также присутствуют витамины Р, Е и группы В. Время цветения апрель–май. Плоды созревают в августе–сентябре [6].

Из отдельных частей орехового дерева к ежегодно возобновляемым видам относятся – листья, плоды (ядра и скорлупа) и околоплодники. Листья и околоплодники используются для получения лекарственных средств, ядра применяются как ценные пищевые продукты. Ореховая скорлупа пока не нашла рациональных путей использования.

Необходимым этапом в изучении нового сырья является исследование технического, химического и группового состава.

Ореховую скорлупу высушивали до постоянной массы при комнатной температуре и проводили ее измельчение до прохождения через сито 5 мм. Из этой массы отбирали среднюю представительную пробу, которую измельчали до фракции < 0,25 мм и подвергали анализу в соответствии с существующими методами [3,9,11].

Одним из направлений утилизации сельскохозяйственных отходов является термический пиролиз исходного сырья с получением высокообуглероженногокарбонизата (так называемого угля–сырца), смолистого конденсата и многокомпонентного газа.

Пиролиз ореховой скорлупы проводили в интервале температур от 200^{o}С до 800^{o}С с интервалом 100^{o}С со скоростью нагрева 10^{o}С/мин без доступа воздуха. Загрузка сырья на один опыт составляла от 20 до 100 г. В процессе пиролиза улавливали, взвешивали и определяли выход продуктов разложения.

Результаты исследования и их обсуждение. Был изучен технический и элементный состав исходной ореховой скорлупы, результаты представлены в таблице 1.

Как видно из приведенных данных (таблица 1), ОС характеризуется низким содержанием золы (1,30 %) и серы (0,08 %), высоким выходом летучих веществ. Изучен групповой химический состав ореховой скорлупы (ОС) и определены выходы экстрагируемых веществ в различных растворителях (таблица 2).

Таблица 1 – Химический состав ореховой скорлупы

Сырье	Обозначение материала	Технический состав, мас. %			Элементный состав, мас. % на daf					Q, МДж/кг
		W^a	A^d	V^{daf}	C	H	N	S	O	
Ореховая скорлупа	ОС	7,93	1,30	77,58	51,17	6,37	0,47	0,08	41,91	20,79

Таблица 2 – Групповой химический состав ОС и выходы экстрагируемых веществ

Образец	Групповой состав, % на сухую массу			Количество экстрагируемых веществ, % в			
	Целлюлоза	Лигнин	Гемицеллюлоза	эфире	этаноле	бензоле	воде
ОС	30,47	48,28	21,25	0,34	0,53	0,17	2,27

Из приведенных данных (таблица2) следует, что в ОС содержится большое количество лигнина. Известно [8], что лигнин – органическое полимерное соединение ароматического характера с относительно высоким содержанием углерода (65 %), а в целлюлозе количество углерода около 50 %. Отложение лигнина в клеточных стенках растений приводит к тому, что растение с одревесневшими тканями становится менее гибким и приобретает большую жесткость. Ярким примером этому является биомасса ОС. По видимому, более высокое содержание лигнина в составе ОС способствует приобретению твердости за короткий летний период. Относительно высокий процент углерода в ОС связан с повышенным присутствием лигнина в ее составе. Оптимальное содержание лигнина в древесине 18–28 % достигается во вполне сложившемся возрасте (35–40 лет), а в ветках, образовавшихся за один вегетационный период, процент лигнина достигает 1/5 части лигнина созревшей древесины. Лигнин по химическому составу и структуре является конденсированным полимером ароматического характера.

Установлено, что в процессе пиролиза из ОС образуется очень высокообуглероженный (95,80 %) карбонизат, а углеродный материал с таким высоким содержанием углерода представляет собой высококонденсированную ароматическую структуру.

Поэтому интерес представляло исследование физико–химических свойств карбонизатов из ОС, образованных при различных температурах пиролиза, как сырье для получения из них бензолполикарбоновых кислот.

Результаты химического состава карбонизатов из ОС приведены в таблице 3, из которой видно, что с ростом температуры процесса пиролиза изменяется химический состав карбонизатов. Так, процентное содержание углерода растет от 51,17 % до 95,80 %, а содержание водорода, азота, серы, кислорода и выход летучих веществ снижаются. Резко снижается содержание нежелательного элемента серы с 0,08 до 0,02 %.

Таблица 3 – Изменение химического состава твердого остатка из ОС с повышением температуры пиролиза

Температура пиролиза, ^oC	Технический состав, %			Элементный состав, % на daf				
	W^a	A^d	V^{daf}	C	H	N	S	O (по разности)
Исходная ОС	7,93	1,30	77,58	51,17	6,37	0,47	0,08	41,91
200	3,93	1,45	82,89	65,56	5,79	0,45	0,05	28,15
300	4,28	1,35	36,33	71,72	5,60	0,46	0,05	22,17
400	4,59	2,07	28,91	79,89	5,51	0,43	0,04	14,13
500	5,0	2,10	16,29	87,50	5,09	0,42	0,03	6,96
600	3,90	2,20	6,19	89,68	4,06	0,30	0,02	5,94
700	5,20	2,28	2,41	94,96	2,16	0,32	0,02	2,54
800	4,19	2,50	1,74	95,80	2,06	0,30	0.02	1,82

При температуре 700^{o}C и выше образуется высокообуглероженныйкарбонизат с низким содержанием летучих веществ, кислорода, серы и зольных компонентов. Карбонизат такого состава, кроме как исходное сырье для производства АУ, найдет применение во многих отраслях промышленности, например, в качестве углеродных сорбентов, в качестве восстановителя при производстве технического кремния, различных металлических сплавов, в производстве ацетилена, водорода, ароматических многоосновных кислот и др.

В связи с этим представляет интерес изучение особенностей изменения структуры карбонизатов, образованных при различной температуре пиролиза, в рамках классификационных структурно–химических характеристик, основанных на значениях чисел атомов ($n_{ат}$)

элементов и числа связей ($n_{св}$), приходящихся на 100 единиц массы органического вещества [7].

В таблице4 приведены значения структурно–химических характеристик, рассчитанных на основе данных элементного состава карбонизатов из ОС, образованных при температуре пиролиза 200–800°С.

Таблица 4 – Изменение структурно–химических показателей карбонизатов из ОС с ростом температуры пиролиза

Температура пиролиза, °С	Изменение структурных показателей				
	$n_{ат}$	$n_{св}$	δ	η	B
Исходная ОС	13,29	14,38	2,19	3,12	9,73
200°С	13,05	15,63	5,17	2,39	16,59
300°С	13,00	16,14	6,29	2,17	19,53
400°С	13,08	17,00	7,84	1,96	23,82
500°С	12,85	17,61	9.53	1,76	24,86
600°С	11,93	17,38	10,90	1,60	19,20
700°С	10,25	17,09	13,68	1.29	12,20
800°С	10,18	17.14	13,92	1,28	9,84

Расчет структурно–химических показателей скорлупы ореха и полученных термопродуктов свидетельствует об увеличении меры ненасыщенности химической структуры органической массы ОС в процессе термообработки и преобразовании ее, судя по показателю δ, от структуры, подобной лигнину или содержащей углеводные и ароматические фрагменты к системе, подобной графиту, т.к. показатель δ принимает значение в интервале чисел от –12,5 у метана до 16,67 у графита.

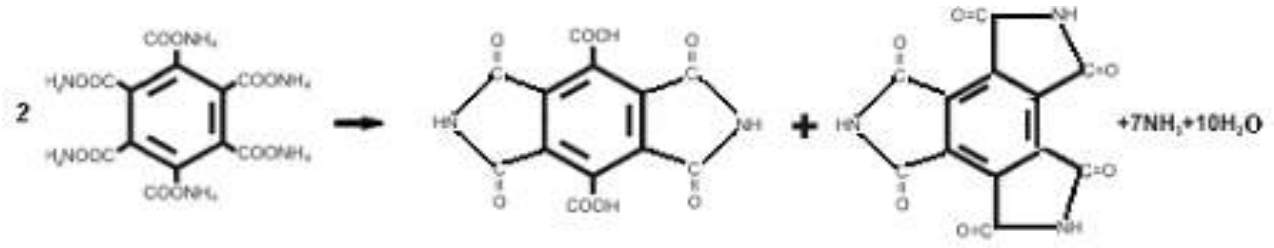
В процессе пиролиза ОС до 500°С в структуре карбонизата увеличивается число химических связей за счет деструкции и образования свободных радикалов и их дальнейшей рекомбинации. Затем количество химических связей снижается, что говорит об образовании термодинамически устойчивых структур. Это же подтверждает и степень восстановленности (В).

Структурный параметр η (замещенность атомов углерода), не зависящий от молекулярной массы вещества и представляющий собой отношение суммарного числа атомов в единице массы к содержанию атомов углерода, принимает значения от 1 у графита до 5 у метана, что позволяет рассматривать в единой системе все органические молекулы от простых до органических веществ всего генетического ряда горючих ископаемых. Этот показатель также достоверно подтверждает, что в процессе пиролиза без доступа воздуха исходная проба ОС претерпевает существенные изменения, превращаясь в высокообуглероженный продукт. Параметр η характеризует переход ее органической массы, содержащей в своем составе соединения различных классов, в конденсированную ароматическую упорядоченную структуру.

В большинстве случаев при окислении углеродсодержащих веществ образуется смесь органических кислот, состав которой зависит от структуры и состава окисляемых материалов. По составу кислот можно судить о наличии алифатических или ароматических структур и о степени их конденсированности.

Поэтому для подтверждения образования и количественного определения ароматических систем в процессе обуглероживания ОС было проведено сравнительное окисление исходного сырья и карбонизата, полученного при 500°, по методу Юттнера[9] и сотрудников лаборатории химии угля ИОХ НАН КР [10].

Из экстракта кислот, полученного при окислении исходной ОС, осадок не образовался, а из полученного окислением карбонизата выпал осадок гексааммонийной соли меллитовой кислоты в виде блестящих тонких иголочек. По количеству соли рассчитали массу образовавшейся при окислении меллитовой кислоты [1]. Подлинность образования гексааммонийной соли меллитовой кислоты определяли по качественной реакции на эйхроновую кислоту [2].



гексааммонийная соль меллитовой кислоты | эйхроновая кислота | триамидмеллитовой кислоты

Гексааммонийную соль меллитовой кислоты разлагали азотной кислотой, из которой при стоянии осаждалась свободная меллитовая кислота с $t_{пл}$=288^{o}C.Элементный анализ (С–42,05 %; Н–1,93 %) подтвердил образование меллитовой кислоты.

Вторая часть элюата была использована для исследования состава органических кислот методом бумажной хроматографии и разделения через бариевые соли при различных значениях pH среды на группы кислот [10].

Наилучшее разделение сложной смеси кислот дает применение системы 77,5 % C_2H_5OH – 25 % NH_4OH (90:5). В качестве индикатора–проявителя использовали бромфеноловыйсиний + лимонная кислота.

Так как целью исследования являлось доказательство образования конденсированных ароматических структур при термической обработке ореховой скорлупы, то в качестве свидетелей были использованы следующие бензолкарбоновые кислоты: меллитовая, щавелевая, пренитовая, меллофановая, пиромеллитовая, гемимеллитовая, тримеллитовая, тримезиновая, янтарная, о– и п–фталевые, аскорбиновая, адипиновая и бензойная. В оксидате исходной ОС обнаружена только одна кислота алифатического ряда с R_f = 0,55.

В составе оксидатакарбонизата (500^{o}C) обнаружено присутствие таких бензолкарбоновых кислот, как меллитовая, пренитовая, меллофановая, пиромеллитовая и гемимеллитовая. Эти кислоты могут образоваться только при окислении ароматических соединений, состоящих из двух и более бензольных колец.

Использование способа разделения аморфной части кислот через бариевые соли малоэффективно для разделения сложной смеси кислот, получающихся в процессе окисления карбонизата.

Таким образом, исследования подтвердили расчетные данные по изменению структуры скорлупы грецкого ореха в процессе пиролиза с образованием конденсированных ароматических систем. Эти данные позволят расширить область применения карбонизата из ОС для получения многоосновных ароматических кислот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство № 734189 СССР. Способ получения меллитовой кислоты // Ш. Сарымсаков, Р.П.Королева, Н.И.Колганова и др.. 1980. Б.И. №18. Опубл. 1980.
2. Авторское свидетельство № 809836 СССР. Способ получения эйхроновой кислоты // Т.А. Литвиненко, Б.В. Суворов, Ш. Сарымсаков и др., 1980. Б.И. №8. Опубл. 1981.
3. Авгушевич И.В., Броновец Т.М., Головин Г.С. и др. Стандартные методы испытания углей. Классификация углей // М.: 2008. – 368 с.
4. Бекер М.Е. Микробная биоконверсия растительного сырья и перспективы ее использования // Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума «Биоконверсия растительного сырья». Рига. 1982. – Т. 1. – С. 90.
5. Венгловский Б.И. Биоэкологические особенности восстановления и развития ореховых лесов Кыргызстана. Бишкек, 2006. – 173 с.
6. Гаммерман А.Ф. Дикорастущие лекарственные растения СССР. М.: Медицина, 1976. – 285 с.
7. Гюльмалиев А.М., Гагарин С.Г. Проблема восстановленности в структурно–химической классификации углей //Химия твердого топлива. 2007. – № 2. – С. 20–26.
8. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы. М.: Изд–во АН СССР, 1972. – 713 с.

9. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М.: Экология, 1991. – 320 с.

10. Отчет лаборатории химии угля // Институт Органической Химии АН Киргизской ССР. Бишкек, 1985. – № 01828051173.

11. Скляр М.Г.,Тютюнников Ю.Б. Химия твердых горючих ископаемых. Киев.: Вищашк, 1985. – 247 с.

12. Yuttner B. Brennstoff–Chemie, 1961. Bd. 42. – № 10. – P. 320.

УДК 631.879.3

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ ОБЕЗВОЖЕННЫХ ОСТАТКОВ ПИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Полонская Галина Николаевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ДПОС «Калужский учебный центр по подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров АПК», **Россия**, г. Калуга, gnpolonskay@rambler.ru*

Бункова Марина Александровна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ДПОС «Калужский учебный центр по подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров АПК», **Россия**, г. Калуга, bunkovamarina@mail.ru*

Соколова Лариса Александровна, *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО Калужский филиал РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, **Россия**, г. Калуга, chaika12@gmail.com*

Леденева И.О., *ФГБОУ ВПО Калужский филиал РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, **Россия**, г. Калуга*

Обезвоженные остатки пивного производства при внесении в почву обеспечивают лучшее развитие микрофлоры, дыхание почвы, циклы углерода и других элементов, способствуя лучшему развитию корневой системы растений, увеличивая продуктивность овса. Экономически более эффективными при возделывании овса оказались дозы отходов пивного производства от 10 до 15 т/га, что говорит о возможности применения этих отходов в качестве удобрений.

Ключевые слова: остатки пивного производства, микро- и макроэлементы, дозы внесения, урожайность, тяжелые металлы, динамика роста, урожайность, овес, качество продукции.

AGROECOLOGICAL SUBSTANTIATION OF APPLICATION ON AGRICULTURAL LANDS DEHYDRATED RESTS BREWERY

Polonskaya G.N., Bunkova M.A., Sokolova L.A., Ledeneva I.O.

Dehydrated remnants of beer production at entering into the soil provide a better development of microflora, soil respiration, the cycles of carbon and other elements contributing to the better development of the root system of plants, increasing the productivity of oats. Economically more efficient in the cultivation of oats were dose of wastes of beer production from 10 to 15 t / ha, which suggests the possibility of using this waste as fertilizer.

Key words: the remains of the beer production, micro and macronutrients, crop yields, heavy metals, growth dynamics, quality of production, oat, ecology, dehydrated residues, rate at.

В пивоваренной промышленности при переработке многокомпонентного растительного сырья в окружающую среду поступает большое количество отходов, основным компонентом которых является органическое вещество. Значительное количество этих отходов и их большая сырьевая ценность делает актуальной работу по изысканию и разработке способов их полной утилизации

***Цель исследований*:** оценка уровня экологического воздействия остатков пивного производства (ОПП) на продуктивность сельскохозяйственных растений и окружающую среду, разработка способов их практического использования.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить экологическую опасность и сырьевую ценность остатков пивного производства.

2. Изучить влияние различных доз остатков пивного производства на развитие сельскохозяйственных растений и формирование их продуктивности.

3. Оценить влияние остатков пивного производства на качество продукции.

4. Оценить возможность использования остатков пивного производства в качестве нового органического удобрения.

***Научная новизна*:**

- в результате эколого-биохимических исследований впервые установлено, что остатки пивного производства экологически не опасны.

- изучена биометрическая, фенологическая и морфофизиологическая эффективность остатков пивного производства в качестве удобрения для овса посевного;

-исследована эколого-продукционная и почвенная эффективность при возделывании овса;

- экспериментально доказано, что остатки пивного производства положительно влияют на развитие сельскохозяйственных культур, повышая их урожайность.

Практическая значимость результатов работы заключается в возможности их использования при составлении систем удобрения сельскохозяйственных культур в условиях дефицита дорогостоящих минеральных и нехватки органических удобрений в пригородной зоне г. Калуги; в целесообразности применения остатков пивного производства в дозе 15-20 т/га для повышения урожайности овса и плодородия дерново-подзолистых легкосуглинистых почв без экологического риска в агроценозах региона.

***Материал и методика проведения исследований*.** Исследования проводились в 2011-2013 г.

Объекты исследований: сельскохозяйственная культура – овес сорта Скакун, органические удобрения (навоз подстилочный, полуперепревший), обезвоженные остатки пивного производства (ОПП) в различных дозах. Повторность опыта 4-х кратная, метод размещения делянок рендоминизированный, площадь одной делянки - 200 кв.м. Норма высева изучаемой в эксперименте культуры: овес – 4,5 млн.шт./га.

Схема опыта

1. Овес без удобрений (контроль)
2. Органические удобрения (навоз) в дозе 20 т/га
3. ОПП в дозе 5 т/га
4. ОПП в дозе 10 т/га
5. ОПП в дозе 15 т/га
6. ОПП в дозе 20 т/га
7. ОПП в дозе 30 т/га

Почва участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая,содержание фосфора, калия и азота в почве низкое, содержание гумуса среднее. Результаты исследований почвы на содержание тяжелых металлов почвы опытного участка представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований почвы на содержание тяжелых металлов (мг/кг)

Отбор образцов	Содержание	ПДК	ГОСТ
Свинец	4,59	130	30178-96
Цинк	18,29	220	30178-96
Медь	4,95	132	30178-96
Кадмий	0,165	2,0	30178-96
Мышьяк	1,25	5,0	26930-86

Анализ агрохимических свойств почвы проводили по общепринятым методикам в аналитическом сертифицированном испытательном центре химизации и сельскохозяйственной радиологии "Калужский", полевые опыты проводили в соответствии с требованиями методики опытного дела [3]. Метод учета урожайности двойной – сплошной с каждой делянки с

последующим перерасчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность зерна [1,2] и по пробным площадкам (биологическая урожайность). Существенность результатов устанавливали методом дисперсионного анализа [3].

Результаты исследований. Перед закладкой полевого опыта в Аналитическом сертифицированном испытательном центре химизации и сельскохозяйственной радиологии "Калужский", был проведен анализ химического состава обезвоженных остатков пивного производства, который показал, что в состав входит 69 химических элементов, в том числе макро и микроэлементы, аминокислоты, необходимые для нормального развития растений и участвующие в обменных процессах, а так же витамины группы В. Проведенными исследованиями установлено, что содержание тяжелых металлов в ООПП намного ниже допустимых значений по СанПи. Такие химические элементы, как медь, цинк, железо, марганец и молибден, входящие в состав осадков пивного производства, являются еще и микроэлементами для растений.

Был проведен расчет допустимой нормы внесения осадков в почву при условии допустимой величины поступления в почву тяжелых металлов не выше 0,7-0,8 ПДК по транслокационному показателю. На основании проведенного расчета установлено, что вносимые в эксперименте в почву дозы остатков пивного производства содержать значительно меньше допустимого количество тяжелых металлов.

Закладка полевого опыта проведена в оптимальные сроки для посева овса в области. Начало всходов отмечалось при наличии к контрольном варианте 15 % взошедших растений. В это время в других вариантах количество взошедших растений было значительно больше. В фазу полных всходов густота стояния растений наименьшей была в контрольном варианте, такая же закономерность сохранилась и к уборке (таблица 2). Наибольшая сохранность растений отмечена в варианте с внесением остатков пивного производства в дозе 30 т/га и составила 94 %.

Таблица 2 – Динамика появления всходов и сохранность растений (в среднем за 2 года)

Фаза развития	Варианты опыта						
	Кон-троль	Навоз 20 т/га	ОПП 5 т/га	ОПП 10 т/га	ОПП 15 т/га	ОПП 20 т/га	ОПП 30 т/га
Начало всходов, %	15	34	37	38	36	40	39
Полные всходы, %	75	86	88	87	90	89	90
Сохранность к уборке, %	83	83	86	86	88	90	94

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения, сущность которых заключается в регистрации прохождения ими фаз развития (таблица 3). Это очень важный вид учёта, так как такая регистрация позволяет выявить влияние изучаемых факторов и приёмов выращивания на формирование урожая.

Таблица 3 – Фенологические наблюдения

Фаза развития	Варианты опыта						
	Контроль	Навоз 20 т/га	ОПП 5 т/га	ОПП 10 т/га	ОПП 15 т/га	ОПП 20 т/га	ОПП 30 т/га
Посев	26.04.	26.04.	26.04.	26.04.	26.04	26.04	26.04
Всходы	05.05.	03.05.	03.05.	02.05.	02.05	02.05	02.05
Кущение	13.05.	10.05.	10.05.	10.05	10.05	10.05	8.05
Выход в трубку	04.06.	30.05.	30.05.	30.05.	31.05	31.05	27.05
Выметывание	23.06.	21.06.	21.06.	21.06.	20.06	20.06	17.06
Цветение	08.07.	07.07.	07.07.	07.07.	06.07	06.07	03.07
Молочная спелость	22.07.	23.07.	23.07.	22.07.	21.07	21.07	21.07
Восковая спелость	28.07.	03.08.	03.08.	01.08.	30.07	30.07	27.07
Уборка зерна	07.08.	06.08.	06.08.	06.08.	06.08	06.08	04.08

Более ранние и дружные всходы в вариантах с внесением остатков пивного производства обеспечили более раннее наступление всех последующих фаз развития. Фаза кущения у

растений в вариантах с внесением ОПП в дозе от 20 до 30 т/га наступила также на 2-3 дня раньше. По-видимому, содержание в составе ОПП макро и микроудобрений, в том числе аминокислот и витаминов, способствовало не только более интенсивному прорастанию семян, но и обеспечило лучшее развитие растений в течение вегетации по вариантам опыта.

Таким образом, при проведении сравнительной оценки растений между вариантами опыта, установлено, что фаза выметывания в варианте с внесением остатков пивного производства в дозе 30 т/га наступила значительно раньше, чем в других вариантах опыта.

Наиболее интенсивный рост растений в опыте отмечался в вариантах с внесением ОПП (таблица 4). Причём по результатам наблюдений отмечена такая закономерность: чем выше доза внесения ОПП – тем интенсивней рост растений. Таким образом, в фазу выметывания высота растений овса в варианте с внесением ОПП в дозе 30 т/га достигла 55 см, что выше контроля на 16,6 см.

Таблица 4 – Динамика роста растений по вариантам опыта, см (средний показатель за 2 года)

Фаза развития	Варианты опыта						
	Контроль	Навоз 20 т/га	ОПП 5 т/га	ОПП 10 т/га	ОПП 15 т/га	ОПП 20 т/га	ОПП 30 т/га
Кущение	16,1	18,5	19,4	20,0	19,8	21,9	25,0
Выход в трубку	24,5	28,8	29,9	31,2	30,0	31,8	34,6
Выметывание	38,4	44,1	47,2	49,6	48,8	49,0	55,0
Цветение	43,6	56,8	60,4	62,7	61,0	62,5	64,9
Восковая спелость	43,7	57,4	61,7	63,1	63,5	60,0	71,0

Учет урожая проводился сплошным методом и методом учета с пробных площадок. Урожайность семян в контроле составила -28,3 ц/га (таблица 5).

Наибольшая урожайность зерна овса получена в вариантах с внесением остатков пивного производства в дозе 10 т/га и 15 т/га и составила соответственно 41,0 и 44,0 ц/га, что превышает контроль соответственно на 68,7 и 81,0 %. В вариантах внесения осадков в дозах 20 и 30 т/га урожайность семян так же превышала контроль, но была несколько ниже, чем в других вариантах. Это обусловлено в основном за счет более мощного развития вегетативной массы растений, что в результате вызвало их полегание и недобор урожая.

Таблица 5 – Урожайность зерна овса по вариантам опыта (ц/га) (в среднем за 2 года)

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Контроль	27,3	-	-
Навоз 20 т/га	30,4	3,1	+10,2
ОПП в дозе 5 т/га	34,3	7,0	+ 20,5
ОПП в дозе 10 т/га	40,0	12,7	+ 37,5
ОПП в дозе 15 т/га	41,0	13,7	+33,4
ОПП в дозе 20 т/га	39,0	11,7	+30,0
ОПП в дозе 30 т/га	38,9	11,6	+30,0
$НРС_{05}$	1,98		

Экономическую оценку разрабатываемых технологий возделывания овса с различными дозами остатков пивного производства проводили по трем группам показателей: все виды затрат материальных и денежных средств (расходная часть), выход продукции в натуральной и стоимостной формах (приходная часть) и показатели экономической эффективности, которые служат основанием для объективной оценки достоинств и недостатков того или иного варианта. Кроме того, была рассчитана себестоимость получаемой продукции (зерна).

Производственные затраты определяли на основе составленных технологических карт. Расчет себестоимости получаемой продукции проводили как частное от деления суммарных производственных затрат на объём товарной продукции. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Производственные затраты и производственная себестоимость зерна овса в зависимости от вида и дозы удобрений

Варианты	Производственные затраты, тыс. руб./га							Себестоимость 1 ц продукции, руб.
	всего	в том числе						
		на семена	оплата труда	удобрения	амортизация и ТОРХ	нефтепродукты	прочие	
Контроль	18,36	3,6	0,67	-	10,58	2,30	1,21	840,42
Навоз 20 т/га	23,99	3,6	1,18	2,40	12,67	2,72	1,42	986,52
ОПП 5 т/га	19,70	3,6	0,83	-	11,37	2,66	1,24	718,67
ОПП 10 т/га	20,96	3,6	0,97	-	12,11	2,96	1,32	655,14
ОПП 15 т/га	21,77	3,6	1,09	-	12,64	3,07	1,37	633,73
ОПП 20 т/га	22,30	3,6	1,21	-	13,04	3,07	1,38	714,64
ОПП 30 т/га	23,71	3,6	1,46	-	14,01	3,21	1,43	761,99

В общей структуре затрат основную часть их составляли расходы на содержание машинно-тракторного парка и сельскохозяйственной техники - до 60 %. Затраты на семена не превышали 20 %, на оплату труда работников – 4 %, на нефтепродукты – 13 %. В прочие затраты были отнесены расходы на электроэнергию, химические препараты, общебригадные и управленческие расходы. По вариантам они различались не сильно, и составляли до 7 % от общих затрат. Однако, в варианте с применением органических удобрений, при условии, что их приготовление и хранение обходится хозяйству в среднем 120 руб./т, затраты на удобрения составили 10 %.

Себестоимость продукции также зависела от применяемых удобрений и продуктивности овса. Так, на контрольном варианте и в варианте с навозом этот показатель был максимальным и составлял 840,42 и 986,52 руб./ц соответственно. В наиболее урожайных вариантах с внесением остатков пивного производства в дозе 10 и 15 т/га показатель себестоимости снизился до 655,14 и 633,73 руб./ц зерна соответственно.

Различный уровень затрат на производство зерна вызывает необходимость установления договорных цен на конкретные виды культур. Научно-обоснованные договорные цены на этот вид растениеводческой продукции обеспечивают необходимую рентабельность отрасли.

Как правило, оплату всех видов работ, связанных с производством зерна, оказанием услуг производят с учетом фактических затрат при 30…40 %-ной надбавке, необходимой для накопления средств на содержание управленческого аппарата и отчислений в фонд производственного и социального развития. Поэтому, при оценке рентабельности изучаемых технологий мы ориентировались на предлагаемый уровень 30…40 %.

Оптовые цены на зерно овса в хозяйствах Калужской области на момент исследований составляли в среднем 1300…1500 руб./ц. Поэтому расчеты уровня рентабельности проводили при нижнем и верхнем пределе цены с шагом в 100 руб./ц (таблица 7).

Таблица 7 – Экономическая эффективность производства зерна овса в зависимости от вида и дозы удобрений

Варианты	Предполагаемая цена продукции (зерно) 1400 руб/ц	
	ЧД, тыс. руб./га	УР, %
Контроль	12,22,11	66,6
Навоз 20 т/га	10,06	41,9
ОПП 5 т/га	18,70	94,8
ОПП 10 т/га	23,84	113,7
ОПП 15 т/га	24,15	110,9
ОПП 20 т/га	21,38	95,9

ЧД - условный чистый доход от реализации зерна по предложенной цене

УР – возможный уровень рентабельности/убыточности

Результаты расчетов показали, что даже при самой низкой цене зерна овса все варианты показывали высокую экономическую эффективность – на уровне 31,8 - 98,4 % (7,62…20,87 тыс. руб. чистого дохода с 1 га). Максимальную прибыль можно получить при возделывании овса с применением остатков пивного производства в дозах от 10 до 15 т/га.

Выводы. 1. Установлено, что в почву с обезвоженными остатками пивного производства вносятся неспецифические органические вещества, имеющие не гумусовую природу, которые определяют процессные свойства почвы: лучшее развитие микрофлоры, дыхание почвы, а так же биогеохимические циклы углерода и зольных элементов, тем самым способствуют лучшему развитию корневой системы растений.

2. Недостаток в почве микроэлементов необходимых для нормального протекания физиологических процессов в растениях восполняется при внесении обезвоженных остатков пивного производства.

3. В почву с изучаемыми дозами 5; 10; 15; 20 и 30 т/га обезвоженных остатков пивного производства вносится значительно меньше предельно допустимого количества тяжелых металлов.

4. Установлено, что изучаемые в эксперименте дозы обезвоженных остатков пивного производства оказали стимулирующий эффект на рост, развитие и формирование продуктивности овса сорта Скакун. По всем изучаемым дозам получено достоверное превышение урожайности в сравнении с контрольным вариантом.

5. При использовании обезвоженных остатков пивного производства в качестве удобрения для овса посевного необходимы дальнейшие исследования с целью определения оптимальной дозы внесения в зависимости от направления использования данных культур (зеленая масса или семена).

6. По комплексу экономических показателей наиболее эффективно применение остатков пивного производства на овсе в дозах от 10 до 15 т/га. Себестоимость 1 ц зерна составила в этих вариантах 633,73…655,14 руб., что на 28…33 % ниже, чем на контроле.

Таким образом, обезвоженные остатки пивного производства целесообразно использовать в качестве удобрений сельскохозяйственных культур. Однако для разработки технологии возделывания отдельных сельскохозяйственных культур с использованием осадков пивного производства в качестве удобрений необходимы дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12037–81. Межгосударственный стандарт семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян: Постановление Государственного комитета СССР по стандартам от 09.04.81 N 1921. – 1982 – 9 с.

2. ГОСТ 12041–82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения влажности. М.: Стандартинформ, 2011. – 6 с.

3. Доспехов Б.А**.** Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351 с.

УДК 631.5:631.95:631.001:[633.1:577.118]

ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИХ ПЕРЕРАБОТКА МЕТОДОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ И КАВИТАЦИИ В УДОБРЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Бунчак Александр Миронович, *кандидат сельскохозяйственных наук, Подольский государственный аграрно-технический университет,* ***Украина****, г. Каменец-Подольский, leather@bigmir.net*

Представлены результаты исследований по переработке органических отходов кожевенного производства в органическое удобрение универсального действия (ОУУД) производимых методом аэробной ферментации и жидкое органическое удобрение «Биохром» полученного методом кавитации с сбалансированным содержанием трехвалентного хрома.

Ключевые слова: отходы кожевенного производства, аэробная ферментация, удобрение нового поколения, хром, плодородие почвы.

ORGANIC TANNERY WASTES AND THEIR RECYCLING WITH USING METHOD OF BIO-FERMENTATION AND CAVITATION IN FERTILIZERS NEW GENERATION

Bunchak A.M.

The results of researches are presented on processing of organic wastes of leather production in the organic fertilizer of universal action (OUUD) producible the method of aerobic fermentation and liquid organic fertilizer «Biochrome» got the method of kavitacii with the balanced maintenance of trivalent chrome.

Keywords: wastes of leather production, aerobic fermentation, fertilizer of new generation, chrome, fertility of soil.

Введение. Одной из острых проблем современной науки и практики является переработка и обезвреживание органических отходов кожевенного производства и осадка очистных сооружений, их использование для повышения плодородия почв. Основными органическими отходами кожевенного производства является мездра (20–30 % от переработанной кожи) и осадок загрязненных стоков (около 4 % от количества израсходованной воды). Неутилизированые отходы кожевенного производства и осадок очистных сооружений негативно влияют на окружающую среду: загрязняют воздух, поверхностные и подземные воды, выводят из народнохозяйственного оборота значительные земельные ресурсы.

В настоящее время практически отсутствуют эффективные технологии переработки органических отходов кожевенной промышленности. Одни технологии очень трудоемкие и энергозатратные, другие – малопродуктивные, в результате чего десятки тысяч тонн отходов и осадка очистных сооружений предприятий кожевенного производства закапываются на свалках и карьерах, чем наносится большой вред окружающей среде. Поэтому в современном аграрном секторе эколого-агротехническое обоснование и разработка эффективных методов утилизации отходов кожевенного производства и осадка очистных сооружений является необходимым, актуальным и своевременным.

В последние 20–25 лет в США, Западной Европе, России, Украине широко внедряется технология переработки органических отходов животноводческих комплексов методом ускоренной биологической ферментации. Однако технология переработки этим методом органических отходов кожевенного производства отсутствовала.

Поэтому мы поставили задачу разработать технологию переработки органических отходов кожевенного производства и осадка очистных сооружений методом ускоренной биологической ферментации в экологически безопасные органические удобрения универсального действия (ОУУД) и изучить научно обоснованные и экологически целесообразные нормы внесения их, которые бы обеспечили улучшение почвенного биоценоза, свойств почвы и обеспечили рост урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества продукции.

На основе проведенных исследований (2007–2011 гг.) нами впервые в Украине была разработана, запатентована и внедрена в ООО «Мир кожи» (г. Болехов) технология переработки органических отходов кожевенного производства и осадка очистных сооружений ме-

тодом биологической ферментации в органические удобрения универсального действия (ОУУД), изучено их влияние на свойства и микробиологию почв, на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Данная технология может быть внедрена на всех предприятиях кожевенной промышленности Украины и стран СНГ.

В нашем органическом удобрении содержится значительное количество микроэлементов, в том числе и хром, которые имеют важное значение в повышении биологической доступности микроэлементного питания растений и человека. Недостаток хрома в организме животных способствует уменьшению чувствительности клеток к воздействию инсулина и нарушение его влияния на углеводный и липидный обмены [7,8]. Признаками дефицита хрома в рационе животных является уменьшение толерантности глюкозы, подавление процесса рецепции инсулина клетками вследствие уменьшения количества рецепторов гормона, увеличение концентрации инсулина в крови, что сопровождается глюкозурией, гипергликемией, увеличением содержания в крови холестерина и триацилглицеролов, нарушением гуморального иммунного ответа и процессов роста организма.

Добавки хрома в рацион животных повышают иммунореактивность и увеличивают привесы живой массы, а также стимулируют рост и жизнедеятельность микроорганизмов рубца. Эксперименты на животных показали, что недостаток хрома приводит к задержке роста, вызывает нейропатии и нарушение высшей нервной деятельности, снижает способность сперматозоидов к оплодотворению [5,6,9].

Аналогично 3-валентный хром необходим для сбалансированного питания человека. Доктор Эдванс – не первый ученый, который обратил внимание медицинского сообщества и широкой общественности на микроэлемент хром. В 50-х годах XX в. ученые Шварц и Мерц доказали, что у животных, пища которых была лишена хрома, развивается диабетоподибний состояние: повышается уровень сахара в крови (гипергликемия), увеличивается масса тела и диурез (количество мочи за сутки). С тех пор хрому был посвящен ряд исследований. Оказалось, что хром помогает регулировать содержание сахара в крови, активизируя инсулин, что очень важно для больных сахарным диабетом II типа, при котором инсулин вырабатывается, но к нему развивается нечувствительность тканей и глюкоза плохо усваивается, ее концентрация в крови повышается. Эти открытия стали весомыми не только в деле борьбы с сахарным диабетом, но и с преждевременным старением. Но для того, чтобы наш организм получил достаточное количество этого микроэлемента, все растительные продукты должны быть выращены на богатой хромом почве. А животные – откормленные на обогащенном хромом рационе.

Однако исследования по производству органических удобрений с необходимым содержанием трехвалентного хрома, их влияние на агрохимические показатели почв, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции в Украине не проводились.

Цель исследования. В основу наших исследований положены задачи с помощью аэробной ферментации и кавитационной вытяжки получить комплекс органических удобрений универсального действия, производимых из отходов кожевенной промышленности и осадка очистных сооружений, которые кроме гуминовых веществ, макро– и микроэлементов содержали бы необходимую и сбалансированное количество Cr^{3+}. Основной целью исследований является разработка и внедрение в сельское хозяйство технологии производства органического удобрения с сбалансированным содержанием дефицитного микроэлемента Cr, который позволит повысить его содержание в почвах и увеличить урожайность и качество сельскохозяйственной продукции, которая играет важную роль в сбалансированном рационе животных и продуктах питания людей.

Материалы и методы исследования. Экспериментальные и производственные исследования по производству органического удобрения универсального действия (ОУУД) проводились в ООО «Мир кожи» (г. Болехов). Для дубления кожи кожевенная промышленность использует оксид хрома трехвалентного (Cr_2O_3). После хромового дубления хромовые растворы подаются в реактор, где проходит процесс высадки хрома с помощью гидроксида кальция. Химическая формула хромовых растворов выглядит так:

$$[Cr(OH)_2(H_2O)_n]^{2+}SO_4^{2-}+Ca(OH)_2 \rightarrow Cr(OH)_3+CaSO_4+H_2O$$

Данный осадок $Cr(OH)_3+CaSO_4$ стал одним из компонентов для разработки технологии изготовления органического удобрения. Также исследования показали содержание хрома в осадке очистных сооружений, где его уровень колебался от 700 до 1500 мг/дм^3.

При разработке технологии производства органического удобрения корневого питания «ОУУД» спроектирован и построен ферментатор и проведены исследования с различными вариантами подборки сырья, где основными компонентами были: мездра, опилки, осадок с содержанием Cr^{3+} и продукт технологии высадки Cr^{3+} из хромовых жидкостей $Cr(OH)_3$ + $CaSO_4$.

Для производства удобрения использовали запатентованную технологию аэробной ферментации органических отходов [4]. Разработка технологии переработки органического удобрения из отходов кожевенного производства и осадка очистных сооружений на жидкое удобрение внекорневой подкормки «Биохром» методом кавитационной вытяжки проводили на производственных мощностях ассоциации «Биоконверсия» г. Ивано-Франковска. Для получения эффективных результатов вытяжки применяли различные кавитационные течения, задавая другие параметры числа кавитации:

$$X = \frac{2(P - P_s)}{\rho V^2},$$

где, P – гидростатическое давление потока;

Ps – давление насыщенных паров жидкости при температуре внешней среды, Па;

ρ – плотность смеси, кг/м³;

V – скорость потока на входе, м/с.

Исследования и агрохимический анализ проводили согласно общепринятым методикам [1,2].

Результаты и обсуждение. С целью разработки технологии производства органического удобрения с микроэлементом Cr^{3+} из отходов кожевенного производства нами на протяжении 2008–2014 гг. были просмотрены литературные источники, патентная информация по этим вопросам и путем экспериментальных исследований подобраны различные компоненты для получения компостной смеси и проведен комплекс научно–исследовательских поисковых работ.

Для проведения экспериментальных и производственных исследований по производству органического удобрения универсального действия (ОУУД) с сбалансированным содержанием микроэлемента хром взята за основу технология, которая нами запатентована [3,4]. Для производства органического удобрения подобрано необходимые компоненты для изготовления компостной смеси: мездра, осадок, содержащий Cr^{3+}, опилки. Органическое удобрение производили путем известной технологии аэробной ферментации. Компоненты для изготовления органического удобрения «ОУУД» по вариантам следующие:

1) мездра – 30 %, опилки – 40 %, осадок очистных сооружений, содержит Cr^{3+} в количестве 700–800 мг/дм^3;

2) мездра – 30 %, опилки – 40 %, осадок очистных сооружений, содержит Cr^{3+} в количестве 800–1000 мг/дм^3;

3) мездра – 30 %, опилки – 40 %, осадок очистных сооружений, содержит Cr^{3+} в количестве 1000–1200 мг/дм^3;

4) мездра – 50 %, опилки – 40 %, продукт высадки Cr^{3+} с содержанием Cr^{3+} от 5000 до 6000 мг/дм^3.

Установлено, что после смешивания компонентов компостная смесь перед загрузкой в биоферментатор должна иметь влажность органической массы 55–70 %, при этом соотношение азота и углерода в смеси должно быть 1:20–1:30, содержание кислорода 10–15 %, процесс ферментации проводили в течение 8–12 дней. Для изучения влияния разного количества Cr^{3+} на процессы аэробной ферментации и на рост микроорганизмов проводились исследования с различными вариантами сроков ферментации.

В зависимости от использования органического удобрения универсального действия (ОУУД) вводили дополнительно макроэлементы и микроэлементы в хелатной форме для целевого назначения под определенные сельскохозяйственные культуры.

После проведения опытов нами получено органическое удобрение с практически одинаковыми органолептическими показателями, однако есть отличие в химических показателях.

Полученное органическое удобрение имеет темно-коричневый цвет, сыпучую мелкокомковатую структуру с размерами частиц 2–6 мм, с объемным весом 0,6–0,7 т/м^3. По своим

агрохимическим свойствам органическое удобрение является комплексным, содержащим макро– и микроэлементы.

Проведенными исследованиями установлено, что с применением различных компонентов, а именно осадка, содержащего Cr^{3+} с увеличенным содержанием увеличивается его содержание в органическом удобрении универсального действия (ОУУД). Также мы видим, что в вариантах, где увеличивается содержание хрома, не происходит никаких воздействий на процессы аэробной ферментации. Полученное удобрение содержит в среднем микроэлемента хрома (300–600 мг/кг), что не превышает нормативы предельно допустимых концентраций.

Для получения водной экстракции жидкого органического удобрения «Биохром» проводилась экстракция сухого просеянного органического удобрения нового поколения «Биопроферм» со сбалансированным содержанием трехвалентного хрома с использованием кавитационных агрегатов. За счет высокой энергетической эффективности и интенсификации процессов смешивания и гомогенизации сроки обработки образцов уменьшали в 5–8 раз. В результате мы получили жидкое органическое удобрение «Биохром» с содержанием трехвалентного хрома (3–6 мг/л), в зависимости от назначения жидкого органического удобрения «Биохром» вводили дополнительно макроэлементы и микроэлементы в хелатной форме под определенные сельскохозяйственные культур.

Проведенными исследованиями установлено, что применение жидкого органического удобрения «Биохром» со сбалансированным содержанием трехвалентного хрома (300–600 мг/кг) положительно влияет на рост и развитие растений в течение всего вегетационного периода, обеспечивает прирост урожайности сельскохозяйственных культур на 13–28 % и обеспечивает получение продукции с содержанием необходимого количества трехвалентного хрома. Жидкие органические удобрения «Биохром» являются безопасными для людей и животных и позволяют вырастить экологически чистую сельскохозяйственную продукцию со сбалансированным содержанием макро– и микро элементов.

Выводы и перспективы исследований. 1. С целью улучшения органического удобрения и повышения качественного состава почв рекомендуем на предприятиях кожевенной промышленности перерабатывать органические отходы методом аэробной ферментации с добавлением осадка, содержащего Cr^{3+}.

2. С целью получения жидкого органического удобрения «Биохром» из органических удобрений нового поколения со сбалансированным содержанием трехвалентного хрома следует проводить кавитацию с использованием кавитационных агрегатов, после отстаивания жидкого органического удобрения «Биохром» с содержанием трехвалентного хрома (3–6 мг/л) вводить необходимые макро и микроэлементы в хелатной форме для целевого назначения под определенные сельскохозяйственные культуры.

3. Проводятся исследования по изучению влияния органического удобрения «Биохром» на агрохимические показатели почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 336 с.

2. Методы агрохимического анализа органических удобрений // Составление и редакция доктора с/х наук А.И. Эськова / М.: МСХ РФ, 2000. – 220 с.

3. Патент на корисну модель № 85187 «Спосіб отримання органічних добрив нового покоління із збалансованим вмістом тривалентного хрому» // Бунчак О.М., Мельник І.П., Колісник Н.М., Гнидюк В.С./. Бюл. № 21. – 2013.

4. Патент на корисну модель № 33661 «Спосіб одержання органічного добрива універсальної дії з відходів шкіряного виробництва» // Бунчак О.М., Мельник І.П., Колісник Н.М., Гнидюк В.С./ 2011.

5. Снітинський В.В., Сологуб Л.І., Антоняк Г.Л., Копачук Д.М., Герасимів М.Г. Біологічна роль хрому в організмі людини і тварин [Текст] // Укр. біохім. журн. – 1999. Т. 71, № 2. – С. 5–9.

6. Сологуб Л.І., Антоняк Г.Л., Бабич Н.О. Хром в організмі людини і тварин. Біохімічні, імунологічні та екологічні аспекти. – Львів: Євросвіт, 2007. – 128 с. ISBN978–966–8364–13–6.

7. AndersonR.A. // J. Am. Coll. Nutr. – 1997. – 16. – P. 404–410.

8. Morris B.W., Mac Neil S., Hardisty C.A. et al. // J. Trace Elem. Ned. Biol. – 1999. – 13. – P. 57–61.

9. Potter J.F., Levin P., Anderson R.A. et al. // Metabolism. – 1985. – 34. – P. 199–204.

УДК 631.879

ВЛИЯНИЕ ЖИДКОЙ ФРАКЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ МЯСОКОМБИНАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Сиротина Елена Александровна, *ФГБУ «Станция агрохимической службы «Томская», **Россия**, г. Томск, sirotina.1964@mail.ru, sastom@mail.ru*

Петровская Ольга Александровна, *ФГБУ «Станция агрохимической службы «Томская», Россия, г. Томск, sastom@mail.ru*

Десятниченко Артур Андреевич, *ООО Научно-производственное предприятие «Джеос», **Россия**, г. Томск, desyatnichenkoAA@sagro.ru*

Гага Сергей Геннадьевич, *ООО Научно-производственное предприятие «Джеос», **Россия**, г. Томск, desyatnichenkoAA@sagro.ru*

В полевом опыте изучали влияние внесения продукта (жидкой фракции) переработки органических отходов мясокомбината под яровую пшеницу. Выявлено положительное влияние на густоту стояния, репродуктивные органы и количество продуктивных стеблей, повышение урожайности при разных дозах внесения на 23 и 44,6 %.

Ключевые слова: продукт переработки, яровая пшеница, продуктивность

THE INFLUENCE OF THE LIQUID FRACTION OF ORGANIC WASTES OF MEAT PROCESSING PLANT ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT

Sirotina E.A., Petrovskaya O.A., Desyatnichenko A.A., Gaga S.G.

Summary: the field experience studied the effect of making the product (liquid fraction) of organic wastes of meat processing plant under spring wheat. Revealed a positive effect on the density of standing, reproductive organs and the number of productive stems, increasing yields at different doses of application by 23 % and 44.6 %.

Keywords: product processing, spring wheat, productivity

Введение. Одной из важнейших проблем современной науки и практики является утилизация и переработка различных органических промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов, которые чужды биосфере и не вписываются в естественный биологический круговорот, что приводит к загрязнению воздуха, воды, почвы и отрицательно сказывается на здоровье человека [11,12].

В настоящее время внедряются экологически чистые и безотходные и малоотходные методы и технологии. Из актуальных и используемых методов является утилизация отходов в качестве применения их для получения сложных компостов и органоминеральных удобрений. Это позволяет одновременно решить проблемы охраны окружающей среды, повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур [1,7,10].

Перспективным направлением обеззараживания различных отходов является анаэробная переработка в биореакторах, с получением биогаза и биомассы, которая содержит значительное количество питательных веществ и может быть использована в качестве биоудобрения. Использование биомассы как удобрения способствует улучшению физических и агрохимических показателей почвы, активности почвенных микроорганизмов, ускорению роста и развития растений, сокращению вегетационного периода, созреванию и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур [2,3,9].

Материалы и методы исследования. Объектом исследований явилась технологическая аммиачная вода – «Атолл», получаемая на новой установке фирмы ООО «Научно – производственное предприятие «Джеос», при переработке органических отходов мясокомбината г. Томска. Содержит 1,57–2,2 % сухого вещества, аммонийного азота – 0,42–1,6 %, мочевины 0,05–0,76, фосфора – 0,03 %, зольность – 0,068 %. В составе фракции преобладает минеральный азот, что позволяет использовать препарат в качестве азотной подкормки.

Изучение влияния препарата «Атолл» на продуктивность яровой пшеницы сорта «Иргина» проводилось в 2014г в полевом опыте на светло–серой оподзоленной почве опытного поля ОГБОУ СПО «Томского аграрного колледжа» (с. Кузовлево) Томского района. Почва опытного поля отличается сильнокислой реакцией среды (pH 4,3), слабогумусированная (2,6

%), содержание нитратного азота очень низкое (4,3мг/кг), подвижного фосфора – высокое (228,9мг/кг), подвижного калия – низкое (70.7мг/кг).

Препарат «Атолл» вносили на глубину 10 – 15 см в двух дозах – 1000 и 3000 л/га. Повторность опытов 4 –х кратная, размещение вариантов опытов систематическое в два яруса, размер опытных делянок 20 м^2.

Агротехника возделывания культуры в опыте соответствовала зональным рекомендациям, закладка и проведение опыта согласно методике [8]. Лабораторные исследования выполнялись общепринятыми в почвоведении, агрохимии методиками по ГОСТ [4,5,6,13]. Результаты исследований статистически обработаны методом дисперсионного анализа с использованием программы SNEDEKOR.

Результаты исследований и обсуждение. Внесение препарата «Атолл» способствовало увеличению густоты стояния растений весной в фазу полных всходов и количеству продуктивных стеблей осенью (таблица 1). При дозе внесения 1000 л/га количество растений в фазу полных всходов выше контроля на 37,7шт. Существенное превышение выявлено на варианте с дозой внесения 3000 л/га – на 126,5шт.

Количество продуктивных растений в вариантах с внесением препарата в дозах 1000 и 3000 л/га выше контроля – на 44,1 шт. и 82,3 шт. соответственно.

Таблица 1 – Густота стояния и количество продуктивных стеблей яровой пшеницы

Вариант опыта	Количество растений с 1 м^2					
	весна (фаза полных всходов)	отклонение от контроля		осень	отклонение от контроля	
		шт.	%		шт.	%
1. Контроль	521,8	–	–	298,7	–	–
2. «Атолл» – 1000 л/га	559,5	+ 37,7	7,2	342,8	+ 44,1	14,8
3. «Атолл» – 3000 л/га	648,3	+ 126,5	24,2	381,0	+ 82,3	27,6
НСР05		54,8			91,6	

Анализ структуры урожая яровой пшеницы выявил положительное влияние препарата «Атолл» при дозах внесения 1000 и 3000 л/га на репродуктивные органы (таблица 2). Отмечено существенное увеличение длины стебля растений яровой пшеницы на 5,5 и 6,5 см; длины колоса – на 0,6 см; количества колосков – на 0,8 и 0,6 см и количество зерен – на 3,3 и 2,1 см. Масса 1000 семян в варианте с дозой внесения 1000 л/га практически на уровне контроля, а в варианте с дозой внесения 3000 л/га ниже контроля на 2 г.

Таблица 2 – Структура урожая и урожайность яровой пшеницы

Показатели	Вариант опыта			$НСР_{05}$
	1. Контроль	2. «Атолл» – 1000 л/га	3. «Атолл» – 3000 л/га	
Длина стебля, см	47,5	53,0	54,0	2,8
Длина колоса, см	5,8	6,4	6,4	0,3
Количество колосков, шт.	9,5	10,3	10,1	0,4
Количество зерен в колосе, шт	15,2	18,5	17,3	1,3
Масса 1000 семян, г	29,1	29,5	27,1	2,2
Урожайность, зерна, ц/га	7,4	9,1	10,7	1,9

Увеличение озерненностиколоса в вариантах с применением препарата «Атолл» способствовало повышению урожайности яровой пшеницы. При дозе внесения 1000 л/га прибавка урожая зерна составила 1,7 ц/га (23 %). Достоверное увеличение урожайности зерна отмечено при дозе внесения 3000 л/га – на 3,3 ц/га (44,6 %).

При внесении препарата «Атолл» в дозе 1000 л/га валовое содержание азота, фосфора и калия в пределах контроля (таблица 3). При дозе внесения 3000 л/га достоверно увеличилось содержание азота и фосфора – на 0,17 % и 0,04 %.

Массовая доля влаги превышает норму на всех вариантах опыта. При дозе внесения 1000 л/га – выше контроля на 0,4 %, достоверное превышение отмечено при дозе внесения 3000 л/га – 0,65 %. Также при дозе внесения 3000 л/га содержание белка превышает контроль на 1,06 %.

Таблица 3 – Валовое содержание азота, фосфора, калия и качество зерна яровой пшеницы

Вариант опыта	Валовые, % на сухое вещество			Влажность, W (%)	Белок, %	Клейковина, (%)
	азот	фосфор	калий			
1. Контроль	2,39	0,53	0,56	18,20	14,91	25,00
2. «Атолл» – 1000 л/га	2,37	0,54	0,59	18,60	14,80	26,60
3. «Атолл» – 3000 л/га	2,56	0,57	0,55	18,85	15,97	26,35
$НСР_{05}$	0,02	0,03	0,26	0,53	0,22	9,01

При внесении препарата «Атолл» в дозах 1000 и 3000 л/га содержание клейковины увеличилось на 1,6 % и 1,35 % соответственно.

В результате предварительных исследований установлено, что внесение препарата «Атолл» в дозах 1000 и 3000 л/га на светло–серой оподзоленной почве положительно повлияло на репродуктивные органы, способствовало увеличению густоты стояния растения и количеству продуктивных стеблей, повышению урожайности яровой пшеницы и содержания клейковины в зерне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами //Научный журнал КубГАУ,№97(03), 2014. – С. 203–223.

2. Бортник Т. Ю., Лекомцева Е. В., Иванова Т. Е. Использование продукта анаэробной переработки навоза в качестве удобрения на лёгких дерново – подзолистых почвах Удмуртской Республики /сб. ст.: Безопасность в техносфере. Вып. 6: Ижевск: изд –во "Удмуртский университет", 2010. – С. 10016.

3. Веденев А.Г., Веденева Т.А. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. Справочное руководство – Б: Типография «Евро», 2006. – 90 с.

4. ГОСТ 26213 – 91. Почвы. Методы определения органического вещества /Комитет стандартизации и метрологии СССР. М.: Изд-во стандартов, 1992. – 8 с.

5. ГОСТ 26483 –85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО / Государственный комитет СССР по стандартам. М.: Изд–во стандартов, 1985. – 6 с.

6. ГОСТ Р 54650 –11 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – М.: Стандартинформ. 2013. – 12 с.

7. Гукалов В.В. Влияние сложного компоста на формирование базальной зоны растений кукурузы в степной зоне краснодарского края // Сб. трудов III Междунар. науч. – эколог. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» (с участием экологов Азербайджана, Беларуси. Германии, Грузии, Казахстана, России, Узбекистана и Украины) 20 –21 марта 2013 г. – Краснодар, 2013. – С. 138–143.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 415 с.

9. Куценко С.А., Винокуров А.Ю., Костиков С.В. Перспективы комплексной переработки отходов пищевых производств на биогаз // Экология и безопасность в техносфере: Материалы Всероссийской научно–техн. интернет конф. (декабрь 2010 г.), ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК». – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – С. 93–95.

10. Мельник О.А. Влияние сложного компоста на развитие сельскохозяйственных культур и их продуктивность // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 23 –29.

11. Полторак Я. А. Применение биотехнологии в сельскохозяйственном производстве // Научный журнал КубГАУ, №71(07), 2011. – С. 1–8.

12. Сиденко В.П., Кычин В.П., Мокиенко А.В. Современные биотехнологии переработки органических отходов как перспективный путь решения экологических проблем [электронный ресурс] // URL: – http://www.eco –mir.net/show/12/, (дата обращения 05.11.2013 .г).

13. Чулкина В.А., Коняева Н.М., Кузнецова Т.Т. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур. – М. : Россельхозиздат, 1987. – 252 с.

УДК 634.8:632.95.028

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ВИННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ОЧИСТКИ ОТ КСЕНОБИОТИКОВ

Воробьева Татьяна Николаевна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства РАСХН,* ***Россия****, г. Краснодар*

Ветер Юрий Алексеевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ООО АФ «Мирный» Темрюкского района,* ***Россия****, п. Виноградный,* y-veter@mail.ru

Описан способ использования органических отходов виноградовинодельческого производства в качестве биоудобрения, применение которого позволяет увеличить естественное плодородие почвы, продуктивность виноградников (урожайность), повысить качество выращиваемого винограда и пищевую безопасность сырья для виноградовинодельческой продукции за счет сокращения в ней остатков опасных химикатов. Показаны возможности использования органических отходов винодельческого производства для увеличения и стабилизации оптимального экологического потенциала состояния виноградных насаждений.

Ключевые слова: виноградники, мезга, ксенобиотики, почва, органические отходы, агробиотехнология.

USE OF WASTES THE WINE PRODUCTION TO IMPROVE SOIL FERTILITY AND CLEARING OF XENOBIOTICS

Vorobyov T.N., Wind Y.A.

The way of use of organic waste grapeswinemaking manufactures as biofertilizer which application allows to increase natural fertility of ground, efficiency of vineyards (productivity) is described, to raise quality of grown up grapes and food safety of raw material for grapeswinemaking production due to reduction in it of the rests of dangerous chemicals. Opportunities of use of organic waste winemaking manufactures for increase and are shown to stabilization of optimum ecological potential of a condition grape plantings.

Key words: vineyards, waste grapes winemaking, pesticides, ground, organic waste, biology technogenic.

Введение. Агропромышленный комплекс связан с образованием многочисленных отходов сельскохозяйственного производства различного происхождения. Статистика 2010 года показывает, что в сельском и лесном хозяйствах России из 68 млн. т отходов, было использовано и обезврежено лишь 18,8 млн. т (28 % от объема). В странах Европейского союза из 115,56 млн. т отходов животного и растительного происхождения переработано порядка 74,5 млн. т, что составило 64 % от общего объема[*].

Растительные отходы сельскохозяйственного производства в России практически полностью утилизируются в основном на кормовые цели. В тоже время практически отсутствуют исследования и предложения по вторичному использованию отходов растительного происхождения в качестве органического удобрения. Среди отходов растительного происхождения значительным потенциалом для вторичного использования обладают шроты и жмыхи, получаемые при отжиме семян масличных растений (подсолнечник, соя, тыква, лен и др.), в том числе и мезга (выжимка), как отходы виноградовинодельческого производства.

Создание или модифицирование органических удобрений для агроугодий промышленных виноградников важно при решении проблемы снижения активности и биогенности почвы из-за значительных потерь, адекватных антропогенному прессингу. Одной из главных причин снижения биогенности почвы является высокая токсичность химикатов для микроорганизмов и растений, вызывающая интоксикацию почвы, подверженную постоянной пестицидной нагрузке. Другая причина заключается в применении агроприемов сезонного содержания почвы междурядий винограда по способу «черный пар».

[*] Научно-техническое некоммерческое партнерство «Технологическая платформа БиоТех2030», Москва, 12.03. 2014г

Решение этих проблем возможно при содержании почвы по принципу фитобиоремедиации, основанному применением «зеленого удобрения» в междурядьях виноградников. В нашем случае в качестве «зеленого удобрения» использовали культуру озимого зернокормового тритикале**.** Выбор этой сидеральной культуры был обоснован многолетней техногенной нагрузкой, что привело к значительной деградации почвы, восстановление которой возможно внесением органического удобрения, что обеспечивала биомасса этой культуры. Поэтому разработки по модификации органического удобрения, повышающие их эффективность перспективны и актуальны.

К рациональному и перспективному направлению модификации органических удобрений для виноградников относится переработка и вторичное использование мезги, отходов виноградовинодельческой продукции. Усовершенствование биологизированных агроприемов, содержания почвы виноградников применением отходов винодельческого производства послужило целью настоящих исследований.

Материалы и методы исследований. Объектами и материалом исследований послужили производственные виноградные насаждения, почва, виноград, пестициды, мезга (выжимки виноградовинодельческого производства) и агротехнология содержания почвы в междурядьях виноградников.

Работа выполнялась в виноградарской зоне юга Кубани (таманская подзона) на промышленных насаждениях специализированных хозяйств.

В исследованиях применялся современный метод [3,4] мониторинга виноградников, разработанный и запатентованный сотрудниками токсикологической лаборатории СКЗНИИСиВ. Определение остатков пестицидов в изучаемых материалах – по общеизвестным методикам [9]. Физико-химический и механический состав почвы - pH водной суспензии (ГОСТ 26423-85), нитратный азот дисульфофеноловым методом, подвижный фосфор (P_2O_5) и калий(K2O) по Мачигину (ГОСТ 26205-91), содержание гумуса (ГОСТ 26213-91).

Используемые приборы и оборудование – газовый хроматограф «Цвет 500М» с модулем управления «Хромос ИРМ-10»; хроматограф жидкостной «KNAUER» комплектован блоком управления Smartline Manager 5000; атомно- абсорбционный спектрофотометр «Квант –АФА»; электронные весы HL- 300 WP; капиллярный электрофорез « Капель-103» и « Капель-105».

При обработке экспериментального материала использовались специальные компьютерные программы (Microsoft Excel 2007; Statistica 6.0 for Windows). Математическую обработку цифрового материала выполняли методом дисперсионного анализа [2].

Результаты исследования и обсуждение. Работа по использованию органических отходов виноградовинодельческого производства, в частности мезги, заключалась в повышении эффективности биоудобрения, вносимого при обработке почвы в междурядья виноградников.

Известны способы и системы междурядной обработки почвы виноградников: традиционный по типу черного пара [7] и альтернативные традиционному способу: залужение почвы междурядий многолетними травами [10]; посев сидеральных культур [8] и другие подобные им способы и системы. Из альтернативных способов существует способ содержания почвы виноградников, по которому обработка и сезонное содержание почвы выполняется путём посева бобовых и злаковых трав в междурядья, мульчирования междурядий травами, оставляемыми на корню без измельчения и заделки в почву с их прикаткой в мульчирующий слой. Однако этому способу присуще незначительное увеличение плодородия почвы и очистки ее от ксенобиотиков, так как получаемое количество органического удобрения недостаточно для решения этой проблемы. Наиболее эффективно в этом случае применение сидеральных культур, в частности зернокормового тритикале с агробиологическим стимулятором.

Суть этого способа [3] заключается в выполнении высева озимого тритикале с последующим подкашиванием зеленой массы при выходе растения тритикале в трубку весной и заделыванием в почву междурядий созревшей растительной массы тритикале с колосьями

зерна летом. Одновременно с измельчением и заделкой в почву междурядий созревшей растительной массы тритикале вносят раствор агробиологического стимулятора эффективных микроорганизмов (ЭМ-1) [11], что ускоряет процесс минерализации органического вещества.

Применение органических отходов виноградовинодельческого производства в качестве органики мезги (ОМ) проводилось на фоне биотехнологических агроприемов изложенного способа содержания почвы в междурядьях виноградников [5].

Известно, что к основным отходам виноделия относятся выжимки, т.е. то, что остается в прессах после отжатия сока из свежего винограда или сусла из перебродившей мезги – гребни, кожица и семена ягод, эффективно используемые в различных отраслях пищевой промышленности, народного хозяйства, медицине и др. [1]. Биохимический состав мезги, состоящей из органических отходов, показывает ее питательную и удобрительную функцию, что позволяет получить модифицированное биоудобрение и устранить ксенобиотики, загрязняющие экосистему ампелоценозов.

Экспериментально-опытную работу по применению и оценке эколого-экономической результативности внесения мезги в междурядьях виноградников проводили на южных карбонатных чернозёмах Краснодарского края (Тамани). Были использованы производственные участки виноградников, где применялось биоудобрение [5]. Сев тритикале проводился переоборудованной сеялкой СЗН-3,6 шириной захвата 2,2 м, измельчение и заделку в почву биомассы с озерненными колосьями выполняли дисковой бороной ВДН-3 в комплексе с приспособлением для внесения рабочего раствора агробиологического стимулятора. На одном из участков сорта Каберне – Совиньон (схема посадки 3,0×1,5 м) совместно с дискованием созревшего тритикале и внесением стимулятора ЭМ-1 заделывали в почву междурядий ОМ в количестве 380 кг/га специально для этого переоборудованным разбрасывателем минеральных удобрений.

Полученные результаты показали (таблица 1-4), что при использовании органического удобрения модифицированного добавлением мезги (ОМ), повышаются плодородие почвы, продуктивность винограда, уменьшается концентрация основных фоновых загрязнителей в почве и винограде, увеличивается урожайность винограда и качество продукции.

Таблица 1 – Показатели продуктивности виноградников (сорт Каберне-Совиньон, 2013 г.)

Способы содержания почвы виноградников	Показатели			Индекс продуктивности, г/1 побег
	средняя масса грозди, г	урожайность		
		куста, кг	участка, ц/га	
Традиционный	105,5	5,3	63,6	106,0
Сидераты+«ЭМ-1»	119,6	6,0	72,0	120,0
Сидераты +«ЭМ-1»+ОМ	125,0	6,3	75,6	126,0
$НСР_{05}$	4,7	0,2	2,4	4,0

Применение биотехнологии с добавлением мезги, позволило повысить урожайность на 3,6 ц/га, а индекс продуктивности на 5 % (таблица 1).

Концентрация токсичных элементов в почве при обновленной биотехнологии весной уменьшалась от 19 % до 93 % и осенью от 38 % до 80 % , зависимости от структуры химических соединений (таблица 2).

Таблица 2 – Токсичные остатки в почве, 2013 г. (средние данные)

Способы содержания почвы виноградников	Содержание пестицидов в почве, мг/кг									
	сорт Каберне-Совиньон									
	весна					осень				
	группы пестицидов									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Традиционный	2,7	0,04	0,04	-	-	2,09	0,03	0,02	-	-
сидераты+«ЭМ-1»	3,6	0,25	0,015	0,2	0,15	4,9	0,45	0,18	0,35	0,25
сидераты +«ЭМ-1» +ОМ	2,9	0,02	0,01	0,07	0,02	3,5	0,09	0,05	0,12	0,06
ПДК, мг/кг	3,0	0,1	0,02	0,1	0,1	3,0	0,1	0,02	0,1	0,1

*Примечания: а. Группы пестицидов: 1 – медьсодержащие, 2 – ХОС, 3 – ФОС, 4 – дитиакарбаматы, 5 – бензимидазолы. ПДК – предельно допустимое количество.

Улучшились основные показатели, характеризующие качество винограда при внесении мезги, дополняющей органическое удобрение (таблица 3).

Результаты проведенных исследований, показавшие свою эколого-экономическую состоятельность и результативность, позволили запатентовать [5] разработанное модифицированное органическое удобрение, включающее применение отходов виноградовинодельческого производства.

Таблица 3 – Химический состав винограда, сорта Каберне-Совиньон,2013 г. (средние данные)

Способы содержания почвы виноградников	Основные показатели состава винограда				
	Скорость накопления сахаров, г/100 $см^3$ в сутки	содержание сахаров г/100 $см^3$	титруемая кислотность, г/$дм^3$	pH	плотность, г/$см^3$
Традиционный	0.27	22.2	8.7	3.37	1.11
Сидераты+«ЭМ-1»	0.28	23.4	7.0	3.30	1.10
Сидераты +«ЭМ-1» +ОМ	0.29	23.5	7.6	3.28	1.09
$НСР_{0,05}$	0.09	1.4	0.98	0.86	0.12

Апробация и внедрение на виноградниках одного из элементов биотехнологии позволило снизить концентрацию основных фоновых загрязнителей почвы, увеличить урожай винограда в среднем на 5,5 ц/га и экономическую эффективность отраслевого производства на 22,4 % (таблица 4) .

Таблица 4 – Результативность содержания почвы виноградников в 3-х годичном агротехнологическом цикле выращивания винограда сорта Каберне-Совиньон (2011-2013 гг.)

Способы содержания почвы	Средние величины сравниваемых показателей					
	расход		урожай винограда, ц/га	остатки пестицидов мг/кг		экономическая эффективность, %
	органики мезги (ОМ), кг/га	раствора («Байкал ЭМ-1» + «ЭМ-патока»), л/га		ХОС*	ФОС*	
Сидераты+«ЭМ-1»	-	250	90,2	0,015/0,013	0,19/0,16	100,0
Сидераты +«ЭМ-1» +ОМ	380	250	95,7	0,001/следы	0,003/0,011	122,4

Примечание: ХОС – хлорорганические соединения; ФОС – фосфорорганические соединения;
* числитель – в почве, знаменатель – в ягодах и в виноматериале; следы – менее 0,001 мг/кг

Это указывает на увеличение и стабилизацию оптимального экологического потенциала и санитарно-токсикологического состояния агроугодий виноградных насаждений.

Результаты проведенных исследований, показавшие свою эколого-экономическую состоятельность и результативность, позволили запатентовать [5] разработанное модифицированное органическое удобрение, включающее применение отходов виноградовинодельческого производства.

ЛИТЕРАТУРА

Валуйко Г.Г. Виноградные вина. - М.: Пищевая промышленность, 1978. -254 с.

Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. – М.: «Колос», 1966. – 259 с.

Воробьева Т.Н. , Ветер Ю.А., Волкова А.А. Способ содержания почвы виноградников // Патент РФ № 2381640 – М.: ФИПС, 2010. – 4 с.

Воробьева Т.Н., Волкова А.А., Ветер Ю.А. Методы эколого-токсикологической оценки и агробиологической реабилитации промышленных виноградников // методические указания и научно-практическое руководство. – Краснодар: ООО «Просвещение – Юг», 2009. – 71 с.

Воробьева Т.Н., Ветер Ю.А, Волкова А.А., Макеева А.Н. Способ содержания почвы виноградников // Патент РФ № 2506733 – М.: ФИПС, 2014. – 4 с.

Воробьева Т.Н., Волкова А.А., Ломакина Г.А., Макеева А.Н. Способ содержания почвы виноградников // Патент РФ № 2380888 – М.: ФИПС, 2010. – 4 с.

Горбач Н.Н., Чонка И.П., Горбач П.А. Системы содержания почвы на виноградниках // Садоводство и виноградарство Молдавии, №4, 1989. - С. 30-33.

Егоров Е.А., Воробьева Т.Н., Ветер Ю.А. Научно-практическое руководство: Повышение продуктивности промышленных виноградников ресурсосберегающими приемами отраслевого производства. – Краснодар, 2007. – 60 с.

Методы контроля. Химические факторы. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, с/х сырье и объектах окружающей среды // Сб. методических указаний вып. 4 ч. 1 МУК 4.1.1426 – 4.1.1429-03. – М.: Минздрав России, 2004. – 211 с.

Петров В.С. Роль вида трав в залужении междурядий виноградников // Виноград и вино России, №2, 2001. С.26-28.

Сухамера М.А. ЭМ-технология – биотехнология XXI века . Сборник материалов по практическому применению препарата «Байкал ЭМ-1». – Алматы, 2006. – 77 с.

УДК 576:628.54:636.4

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОБНЫХ УДОБРЕНИЙ. ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ РЫНКА

Архипченко Ирина Александровна, *доктор биологических наук, ППО ГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАСХН» Ленинградской территориальной организации профсоюза работников агропромышленного комплекса*, ***Россия***, *Санкт-Петербург*

Рассмотрены проблемы и перспективы комплексного использования отходов животноводства и птицеводства, переработанных с помощью микроорганизмов. Показано, что метод аэробного управляемого культивированиямикроорганизмов позволяет получать микробные удобрения с полифункциональными свойствами как из жидких стоков свинокомплексов, так и из подстилочного помета птицефабрик. Обсуждаются особенности применения микробных удобрений и возможные направления их реализации в аграрной и экологической сферах.

Ключевые слова: микробные удобрения, маркетинг, отходы свинокомплексов и птицеферм, аэробная микробиологическая ферментация, микроорганизмы, почвенное плодородие, экология.

PECULIARITIES OF USING FARM ANIMAL WASTE FOR PRODUCING MICROBIAL FERTILIZERS: INNOVATIVE ASPECTS OF THE MARKET

Arkhipchenko I.A.

Problems and prospects of integrated use wastes of livestock and poultry by microorganisms are considered. Method of aerobic cultivation of microorganisms allows to obtain microbial fertilizer with multifunctional properties from liquid effluents of pig complexes and manure of integrated poultry farms. Features of the application of microbial fertilizers and possible directions for their implementation in the agricultural and environmental spheres are discussed.

Key words: microbial fertilizers, marketing, pig and poultry farm wastes, aerobic microbiological treatment, microorganisms, ecology, soil fertility.

Степень цивилизованности общества в значительной степени проявляется в его отношении к переработке отходов. Как правило, любые отходы можно рассматривать как вторичное сырье, требующее определенных технологий для его утилизации с целью получения товаров и продуктов, востребованных населением и имеющих сбыт на рыке. К сожалению, в России до настоящего времени переработке отходов не уделяется должного внимания. Отходы накапливаются, складируются, попадают в водоемы и существенно ухудшают окружающую среду, а следовательно, и здоровье населения, сокращая жизнь людей.

В то же время, в стране достаточно высокий уровень биотехнологической науки, что позволяет использовать переработку отходов с помощью микроорганизмов и получать биоудобрения стимулирующие рост растений и обладающие ингибирующим эффектом в отношении многих фитопатогенов. Выбор технологии переработки отходов зависит от их качества, которое определяется влажностью и присутствием доминирующих групп бактериальной флоры (рисунок1).

Использование в сельском хозяйстве отходов животноводства без микробиологической переработки нецелесообразно, поскольку при хранении в течение 2-3 мес. потери азота составляют 50-60 %, кроме того в 1 т навоза содержится до 12 млн. семян сорняков, также нет возможности вносить навоз равномерно по поверхности почвы из-за его гетерогенной консистенции [8]. Микробные удобрения обладают положительными свойствами как минеральных, так и органических удобрений (таблица1).

Поэтому микробные удобрения привлекают все больше специалистов, заинтересованных в развитии органического земледелия. По нашим исследованиям, проведенным в 1986-2014 годах можно уверенно заявить, что они найдут широкое применение для получения высококачественной продукции. Удобрения, насыщенные микроорганизмами не только оздоровливают почву и повышают ее плодородие, но и еще и лишены семян сорняков, имеют низкую дозу внесения (10-20 кг на сотку) и удобны для применения. Они в значительной степени отличаются от компостов (таблица 2), что повышает их конкурентоспособность в аграрном секторе.

В данной работе обсуждаются технологии аэробной ферментации как сточных вод свинооткормочных комплексов, так и подстилочного помета птицеферм, что позволяет получать биоудобрения с полифункциональными свойствами, которые должны быть востребованы в различных сферах агропромышленного комплекса.

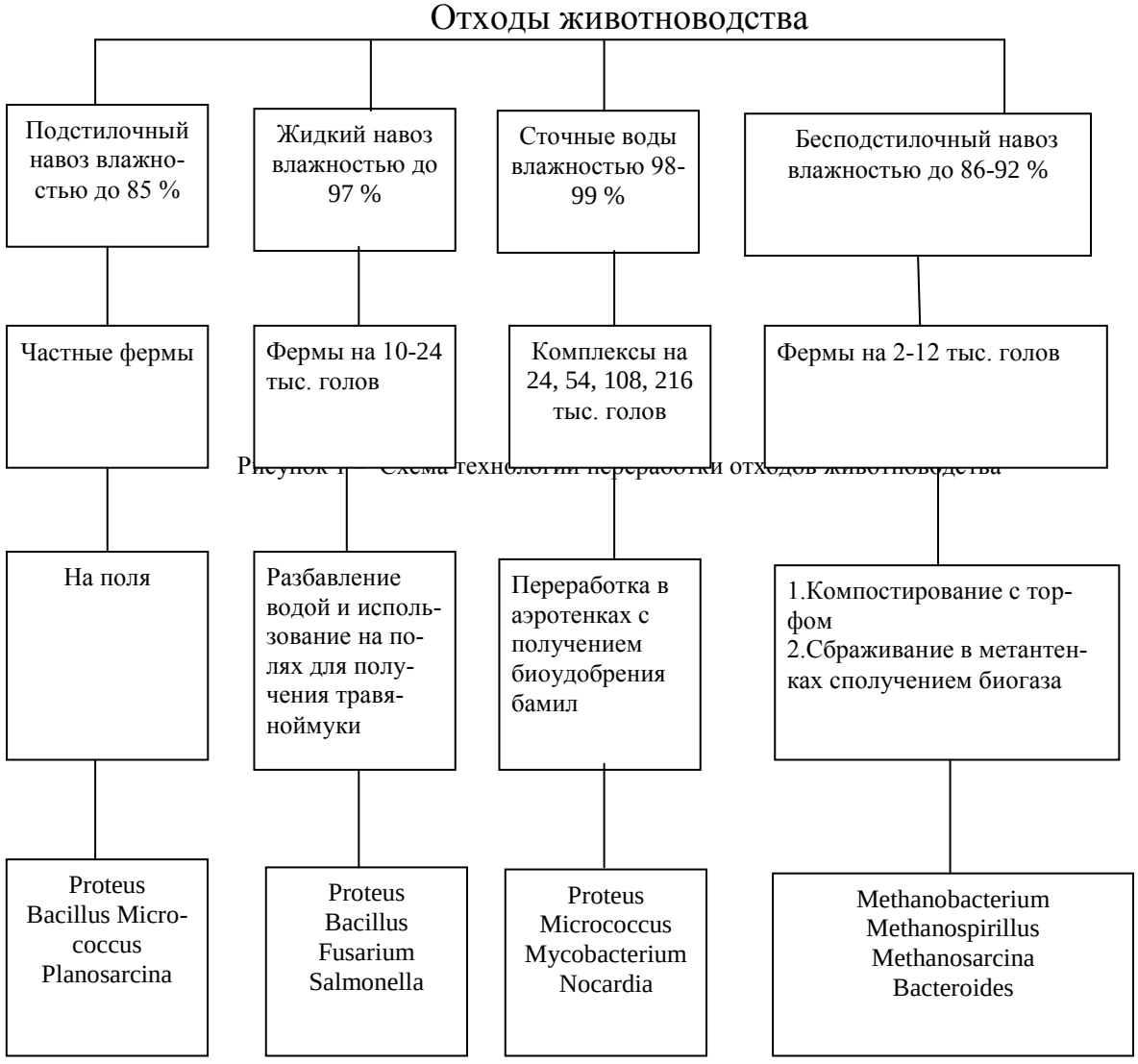


Рисунок 1 – Схема технологии переработки отходов животноводства

Таблица 1 – Достоинства микробных удобрений

Минеральные удобрения	Микробные удобрения	Органическиеудобрения
Положительные свойства • Повышение урожая с/х культур на 70-80 % • Известный химический состав • Низкая доза внесения 1-2 т /га • Отсутствие семян сорняков • Простая технология внесения	**Комплексное положительное действие** • Повышение урожая с/х культур на 70-80 % • Оздоровление почвы, повышение ее плодородия • Стимуляция роста растений • Подавление микрофлоры, вызывающей болезни растений • Положительное действие в течение 2-3 лет • Известный химический состав • Низкая доза внесения 1-2 т /га • Отсутствие семян сорняков • Простая технология внесения	**Положительные свойства** • Повышение урожая с/х культур на 70-80 % • Оздоровление почвы, повышение ее плодородия • Стимуляция роста растений • Подавление микрофлоры, вызывающей болезни растений • Положительное действие в течение 2-3 лет
Отрицательные свойства • Загрязнение окружающей среды, грунтовых вод • Повышение содержания нитратов в растениях • Высокая стоимость • Отсутствие последействия	**Отрицательные свойства** • Пахнущие летучие соединения	**Отрицательные свойства** • Высокая доза внесения 60-80 т/га • В 1 т содержится до 12 млн семян сорняков • Оптимальное расстояние перевозки составляет 3-4 км • Сложная технология внесения • Потери азота составляют до 50 % за 2 месяца

Таблица 2 – Основные свойства компостов и биудобрений

Показатели	Компосты	Биоудобрения
Влажность	высокая (60-80 %)	низкая (10-30 %)
Соотношение C/N	широкое (16-30)	узкое (7-12)
Тяжелые металлы	могут присутствовать	отсутствуют
Рекомендуемые дозы на га	30-40 т	1-4 т
Срок хранения без изменения свойств	до 1 года	2-3 года
Прибавка урожая	на 20-40 %	на 70-80 %
Последействие	2-3 года	2-3 года
Подавление почвообитающих фитопатогенов	обеспечивают	обеспечивают

Материалы и методы исследования. Объектом наших исследований были отходы свинокомплекса «Восточный» (108 тыс. гол.) и птицефермы «Русско-Высоцкая» (800 тыс. гол.) Ленинградской области. На свинокомплексе «Восточный» образуется до 3000 $м^3$ стоков в сутки, которые направляются в систему аэрационных сооружений, в результате получается 2500 $м^3$ очищенной воды и 600 $м^3$ активного ила, который после центрифугирования, сушки и гранулирования превращается в микробное удобрение бамил. Омуг получали из подстилочного помета с влажностью 45 %. Помет ферментируется в аэробных условиях при продувке воздухом в течение 4-х суток, затем смесь гранулируют и расфасовывают.

Оценку агрохимических параметров проводили стандартными методами [12]. Чистые культуры микроорганизмов из биоудобрений выделяли стандартными методами на триптонсоевом агаре [12]. После отбора и выделения доминирующих культур их идентифицировали методом определения клеточных жирных кислот. Для этого изолированные культуры выращивали на триптонсоевом агаре при 28^0С в течение 24 ч и более. Клеточные жирные кислоты экстрагировались и анализировались хроматографически (Hewlett-Packard 5890A). Идентификацию культур проводили при помощи Microbial Identification System с использованием AerobicLibraryversion 3,9 (MIDIInc. NewarkDE. USA).

Для оценки фитосанитарной активности биоудобрений использовали тест-культуры фитопатогенных грибов из коллекции ВНИИСХМ. Антигрибную активность баиоудобрений определяли в опытах invitro. В работе использовали метод агаровых блоков [5].

Анализы отходов, биоудобрений, почвы и растений выполняли стандартными методами [1,9,10].

Результаты и их обсуждение. Нами разработано несколько видов микробных удобрений, но как показал многолетний опыт, наиболее перспективными являются «БАМИЛ» (Биомасса Активных Микроорганизмов ИЛа) и «ОМУГ». Бамил можно получать на свинокомплексах имеющих для переработки навозосодержащих сточных вод очистные сооружения- аэротенки, ведущая роль в которых принадлежит природной ассоциации микроорганизмов, называемой «активным илом» [2]. В биоценозе активного ила число бактериальных видов может составлять 400-450, в основном это аэробные грамположительные бактерии с окислительным типом метаболизма, доминирующее положение от 50 до 80 % занимают нокардиоподобные микроорганизмы. Особенность нокардиоподобных организмов – наличие мощных ферментных систем, что имеет особое значение для разложения трудноокисляемых органических соединений сточной жидкости в аэротенках. Кроме того, эти виды способны активно синтезировать L – триптофан, индолил – 3 – уксусную кислоту, что усиливает биосинтез ауксинов и стимулирует рост и развитие растений [4]. В бамиле доминируют бактерии р.*Bacillus*,р.*Micrococcus*,р.*Arthrobacter*, бамил имеет высокое содержание удобрительных элементов: азот – 5 %; фосфор 1,8 %; калий – 1 %; влажность 10 %. Общая численность микроорганизмов в бамиле составляет от 10^4 до 10^6 КОЕ/г.

Микробное удобрение ОМУГ (Органно-Микробное Удобрение Гранулированное) получают путем аэробной ферментации подстилочного помета на основе активной ассоциации микроорганизмов (р.*Bacillus* и р.*Micrococcus*) [2]. Оно имеет следующие параметры: влажность 36-46 %; азот 2,5-3,5 %; фосфор 2-2,7 %; калий 2,5-3 %. Общая численность микроорганизмов в омуге составляет от $10^4 – 10^7$ КОЕ/г.

Для активизации и направленного функционального действия разработанных удобрений можно использовать инокулюмы микробных ассоциаций, которые усиливают влияние биоудобрений в конкретном направлении. М.Е. Шибаева разработала и апробировала ряд микробных препаратов-ассоциаций, которые нашли практическое применение в комплексе как с бамилом, так и с омугом:

- для деградации нефтяных загрязнений в почве
- для снижения накопления тяжелых металлов
- для подавления фитопатогенов
- для ускорения процесса компостирования
- для снижения потерь азота как при буртовом компостировании, так и в ферментационной установке[11].

Механизм действия биоудобрений на почвенно-растительный комплекс. Механизм полифункционального действия биоудобрений связан с деятельностью микроорганизмов, как внесенных с удобрением, так и находящихся в почве. Традиционные органические удобрения, вносимые в дозах 30-40 т/га, вследствие большой массы поступающего свежего органического вещества, непосредственно влияют на физические свойства почвы переводят ее на другой энергетический уровень. При внесении биоудобрений в относительно небольших дозах (1-6 т/га) на почвенно-растительный комплекс действуют не только элементы питания, но и происходит активизация почвенной микрофлоры доступным органическим веществом. При этом увеличивается интенсивность минерализационных процессов и синтеза гумуса, нарастает иммобилизация углерода и азота в микробной биомассе, что обеспечивает рост плодородия и последействие биоудобрений.

Влияние на биологические свойства почвы. При внесении биоудобрений биомасса почвенных микроорганизмов увеличивается в 1,5-3 раза, что особенно заметно в первые два месяца.

В почве микроорганизмы могут быть в пассивной форме (наиболее типичное состояние для наших почв из-за недостатка доступных органических веществ) и в активной. В первом случае микроорганизмы практически не участвуют ни в каких процессах, только поддерживают свою жизнедеятельность на очень низком уровне похожем на анабиоз или сон. Только в активном состоянии они размножаются, выделяют ферменты и т.п.

При внесении компостов увеличивается общая биомасса микроорганизмов, в основном в пассивной форме, а при использовании биоудобрений растет доля микробоценоза в активной форме (в 1,5-2 раза по сравнению с контролем, т.е. без удобрений, и в 2,5-3,5 раза по

сравнению с почвой, удобренной компостами). Доля активной биомассы в почве с биоудобрениями составляет 67-84 %, с компостами – 20-25 %.

Биоудобрения положительно влияют на биологическую активность почвы (интенсивность почвенного дыхания повышается в 2-4 раза, активность несимбиотической азотфиксации в 2-3 раза), также увеличивается ее нитрификационная способность.

Влияние на урожай и на качество сельскохозяйственной продукции. Биоудобрения не только повышают урожайность сельскохозяйственных культур, но и улучшают их качество (таблица 3, 4). Содержание нитратов в овощах (картофель, свекла, морковь) не превышает этот показатель в овощах, выращенных без удобрений. В картофеле увеличивается содержание витамина «С» на 41-45 %, крахмала – на 25-30 %. Содержание сахара в свекле возрастает на 10,6 %, каротиноидов в моркови – на 26-43 % В зерне повышается содержание белка на 6-13 %, все зерна плотные, высокого качества.

Таблица 3 – Влияние бамила на урожайность сельскохозяйственных культур

Варианты опыта	Картофель		Пшеница в последействии		Сухая масса (сено) овсяницы	
	урожайность, т/га	прибавка, %	урожайность, т/га	прибавка, %	урожайность, т/га	прибавка, %
Контроль	10,3	-	1,67	-	2,5	-
$N_{100}P_{80}K_{110}$	16,6	61	1.87	12	7,2	188
Бамил:						
1 доза*	17,4	68	2,34	39	8,4	236
2 дозы**	26,3	153	2,78	67	9,6	284

* эквивалентно $N_{100}P_{80}K_{110}$ ** эквивалентно $N_{200}P_{80}K_{110}$

Таблица 4 – Влияние бамила на качество картофеля и пшеницы

Варианты опыта	Картофель			Пшеница в последействии
	N-NO_3,мг/кг	Витамин С, мг на 100 гсырого вещества	Крахмал, % сырого вещества	Белок, %
Контроль	5,26	0,49	13,6	14,10
NPK	41,70	0,48	15,0	14,16
Бамил:				
1 доза*	5,40	0,71	17,0	15,02
2 дозы**	5,50	0,69	17,7	15,78

* эквивалентно $N_{100}P_{80}K_{110}$ ** эквивалентно $N_{200}P_{80}K_{110}$

Влияние на фитопатогенную микрофлору и вредных насекомых. Биоудобрения активно подавляют развитиезаболеваний растений, таких как кила капусты, парша картофеля, фузариозные инфекции, корневая гниль, сосудистое увядание, что способствует существенному увеличению урожайности, повышению качества продукции и оздоровлению. Следует подчеркнуть, что при использовании биоудобрений не требуется вносить в почву пестициды и другие агрохимикаты. Установлено,что повреждаемость растений вредными насекомыми снижается в 4-5 раз вследствие интенсивного роста растений и сокращения фаз роста.

Интенсификация биологического разложения органических бытовых отходов при их компостировании. Исследования, выполненные в 1997-2002 годах на базе Опытного завода по Механизированной переработке бытовых отходов (Санкт-Петербург), показали, что введение биоудобрений в ферментер с компостируемой массой органической фракции бытовых отходов сокращает время получения готового компоста на 25 %, то есть на 12 часов, при значительном улучшении качества. Введение биоудобрений в компост, после завершения ферментации, также положительно влияет на качество, что позволяет использовать его для производства почвогрунтов для ландшафтного дизайна [7].

Рекультивация антропогенно нарушенных почв. Работы по рекультивации проводились совместно с учеными из Чешского Института растениеводства (г.Прага). В северо-западной Чехии вследствие интенсивной добычи бурого угля, с высоким содержание золы (20-40 %), серы (2-5 %) и других вредных веществ появились районы с антропогенно загрязненными территориями. Использованиебиоудобрений позволяет обеспечить омертвевшие почвы не только основными элементами питания растений, но и активизировать почвенную

биоту. После внесения бамила увеличились запасы органического углерода на 10-30 %, что благотворно сказалось на гумусовом состоянии и плодородии рекультивируемых субстратов. В результате повышение урожая растений на рекультивируемых почвах возросло в 8,8 раз по сравнению с почвами без удобрений.

Деструкция нефтяных загрязнений. Микробные удобрения способны эффективно разлагать нефтяные загрязнения в почвенном ценозе. Например, при их использованиина северо-западе России за сезон можно добиться разложения загрязнений на 60-70 % при концентрации нефти в почве 50-200 г/кг, а при введении в биоудобрения специальных штаммов алканотрофов на –90-94 % [6]. В зонах с холодным климатом (в республике Коми, Усинский район), этотпоказатель несколько ниже– 50-66 % при концентрации нефти 480-990 г/кг (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние биоудобрений на деструкцию нефти в почве

Биоудобрение	Почва	Время опыта, сут.	Содержание нефти в почве, г/кг		Степень деструкции, %
			начальное	конечное	
«Бамил-15»	Дерново – подзолистая (Ленинградская область)	50	50,3	3,0	94
«Омуг-15»	Торфяно - болотная (Республика Коми, Усинский район)	63	978,6	494,4	50,5

Проведенные технико-экономические расчеты производства биоудобрений из птичьего помета показали широкую перспективу данного направления. По экономической эффективности производство биоудобрения может конкурировать с основным производством птицефабрики – мясо и яйцо. Маркентинговые исследования показали, что оно может найти спрос при цене реализации 600-700 долл. США за тонну. Значительную выгоду от биоудобрений получит и растениеводство: чистая прибыль от внесения 3 т/га биоудобрения при выращивании картофеля составит от 70 до 120 тыс. руб., для моркови 35-45 тыс. руб. с гектара в зависимости от цены реализации дополнительного урожая.

Таким образом, развитие технологий переработки органических отходов с помощью активных микробных ассоциаций в новые виды биоудобрений позволит решить не только экологические проблемы регионов, но и обеспечить население высококачественной продукцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв Под. ред. А.В.Соколова. М. Наука.1975.
2. Архипченко И.А., Брюханов А.Ю., Афанасьев В.Н., Орлова О.В. «Технологическая линия для получения различных форм биоудобрения из птичьего помета» Патент на полезную модель № 125995.. Зарегистрировано 20.03.13.
3. Архипченко И.А., Миллер В.В. Патент № 1757209 “Способ получения биологически активного удобрения”. Зарегистрирован 25.12.1992.
4. Барболина И.И., Кравченко Л.В., Архипченко И.А. Использование триптофана органических удобрений для биосинтеза индолил-3-уксусной кислоты почвенными микроорганизмами // Сельскохозяйственная биология, 1999. – № 3. – С. 87-90.
5. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии, справочник Киев: Наукова думка, 1982.
6. Орлова О.В., Архипченко И.А.. Технология производства эффективных биоудобрений из птичьего помета с помощью микробных инокулюмов //Экология и промышленность России, 2009. – С. 13-15.
7. Орлова О.В., Петухова И.А., Архипченко И.А. Биоорганические добавки для ускорения дозревания компостов из ТБО // Экология и промышленность России, 2008. –С.38-40.
8. Попов П.Д. Воспроизводство гумуса и хозяйственно-биологический круговорот органического вещества в земледелии на основе перспективных технологий производства и применения органических удобрений. – Док. дисс. ВНИПТИОУ.– 1997.
9. Практикум по биохимии растений. Изд-во СПбГУ, 1996.

10. Справочник по анализу органических удобрений, Методы агрохимического анализа органических удобрений/ Отв.ред. А.И.Еськов. М. МСХ РФ. – 2000. – Ч.1.

11. Шибаева М.Е. Использование микробных инокулюмов для направленного регулирования качества биокомпостов. Научные основы и практические рекомендации по использованию биоудобрений из отходов животноводства для биологического земледелия (ред. И.А. Архипченко), ВНИИСХМ, СПб, 2006. –С. 22-26.

12. Alef K., Nannipieri P. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry, AP, London, 1995.

УДК 631.589.3

ОЦЕНКА АГРОФИЗИЧЕСКИХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУБСТРАТА НА ОСНОВЕ ЛЬНЯНОЙ КОСТРЫ ДЛЯ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Максимов Павел Леонидович, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Ижевск*

Макаров Вячеслав Иванович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Ижевск, makaroffVI@yandex.ru*

Кузнецов Виталий Юрьевич, *ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Ижевск*

Фракционный состав льняной костры зависит от экологических условий произрастания растений. Капиллярная влагоемкость этого отхода связана с фракционным составом и составляет 299-445 %. Фазовый состав костры после насыщения водой имеет соотношение «твердая фаза – раствор – воздух» равное 9 : 40 : 41. Льняная костра имеет высокое содержание негидролизуемых веществ (66-75 %) и низкую емкость катионного обмена (48-50 ммоль/100 г). Концентрация водорастворимого калия в костре составляет 0,08-0,39 %, общего азота 0,2-0,4 % в зависимости от сроков и условий вылежки тресты. Кислотно-щелочное состояние костры варьирует от слабокислой до нейтральной (5,18-6,08 ед. pH водной вытяжки).

Ключевые слова: льняная костра, субстраты, защищенный грунт, агрофизические свойства, агрохимические свойства.

EVALUATION OF AGROPHYSICAL AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE SUBSTRATE ON THE BASIS OF FLAX SHIVEFOR THE PROTECTED GROUND

Maksimov P.L., Makarov .VI., Kuznetsov V.Yu.

Fractional composition flax shivedepends on the environmental conditions. Maximum capillary moisture content in the flax shiveis 299-445 %.The phase composition of flax shive after saturation with water is the ratio of 9: 40: 41 of "solid phase - water - air". Flax shive has a high content of non-hydrolysable matter (66-75 %) and a cation exchange capacity (48-50 mmol / 100 g). The concentration of water-soluble potassium in the flax shive is 0,08-0,39 %, total nitrogen 0.2-0.4 %. It depends on the conditions of cleaning the flax straw.Acid-base status of the flax shive varies from slightly acid to neutral (pH= 5,18-6,08).

Keywords: flax shive, substrates, protected ground, agrophysical properties, agrochemical properties.

В защищенном грунте России применяют как традиционные грунтовые технологии производства овощей, так и более совершенные – выращивание растений по малообъемным технологиям. В качестве гидропонного субстрата применяются различные вещества естественного происхождения (верховой торф, кокосовое волокно), продукты переработки минералов (минеральная вата, керамзит), соединения химического синтеза и др. Эти субстраты обладают хорошими технологическими свойствами. Однако они предусмотрены для использования в сложной автоматизированной системе капельного орошения с использованием фертигационного раствора, имеют высокую стоимость. Кроме того, выявлены проблемы с утилизацией отслуживших субстратов.

Перспективным компонентом грунтов и субстратов может быть костра – отход переработки льняной тресты на волокно. В настоящее время она является мало востребованным для переработки отходом. В то же время объемы выработки костры на льноперерабатывающих предприятиях Российской Федерации составляют 120-190 тыс. т [6].

Льняная костра обладает благоприятными агрохимическими и водно-воздушными свойствами и, поэтому, может использоваться как самостоятельно, так и использоваться в качестве улучшителя в виде торфо-костровых грунтов [3,4,5]. Имеется определенный опыт применения льняной костры в защищенном грунте. Известны сложности регулирования питания растений на этом субстрате [1].

Методика исследований. Цель исследований является изучение агрофизических и агрохимических свойств льняной костры для целей применениях качестве субстратов для выращивания овощей по малообъемной технологии. Объектом исследований явилась льняная костра, выработанная в ООО «Шарканский льнозавод» 2009-2011 гг. Для сравнения исследованы гидропонныеорганические субстраты широко используемые в производстве овощей защищенного грунта – торф верховой и кокосовое волокно. Определены следующие свойства партий льняной костры:агрофизические – фракционный состав ситовым методом, влагоемкость при насыщении водой пять суток, фазовый состав субстратов после насыщения; химические – содержание сырой золы, трудногидролизуемых веществ, валовых и водорастворимых форм элементов питания; физико-химические – pH растворов, емкость катионного обмена.

Результаты исследований. Фракционный составкостры характеризует не только водно-физические свойства субстратов, но их физическую и физико-химическую поглотительную способность. Все это косвенно влияет на развитие корневой системы растений и поглощение питательных элементов из фертигационных растворов. Нами установлено, что фракционный состав костры, используемой для производства субстратов существенно отличался по отдельным годам (таблица 1).

Таблица 1 – Фракционный состав различных партий костры, % по массе

Фракция льняной костры	Год исследования			
	2009	2010	2011 (ранняя уборка)	2011 (поздняя уборка)
1. Короткое волокно	7,6	1,6	0,5	0,2
2. Более 3 мм	42,3	44,8	68,7	69,1
3. От 2 до 3 мм	30,2	23,1	20,1	19,1
4. От 1 до 2 мм	16,7	17,8	8,7	8,9
5. Менее 1 мм	3,1	12,7	1,9	2,7

Так, в костре 2009 г. производства выявлено большое количество короткого волокна в костре – 7,6 % по массе. В 2010 г. формировалась костра с высоким содержанием мелкой фракции (менее 1 мм) – 12,7 %. Причиной этого явилась неблагоприятные погодные условия вегетационного периода, приведшие книзкорослостью льна-долгунца и высокой засоренностью посевов. В этом случае в составе костры оказалось большое количество семян самой культуры и сорных растений. В исследованиях 2011 г. выявлено, что более половины костры было представлено крупной фракцией (более 3 мм) – 69 %. Наличие мелкой фракции в костре (менее 1 мм) и короткого волокна может ухудшить технологические свойства производимых субстратов. Поэтому при большой доле их следует удалить при пропуске через грохот [2].

В исходных партиях костры и ее отдельных фракциях определялась влагоемкость при пятидневном насыщении водой. Установлена высокая влагоемкость льняной костры. Данная водно-физическая характеристика благоприятна для гидропонных сред и занимает промежуточное положение между минеральными и органическими субстратами. Однако она существенно варьирует по годам выращивания льна-долгунца и срокам уборки тресты от 299 до 445 %. Так влагоемкость костры, произведенной в 2009 и 2010 гг. мало отличались 414-445 %. Однако льняная костра производства 2011 г. имела влагоемкость меньше – 299-368 %. Причиной этого является более высокая доля крупной фракции более 3 мм. Наибольшей влагоемкостью характеризуется мелкая фракция костры – 460-482 %. Установлено, что более продолжительная вылежка тресты на поле приводит к снижению влагоемкости костры.

Исходя из экспериментальных данных, был рассчитан фазовый состав костры после пятидневного увлажнения (таблица 2).

Установлено, что доля объема субстрата, занятого органическими и минеральными веществами слабо отличается по отдельным фракциям и по годам. Так исходная костра содержала всего 8,0-10,0 % твердой фазы по объему. Более высокие значения были установлены для фракции 1-2 мм (до 12,2 %). В то же время существенно отличаласьфаза субстрата занятая водой – от 27,6-32,4 % (для фракции более 3 мм) до 57,3–57,7 % (фракции 1–2 мм). Исходные партии костры содержали в своем составе 38,2–42,4 % воды по объему. При этом около половины субстрата была занята воздухом.

Полученные агрофизические характеристики необходимо учитывать при использовании костровых субстратов. Так рекомендуется при выращивании томатов и огурцов по малообъемной технологии использовать минераловатные и кокосовые субстраты из расчета 2,8-4,0 л/растение при насыщении водой 60-70 % по объему. Поэтому при использовании костры в качестве субстрата необходимо использовать контейнеры вместимостью 5-7 л в пересчете на одно растение.

Таблица 2 – Фазовый состав исходных партий костры и ее отдельных фракций после насыщения водой, % по объему

Фракция костры	Год	Твердая фаза	Жидкая фаза	Газообразная фаза
1. Исходная	2009	8,0	38,2	53,8
	2010	10,0	42,4	47,6
	среднее	9,0	40,3	50,7
2. Более 3 мм	2009	6,5	27,6	65,9
	2010	8,3	32,4	59,3
	среднее	7,4	30,0	62,6
3. От 2 до 3 мм	2009	9,0	41,3	49,7
	2010	10,6	43,0	46,3
	среднее	9,8	42,2	48,0
4. От 1 до 2 мм	2009	11,4	57,3	31,3
	2010	12,2	57,7	30,2
	среднее	11,8	57,5	30,8

Химический состав субстратов необходимо рассматривать с двух позиций. Во-первых, органические гидропонные субстраты должны содержать большое количество инертного органического вещества. То есть, иметь в своем составе большое количество трудногидролизуемых фракций органического вещества, таких как клетчатка и лигнин. Только такие соединения обеспечат длительность сохранения благоприятных физических свойств этих субстратов. Во-вторых, желательно, чтобы субстраты не содержали легкогидролизуемых безазотистых веществ, которые привели бы к сильной иммобилизации макро- и микроэлементов, развитию микрофлоры.

Нами установлено, что льняная костра содержит в своем составе высокое содержание трудногидролизумой фракции – более 66 % (таблица 3). Выявлена более высокая гидролиземость верхового торфа (64 %) и кокосового волокна (50 %).

Таблица 3 – Химические и физико-химические свойства гидропонных субстратов

Показатель и единица измерения	Костра льняная	Торф верховой	Кокосовое волокно
Содержание трудногидролизуемых веществ, % а.с.в.	66-75	36,0	50,5
Содержание сырой золы, % а.с.в.	4-6	не опр.	не опр.
Содержание водорастворимого калия, % а.с.в.	0,08-0,39	0,17	1,25
Содержание общего азота, % а.с.в.	0,2-0,4	1,2	0,5
Содержание общего фосфора, % а.с.в.	0,10-0,12	0,21	0,22
pH водной суспензии, ед. pH	5,2-6,1	6,17	5,12
Емкость катионного обмена, ммоль/100 г	48-50	232	170

Содержание в костре минеральной примеси и зольных веществ растений не превышает 6,0 %. Однако установлено высокое содержание сырой золы во фракции менее 1 мм – 29-33 %. Это характеризует наличие минеральной примеси в костре.

Состав органических субстратов оценивается и наличиемпитательных элементов. При этом следует учитывать не только содержание валовых форм, но и легкогидролизуемых. Установлено, что очень высокое содержание калия имеет кокосовое волокно –1,25 %. В то же время содержание калия в костре существенно отличается по отдельным годам и партиям (в несколько раз). Вероятной причиной этого является вымывание калия под воздействием осадков при вылежке тресты в поле. На это указывает очень низкое содержание калия в костре поздней уборки (0,08 %) по сравнению с более ранними сроками уборки (0,39 %).

Содержание общего азота и фосфора в льняной костре невысокое. Следует отметить, что концентрация фосфатов в исследуемом объекте слабо отличалось по отдельным партиям, в то время как содержание общего азота снижалось с продолжительностью вылежки костры до 0,2 %. Очень высокое содержание азота выявлено в составе верхового торфа (1,2 %).

Физико-химические свойства, в том числе и кислотно-щелочное состояние субстратов является важным качественным показателем. От данного свойства костры зависят особенности химических реакций в субстрате с участием элементов питания вносимых минеральных удобрений, а также процессы антагонизма и синергизма при питании растений. Установлено, что pH водной вытяжки различных субстратов значительно отличается. Выявлена более высокая кислотность кокосового волокна – pH=5,12. Верховой торф и льняная костра имеет близкие величины pH водной суспензии. Следует отметить подкисление партии костры 2011 г. Причиной этого является гидролиз органических веществ и вымывание щелочных элементов из тресты при длительной вылежке. На это указывает и низкое содержание калия в этом образце. Вымывание калия из льносоломы при вылежке тресты приводит к подкислению среды до 5,18 ед. pH. В целом данное кислотно-щелочное состояние костры благоприятно для выращивания овощных культур.

Для гидропонных субстратов существенной технологической характеристикой является способность поглощать и удерживать катионы и анионы, способные к обмену с почвенным раствором. Нами определялась емкость катионного обмена субстратов. Из литературных источников известно, что высокой емкостью поглощения обладают органические соединения гумусовой природы, содержание которых значительное в торфе и кокосовом волокне. В то же время органическое вещество, представленное в костре, характеризуется очень низкой поглотительной способностью – 3-4 раза меньше чем у верхового торфа. Соответственно костру можно использовать в виде однокомпонентного субстрата в системе фертигации при выращивании растений по малообъемной технологии.

Таким образом, льняная костра характеризуется благоприятными агрофизическими и агрохимическими свойствами и может быть использована в качестве субстрата для выращивания растений по малоообъемной технологии и в виде компонента торфяных грунтов. Внедренческие работы по этим направлениям были проведены в нескольких предприятиях Удмуртской Республики. Были получены положительные результаты при выращивании томатов и огурцов в ОАО «Тепличный комбинат «Завьяловский» и цветочной продукции – в ООО «Цветы Удмуртии». По результатам лабораторных и модельных исследований, производственных испытаний разработана технология производства овощной продукции с использованием костровых субстратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко А.А., Козловская И.П. Комбинированная система минерального питания при выращивании томата в зимних теплицах на органических субстратах с добавками костры льна // Вопросы сельского хозяйства. – Калининград: Изд-во Калининградского ГТУ, 2003. – С. 86-90.

2. Кузнецов В.Ю., Баранова В.Ю., Мышкина Т.Ю., Максимов П.Л., Макаров В.И. Особенности подготовки контейнеров с костровыми субстратами к использованию // Материалы Всероссийской научн.- практ. конф. 11-14 февраля 2014 г. / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С.180-184.

3. Макаров В.И., Тукаева Л.Н., Злобина Т.В. Агрохимические свойства торфокостровых рассадных грунтов //Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научн.-практ. конф. В 3-х т. Т. 1 / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – С. 77-81.

4. Макаров В.И., Тукаева Л.Н., Максимов П.Л. Некоторые свойства субстратов для хемопоники // Материалы Международной научно-практической конференции 14–17 февраля 2012 г. – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – С. 112-114.

5. Макаров В.И., Тукаева Л.Н., Максимов П.Л., Злобина Т.В. Влияние льняной костры на кислотно-щелочное состояние торфяных грунтов // Плодородие, 2014. – № 2. – С.27-28.

6. Сутыгин П.Ф. Организационно-экономические аспекты устойчивого развития льняного комплекса. – Екатеринбург–Ижевск: Ин-т экономики Урал. отд-ния РАН, 2009. – 174 с.

УДК 631.879.3

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОВОЙ БАРДЫ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Макаров Вячеслав Иванович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Ижевск, makaroffVI@yandex.ru*

Зерновая барда не обладает биотоксичностью при использовании в дозе до 300 т/га. Применение барды в качестве органического удобрения в дозе эквивалентной 120 кгN/га повышает урожайность зеленой массы однолетних трав на 44 %, зерна озимой ржи на 32,5 %. В зеленом корме повышается содержание сырого протеина в сухом веществе на 1,48 %. Внесение барды приводит к возрастанию содержания минеральных форм азота в почве.

Ключевые слова: зерновая барда, биотоксичность, однолетние травы, озимая рожь,; дерново-подзолистые почвы, азотное состояние почв.

AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF USE OF GRAIN STILLAGE AS ORGANIC FERTILIZER ON SODDY-PODZOLIC SOILS

Makarov V.I.

Grain stillage does not have biological toxicity when used in doses of up to 300 t/ha. The use of stillage as organic fertilizer in a dose equivalent to 120 kgN/ha increases the yield of green feed of annual grasses by 44 %, grain rye - 32.5 %. In green forage crude protein content increased by 1.48 % dry matter. Adding stillage in the soil leads to an increase in the content of mineral nitrogen.

Keywords: grain stillage; biological toxicity; annual grasses; winter rye; soddy-podzolic soils; nitrogen status of the soil.

Барда является основным отходом спиртового производства. По этой причине все вопросы переработки и утилизации этого отхода регламентируются различными нормативными документами. Так в соответствии с Федеральным законом № 171-ФЗ эксплуатация спиртопроизводящих предприятий возможна только при условии полной переработки и (или) утилизации барды на очистных сооружениях. Однако предлагаемые в настоящее время технологические решения переработки этого отхода не решают проблемы в должной мере, так как они в основном ориентированы на получении из барды сухих кормовых продуктов энергетически затратными методами. Не получили широкого распространения и технологические схемы переработки барды с получением биогаза в метантеках ни за рубежом, ни в России. Следует отметить, что предлагаемые для переработки и утилизации барды технологии часто сами отходными и вызывают загрязнение окружающей среды. Кроме того, они сильно подвержены экологическим рискам. По этой причине предприятия по производству этилового спирта из зернового сырья кроме основной технологии переработки барды должны иметь и несколько резервных. Причем, которая из этих технологий переработки барды будет являться основной должна быть обоснована технико-экономическими показателями. При этом следует учитывать социально-экономическую и ландшафтно-экологическую характеристику территорий, прилегающих к спиртопроизводящим предприятиям.

Зерновая барда является ценным кормовым продуктом. Благодаря высокому содержанию протеина барда способна в значительной степени восполнить существующий дефицит кормового белка в животноводстве. По этой причине в регионах, специализирующихся на молочном скотоводстве барда с успехом используется в рационе КРС. Понятно, что при этом должны строго соблюдаться зоотехнические требования к скармливанию этого продукта.

Проведенными исследованиями в отдельных регионах Российской Федерации установлено, что послеспиртовая барда с успехом может быть использована в качестве органического удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур [2,3,4]. Разработанная на основе послеспиртовой барды система удобрения должна быть адаптирована к конкретным условиям производства, обладать высокой хозяйственной и экономической эффективностью, экологической безопасностью.

Методика исследований. Исследования в данном направлении были проведены в Удмуртии в 2008-2010 гг. На территории республики располагается единственное предприятие, специализирующееся по производству спирта из зерна пшеницы и ржи – ООО «Спиртзавод «Балезинский». Используемая на предприятии технология переработки послеспиртовой барды предусматривает получение из нее сухого корма. Проведены изыскания по возможности использования данного отхода в качестве нетрадиционного удобрения в растениеводстве. Это необходимо для снижения рисков загрязнения окружающей природной среды при аварийных ситуациях.

Химический состав барды близок к жидкому навозу свиней – содержание сухого вещества 4,8-8,3 %, общего азота – 0,13-0,34. Однако в отличие от традиционных органических удобрений он характеризуется более высокой кислотностью и имеет специфический микробиологический состав [1].

При оценке возможности применения фугата барды в качестве органического удобрения необходимо проведение исследований по оценке потенциального негативного воздействия на всходы сельскохозяйственных культур и полезные почвенные микроорганизмы. Оценку фитотоксичности отхода проводили методом проростков с использованием модификации «почвенных пластин». Дозы барды в пересчете на массу почвы на гектарной площади в пахотном слое составили: второй вариант – 30 т/га, третий – 60, четвертый – 120, пятый – 300. В опытах в качестве тест-культуры использованы семена овса посевного. Наиболее важными в агрономическом отношении является учет в почвенной среде активности аммонифицирующих и нитрифицирующих микроорганизмов. Количественная характеристика их активности определена в виде нитрификационной и азотминерализующей способностей почв.

Исследования по оценке эффективности использования зерновой послеспиртовой барды в качестве органического удобрения в технологии возделывания полевых культур были проведены на опытном поле ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА (ОАО «Учхоз «Июльское Ижгсха») в 2009-2010 гг. В мелкоделяночном опыте изучалась эффективность возрастающих доз удобрения при их применении в звене севооборота «занятый пар (просо посевное на зеленый корм) – озимая рожь». Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая низкогумусированная (1,86 %), среднекислая (pH_{KCl} 5,3) с повышенным содержанием подвижного фосфора (108 мг/кг) и средним – обменного калия (115 мг/кг). В исследованиях использовали зерновую послеспиртовую барду с содержанием общего азота 0,33 и 0,24 % соответственно.

Результаты исследований. В лабораторном опыте установлено, что при всех изучаемых дозах барды не проявляется эффект фитотоксичности – развитие всходов существенно не отличается от контрольного варианта. Так количество всходов из 25 высеянных семян составило 23-24 шт., что соответствует нормальной величине полевой всхожести для качественных семян. Сырая масса надземных частей растений и их длина через 7 дней после начала эксперимента также не значительно отличалась от контрольного значения. Близкие результаты были получены и другими исследователями в Нижегородской сельскохозяйственной академии [5]. Ими констатировался даже стимулирующий развитие проростков эффект при использовании методики водной вытяжки при проращивании семян овса на фильтровальной

бумаге. Выявлено, что фугат барды при всех изученных разведениях не оказывает биотоксичного эффекта в отношении полезных почвенных микроорганизмов (таблица 1).

Применение изучаемого органического удобрения существенно усиливает нитрификационную способность почв. Так если в контрольном варианте после компостирования 2 недели содержание нитратного азота в почве увеличилось на 16,3 мгN-NO_3/кг, то при применении фугата барды при дозе 300 т/га нитрификационная способность возросла до 63,1.

Таблица 1 – Оценка влияния фугата барды послеспиртовой на нитрификационную и азотминерализующую способности почвы

Вариант. Доза барды в пересчете в т/га	Нитрификационная способность, мгN-NO_3/кг	Азотминерализующая способность, мгN/кг	Азотминерализующая эффективность, мгN/ кг·т удобрения
1. 0 (к)	16,3	6,5	–
2. 30	16,3	10,0	0,12
3. 60	23,1	19,5	0,22
4. 120	35,5	33,1	0,22
5. 300	63,1	64,4	0,19

Расчет азотминерализующей способности исходной почвы выявил небольшое возрастание содержания минерального азота в почве контрольного варианта (6,5 мгN/кг). В то же время применение органического удобрения существенно увеличивает азотминерализующую способность – до 64,4 мгN/кг в варианте с использованием барды 300 т/га. Естественно, данный показатель с уменьшением доз барды постепенно снижается.

Таким образом, фугат послеспиртовой барды не обладает фито- и биотоксичностью при использовании в дозе до 300 т/га, усиливает азотминерализующая эффективностью почвы в среднем на 0,19 мгN/кг при внесении каждой тонны агрохимиката.

В полевых исследованиях установлено, что при применении послеспиртовой барды в качестве органического удобрения происходит существенное возрастание урожайности зеленой массы проса посевного (таблица 2). Увеличение урожайности наблюдается во всем диапазоне изучаемых доз барды. Достоверные прибавки получены при дозе барды более 18,5 т/га. Максимальная урожайность установлена при дозе агрохимиката 37,0 т/га в количестве 14,9 т зеленой массы на гектарную площадь, что соответствует 44,2 % прибавки к контролю.

Таблица 2 – Влияние доз барды на урожайность зеленой массы проса посевного (ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА», 2009)

Доза барды (т/га) и азота (кгN/га) в ее составе	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
1. Без удобрений (к)	10,3	-	-
2. 9,2 (N30)	12,7	2,3	22,6
3. 18,5 (N60)	13,6	3,3	31,9
4. 27,7 (N90)	13,7	3,4	32,3
5. 37,0 (N120)	14,9	4,6	44,2
$НСР_{05}$	3,2		

Исследованиями, продолженными в 2010 г. нами установлена высокая эффективность барды при возделывании озимой ржи по занятому пару (таблица 3). Погодные условия перезимовки и достаточные запасы продуктивной влаги в начале вегетационного периода 2010 г. позволили получить высокую урожайность изучаемой сельскохозяйственной культуры даже на контрольном варианте – 2,49 т/га. В свою очередь использование барды позволило существенно повысить урожайность озимой ржи.

Таблица 3 – Влияние доз барды на урожайность зерна озимой ржи (ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА», 2010)

Доза барды (т/га) и азота (кгN/га) в ее составе	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
1. Без удобрений (к)	2,49	-	-

2. 9,2 (N30)	2,79	0,30	12,2
3. 18,5 (N60)	2,97	0,48	19,3
4. 27,7 (N90)	3,25	0,76	30,3
5. 37,0 (N120)	3,30	0,81	32,5
$НСР_{05}$	0,35		

Урожайность основной продукции возрастала по мере повышения доз органического удобрения. Наибольшая прибавка зерна получена при использовании дозы барды эквивалентной 120 кг/га азота – 0,81 т/га (32,5 %).

Использование послеспиртовой барды в качестве органического удобрения за один год исследований слабо влияет на агрохимические свойства почвы. В основном это воздействие сказывается на азотном состоянии почв (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние доз барды на агрохимические свойства дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы через 3 мес. после внесения (ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА», 2009)

Доза барды (т/га) и азота (кгN/га) в его составе	pH_{KCl}	$N\text{-}NO_3$, мг/кг	$N\text{-}NH_4$, мг/кг	$N_{МИН}$, мг/кг
1. Без удобрений (к)	5,58	4,9	37,8	42,8
2. 9,2 (N40)	5,56	4,6	34,5	39,1
3. 18,5 (N80)	5,51	5,9	40,3	46,2
4. 27,7 (N120)	5,54	6,8	42,8	49,6
5. 37,0 (N160)	5,53	9,4	42,8	52,2

Воздействие барды на кислотность почвы, определенной по pH солевой суспензии, за один год исследований нами не обнаружено. С увеличением доз барды возрастает содержание нитратного азота в почве. Следует отметить, что даже при использовании максимальной в опыте дозы барды 37,0 т/га концентрация нитратов в почве значительно уступает величине ПДК (29,5 мг $N\text{-}NO_3$/кг). Не выявлено миграции нитратов глубже 40 см. Установлено возрастание обменного аммонийного азота в почве при применении барды с 34,5 мг/кг в варианте с дозой барды 9,2 т/га до 42,8 мг/кг при дозах 27,7-37,0 т/га. Следовательно, барда позволяет улучшить азотное состояние почв за счет возрастания количества относительно консервативной фракции минерального азота – обменного аммония. В отличие от нитратного азота, который в основном присутствует в почвенном растворе и подвержен значительным потерям за счет вымывания и денитрификация, аммонийная форма азота закреплена в твердой фазе почвы. Другие агрохимические показатели (содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия и др.) не анализировались, так как влияние барды на эти свойства почвы за одногодичный период теоретически незначительно.

В таблице 5 представлены данные влияния барды на качество зеленого корма проса.

Таблица 5 – Влияние доз барды послеспиртовой на качество зеленой массы проса, в % от сухого в-ва (ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА», 2009)

Показатель	Вариант, доза барды, т/га				
	1. Без удобрения	2. 9,2	3. 18,5	4. 27,7	5. 37,0
1. Сырой протеин	12,79	13,82	13,47	14,30	14,27
2. Сырая клетчатка	35,01	34,23	34,61	34,78	34,53
3. Сырая зола	2,32	3,10	3,20	3,02	2,66
4. БЭВ	49,88	48,85	48,72	47,90	48,54

В целом по всем вариантам опыта получена качественная продукция по зоотехническим нормативам, соответствующая первому классу корма. В то же время установлено, что применение барды послеспиртовой позволяет улучшить качество корма по основным, наиболее важным, показателям. Так, установлено возрастание в продукции содержания сырого протеина пропорционально дозам барды. При применении дозы 27,7 т/га массовая доля сырого белка составила 14,27 % на сухое вещество, что выше контрольного варианта без удобрений на 1,51 %. Наблюдается небольшое снижение содержания клетчатки в зеленой массе

проса по всем вариантам опыта. Выявлено значительное увеличение в продукции каротина и тенденция – массовой доли фосфатов, кальция, сахара и жира. В итоге улучшилась энергетическая ценность корма – содержание кормовых единиц при естественной влажности изменилось с 0,53 в контрольном варианте до 0,54-0,57 – в опытных. Содержание нитратов в продукции слабо изменилось от доз барды. В целом их количество не превышало предельно-допустимый уровень для зеленой массы, используемой в качестве корма.

В рамках научно-производственного сотрудничества была проведена разработка проекта по утилизации барды в качестве органического удобрения на ООО «Спиртзавод «Балезинский». В проектных работах учитывались нормативные требования по использованию органических удобрений; экспериментальные данные по агрономической эффективности и экологической безопасности использования послеспиртовой барды, полученные в собственных исследованиях и приведенные в публикациях других ученых; ландшафтно-экологическая характеристика пахотных земель; технические возможности предприятий, участвующих в использовании данного органического удобрения.

Выводы. 1. Послеспиртовая барда относится к жидким органическим удобрениям с содержанием 4,8-8,3 % сухого вещества, 0,13-0,34 % общего азота. Она не обладает фитотоксичностью при использовании в дозе до 300 т/га, усиливает азотминирализационную эффективность почвы на 0,19 мгN на 1 тонну внесенного агрохимиката.

2. Применение послеспиртовой барды в качестве органического удобрения в дозе эквивалентной 120 кгN/га повышает урожайность зеленой массы проса на 44 %. При этой дозе в корме повышается содержание сырого протеина на 1,48 % сухого вещества. Урожайность зерна озимой ржи при дозе барды 37,0 т/га повышается на 0,81 т/га или 32,5 %. При возделывании сельскохозяйственных культур с дозой агрохимиката по азоту N120 по содержание нитратов в почве не превышает величину ПДК по данному показателю. Не наблюдается миграции NO_3 ниже 40-сантиметрового слоя дерново-подзолистых почв среднесуглинистого гранулометрического состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров В.И. Оценка биотоксичности фугата пшеничной послеспиртовой барды // Безопасность в техносфере. Вып. 6. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. – С. 156-161.

2. Макаров В.И. Эффективность применения зерновой барды в качестве органического удобрения при возделывании озимой ржи на дерново-подзолистых суглинистых почвах // Плодородие, 2013, № 2. – С.29-30.

3. Ненайденко Г.Н., Журба О.С., Шереверов В.Д. Послеспиртовая барда в качестве органического удобрения // Ликероводочное производство и виноделие. – № 7. – 2008. – С. 12-15.

4. Ненайденко Г.Н., Корчагин А.А., Сибирякова Т.В. Влияние внесения барды в подкормку на урожай озимой ржи и многолетних трав // Агрохимия. – 1998. – № 6. – С. 68-73.

5. Умнов Н.А., Добахова Е.В. Оценка биотоксичности фугата – отхода переработки барды послеспиртовой // Агрохимия и экология: история и современность. – Н.Новгород: Изд-во ВВАГС, 2008. – С. 224-227.

УДК 663.15:57

ОТХОДЫ ФЕРМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КОМБИКОРМАХ

Шулаев Геннадий Михайлович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», **Россия**, г. Тамбов, tniij@yandex.ru*

Бетин Александр Николаевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», **Россия**, г. Тамбов, tniij@yandex.ru*

Милушев Ринат Келимулович, *кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», **Россия**, г. Тамбов, tniij@yandex.ru*

Представлены результаты изучения отхода от производства ферментных препаратов – сухой биомассы мицелия гриба триходермы. Установлено, что эта биомасса имеет определённую кормовую ценность и может найти практическое применение в животноводстве: 1 кг сухой биомассы содержит 11,6 МДж обменной энергии и 292 г протеина, макро и микроэлементы. По содержанию питательных веществ её можно приравнять к сухой барде, которая является отходом спиртового производства и широко применяется в животноводстве. Не установлено отрицательного влияния биомассы в течение двух месяцев кормления на физиологическое состояние молодняка свиней.

Ключевые слова: биомасса гриба триходермы, кормовая ценность, свиноводство.

WASTES OF ENZYMATIC PRODUCTION IN MIXED FODDERS

Shulaev G.M., Betin A.N., Milushev R.K.

Presented results of studing withdrawal from manufacturing enzymes – dry biomass micellum trikhoderma. Established, that biomass has fodder value and application in animal husbandary: 1 Kg biomass contains 11,6 Mdg energy, 292 g protein, macro and micro elements. It can be equated to the dry bard. Not established negative effect biomass on physiological status growth pigs.

Key words: biomass trikhoderma, fodder value, pigs.

Введение. В последние годы за рубежом и в России возрастают объёмы и ассортимент производства ферментных препаратов различного спектра действия [2]. Поэтому в нашей стране ведётся модернизация и строительство новых заводов по производству ферментов. В частности, в Первомайском районе Тамбовской области построен завод по их производству. Важнейшим звеном в работе таких предприятий является создание безотходного, экологически чистого производства. Однако на предприятиях по производству ферментов эта проблема пока не решена как в научном, так и в практическом плане. Нами сделаны первые шаги по изучению возможности использования отхода ферментного производства – биомассы мицелия гриба триходерма в качестве кормовой добавки для свиней.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена в ФГБНУ ВНИИТиН на базе химико–аналитической лаборатории института, баклаборатории ГУЗ «ТОКБ» и свиноводческой фермы племзавода «Орловский» Тамбовской области.

Научно–производственные опыты (на 2 группах поросят) проведены в соответствии с требованиями по подбору аналогов, соблюдения условий кормления и содержания животных и учёта результатов. При этом использованы физиологические, клинические, биохимические и другие методы исследований. Полученный экспериментальный материал обрабатывался статистически. Основной объект исследования – сухая биомасса мицелия гриба триходерма (отход ферментного производства). Поставщик – ООО «Агрофермент» (Москва).

Результаты исследований и их обсуждение. Проведён комплекс аналитических исследований для установления кормовой ценности биомассы. Сухая биомасса мицелия в 1 кг содержала 11,6 МДж обменной энергии, 292 г протеина, 0,5 кальция, 12,9 г фосфора. По этим показателям она сопоставима с сухой бардой.

Биомасса содержала комплекс микроэлементов: железа – 163 мг/кг, цинка –83, марганца – 62 и незначительное количество меди – 0,8 мг/кг. Каротина не обнаружено. Сухую

биомассу мицелия скармливали в количестве 1 % или 10 кг на тонну комбикорма. Использование биомассы в такой дозе не сказалось отрицательно на клиническом состоянии животных, не ухудшало аппетит, не отмечено случаев токсикоза, расстройств пищеварения.

При проведении хронометражных наблюдений не установлено существенных различий в поведении контрольных и опытных поросят. Бактериологические исследования показали, что микробный пейзаж кишечника подопытных животных соответствовал существующим нормам. Патогенной и кокковой микрофлоры не выявлено. Основные результаты опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Продуктивность молодняка и затраты кормов на продукцию

Показатели	Группа	
	Контрольная	Опытная
Число животных	10	10
Живая масса, кг: при постановке на опыт при снятии с опыта	 28,8 ± 1,3 53,6 ± 1,5	 29,0 ± 1,3 55,9 ± 1,4
Прирост живой массы, кг	24,8	26,9
Среднесуточный прирост, г	400 ± 16	434 ± 15
В % к контрольной группе	100,0	108,5
Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы, кг	4,03	3,82
В % к контрольной группе	100,0	94,9
Затраты протеина на 1 кг прироста живой массы, г	604	573
В % к контрольной группе	100,0	94,9

Использование в составе комбикорма сухой биомассы мицелия гриба триходерма благоприятно отразилось на продуктивности выращиваемого молодняка свиней. За 62 дня опыта животные, получавшие сухую биомассу, увеличили прирост живой массы по сравнению с контрольными на 2,1 кг. Их среднесуточный прирост составил 434 г против 400 г в контроле. Затраты кормов на прирост в опытной группе снизились на 5,1 %.

Для оценки физиологического состояния животных и направленности обменных процессов в их организме изучены интерьерные показатели (таблица 2).

Таблица 2 – Биохимические и гематологические показатели крови

Показатели	Контрольная	Опытная
Общий белок, г/л	67,98 ± 3,4	65,76 ± 2,6
Альбумины, %	42,68 ± 3,2	41,11 ± 1,7
α–глобулины, %	16,21 ± 3,2	14,48 ± 1,9
β–глобулины	11,59 ± 0,8	12,27 ± 0,9
γ–глобулины	29,18 ± 1,6	31,18 ± 4,4
Кальций общий, ммоль/л	2,85 ± 0,1	2,88 ± 0,1
Фосфор неорганич., ммоль/л	1,92 ± 0,15	2,48 ± 0,1[x)]
Гемоглобин, г/л	101,05 ± 11,8	100,06 ± 8,5
Эритроциты, х 10^9/л	4,06 ± 0,4	4,03 ± 0,3
Лейкоциты, х 10^9/л	14,93 ± 1,3	18,3 ± 3,0
Лимфоциты, %	69,33 ± 1,7	68,33 ± 2,8
Нейтрофилы, %	22,33 ± 0,6	25,67 ± 2,6
Эозинофилы, %	3,33 ± 0,6	2,33 ± 0,6
Моноуиты, %	4,33 ± 1,4	3,33 ± 0,6
Базофилы, %	0,66 ± 0,3	0,33 ± 0,3

[x)] $P<0,05$

Биомасса не оказала отрицательного влияния на организм свиней. Все биохимические и морфологические показатели крови были в пределах нормы. Улучшился минеральный обмен: у опытных животных в крови было больше кальция и фосфора, причем по фосфору разница была достоверной. Особенностью белкового обмена являлось увеличение в крови

опытных животных γ–глобулинов на 2,0 % по сравнению с контролем, что свидетельствовало о повышенном иммунном статусе молодняка свиней.

В современной литературе нет сведений об использовании отходов ферментного производства в свиноводстве [1]. В опыте не установлено отрицательного влияния биомассы гриба на физиологическое состояние молодняка. Расстройств пищеварения не наблюдалось, не было отклонений в поведении. Бактериологические исследования не показали нарушений в микробном пейзаже кишечника. Применение биомассы положительно сказалось на продуктивности молодняка свиней.

Заключение. Проведённые исследования дают основание сделать вывод, что сухая биомасса мицелия гриба триходерма (отход ферментного производства) представляет кормовую ценность и может в перспективе найти широкое применение как кормовая добавка в составе комбикормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плохов А.Ю., Шулаев Г.М., Бетин А.Н. Использование сухой биомассы мицелия гриба триходерма в составе комбикормов при откорме свиней // Современное производство комбикормов.– М.: Пищепромиздат. – 2013. – С. 194–198.

2. Шулаев Г.М., Плохов А.Ю., Бетин А.Н. и др. Ферментные препараты нового поколения «Агроксил», «Агроцелл» и «Агрофит» // Свиноводство. – 2011. – № 8. – С. 32–35.

УДК 633.11.581.14

ВЫРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ВЫСОКИМИ ПОСЕВНЫМИ КАЧЕСТВАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Мирзаев Одилжон Фазилович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Андижанский сельскохозяйственный институт,* ***Республика Узбекистан****, п. Куйганяр, usmonov1@mail.ru*

Усмонов Илёсбек Иномович, *Андижанский сельскохозяйственный институт,* ***Республика Узбекистан****, п. Куйганяр, usmonov1@mail.ru*

Турсунов Хайрулло Одилжонович, *Андижанский сельскохозяйственный институт,* ***Республика Узбекистан,*** *п. Куйганяр, usmonov1@mail.ru*

В статье рассмотрено влияние норм минеральных и органических удобрений на урожайность, семенную продуктивность и посевные качества семян озимой пшеницы сортов «Чиллаки» и «Крошка». Показано эффективность расчетных доз минеральных удобрений, а также положительное действия органических удобрений на посевные качества семян.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, вид удобрений, дозы удобрений, семенная продуктивность, посевные качества семян.

GROWING WINTER WHEAT SEEDS WITH HIGH SOWING QUALITY USING MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS

Mirzayev O.F., Usmanov I.I., Tursunov K.O.

In this article influences of norms and of mineral and organic fertilizers on crop productivity, seed capacity and sowing features of seeds of winter wheat varieties "Chillaki" and "Kroshka". Efficacy of calculated doses of mineral fertilizers, and reliable effect of organic fertilizers on sowing qualities of seeds are presented.

Key words: Winter wheat, productivity, type of fertilizers, dose of fertilizers, seed productivity, sowing quality of seeds.

В Узбекистане засевается зерновыми более 1 млн. гектаров орошаемых земель, в последние годы значительно повысилось урожайность. Достигнута зерновая независимость Республики. В повышении урожайности зерна озимой пшеницы особое место принадлежит

посеву качественных семян как носителей биологических и хозяйственных свойств растений, поэтому от их качества в значительной степени зависит урожай. На посевные и урожайные качества семян большое влияние оказывают также экологические, климатические и агротехнические условия выращивания пшеницы.

Важнейший приём улучшения качества семенного материала – установление оптимальных норм удобрений в каждых конкретных условиях семеноводческих хозяйств. Одностороннее применение азотных удобрений или повышенные нормы могут отрицательно влиять на посевные качества семян. В таких случаях нарушается физиологические и биохимические процессы в растениях, ускоряется рост вегетативных органов, затягивается созревание семян. Поэтому необходимо определение оптимальных норм и видов применяемых минеральных удобрений совместно с органическими удобрениями. Изучение влияния доз и видов минеральных удобрений на посевные качества семян пшеницы разных сортов представляет значительный интерес для производства и науки.

В связи с вышеизложенным нами проведены полевые опыты по изучению влияния разных количеств и видов удобрений на посевные качества семян озимой пшеницы разных сортов. Опыты проводились в учебном научно-производственном хозяйстве Андижанского сельскохозяйственного института, расположенном на правом берегу реки Кара-Дарья, на территории Андижанского района Андижанской области.

Климат и почвы Андижанской области при высокой культуре земледелия, обеспечении растений элементами минерального питания, а также при поддержании влажности почвы орошением на оптимальном уровне позволяют получать с каждого гектара высокий урожай озимой пшеницы.

Почвы опытного участка орошаемые, лугово-болотного типа. Эти почвы сформировались на северных аллювиальных террасах реки Кара-Дарьи. Аллювиальные отложения отличаются чередованием слоев глины, супеси и песка обычно с глубины 1,4-1,7 м.

При изучении влияния разных норм и видов минеральных удобрений на посевные качества семян нами проведены полевые опыты.

Эти опыты включали следующие варианты:

1. Малая норма NPK (N_{120},$P_{90}K_{60}$)
2. Нормы NPK ,принятые в хозяйстве ($N_{180}P_{140}K_{90}$)
3. Нормы NPK в расчете на 10 т/га зерна (N_{280},$P_{210}K_{140}$)
4. NP
5. NK
6. PK

При внесении вышеуказанных норм удобрений испытывались сорта озимой пшеницы Чиллаки и Крошка. Полевые опыты закладывались в 4-кратной повторности, согласно методике проведения полевых опытов ГСИ сельскохозяйственных культур РУз. Размер делянок 200 $м^2$, в том числе учетных - 100 $м^2$. Учеты и наблюдения проводились по методике Г.Г. Гатаулиной и М. Г. Объедкова [1].

Дозы минеральных и органических удобрений для третьего варианта опыта (Р, К) рассчитывался на планируемый урожай зерна балансовым методом [2], а азота – по листовой диагностике [3]. Нормы удобрений применялись в 4, 5 и 6 вариантах в дозах второго варианта.

Первый вариант, малая норма NPK ($N_{120}P_{90}K_{60}$). Этот вариант включен в опыт для изучения влияния низких доз удобрений на посевные качества семян озимой пшеницы.

Второй вариант включен в опыт для изучения влияния принятых норм NPK на урожай зерна и посевные качества семян.

В третьем варианте внесены расчетные дозы NPK на 10 т зерна ($N_{280}P_{210}K_{140}$). Перед посевом была внесено в почву 20 т навоза. В нём содержалось: азота – 100 кг, фосфора. – 50 кг и калия – 120 кг. За использование питательных элементов из навоза приняты доли: азота – 30 %, фосфора – 40 % и калия – 60 %. В этом варианте внесено N – 250, P_2O_5 – 190, и K_2O – 68 кг минеральных удобрений.

При определении посевных и технологических качеств семян использована методика, принятая международными организациями. Агротехнические мероприятия на опытном поле проводился в соответствии рекомендациям по выращиванию озимой пшеницы для поливных условий Андижанской области.

В продуктивности озимой пшеницы важнейшая роль принадлежит таким элементам питания, как азот, фосфор и калий, значения которых в обмене веществ неодинаковы. В связи с этим нами изучено действие каждого из этих видов удобрений на урожайность зерна и семенную продуктивность посева.

В опыте на испытанных сортах сравнительно высокие урожаи зерна получены при совместном применении всех видов минеральных удобрений.

При применении нормы NPK совместно с навозом в расчете 10 т/га зерна урожайность составила: у сорта Чиллаки 90,2; Крошка 97,6. Это на 3,7-5,7 ц/га больше чем при норме NPK, принятой в хозяйстве, и на 30,0-32,9 ц/га больше, чем при малых дозах NPK. Из изучаемых сортов наибольшую отзывчивость на минеральные удобрения показал сорт Крошка, у которого отмечался самый высокий урожай – 97,6 ц/га зерна.

Важным хозяйственным признаком является семенная продуктивность, которая зависит от урожая и выравненности зерна. По семенной продуктивности в опыте наиболее высокие показатели получены в вариантах с применением высоких доз NPK.

В вариантах с применением нормы NPK в расчете 10 т семян продуктивность с одного гектара составила: у сорта Чиллаки 82,1; Крошка – 83,9 ц/га.

Таблица 1 – Семенная продуктивность при применении разных норм и видов минеральных удобрений

Варианты		Урожай зерна, ц/га	Выравненность семян, %	Урожай семян, ц/га
Сорт	Удобрения			
Чиллаки	Малая норма NPK ($N_{120}P_{90}K_{60}$)	58,4	88	51,4
	Нормы NPK принятие в хозяйстве ($N_{180}P_{140}K_{90}$)	74,9	89	66,7
	Нормы NPK в расчете на 10 т/га зерна ($N_{280},P_{210}K_{140}$)	90,2	91	82,1
	NP	57,0	91	51,9
	NK	52,9	90	47,6
	PK	44,1	91	40,1
Крошка	Малая норма NPK ($N_{120}P_{90}K_{60}$)	67,6	82	55,4
	Нормы NPK принятие в хозяйстве ($N_{180}P_{140}K_{90}$)	81,9	83	68,0
	Нормы NPK в расчете на 10 т/га зерна ($N_{280}P_{210}K_{140}$)	97,6	86	83,9
	NP	66,6	86	57,3
	NK	63,1	83	52,4
	PK	55,2	80	44,1

У испытанных сортов озимой пшеницы внесение высоких доз удобрений, т.е. вариант NPK в расчете на 10 т /га зерна, масса 1000 зерен значительно превосходила это значение при малых дозах NPK и нормы удобрений, принятой в хозяйстве. Так, у сорта Чиллаки при малой дозе NPK масса 1000 семян была 41,6 г, при средней дозе – 46,2 г, а при внесении удобрений в расчете 10 т/га зерна этот показатель был равен 47,9 г, т.е. на 6,3 г и 1,7 г больше, чем в сравниваемых вариантах.

У сорта Крошка тоже самый высокий результат по массе 1000 семян отмечен в том же варианте, т.е. при дозе удобрений, рассчитанной на 10 т/га зерна.

По массе 1000 семян вариант PK превосходил варианты NP, NK. В варианте PK у всех изучаемых сортов данный показатель на 0,5-0,7 г больше по сравнению с вариантами NP, NK.

Таблица 2 – Влияние разных доз и видов минеральных удобрений на посевные качества семян изучаемых сортов

Сорт	Удобрения	Посевные качества				
		Масса 1000 семян, г	Чистота, %	Всхо-жесть, %	Энергия прораста-ния, %	Сила роста, г.
Чиллаки	Малая норма NPK ($N_{120}P_{90}K_{60}$)	41,6	99,63	94,75	87,5	5,70
	Нормы NPK принятие в хозяйстве ($N_{180}P_{140}K_{90}$)	46,2	99,64	95,25	89,25	6,0
	Нормы NPK в расчете на 10 т/га зерна ($N_{280}P_{210}K_{140}$)	47,9	99,14	94,5	87,9	5,85
	NP	48,2	99,46	95,0	88,0	6,62
	NK	46,4	99,20	94,0	86,75	6,17
	PK	48,9	99,36	95,25	86,5	6,0
Крошка	Малая норма NPK ($N_{120}P_{90}K_{60}$)	37,6	98,3	94,5	87,0	6,8
	Нормы NPK принятие в хозяйстве ($N_{180}P_{140}K_{90}$)	38,7	98,4	93,5	87,0	5,4
	Нормы NPK в расчете на 10 т/га зерна ($N_{280}P_{210}K_{140}$)	42,0	98,3	95,0	87,0	5,7
	NP	38,4	98,52	95,0	84,5	5,8
	NK	38,2	98,8	95,,25	88,0	6,25
	PK	38,9	98,4	95,25	87,0	5,9

Данные показывают, что дозы удобрений, рассчитанные на 10 т/га зерна, по сравнению с малыми и средними дозами полнее обеспечивают потребность озимой пшеницы в питательных элементах и способствуют лучшему формированию семян в растениях. Формы удобрения PK также способствуют формированию семян с высокой массой 1000 семян по сравнению с вариантами NP и NK.

Таким образом, по результатам трех летних полевых опытов научно-исследовательской работы можно сделать следующие заключения**:**

– дозы и виды минеральных удобрений, внесенные под озимую пшеницу разных сортов, оказывают существенное положительное влияние на урожай зерна, семенную продуктивность и на посевные качества получаемых семян;

– испытанные сорта (Чиллаки, Крошка) дали высокие урожаи зерна с высокой семенной продуктивностью, а также с лучшими посевными качествами при внесении расчетных доз удобрений (NPK) на урожай зерна 10 т с 1 га;

– внесение под озимую пшеницу фосфорных и калийных удобрений оказывает положительное влияние на посевные качества (масса 1000 семян, энергию прорастания, выравненность) семян, однако, на этих вариантах урожай зерна и семенная продуктивность были не высокими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гатаулина Г.Г., Объедков М.Г., Долгодворов В.Е. Технология производства продукции растениеводства. – М.: Изд.-во: Колос, 1995. – 448 с.

2. Каюмов М.К. Расчёт доз удобрений // Земледелие. 1971. – № 10. – С. 23-24.

3. Кореньков Д. А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. – М.: Агроконсалт, 1999. – 296 с.

УДК 576.80:631.87:633.11.16.63

ВЛИЯНИЕ ЧЕРЕДОВАНИЯ КУЛЬТУР НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ, ПРИНИМАЮЩИХ УЧАСТИЕ В РАЗЛОЖЕНИИ СЛОЖНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗЕРНОСВЕКЛОВИЧНОГО СЕВООБОРОТА

Безлер Надежда Викторовна, *доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская область, п. ВНИИСС, vniiss@mail.ru*

Сумская Марина Александровна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская область, п. ВНИИСС, vniiss@mail.ru*

Бородкин Олег Игоревич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская область, п. ВНИИСС vniiss@mail.ru*

В полевых опытах изучалось влияние культур зернопаропропашного севооборота на динамику численности микроорганизмов, принимающих участие в разложении сложных полимерных соединений, – целлюлозолитиков и микромицетов.

Ключевые слова: зернопаропропашной севооборот, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, целлюлозолитики, микромицеты.

INFLUENCE OF CROP INTERCHANGE UPON NUMBER DYNAMICS OF MICROORGANISMS TAKING PART IN DECOMPOSITION OF COMPLEX POLYMERIC COMPOUNDS IN GRAIN-BEET CROP ROTATION

Bezler N.V., Sumskaya V.A., Borodkin O.I.

In field experiments, influence of crops ingrain-fallowcrop rotationupondynamics of microorganisms taking part in decomposition of complex polymeric compounds – celluloselytics and micromycetes–has been studied.

Key words: grain-fallowcrop rotation, winter wheat, sugar beet, barley,celluloselytics, micromycetes.

Введение. Течение естественных процессов почвообразования нарушается при всевозрастающей антропогенной нагрузке на почву. Как правило, происходит однонаправленное насыщение посевных площадей наиболее рентабельными культурами, зачастую схожими по биологии и агротехнике. Такой способ ведения хозяйства требует внесения повышенных доз минеральных удобрений и применение большого количества средств защиты растений. Это, в свою очередь отрицательно сказывается на формировании и функционировании комплекса почвенных микроорганизмов. Происходит перестройка в структуре микробного сообщества, сокращается численность многих таксономических, физиологических и эколого-трофических групп микроорганизмов. Замедляются процессы минерализации органического вещества, синтеза гумусовых молекул, накапливаются патогенные организмы, снижаются фунгистатические свойства почвы, возрастает ее фитотоксичность [1,2,3,14].

В наших исследованиях мы хотели получить более четкое представление о специфике вклада каждой культуры севооборота в формирование микробного пула почвы. В частности, нами отслеженовлияние различных культур зернопаропропашного севооборота на динамику развития почвенных микромицетов и целлюлозолитиков [6,8].

Досконально не изучены взаимодействия в системе «почва – микроорганизмы – растения», а именно, особенности формирования прикорневой микрофлоры, являющейся переходным звеном между микробным сообществом почвы и растениями. Большинство работ в этом направлении связано с выявлением ассоциативной фиксации азота, и лишь немногие посвящены формированию микробного сообщества ризосферы культур [5,15]. Поэтому выявить вклад культур зернопаропропашного севооборота в формирование микробного сооб-

щества почвы актуально для более полного понимания почвенно-биологических процессов происходящих в современных севооборотах.

Материалы и методы исследования. На территории Всероссийского научно-исследовательского института сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова в 1998 г был заложен длительный полевой опыт в специализированном зерносвекловичном севообороте с короткой ротацией (4 года). Севооборот включал черный пар, озимую пшеницу, сахарную свеклу (без удобрений и $N_{100}P_{100}K_{100}$), ячмень (без удобрений и использующий последействие минеральных удобрений).

В 2007 – 2009 годах в полевом опыте изучали влияния культур парового звена зерносвекловичного севооборота на формирование микробного сообщества чернозема выщелоченного. Образцы почвы отбирали в динамике из пахотного горизонта и ризосферы культур.

Почва – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый малогумусный со средним содержанием элементов питания (NO_3 – 25,8 мг/кг почвы, P_2O_5 – 123 мг/кг почвы, K_2O – 118 мг/кг почвы, гумуса – 5,1), pH 6,2-6,4.

Численность микроорганизмов прикорневой зоны и почвенных микроорганизмов учитывали методом высева последовательных разведений почвенной суспензии ризосферы на элективные питательные среды [7,13]. Численность целлюлозоразрущающих микроорганизмов определяли на среде Виноградского, микромицетов – на подкисленном агаре Чапека. Полученные данные статистически обработаны методом дисперсионного анализа [4].

Сравнивая метеорологические условия 2007 – 2009 годов с показателями средних многолетних наблюдений, можно заключить, что они значительно различались. Годы исследований характеризовались засушливостью климата, т.е. меньшим количеством осадков за вегетационный период, при большей температуре воздуха. Особенно засушливыми были 2008 – 2009 годы исследований (ГТК = 0,7 – 0,8). Это, несомненно, отразилось на микробиологической активности почвы.

Обсуждение результатов исследования. Процесс разложения целлюлозы в прикорневой зоне культур сопряжен с деструкцией отмирающих корневых чешуек и корневых волосков. Нами была прослеженадинамика численности микроорганизмов, принимающих участие в разложении сложных полимерных соединений – целлюлозолитиков и микромицетов.

В осенний период в прикорневой зоне озимой пшеницы отмечена высокая численность деструкторов целлюлозы. Она составляла 16,6 млн. КОЕ в 1 габсолютно сухой почвы (а. с. п.) (рис 1). Высокая численность целлюлозолитиков в этот период, вероятно, связана с формированием корневой системы культуры и отмиранием большого количества корневых волосков, являющихся субстратом для их развития. В пахотном горизонте посевов озимой пшеницы численность деструкторов целлюлозы снижалась в 4,8 раза.

В весенний период численность целлюлозолитиков в прикорневой зоне озимой пшеницы сокращалась на 43 % и составляла 9,4 млн. КОЕ. В пахотном горизонте почвы они встречались в 3,7 раза реже. К концу вегетации озимой пшеницы количество деструкторов целлюлозы в ризосфере культуры увеличивалось на 15 % и составляло 10,8 млн. КОЕ в 1 г а. с. п. В окружающей почве их численность не превышала 2,2 млн. КОЕ.

В летний период в ризосфере сахарной свеклы на фоне без удобрений так же отмечена высокая численность целлюлозолитиков. Она составляла 16,5 млн. КОЕ, это выше, чем в аналогичный период в прикорневой зоне озимой пшеницы на 34 %. В пахотном горизонте почвы в посевах сахарной свеклы без удобрений численность деструкторов целлюлозы снижалась в 9,4 раза.

К концу вегетации культуры количество целлюлозолитиков в прикорневой зоне сахарной свеклы существенно снижалось и составляло 5,4 млн. КОЕ ($НСР_{05}$ = 0,32), что всего в 2 раза выше, чем в окружающей почве.

Как известно, внесение дополнительного азота в почву ускоряет процесс деструкции целлюлозы [10,11]. Таким образом, в прикорневой зоне сахарной свеклы на удобренном фоне наряду с сокращением численности целлюлозолитиков в процессе вегетации культуры, их количество уменьшалось, вследствие более быстрого окисления субстрата – целлюлозы.

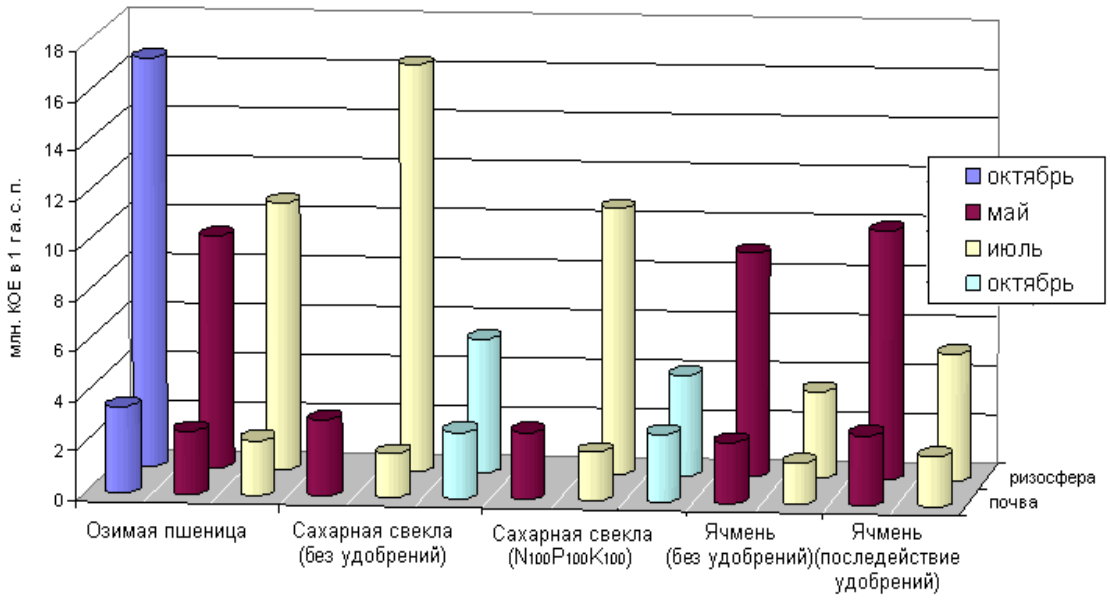


Рисунок 1 – Динамика численности целлюлозолитиков в ризосфере и пахотном горизонте почвы (2007 –2009 гг.)

Так в фазе смыкания листьев в междурядьях посевов сахарной свеклы численность целлюлозолитиков в прикорневой зоне культуры на удобренном фоне составляла 10,8 млн. КОЕ в 1 г а. с. п., что на 35 % ниже, чем на неудобренном фоне. В окружающей почве она снижалась в 5,4 раза.

В фазе кущения посевов ячменя на фоне без удобрений численность целлюлозолитиков в ризосфере культуры составляла 9,1 млн. КОЕ в 1 г а. с. п., что ниже, чем в прикорневой зоне озимой пшеницы. В пахотном горизонте посевов ячменя без удобрений численность целлюлозолитиков снижалась в 3,7 раза.

К концу вегетации ячменя численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов снижалась на 61 % и составляла 3,5 млн. КОЕ в 1 г а. с. п., что ниже, чем в прикорневой зоне озимой пшеницы и сахарной свеклы без удобрений соответственно в 3,1 и 4,7 раза. В окружающей почве микроорганизмы – деструкторы целлюлозы встречались в 2,2 раза реже.

В весенний период в прикорневой зоне ячменя на фоне последействия удобрений наметилась тенденция к повышению численности целлюлозолитиков. Она составляла 10 млн. КОЕ в 1 г а. с. п., что в 3,5 раза выше, чем в окружающей почве.

В летний период последействие удобрений достоверно повышало численность деструкторов целлюлозы в ризосфере ячменя. Она составляла 5,1 млн. КОЕ в 1 г а. с. п., что на 31 % выше, чем в прикорневой зоне культуры на неудобренном фоне. Максимальная численность целлюлозолитиков выявлена в ризосфере озимой пшеницы. Процесс формирования корневой системы культуры связан с отмиранием большого количества корневых волосков, являющихся субстратом для развития целлюлозолитиков.

Применение удобрений способствовало более быстрому разложению целлюлозы, в прикорневой зоне сахарной свеклы, в результате чего численность целлюлозолитиков здесь снижалась.

Наименее интенсивно процесс деструкции целлюлозы протекал в ризосфере ячменя без удобрений, что связано с недостатком азота. Последействие удобрений достоверно повышало численность микроорганизмов – деструкторов целлюлозы.

Изучение динамики численности микромицетов в ризосфере культурных растений имеет особое значение, т.к. значительная их часть представлена фитопатогенами и токсинообразователями. Таким образом, физиологически активные вещества, выделяемые микроскопическими грибами в ризосферу, будут непосредственно влиять на рост и развитие растений [9,12].

Численность микромицетов в ризосфере озимой пшеницы в фазе кущения составляла 143 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п., тогда как в окружающей почве она не превышала 30 тыс. КОЕ (рисунок 2).

В весенний период численность микроскопических грибов в прикорневой зоне озимой пшеницы сокращалась в 2,3 раза и составляла 63 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п. В пахотном горизонте посевов озимой пшеницы их численность снижалась в 2,6 раза. К концу вегетации культуры отмечено увеличение численности микроскопических грибов в ризосфере озимой пшеницы. Она составляла 116 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п., что на 46 % выше, чем в предыдущий период. В окружающей почве их численность снижалась в 3,8 раза. В фазе смыкания листьев в междурядьях посевов сахарной свеклы на неудобренном фоне численность микромицетов в ризосфере культуры составляла 63,8 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п., что на 45 % ниже, чем в прикорневой зоне озимой пшеницы.

В осенний период численность микромицетов в ризосфере сахарной свеклы составляла 86,5 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п., что на 26 % выше, чем в предыдущий период. В пахотном горизонте почвы численность микроскопических грибов снижалась в 2,3 – 4 раза.

Применяемые удобрения способствовали увеличению численности микроскопических грибов в прикорневой зоне сахарной свеклы. Так в летний период, по сравнению с неудобренным фоном, она возрастала на 22 % и составляла 81,8 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п. ($НСР_{05}$ = 4,98). В окружающей почве численность микромицетов не превышала 49 тыс. КОЕ.

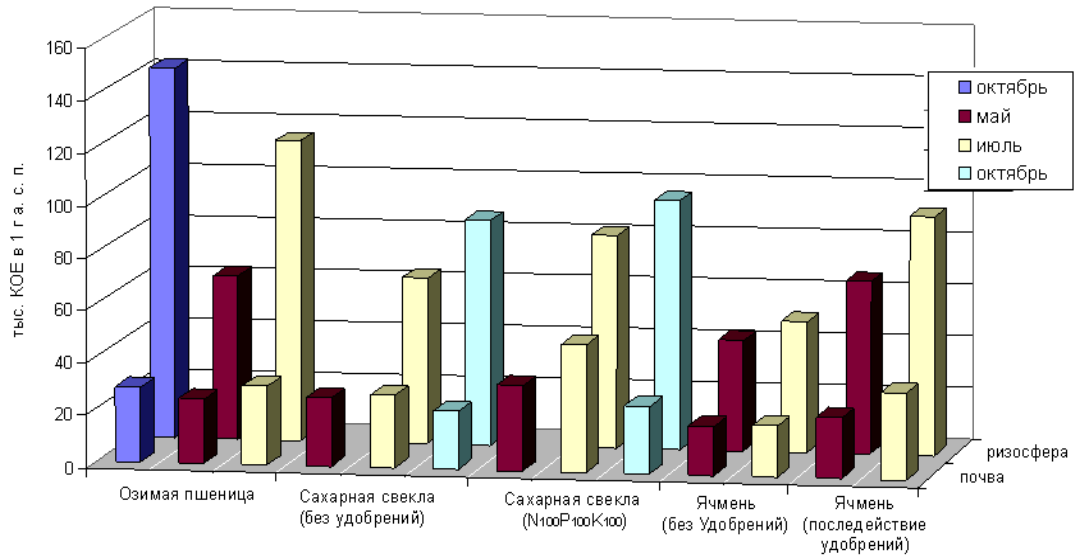


Рисунок 2 – Динамика численности микромицетов в ризосфере и пахотном горизонте почвы (2007 –2009 гг.)

К концу вегетации сахарной свеклы на удобренном фоне численность микроскопических грибов в прикорневой зоне повышалась на 17 % и составляла 95,9 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п. В пахотном горизонте почвы их количество было в 3,7 раза меньше.

В весенний период в ризосфере ячменя на фоне без удобрений численность микромицетов составляла 42,5 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п., что на 32 % ниже, чем в прикорневой зоне озимой пшеницы.

В летний период численность микромицетов в ризосфере ячменя на неудобренном фоне увеличивалась на 18 % и составляла 50,2 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п. Однако она была ниже, чем в прикорневой зоне озимой пшеницы и сахарной свеклы (без удобрений) соответственно на 56 и 21 %. В пахотном горизонте посевов ячменя без удобрений численность микроскопических грибов сокращалась в 2,3 – 2,6 раза.

Последействие удобрений способствовало увеличению численность микромицетов в прикорневой зоне ячменя. Так в весенний период она составляла 66,3 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п., что на 36 % выше, чем на неудобренном фоне. В летний период численность микроскопических грибов увеличивалась на 38 % и составляла 91,5 тыс. КОЕ, что на 45 % выше, чем на

неудобренном фоне. Однако изменения в родовом составе микроскопических грибов были незначительны.

Максимальная численность микромицетов выявлена в ризосфере озимой пшеницы. Мощная корневая система культуры и интенсивно протекающие процессы обмена веществ, способствовали развитию микроскопических грибов. Минимальным количеством микроскопических грибов характеризовалась прикорневая зона посевов ячменя. Применение минеральных удобрений и их последействие способствовали повышению численности микроскопических грибов в ризосфере сахарной свеклы и ячменя.

Сахарная свекла на удобренном фоне способствовала развитию микромицетов в пахотном горизонте почвы. Их численность составляла 36 тыс. КОЕ в 1 г а. с. п. Пар, посевы озимой пшеницы и ячменя на фоне последействия удобрений сокращали численности микромицетов в почве на 20 %, возделывание сахарной свеклы без удобрений – на 30 %, а ячменя – на 45 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрономическая микробиология / Под ред. Г.С. Муромцева. – Л.: Колос, 1976. – 231 с.
2. Безлер Н.В., Щеглов Д.И., Куликова Е.В. и др. Микробные сообщества черноземов и фитотоксичность почв свекловичных севооборотов // Вестник ВГУ. – 2006, – № 1. – С. 96 – 103.
3. Девятова Т.А., Щербаков А.П. Биологическая активность черноземов центра Русской равнины // Почвоведение. – 2006, – № 4. – С. 502– 508.
4. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. – М.: Колос, 1972. – 205 с.
5. Емцев В.Т. Чумаков М.И. Об эффективности азотфиксирующего ассоциативного симбиоза у небобовых растений // Почвоведение. – 1990, – № 11. – С. 116 – 126.
6. Кутовая Н.Я., Черенков В.В. Влияние возделывания культур в севообороте и бессменно на микробиологические процессы в обыкновенном чернозёме // Почвоведение. – 1994. – № 8. – С. 58 – 63.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П Бабьева. и др.: Под ред. Д Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
8. Минеев В.Г., Ремпе Е.Х., Воронина Л.П. и др. Оценка экологических последствий применения химических средств защиты растений // Почвоведение. – 1992. – № 12. – С. 61 – 69.
9. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. – М.: МГУ, 1988. – 220 с.
10. Мишустин Е. Н. Использование соломы в качестве удобрения // Агрохимия. – 1971. – № 8. – С. 49 – 54.
11. Никульников И.М., Безлер Н.В., Боронтов О.К. Влияние удобрений и зяблевой обработки чернозема выщелоченного на почвенную микрофлору и продуктивность культур севооборота // Агрохимия. – 2004. – № 2. – С. 5 – 12.
12. Свистова И.Д., Щербаков А.П., Фролова Л.О. Токсины микромицетов чернозема: спектр антибиотического действия и роль в формировании микробного сообщества // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1220 – 1227.
13. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии / Под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
14. Щербаков А.П., Свистова И.Д. Фитотоксичность чернозема под агрофитоценозами // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2002. – № 6. – С. 23 – 25.
15. Berg G., Smalla K. Plant species and soil type cooperatively shape the structure and function of microbial communities in the rhizosphere // FEMS Microbiol. Ecol. – 2009. – V 68. – P. 1 – 13.

УДК 631:635

ПОВЫШЕНИЕ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОЭКОСИСТЕМ ЗА СЧЕТ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ГРИБОВОДСТВА

Михалев Евгений Васильевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, Нижний Новгород, mihey2113@mail.ru*

Горбунов Борис Иванович, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, Нижний Новгород,* mihey2113@mail.ru

В ходе эволюционного процесса функции живых систем распределились таким образом, что энергия, аккумулированная в клетчатке, эффективнее всего может утилизироваться грибами, в том числе и съедобными. Поэтому включение отрасли промышленного грибоводства в структуру АПК позволит существенным образом повысить значение коэффициента биоконверсии ФЭЭ в агроэкосистеме. Эффективная утилизация практически неиспользуемых ресурсов, представленных незерновой частью урожая в растениеводстве и отходами животноводства, являются дополнительным резервом для повышения коэффициента биоконверсии в агроэкосистеме, что позволяет полнее удовлетворять возрастающие потребности человека не только в продуктах питания, но и в создании экологически безопасных условий проживания. Если предположить, что мы будем выращивать грибы, то КПД компоста по выходу грибов составит 70 %, или 700 кг свежих грибов (в пересчете на 1 тонну соломы). Кроме этого, мы получим около 2 тонн отработанного субстрата (содержащего до 35-40 % грибного белка, 50-55 % декстрин-гемицеллюлозной массы и до 10 % минеральных солей), который можно использовать на производство кормов для животных (по данным ВИЖ, г. Подольск).

Ключевые слова: сельскохозяйственные отходы, промышленное грибоводство, биоэнергетический потенциал.

IMPROVING BIOENERGY POTENTIAL AGROECOSYSTEMS DUE TO UTILIZATION OF AGRICULTURAL WASTES BASED ON MUSHROOM PRODUCTION

Mikhalev E.V., Gorbunov B.I.

During the evolutionary process of function of living systems were distributed in such a way that the energy stored in fat, can best be disposed of fungi, including edible.Therefore, the inclusion of the sector mushroom production in the structure of the agricultural sector will significantly increase the value of the coefficient of bioconversion of PV in agro-ecosystems.Effective utilization of virtually unused resources, represented non-grain part of crops and wastes of animal are additional reserve for increasing the coefficient of bioconversion in agro-ecosystem, which allows to better meet the growing needs of man, not only in food but also in the creation of environmentally safe living conditions.Assuming that we grow mushrooms, the efficiency of the compost by output of fungi will be 70 % or 700 kg of fresh mushrooms (based on 1 ton of straw). Furthermore, we obtain about 2 tons of spent substrate (containing up to 35-40 % of the fungal protein, 50-55 % hemicellulose dextrin and 10 mass % of mineral salts) which can be used for the production of animal feed (according VIZH Podolsk).

Keywords: agricultural waste, industrial mushroom production, bioenergy potential.

В условиях рыночных отношений многие сельскохозяйственные предприятия, особенно не имеющие под собой достаточной технологической базы довольно часто они вынуждены работать в условиях жесткого лимита на ресурсы и энергию. Неуклонное повышение стоимости энергоносителей требует пересмотра традиционного подхода к организации аграрного производства и разработки альтернативной концепции хозяйствования на принципах ресурсо- и энергосбережения. Следовательно, в условиях нарастающего дефицита ресурсов и экологической нестабильности необходимы принципиально новые технологические подходы для эффективного ведения аграрного производства. Современное состояние экономики не всегда позволяет рассчитывать на государственную поддержку производства при освоении новых технологий. В связи с этим, одним из эффективных вариантов модернизации существующих производств остается внедрение адаптивной интенсификации технологических про-

цессов, базирующейся на комплексном использовании всех имеющихся техногенных ресурсов. При проведении адаптивной интенсификации должны соблюдаться следующие требования:

- максимальное использование генетического потенциала растений и животных, находящихся в агроэкосистеме;
- максимальный учет природно-климатических ресурсов;
- получение конкурентоспособной продукции с минимальными энерго- и ресурсозатратами;
- поддержание экологического равновесия окружающей среды.

При определении приоритета указанных требований, их необходимо увязывать с требованиями рыночной экономики и законодательства об охране окружающей среды.

В настоящее время модернизация производства в сторону создания адаптивных технологий в системе АПК без мощной государственной поддержки и адресных инвестиций при существующих ресурсах практически обречена на неуспех. Однако в условиях России помимо финансового фактора есть ещё море незадействованных ресурсов, реализация которых может дать агропредприятиям возможность значительно повысить рентабельность своих производств, в частности за счет эффективного и комплексного использования всех биологических отходов сельскохозяйственного производства. Одним из перспективных путей в этом направлении является повсеместная организация в системе АПК отрасли промышленного грибоводства, которое утилизируя практически все сельскохозяйственные отходы, само по своей природе может являться примером безотходного производства.

Мировой опыт показывает, что промышленное грибоводство в настоящее время является ещё не достаточно востребованной отраслью народного хозяйства, особенно в России. Существующая практика, однако, показывает, что культивирование грибов на промышленной основе помогает частично решать продовольственную проблему, в том числе проблему пищевого белка, и при этом оно одновременно также позволяет эффективно решать вопросы утилизации биологических отходов сельскохозяйственного производства без какого-либо экологического ущерба окружающей среде.

Сельскохозяйственное производство по своей сути является «антиэкологическим», так как замена естественных экосистем на агроэкосистемы приводит к резкому разрушению информационно-энергетических связей в окружающей среде. В результате этого биоэнергетический потенциал «окультуренных ландшафтов» будет всегда на несколько порядков ниже, чем в «дикой» природе. Это выражается, в частности, постоянным уменьшением выхода продукции с единицы площади или, по-другому говоря, начинает неумолимо срабатывать так называемый Закон убывающего плодородия.

С другой стороны, из-за выборочного изъятия продукции с уровня продуцентов, а также с уровня консументов 1-ого порядка, происходит значительное накопление органических отходов, использование которых по ряду причин в настоящее время пока неэффективно. Они в основном подлежат лишь утилизации с целью избежать ещё бóльших экологических проблем. Особенно интенсивно эти отходы образуются в условиях «агрессивного» техногенеза, когда происходит укрупнение и интенсификация производства на фоне образования агрохолдингов. Следовательно, доля энергии, которая изымается из агроценозов на нужды человека, находится на низком уровне.

Энергетический потенциал отходов агробизнеса зачастую в несколько раз превышает общий запас энергии, накопленной в используемой части биомассы сельхозпродукции. Попытки увеличить эту долю без ущерба для окружающей среды являются по большей части контрпродуктивными. Так, любое дополнительное вмешательство в сложившуюся структуру потоков энергии (через внесение минеральных удобрений, через химическую защиту растений, через увеличение энергообеспеченности и прочие элементы техногенеза) приводят, в конечном счете, к деградации агроэкосистемы с последующим разрушением существующей естественной матрицы распределения энергетических потоков. Поэтому одной из перспективных задач, стоящих перед сельским хозяйством, является увеличение объёмов выхода полезной продукции с единицы площади при одновременном прямом снижении техногенного прессинга на окружающую среду. При этом надо также будет учитывать и сезонные флуктуации климатических факторов, которые могут существенным образом влиять на изменение продуктивности агроэкосистемы в целом. Для более полной и достоверной оценки эффек-

тивности сельскохозяйственного производства и, соответственно, для динамической оценки функционирования агропредприятий предлагается применять не только абсолютный критерий эффективности их деятельности (в виде урожайности или продуктивности), но также не менее важный критерий в виде коэффициента биоконверсии. Коэффициент биоконверсии позволяет рассматривать эффективность функционирования агропромышленного комплекса (АПК) по хозяйственной утилизации потоков энергии, проходящих в динамике через пирамиду агроэкосистемы. В свою очередь эта информация позволит оптимизировать техногенное воздействие на агроценозы, при этом минимизируя само это воздействие на землю, в результате чего создается возможность увеличения продуктивной доли энергии, изымаемой из агроэкосистемы без каких-либо отрицательных последствий для неё.

Поиск путей оптимального функционирования естественного механизма «круговорота веществ и энергии» в условиях агроэкосистемы основан на использовании негэнтропийного характера существования отдельных организмов, как находящихся в ней, так и в целом всей системы (1):

$$\boldsymbol{\eta}\ \mathbf{(t, i) = } f\ \mathbf{[S_{нег}\ t, í]}\ , \qquad (1)$$

где: $\mathbf{S_{нег}\ (t, í)\ \sim\ I\ (t, í)}$ **–** негэнтропия агроэкосистемы, характеризующая информационное содержание по адаптации организмов к изменению экзо- и эндогенных факторов;

í – многообразие видов организмов, вводимых человеком в агроэкосистему;

t – время.

Коэффициент биоконверсии фотосинтетической эффективной энергии (ФЭЭ) в обменную энергию *продукции растениеводства* (в пересчете на единицу площади) можно представить следующим образом (2):

$$\boldsymbol{\eta\ пр} = \frac{\text{ОЭр}}{\text{ФЭЭ}}\ , \qquad (2)$$

где: ОЭр – содержание обменной энергии в продуктах растениеводства, дж;

ФЭЭ – фотосинтетическая эффективная энергия за период вегетации (от весенней до осенней даты перехода через $\mathbf{t = +5^oC}$), дж;

$$\mathbf{ФЭЭ} = 0{,}2 \times Q \times S\ , \qquad (3)$$

где: Q – плотность суммарной радиации, дж/га;

S – площадь агроценоза, га.

Современные способы расчета пока, к сожалению, не дают возможности охватить всю глубину трансформации потоков энергии в агроэкосистеме. В данном случае здесь не учитывается то, что часть продукции растениеводства, идущая на цели кормопроизводства, является промежуточным звеном передачи энергии с одного уровня на другой при получении продукции животноводства. Следовательно, коэффициент биоконверсии фотосинтетической эффективной энергии (ФЭЭ) в обменную энергию *продукции растениеводства* должен включать в себя и обменную энергию *продукции животноводства,* то есть коэффициент биоконверсии ФЭЭ в агроэкосистемах можно представить следующим образом (4):

$$\boldsymbol{\eta}\ \text{АПК} = \frac{\mathbf{ОЭпп}}{\mathbf{ФЭЭ}}\ \mathbf{,} \qquad (4)$$

где: - содержание обменной энергии в *пищевых продуктах* растительного и животного происхождения (**ОЭпп = ОЭр + ОЭж**).

Таким образом, использование ФЭЭ в системе агропромышленного комплекса в среднем можно было бы оценивать по формуле:

$$\boldsymbol{\eta}\ \text{АПК} = \frac{\mathbf{ОЭр + ОЭж}}{\mathbf{ФЭЭ}}\ \mathbf{,} \qquad (5)$$

Тем не менее, и в данной оценке есть некоторая недосказанность, так как здесь не учитывается весь объём обменной энергии, накопленной в неиспользуемой части продукци-

онного потенциала агроэкосистемы, и которую принято повсеместно называть «отходами сельскохозяйственного производства». Так отходы растениеводства (или побочная продукция растениеводства), а именно солома зерновых культур, и особенно солома озимых, характеризуется очень низкой концентрацией свободной энергии, доступной для консументов 1-ого порядка. По этой причине в настоящее время солома практически не используется для удовлетворения энергетической потребности человека через существующие в агроэкосистемах технологические цепочки. При этом следует отметить, что общий запас энергии, накопленный в соломе, в среднем в 1,5-2 раза превышает запас энергии, накопленный в зерне, так как отношение зерновой части урожая к соломистой её части составляет 1: 1,5-2. Включение данной субстанции в режим активного использования (к примеру, за счет повсеместного внедрения промышленного грибоводства) даст возможность увеличить биоэнергетический потенциал агросистемы без дополнительных существенных техногенных воздействий в системе АПК.

Побочная продукция животноводства, включающая помет животных и отходы перерабатывающей промышленности, также характеризуется очень низкой концентрацией свободной энергии, доступной в дальнейшем для эффективного её использования в системе АПК. По этой причине в настоящее время навоз практически не используется через существующие в агроэкосистемах технологические цепочки. Как правило, сейчас навоз рекомендуется утилизировать в основном в качестве органического удобрения, что в целом приводит к неоправданно огромным потерям обменной энергии, находящейся в отходах животноводства. Следует отметить, что общий запас обменной энергии, аккумулированный в «полезной» продукции животноводства, в несколько раз меньше общего запаса энергии, содержащейся в навозе. Поэтому включение навоза в режим активного использования (к примеру, за счет повсеместного внедрения компостных предприятий в системе промышленного грибоводства) также даст возможность увеличить эффективный биоэнергетический потенциал агроэкосистемы без дополнительных существенных техногенных вливаний в систему АПК (6).

$$\text{ή АПК} = \frac{\hat{I}\acute{Y}\eth \;+\hat{I}\acute{Y}æ \;+\hat{I}\acute{Y}ã}{\hat{O}\acute{Y}\acute{Y}}\;, \qquad (6)$$

где: ОЭр – содержание обменной энергии в продуктах растениеводства, дж;

ОЭж – содержание обменной энергии в продуктах животноводства, дж;

ОЭг – содержание обменной энергии в продуктах грибоводства, дж;

Запас обменной энергии в продуктах грибоводства формируется на основе трансформации общей энергии, запасенной в соломе и в помете, в обменную. Поэтому коэффициент биоконверсии в промышленном грибоводстве будет выглядеть как соотношение обменной энергии в грибных продуктах к суммарной обменной энергии, находящейся в побочной продукции растениеводства и животноводства (7).

$$\eta\ \text{пг} = \frac{\mathbf{ОЭг}}{\mathbf{ОЭппр + ОЭппж}}\;, \qquad (7)$$

где: ОЭп.п.р. – содержание обменной энергии в побочной продукции растениеводства, дж;

ОЭп.п.ж. – содержание обменной энергии в побочной продукции животноводства, дж;

ОЭг – содержание обменной энергии в продуктах грибоводства, дж;

Побочная продукция промышленного грибоводства, а именно отработанный субстрат, хотя и характеризуется относительно невысокой концентрацией свободной энергии, однако она максимально доступна для консументов 1-ого порядка. На этом основании отработанный грибной субстрат можно эффективно использовать в качестве дополнительного корма для животных. Пока же в настоящее время грибной субстрат практически не используется для удовлетворения энергетической потребности животных через существующие в агроэкосистемах технологические цепочки. При этом следует отметить, что общий запас энергии, накопленный в отработанном грибном субстрате, в среднем в 3 раза превышает запас энергии, накопленный в грибах, так как отношение урожая грибов к отработанному субстрату составляет 1: 3. Поэтому включение указанной субстанции в режим активного использования (к

примеру, в качестве ***корма*** для домашних животных) даст возможность увеличить биоэнергетический потенциал агроэкосистемы по максимуму без каких-либо существенных техногенных возмущений в структуре АПК (8).

$$\text{ή АПК макс.} = \frac{\text{ОЭр} + \text{ОЭж} + \text{ОЭг} + \text{ОЭк}}{\text{ФЭЭ}}, \qquad (8)$$

где: ОЭр – содержание обменной энергии в продукции растениеводства, дж;
ОЭж – содержание обменной энергии в продукции животноводства, дж;
ОЭг – содержание обменной энергии в продуктах грибоводства, дж;
ОЭк – содержание обменной энергии в отработанном субстрате, используемом на кормовые цели, дж.

Для подтверждения справедливости наших суждений можно привести схему эффективной утилизации отходов сельскохозяйственного производства, где учтены все ранее неиспользуемые потоки энергии в агроэкосистеме (рисунок1).

Рисунок – Схема глубокой переработки отходов сельскохозяйственного производства на основе технологий промышленного грибоводства

Представленную схему по глубокой переработке сельскохозяйственных отходов следует подкрепить следующим расчетом:

Примерный расчёт эффективности утилизации отходов

***1. Базовые затраты, всего*: 1000 рублей**

в том числе: - куриный помёт - **1** т (*по 100 руб./т*);
- солома –**1** т;
- ингредиенты (премиксы), включая 5 т воды)

Итого (исходная масса при компостировании): - 7 тонн

2. Текущие затраты на компостирование: **500 рублей**
(обслуживание 1-й тонны куриного помёта составит не менее 50 % от базовых затрат)

***3. Всего затрат (*п.1 + п.2 + 20 % начислений):* **1650 рублей**

4. Общая продолжительность цикла компостирования: 5 - 6 недель

5. Общие потери массы при компостировании: **30 %**

6. Удельный выход готового компоста «Гриком»: **5 тонн**

***7. Ожидаемая себестоимость готового компоста* 330 руб./т**
(п.3 : п.6)

***8. Цена реализации готового компоста* 1320 руб./т**
(стоимость синтетического перепревшего конского навоза для пользования при внутренних перерасчётах)

***9. Чистый доход* 990 руб./т**
(п.8 – п.7)

***10. Рентабельность* 300 %**
(п.9 : п.7 ×100 %)

Расчётная выручка при чётко отлаженной схеме утилизации и переработки соломы и куриного помёта (через производство компоста «Гриком») в среднем может составить величину, равную годовому доходу (при утилизации к примеру, 200 тыс. тонн куриного помета:

Годовой доход = В. к.п. × К.тр. × Ц

где: *В.к.п. – выход куриного помёта за год;*
К.тр. – коэффициент трансформации куриного помёта через *термодинамическую бифуркацию в компост «Гриком»;*
Ц – цена реализации готового компоста потребителю.

Отсюда, только ожидаемый годовой доход при утилизации куриного помёта по предложенному варианту переработки составит:

Годовой доход =200.000 тк.п.**× 5 т**ком./**т**к.п.**× 1320 руб./т**ком.**= 1320 млн. руб.**

УДК 631.862.2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖИДКОЙ ФРАКЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ МЯСОКОМБИНАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ

Змеева Ольга Николаевна, *ГНУ «Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии», **Россия**. Г. Томск, olyazmeewa@yandex.ru*

Проскурина Людмила Дмитриевна, *ГНУ «Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии», **Россия**, г. Томск*

Снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду является актуальной проблемой современной науки и практики. Без решения задач по утилизации органических отходов невозможно справиться с ухудшающейся экологической обстановкой. Современные приемы биотехнологии позволяют перерабатывать органические отходы, получая новые виды продукции и экологически чистые высокоэффективные органические удобрения.

Ключевые слова: переработка, органические отходы, экологическая безопасность, урожайность.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE LIQUID FRACTION OF ORGANIC WASTES OF MEAT ON WHEAT YIELD

Zmeeva O.N., Proskurina L.D.

Resume: Reduction of anthropogenic load on the environment is an actual problem of modern science and practice. Without solving problems of recycling of organic waste, it is impossible to cope with deteriorating environmental conditions. The techniques of modern biotechnology allows for the processing of organic waste, getting new products and environmentally friendly high efficient organic fertilizer.

Key words: recycling, organic waste, ecologic safety, crop yield.

Возрастающая активность современного человека является на данном этапе одним из главных факторов влияющим на экологическую обстановку окружающей среды. Нарушение целостности природных сообществ и возникновение изменений параметров и свойств окружающей среды в целом негативно сказывается на любом живом организме. Главным аспектом постоянно возрастающего антропогенного давления являются увеличение объёма промышленных выбросов и отходов [2].

Отходы, особенно органические, выбрасываемые во внешнюю среду, оказывают на неё разностороннее отрицательное воздействие. Особую группу в составе органических отходов занимают отходы предприятий пищевой промышленности, вино - водочной, мясоперерабатывающего производства, отходы производства сыроварения, утилизация которых целесообразна с экологической точки зрения. Эти отходы являются дешёвой сырьевой базой для биотехнологии [1,7,3,4,5].

В настоящее время широко используются: сжигание, прессование, аэробная ферментация и др. Каждый конкретный метод имеет свои достоинства и недостатки и может быть применён в зависимости от местных условий, которые определяют целесообразность его применения [1,7,8,9].

Использование в растениеводстве биошлама полученного в результате биотермической переработки органических отходов требует детального изучения биологических процессов влияния, как на почву, так и на качество сельхоз продукции. Получаемая сельхоз продукция должна быть безвредной и экологически безопасной [6,10].

Объектом исследований явилась технологическая аммиачная вода – «Атолл», полученная на установке фирмы ООО Научно – производственное предприятие «Джеос», при переработке органических отходов мясокомбината г.Томска.

Опыты по изучению влияния препарата на растения, проводились на научно – исследовательском стационаре СибНИИСХиТ «Лучаново» Томского района. Исследуемая культура – яровая пшеница, сорт «Новосибирская -15». Свойства почвы имели следующие показатели: содержание гумуса 5,3–6,0 %; $pH_{сол.}$ – 5,0, содержание подвижного фосфора 17,8 мг/100г почвы и подвижного калия 8,0 мг/100г почвы.

Схема полевых опытов включала контроль (без обработки) и варианты обработки семян с разной концентрацией исходного препарата «Атолл» и модифицированного препарата «Атолл». Концентрации исходного препарата «Атолл» - разбавление 1:1000; 1:900; 1: 800, модифицированного 1:100; 1:50; 1: 10, также в обоих опытах по одному варианту проводили обработку вегетирующих растений исходным препаратом «Атолл» и модифицированным препаратом. Обработка семян проводилась непосредственно перед посевом пшеницы, обработка вегетирующих растений проводилась в фазу полного кущения. Закладка опытов проведена по методике Б.А. Доспехова. Повторность опытов 3–кратная, размещение делянок систематическое, площадь делянки 22,5м^2, площадь учетных площадок 1м^2 на каждую делянку. Учет урожайности проводился прямым комбайнированием с приведением к 100 % чистоте и 14 % влажности. Определение наличия тяжелых металлов проводили с помощью атомно-эмиссионного спектрометра Agilent 4100. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с помощью пакета прикладных программ Snedekor.

Агрометеоусловия в 2013г. значительно отличались от нормы и были неблагоприятны для роста и развития сельскохозяйственных культур. Вегетационный период характеризовался, как умерено влажный, умеренно прохладный (ГТК – 1,33).

В результате проведенных исследований было получено достоверное повышение урожайности пшеницы при применении исходного препарата «Атолл» (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние исходного препарата «Атолл» на урожайность пшеницы

	Урожайность, ц/га			
	Повторности			средние
1. Контроль	7,3	8,4	8,7	8,1
2.Обработка вегетирующих растений исходным препаратом «Атолл»	11,4	8,8	10,4	10,2
3. Обработка семян исходным препаратом «Атолл» 1:1000	10,5	7,8	9,8	9,4
4. Обработка семян исходным препаратом «Атолл» 1:900	11,4	7,9	10,7	10,0
5. Обработка семян исходным препаратом «Атолл» 1:800	10,3	7,2	10,6	9,4

*Примечание.** $НСР_{0,5}$ – 2,7; различия с контролем достоверны при $P \leq 0,05$

Анализ учета урожайности показал, что существенное повышение урожайности пшеницы по отношению к контролю, получено на вариантах с обработкой вегетирующих растений исходным препаратом «Атолл» – 2,1ц/га и обработка семян исходным препаратом «Атолл» в концентрации 1: 900 – 1,9 ц/га. На вариантах с обработкой семян исходным препаратом в концентрациях 1:1000 и 1: 800 повышение урожайности составило 1,3ц/га.

Учет урожайности пшеницы при обработке семян и вегетирующих растений модифицированным препаратом «Атолл» наблюдалось снижение урожайности по всем вариантам по отношению к контролю (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние модифицированного препарата «Атолл» на урожайность пшеницы

	Урожайность, ц/га			
	Повторности			средние
1. Контроль	14,1	11,6	10,0	11,9
2.Обработка вегетирующих растений модифицированным препаратом «Атолл»	13,1	11,2	9,1	11,1
3. Обработка семян модифицированным препаратом «Атолл» 1:100	11,0	9,7	12,8	11,2
4. Обработка семян модифицированным препаратом «Атолл» 1:50	9,1	9,4	12,6	10,3
5. Обработка семян модифицированным препаратом «Атолл» 1:10	10,3	9,9	13,9	11,4

*Примечание.** $НСР_{0,5}$ – 3,6 ; различия с контролем достоверны при $P \leq 0,05$

Снижение урожайности составило: при обработке семян в концентрациях 1:100–07ц/га; 1: 50–1,5 ц/га; 1: 10–0,5ц/га, при обработке вегетирующих растений – 0,8ц/га.

Из литературных источников нам известно, что при термическом обезвреживании органических отходов образуются диоксид углерода, пары воды, оксиды азота и серы, аэрозоль, оксид углерода, бензопирен, диоксины и зола, имеющая в своем составе неподвижную форму тяжелых металлов [5].

Нами были проведены анализы на наличие тяжелых металлов в зерне пшеницы. Проверка зерна на содержание тяжелых металлов показала, что содержание Cd (кадмия) и Pb (свинца) по всем вариантам обработки как исходным препаратом «Атолл» так и модифицированным препаратом «Атолл» составляет < 0,01мг/кг. Содержание Cu (меди) увеличилось с 2,05мг/кг в контроле до3,4мг/кг в опыте при обработке исходным препаратом «Атолл» и до 3,1мг/кг в опыте при обработке модифицированным препаратом «Атолл». Содержание Zn (цинка) увеличилось с 17,93мг/кг в контроле до 20,13мг/кг в опыте при обработке модифицированным препаратом «Атолл».

Таким образом, в результате исследований выявлено, что применение исходного препарата «Атолл» повысило урожайность яровой пшеницы на 16-25,9 % и также существенно повысило содержание тяжелых металлов в зерне пшеницы: Cu на 51–66 % по всем вариантам обработки как исходным препаратом «Атолл» так и модифицированным препаратом «Атолл», содержание Zn увеличилось на 12,3 % при обработке модифицированным препаратом «Атолл».

ЛИТЕРАТУРА

1. Гринин А. С., Новиков В. Н. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
2. Денисенко А.Н., Максимюк Н.Н. Использование методов биотехнологии при переработке органических отходов // Молодой ученый. – 2014. – № 9. – С. 81-84.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
4. Зинина О.В., Ребезов М. Б., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф., Использование вторичных сырьевых ресурсов на мясоперерабатывающих предприятиях. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2010. – 103 с.
5. Зинина О.В., Ребезов М.Б., Соловьева А.А. Биотехнологическая обработка мясного сырья. В.Новгород: Новгородский технопарк, 2013. – 272 с.
6. Лысенко В.П. Экологические проблемы птицефабрик России и роль биотехнологии в переработке органических отходов. // Доклад от 16. 08.2008.
7. Максимюк Н.Н. Пути решения проблемы переработки белоксодержащих отходов животного происхождения. Агро XXI. – 2006. – № 1–3. – С. 44–45.
8. Ребезов М.Б., Карпова Г.В., Зайнутдинов Р. Р. Анализ технологических моделей производства дрожжей. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2. – № 2. – С. 4–8.
9. Скорик Ю.И., Флоринская Т. М., Бабаев А.С. Отходы большого города: как их собирают, удаляют и перерабатывают. СПб: НИИХ СПбГУ, 1998. – 40 с.
10. Уразаев Н.А., Вакулин А.А., Никитина А.В. Сельскохозяйственная экология – М.: Колос, 2000. – 304 с.

УДК 662.998

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЛЬНОПЕРЕРАБОТКИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Смирнова Ольга Евгеньевна, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно–строительный университет (Сибстрин)», **Россия**, г. Новосибирск, smirnova.olj@yandex.ru*

Рассмотрена возможность использования костры льна для получения теплоизоляционных материалов на основе органоминеральных связующих, газобетона неавтоклавного твердения и гранулированных материалов. Приведены данные по свойствам органического заполнителя – костры льна, физико–механические свойства материалов.

Ключевые слова: костра льна, свойства, строительство, материал, экология.

USE OF WASTES PROCESSING OF FLAX IN CONSTRUCTION INDUSTRY

Smirnova O.E.

The possibility of using fires flax for insulating materials based on organic binders, non–autoclaved aerated concrete curing and granular materials. The data on the properties of the organic filler – fires flax, physico–mechanical properties of materials.

Keywords: fire flax, properties, construction, material, environment

Использование вторичных ресурсов при производстве строительных материалов является значительным резервом повышения эффективности строительства. Среди таких ресурсов можно выделить отходы сельскохозяйственного производства: костры льна, конопли, джута, кенафа, стебли хлопчатника, рисовой соломы и т.д.

Костра льна является многотоннажным отходом предприятий льнопереработки. По статистическим данным ежегодно на таких предприятиях в РФ образуется до 500 тыс. т. отходов в виде костры, которые в настоящее время целенаправленно практически не используются и вывозятся в отвал [6]. Между тем предприятия по производству строительных материалов и изделий могут быть потенциальными потребителями этого вида органического сырья.

Производство льняного волокна в Сибири составляет около 20 % от общероссийских показателей, что примерно равно 86 тыс.т. в год. На территории Новосибирской области льнозаводы, производящих переработку льна, расположены в Тогучинском, Маслянинском и Искитимском районах, причем из каждой тонны переработанного льна получается 0,5–0,6 т. костры, в результате образуется до 40 тыс. т. костры льна в год. Значительный объем выхода и специфические свойства костры льна позволяют ориентировать ее использование для производства теплоизоляционных изделий.

Применение растительных отходов при изготовлении строительных материалов известно давно. Первая установка для производства плит из льняных частиц была выпущена в Бельгии в 1947 году на заводе фирмы «Линекс», которая в сотрудничестве с немецкой фирмой «Зимпелькам» поставила оборудование для шести заводов Бельгии, Франции, Голландии, а также в Польшу, где в 1950 году был налажен выпуск плит из костры льна [2].

В качестве связующего применялись составы на основе мочевино–формальдегидных смол. В 1957 году плиты из костры изготавливались уже на 15 предприятиях Европы. Такой рост производства объясняется использованием в качестве сырья дешевых отходов льнопереработки [9].

Используя метод горячего прессования, предприятия стали выпускать как однослойные, так и трехслойные плиты различной толщины плотностью от 500 до 750 кг/м^3. Однако различные примеси (пыль 3–8 %, корни 9–16 %, очесы 2,5–5 %, семена 0,5–1,5 %) отрицательно влияли на прочность плит [5].

В России производство волокнистых строительных материалов растительного происхождения получило развитие в начале 20–го века.

В 1928—1932 гг. возникло много производств новых для того времени теплоизоляционных материалов: страмита, камышита, пробковых материалов, магнезиального фибролита, торфоизоляционных плит и др.

Наиболее значительные работы в нашей стране по получению изделий из костры льна «мокрым» способом были выполнены в 1952–1953 гг. А.Н. Отливанчиком, В.Ф. Жигалковичем и др. в институте строительных материалов и химии Академии Наук Белоруссии и во ВНИИНСМе. Ими были получены в лабораторных условиях теплоизоляционные плиты плотностью от 400 кг/м^3 до 450 кг/м^3 [7,8].

В настоящее время производство теплоизоляционных материалов на основе растительных отходов продолжает развиваться. Так, в Финляндии растительные отходы широко используются для производства сыпучих и плитных материалов. В Швеции в качестве сырья для производства материалов, используемых в виде основания под полимерные покрытия полов, применяется макулатура. В Германии запатентована технология получения материала на основе опилок и соломы который используется взамен стекловаты, пеностекла, газобетона, пенополиуретана. Фирменное название материала – STEICO, он представлен в широком ассортименте (Unterdach, Therm, Boden) и предназначен для устройства изоляции покрытий, перекрытий, стен и других частей зданий. [4]. В Австрии разработан технологический процесс, который обеспечивает переработку различных видов растительных отходов, смешанных с синтетическим связующим, в трубы, балки и другие профили методом периодического прессования или экструзии. Изделия поддаются механической обработке и окрашиванию, что улучшает их внешний вид.

В Бельгии на основе отходов бумажной промышленности и полимерных связующих производят отделочные строительные панели толщиной до 40мм, склеивая и спрессовывая при этом несколько слоев. В Дании запатентован способ получения широкой номенклатуры композиционных материалов, содержащих шерстяное волокно и полимерные связующие. В Японии, применяя термопластичные полимеры в качестве связующего, а в качестве наполнителя растительные отходы (рисовая лузга, тарный картон), получают листы шириной 1000 мм и толщиной 1,5–3,5мм, из которых методом вакуум–прессования затем производят изделия объемной формы [10].

В нашей стране в связи с возросшей удельной потребностью в теплоизоляционных материалах (на 1 м^3 объема здания или на 1 м^2 его полезной площади) объем производства теплоизоляционных арболитов и им подобных материалов с применением наполнителей растительного происхождения необходимо увеличивать [11].

Костра льна является побочным продуктом от переработки льна и одним из распространенных сельскохозяйственных отходов. Стебли льна при выделении волокна в процессах мятья и трепания разрушаются, а отпадающие одревеснелые части образуют кострy. Размеры этих частиц колеблются от 1 до 10 мм по длине, толщина в пределах 0,3…1,5 мм. Костра льна состоит из волокон длиной до 50 мм, шириной до 3 и толщиной до 0,3 мм, содержит целлюлозу (77,4 %), гемицеллюлозу (16,2 %), водорастворимые вещества (3,4 %), смолы (19 %), жиры и воск. Ее насыпная плотность – 110–120 кг/м^3, влажность – 15–20 %, водопоглощение 220–240 % (по массе), температура возгорания – 210–220^{0}С [6].

В рамках исследования, был изучен вещественный состав исходного компонента – костры льна, с помощью инфракрасной спектроскопии на ИК–спектрометре «Scimitar FTS 2000» (рисунок 1). Для исследования ИК спектров костры льна готовились твердые образцы методом прессования таблеток с KBr. Костра льна предварительно высушивалась при температуре 50^{0}С и растиралась в агатовой ступке. Количество исходного вещества 1 мг на 6 KBr. Далее приготавливалась таблетка, и записывался спектр вещества.

ИК спектр костры льна показывает основные колебания в области 3500–2800 см$^{-1}$ и 1750–1050 см$^{-1}$. Широкой и сильной является полоса поглощения в области 3500–3100 см$^{-1}$ с максимумом при $\approx$3412 см$^{-1}$, которая связана с валентными колебаниями различного типа гидроксильных групп. Полосы в области 3000–2800 см$^{-1}$ относятся к валентным колебаниям ν(CH) метильных и метиленовых групп, деформационные колебания этих

групп расположены в интервале 1460–1360 см$^{-1}$. Полоса 1923 см$^{-1}$ характерна для колебаний метоксилов, связанных с ароматическим ядром и валентными колебаниями СН в CH_2 и CH_3 группах. Полоса 1852см$^{-1}$ соответствует валентным колебаниям С–Н связей в метоксильных группах.

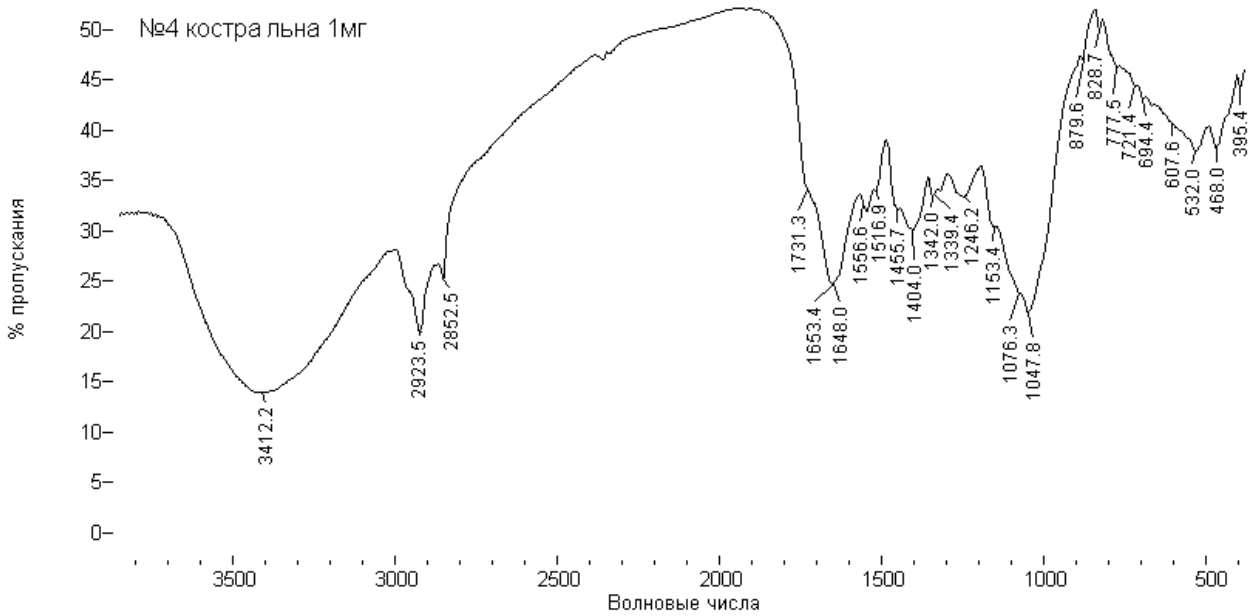


Рисунок 1 – ИК спектр костры льна

На присутствие лигнина указывают интенсивные полосы поглощения при 1653 см$^{-1}$ с перегибом ≈1730–1710 см$^{-1}$, а также полосы в области 1540–1510 см$^{-1}$, характерные для колебаний колец. В области 1250–1050 см$^{-1}$ наблюдается интенсивная структурированная полоса (max 1048 см$^{-1}$). Здесь проявляются деформационные колебания δ (OH) и (C–O) групп, а также валентные колебания ν (C–OH) групп, полосы поглощения которых перекрываются. Гидроксильные группы вызывают фоновое поглощение в интервале 700–500 см$^{-1}$.

Костра льна, как и любой другой растительный материал, состоит из двух основных компонентов – органического и неорганического. Органический состав костры льна, мас. %: целлюлоза – 38; лигнин –46; гемицеллюлоза –10,5; жиры, воск – 4,8; водорастворимые вещества – 0,7.

Количество золы в разных частях одного и того же растения различно и зависит от степени зрелости. Содержание чистой золы в льняной костре 1,8 %. По химическому составу зольная часть (%) включает следующие соединения: P_3O_4 – 5,5; K_2O – 7,2; CaO –27,2; MgO – 2,3; Mn_2O_3 –0,4; SiO_2 –13,6; SO_3 –32,6; $Fe_3O_4 + Al_3O_3$ –10,0; Cl –0,1.

Целлюлоза и лигнин, составляющие основную массу клеточных оболочек костры льна и определяющие их механическую прочность, являются достаточно стойкими веществами и вредного влияния на процесс твердения связующего не оказывают. Гемицеллюлозная часть костры представляет собой сложные органические вещества (полисахариды), способные в щелочной среде (которой является цементный раствор, покрывающий органический заполнитель) гидролизоваться и переходить в водорастворимые сахара. Водорастворимые сахара являются «цементным ядом», т.е. веществами, препятствующими твердению клинкерных минералов. Однако содержание гемицеллюлозы в костре льна не велико (до 11 %).

Простейшие водорастворимые сахара (сахароза, глюкоза, фруктоза) содержатся в костре льна в небольшом количестве (0,2...0,9 % от ее массы). Благодаря малому размеру молекул, порядка 1 мкм, водорастворимые сахара легко вымываются из нее раствором «минерализатора».

Костра льна имеет насыпную плотность – 110…120 кг/м^3, влажность –15...20 %, гигроскопичность –24..26 %. Температура возгорания равна 210...220°С, теплопроводность в сухом состоянии – 0,037...0,041 Вт/(м°С). Костра льна в отвалах обладает влажностью 12–30 %.

При комнатной температуре в течение 3–5 суток происходит стабилизация влажности, по мере высыхания уменьшается ее насыпная плотность.

Гранулометрический состав устанавливался по показателям частных остатков на стандартных ситах, применяемых при анализе заполнителей бетонов (таблица 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав костры льна

Вид костры льна	Остаток на сите, %						
	Размер отверстий сит, мм						
	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Не подвергавшаяся дроблению	15,8	61,6	12,9	5,6	2,5	1,2	0,4
Дробленая на установке РМ 120	–	–	5,5	8,3	31,6	48,2	6,4

В валовой пробе костры льна превалируют частицы размером менее 5 мм. Крупноразмерных фракций более 10 мм содержится до 12–15 %. Для получения поризованных и гранулированных материалов с применением костры льна необходимо предусмотреть операцию измельчения и просева через сита с размером отверстий менее 2,5 мм. При изготовлении прессованных теплоизоляционных материалов и засыпок может использоваться костра льна валового гранулометрического состава [3].

Температура самовоспламенения костры льна составляет 425°С, температура воспламенения 210–220°С , температура тления 185–190°С [6]. Эти параметры необходимы при назначении режима тепловой обработки материалов на основе костры льна.

Для определения водородного показателя костры льна готовилась водная вытяжка при соотношении твердого компонента и дистиллированной воды 1:5 по массе. Водородный показатель костры льна определялся на приборе рН–340 и составляет 6,35 единиц.

Предлагается использовать кострy льна для получения теплоизоляционных материалов на основе органоминеральных связующих, газобетона неавтоклавного твердения и гранулированных материалов.

Для получения теплоизоляционных изделий использовалась исходная костра льна (фракции 2,5–5–10 мм), а также минеральные и органические связующие. В качестве минеральных связующих были применены портландцемент марки 400 и жидкое натриевое стекло. Это широко известные промышленные продукты. В качестве органических связующих использовались поливинилацетатная эмульсия (ПВА) и бутадиенстирольный латекс СКС–65–ГП. Костра льна в составах на основе цементного вяжущего, предварительно обрабатывались минерализатором – жидким стеклом или известковым тестом. Соотношение компонентов в данных составах взято в пропорции костра льна:портландцемент 1:0,75. Составы теплоизоляционного материала на основе костры льна фракций 10–5мм и 5–2,5мм были получены при варьировании соотношения органоминеральное связующее:костра льна в пределах (%, мас) 1,25:1–1:1,25, соотношение органической части к минеральной (0,15–0,35):(0,65–0,85). Предварительная обработка костры льна органоминеральным связующим на основе жидкого стекла и латекса позволила повысить прочность теплоизоляционных изделий за счет повышения адгезионной прочности между связующим веществом и растительным заполнителем кострой льна.

Разработан состав и технологические параметры получения газобетона неавтоклавного твердения, в котором в качестве заполнителя используется тонкомолотая костра льна (фракция 0,3–0,6 мм), в качестве вяжущего портландцемент марки 400. В состав газобетона входят следующие компоненты (%, мас): портландцемент – 27–35; костра льна – 22–25; кварцевый песок – 13–15; молотая известь – 2,7–3,3; алюминевая пудра – 0,043–0,05; вода – остальное. Получаемые газобетон имеет среднюю плотность 300–400 кг/м^3, прочность при сжатии 0,88–1,09 МПа, теплопроводность 0,074–0,085 Вт/(м^{0}С).

Исследована возможность получения из костры льна гранулированных заполнителей, используемых для засыпной теплоизоляции, а также в качестве крупного заполнителя для получения композиционных изделий на различных видах связующих [1]. В результате экспериментов определены параметры гранулирования костры льна, позволяющие получать кострогранулы на основе жидкого стекла с последующим покрытием портландцементом. Оптимальная влажность костросмеси при ее грануляции с максимальным выходом фракции 10–15 мм составляет 35–40 %, угол наклона тарели гранулятора 25–30^0, время гранулирования

5–7 мин. Гранулирование тонкомолотой костры льна с применением органических и минеральных вяжущих позволяет получать засыпной материал с насыпной плотностью 350–400 кг/м^3.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

– костра льна служит потенциальным и перспективным сырьем для производства теплоизоляционных изделий и засыпных материалов;

– костра льна в отличие от традиционно применяемого древесного сырья (опилок, дробленки, стружек) имеет следующие специфические свойства: низкую влажностную набухаемость, не превышающую 2 %, значительное содержание лигнина в органической части до 46 %;

– содержание легкогидролизуемой части (гемицеллюлозы) в костре значительно меньше, чем в древесине, поэтому применение костры в производстве плит с минеральными вяжущими, например, с цементом, вполне оправдано, при этом воздействие так называемых «цементных ядов» на процесс структурообразования материала существенно снижается, а физико–механические показатели изделий возрастают;

– выход фракции 5/2,5 мм у костры льна составляет около 62 %, что позволяет применять ее при производстве прессованных изделий без дополнительной обработки;

– на основе костры льна, возможно, получать различные по структуре составы – прессованные, пористые, гранулированные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернацкий А.Ф., Смирнова О.Е. Использование отходов льнопереработки для производства теплоизоляционных изделий // Изв. вузов. Строительство. –2007. – № 3. – С.42–46.

2. Вербестель Д., Корнблюм Г. Плиты из льняных частиц // Доклад № 416 на междунар.конф. по древесно–волокнистым и древесностружечным плитам в Женеве в 1957 г. перев. №7285/7 ВИНИТИ, 1960. – 38 с.

3. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий.– М.: Высш. школа, 1989. – 384 с.

4. Гуськов И.М Древесноволокнистые теплоизоляционные материалы «STEICO» (Германия) // Строительство и архитектура. ВНИИНТПИ. – 1998. – № 1. – С. 28–30.

5. Курдюмова В.М. Материалы и конструкции из отходов растительного сырья.– Фрунзе. Кыргызстан, 1990. – 110 с.

6. Наназашвили И.Н. Строительные материалы из древесноцементной композиции.– Л.: Стройиздат, 1990. – 415 с.

7. Отливанчик А.Н. Производство и применение древесностружечных плит. – М.: Госстройиздат, 1962. – 306 с.

8. Симонов В.И. Исследование технологии и свойств теплоизоляционных плит на основе костры льна (для облегчения покрытия животноводческих зданий): автореф. дисс. … канд. техн. наук. – Москва: Изд–во ПМЦ, 1975. – 32 с.

9. Танский В.В. Строительные материалы из костры.– М.:ВНИТЕСПРОМ, 1961. – 48 с.

10. Хавалджи Г.И. Специфика разработки простейших технологий производства ТИМ из растительных отходов и их применение в малоэтажном строительстве // Строительство и архитектура. ВНИИНТПИ. – 1999. – № 5. – С. 1–10.

11. Хозин В.Г., Шекуров В.Н., Петров А.Н. Комплексное использование растительного сырья при производстве строительных материалов // Строительные материалы.–1997. – № 2. С. 12–14.

УДК 582.282:579.663.114.547.917

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КОЖУРЫ ГРАНАТА (*PUNICA GRANATUM*)

Абылаева Бактыгул Акматалиевна, *кандидат биологических наук, Институт медицинских проблем Южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики,* ***Кыргызская Республика****, г. Ош, bakt70@mail.ru, impnankr@gmail.com*

Выделено пектиновое вещество из кожуры граната и изучены некоторые его физико–химические свойства.

Ключевые слова: водорастворимые полисахариды, пектиновое вещество, гемицеллюлоза, экстракция, хроматография, глюкоза, галактоза, арабиноза, галактуроновая кислота.

ISOLATION OF PECTIC SUBSTANCES FROM POMEGRANATE (*PUNICA GRANATUM*) PEEL AND STUDIES OF SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE PECTIC SUBSTANCES ISOLATED

Abylaeva B.A.

Pectic substances have been isolated from pomegranate peel and some of their physicochemical properties have been studied.

Keywords: water–soluble polysaccharides, pectic substance, hemicellulose, extraction, chromatography, glucose, galactose, arabinose, galacturonic acid.

Введение. На сегодняшний день одним из важнейших направлений повышения эффективности производства является создание малоотходных и безотходных технологий. Поэтому главной задачей является переработка и рациональное использование растительных и бытовых отходов, получение из них биологически активных полисахаридов, в том числе пектиновых веществ.

Пектиновые вещества имеют широкий спектр действия, обладая одновременно сорбентными свойствами для выведения экотоксикантов, радионуклидов, пестицидов и других ксенобиотиков. Из литературы [4,5,6,7,8] известно получение пектиновых веществ из отходов яблок, свеклы, тыквы, лимона, апельсина, моркови и др. Однако получение пектиновых веществ из кожуры граната в доступной нам литературе не встречается. Гранат (Punica granatum) испокон веков использовался населением Центральной Азии как лечебное сырье для лечения кишечных инфекций и для получения красильных веществ. Исследуемый нами гранат в основном выращивается на юге Кыргызстана.

Целью настоящей работы является выделение и изучение некоторых физико–химических свойств пектиновых веществ из кожуры граната.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования была кожура граната. Применяли методы последовательной (водной и кислой) экстракции**.**

Экспериментальная часть. После использования сока кожуру граната высушивали при комнатной температуре. Измельчали на шаровой мельнице до дисперсности в 1–3 мм. Для изучения компонентного состава полисахаридов в результате водно–кислой экстракции [1] были получены полисахаридные фракции: водорастворимый полисахарид (ВРПС) и пектиновые вещества (ПВ).

Выделение ВРПС. Для избавления от водорастворимых полисахаридов кожуру граната экстрагировали в дистиллированной воде в соотношении 1:4, кипятили 60 мин. на водяной бане.

Выделение ПВ. Остаток сырья экстрагировали 0,3 %–ным раствором щавелевой кислоты на водяной бане в течение 60 мин. Затем жмых растения еще раз экстрагировали 0,3 %–ным раствором Na_2HPO_4 на водяной бане в течение 60 мин. при температуре 70°С. I и II экс-

тракции соединяли, упаривали до половинного объема и осаждали этанолом. Осадок промывали ацетоном и сушили над P_2O_5.

Кислотный гидролиз ПВ. Пектиновое вещество подвергали гидролизу 2н H_2SO_4 на кипящей водяной бане в течение 7–12 ч. Гидролизат нейтрализовали карбонатом бария ($BaCO_3$) и после удаления бария фильтровали и упаривали в вакууме до получения сиропа. Продукт гидролиза исследовали методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на силуфоле ЧССР и бумажной хроматографии (БХ) [3] на бумаге Filtrak FN – 3 – 11 (Германия). Обнаружили галактозу, глюкозу, арабинозу, ксилозу и уроновые кислоты.

Для разделения углеводов хроматограмму помещали в камеру для нисходящей хроматографии. В работе применяли следующие системы растворителей: Н – бутанол – пиридин – вода (6 : 4 : 3); Н – бутанол – уксусная кислота – вода (6 : 4 : 3). Использован проявитель кислый анилин фталат.

Время экспозиции: 18–22 часа при комнатной температуре. По окончании пропускания растворителей хроматограммы высушивали на воздухе, затем проявляли раствором фталата анилина (1,66 г фталевой кислоты растворяли в 100 мл этанола и добавляли 0,92 мл свежеперегнанного анилина), протягивая хроматограмму в кювете через данный раствор. Затем хроматограмму высушивали при комнатной температуре и прогревали при 105°С в течение 5 минут. На месте пентоз в хроматограммах появлялись пятна зеленого цвета, присутствие гексоз сопровождалось появлением красно–коричневых пятен, а глюкуроновые кислоты и их производные образовывали пятна апельсинового цвета.

Определение массовой доли влаги (по методу Шелухиной Н.П.). 1,257 гр. взвешенной навески пектина помещали в бюкс и высушивали в сушильном шкафу при температуре 130°С в течение 40 мин. Массовую долю влаги пектина рассчитывали исходя из:

m_1 – масса бюкса с навеской до сушки = 24,7336 гр.;

m_2 – масса бюкса после сушки = 24,3514 гр.;

m_0 – масса пустого бюкса = 23,4758 гр.;

m (24,7336) – m_1 (23,4758) = 1,2578 гр. (масса пектиновых веществ);

m (24,7336) – m_2 (24,3514) = 0,3822 гр.;

1,2578 – 0,3822 = 0,8756 (влажность пектинового вещества).

Определение pH 1 %–ного раствора пектина. 1 гр. порошка пектина растворяли при перемешивании в 100 мл дистиллированной воды. Полученную смесь нагревали в течение 10–15 мин. при температуре от 50 до 60°С. В результате pH составила 4.3.

Определение вязкости ПВ. Для определения вязкости пектиновых веществ использовали вискозиметр диаметром 0,37 дм. Вязкость пектинового вещества рассчитывали по формуле:

$\eta = T \times K$,

где Т – время (сек.); К – константа вискозиметра.

$\eta = 462 \times 0{,}002985 = 1{,}38$.

Испытание желирующей способности пектина. Полученный пектин заливали дистиллированной водой объемом 50 мл в фарфоровой чашке, давали настояться некоторое время для набухания. Затем добавляли 25 гр. сахарного песка и кипятили на песчаной бане в течение 15 мин. В упаренную смесь доливали 1 мл 40 %–ного раствора лимонной кислоты, тщательно перемешивали и разливали в плоские пластмассовые или фарфоровые формы. Через 2,5 ч желе застывало и могло быть использовано для дальнейшего анализа.

Результаты исследования и их обсуждение. Водорастворимые полисахариды и пектиновые вещества выделяли по схеме 1.

По результатам тонкослойной (ТСХ) и бумажной хроматографии (БХ) было установлено, что компонентный состав углеводов кожуры граната состоит из моно– и олигосахаридов, а также уроновых кислот, и включает в себя глюкозу, галактозу и галактуроновую кислоту. Компонентный состав пектинового вещества, выделенного из кожуры граната, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Компонентный состав пектинового вещества, выделенного из кожуры граната

Сырье	Тип ПС	Выход, %	Моносахаридный состав					
			Кислая экстракция					
			gal	glc	ara	xyl	gluc U	gal U
Кожура граната	ПЗ	2	+	+	–	–	+	+

Как видно из таблица 1, пектиновое вещество составило 2 %, а ее основными продуктами явились глюкоза, галактоза и галактуроновая кислота.

Некоторые физические свойства изучали по методике, предложенной Шелухиной Н.П. [7].

Таблица 2 – Некоторые физические характеристики пектиновых веществ, выделенных из кожуры граната

Сырье	Тип, ПС	Выход, %	Массовая доля влаги	Вязкость	pH
Кожура граната	ПЗ	2	0,87	1,38	4,3

В таблице 2 изложены некоторые физические характеристики пектиновых веществ, выделенных из кожуры граната: массовая доля влаги, вязкость, pH, а также желирующая способность, зависящая от молекулярной массы и pH среды [2]. Результаты исследования показали, что различия pH, вязкости и др. зависят не только от его источника, но и от способа получения.

Таким образом, в результате проведенных исследований впервые выделено пектиновое вещество из кожуры граната, произрастающего в Араванском районе Ошской области, и изучен его компонентный состав и некоторые физические свойства. Полученное из кожуры граната пектиновое вещество представляет собой порошок темно–коричневого цвета, и составляет 2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абылаева Б.А., Рахимов Д.А., Ахмедова З.Р., Давронов К.Д. Углеводный состав препаратов, грибного происхождения. «Фан». Химия природных соединений № 3, Ташкент. 1997. – С. 352–367.
2. Государственная фармакопея РФ. – 12-е изд. – М.: Науч. центр экспертизы средств мед. применения, 2007.– Ч. 1.– 704 с.
3. Оводов Ю.С. Газо–жидкостная хроматография углеводов. Владивосток. 1970. – С. 39.
4. Силин П.М. Технология свеклосахарного и рафинадного производства. М., Пищепромиздат, 1958.
5. Силин П.М. Химический контроль свеклосахарного производства. – М. 1960.
6. Шелухина Н.П., Абаева Р.Ш., Аймухамедова Г.Б. Пектин и параметры его получения. Фрунзе: Илим, 1987. – 108 с.
7. Шелухина Н.П. Научные основы технологии пектина. Фрунзе: Илим. – 1988. – 168 с.
8. Шелухина Н.П., Ногойбаева З.Р., Аймухамедова Г.Б. Исследование фракционного состава пектинов сахарной свеклы. – Фрунзе: Илим, 1980. – 99 с.

УДК 636.087.25

ОТХОДЫ ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Белова Юлия Николаевна, *аспирант, ФГБНУ «Красноярский научно-исследовательский институт животноводства», **Россия**, г. Красноярск, krasniptig75@yandex.ru*

В статье говорится о пищевом производстве и его отходах, о путях решения экологической проблемы в пищевом производстве.

Ключевые слова: пищевое производство, отходы пищевого производства, природоохранные мероприятия.

WASTES FROM FOOD PRODUCTION

Belova Ju. H.

The article refers to food production, waste from food production, solutions to environmental problems in food production.

Key words: food processing, wastes from food production, environmental measures.

Глубокий анализ и всестороннее осмысление нынешней ситуации, выработка на этой базе высокоэффективной стратегии взаимоотношения общества и природной среды – одна из важнейших задач современности. Удачнее всего выглядит мысль по экологизации производства. При этом обычно подразумевают преобразовании современного производства в такое, которое, не прекращая своего развития, подчинялось бы ряду конкретных экологических ограничений и в итоге не порождало отрицательных последствий в окружающей среде. Добиться сказанного можно внедрением безотходных производственных циклов, рациональным использованием природных ресурсов, созданием экологически безвредной техники и т.п. [2].

Основными антропогенными источниками разрастания экологического кризиса являются в первую очередь промышленные комплексы – это страшный отравитель окружающей среды практически всеми видами загрязнения (механические, химические, физические, биохимические).

Пищевая промышленность образована различными предприятиями, производящими пищевые продукты или полуфабрикаты. К ней относятся сыро–, масло–, молокозаводы, бой-

ни и мясоперерабатывающие комбинаты, кондитерские фабрики, винно–водочные производства и производства пива и безалкогольных напитков, мелькомбинаты и хлебопекарные заводы и другие предприятия. Как всякое производство, пищевая промышленность связана с применением разного оборудования, обеспечивающего производственный процесс, что сопровождается затратами различных видов энергии.

В пищевой промышленности образуются газообразные, жидкие и твердые отходы, а также смешанные или твердожидкие отходы при этом большинство из них относятся к органическим веществам, хотя возможно образование и неорганических соединений, как продуктов разложения органических веществ. Опасность большинства смешанных отходов состоит в том, что они являются субстратом (пищевой базой) для различных сапрофитных организмов (грибов, бактерий и т. д.), что создает возможность возникновения эпидемий [1].

Но стоит отметить, что на предприятиях пищевой промышленности ведутся природоохранные мероприятия. Суть, которых сводится к строгому соблюдению технологических процессов, таким образом, предотвращающая попадание продуктов и отходов производства в среду обитания, в частности, в почвы.

Экологическое совершенствование производства предполагает экономию потребляемых ресурсов окружающей среды и сокращение массы отходов, размещаемых в ней. И то и другое достигается путем внедрения малоотходных технологий, создания систем безотходного производства, вывода из эксплуатации устаревших основных фондов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Существует несколько направлений научных исследований по решению проблемы безопасности пищевых продуктов:

– обеспечение производства высококачественного и экологически безопасного продовольственного сырья;

– совершенствование существующих и разработка новых, в том числе безотходных и экологически чистых технологий пищевых продуктов;

– совершенствование существующих и создание новых видов упаковок для пищевых продуктов; публикация полной информации о потребительских данных продукта, его производителе, требований по безопасному обращению, включая транспортировку, использование и утилизацию, о также данных о производителях и свойствах упаковки, в том числе о ее экологичности [3].

К сожалению, сейчас пищевым предприятиям чаще всего невыгодно использовать мало – и безотходные технологи и выпускать экологически чистую продукцию, т.к. это требует значительных дополнительных инвестиций и снижает рентабельность производства.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что пищевое производство оказывает свое техногенное влияние на все компоненты окружающей среды – атмосферный воздух, почвы, поверхностные и подземные воды. Негативное воздействие на атмосферный воздух происходит за счет выбросов вредных веществ, возникающих при использовании различных технологий пищевого производства. Воздействие предприятия на водные ресурсы осуществляется через сбрасываемые отработанные сточные воды. Также в процессе пищевого производства образуются различные отходы. Для снижения негативного воздействия вышеперечисленных факторов предприятия пищевой промышленности обязаны проводить природоохранные мероприятия: внедрять малоотходные и безотходные технологии в целях снижения уровня загрязнения окружающей среды; планировать и осуществлять мероприятия по улавливанию, утилизации, обезвреживанию выбросов вредных веществ в атмосферный воздух.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарин В.М., Кленова И.А., Колесников В.И. Экология для технических вузов. – Ростов–на–Дону: Феникс, 2001. – 384 с.

2. Горелов А.А., Киященко Л.П., Лось В.А. Философские проблемы глобальной экологии / Под ред. Е.Т. Фадеев. – М.: Наука, 1983. – 352 с.

3. Цветкова Л.И., Алексеев М.И., Кармазинов Ф.В., Неверова Е.В. Экология. Учебник для технических вузов // Под ред. Л. И. Цветковой. – СПб.: Новый журнал, 2012. – 452 с.

УДК 662.754

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА МЕТАНОЛА ИЗ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Садртдинов Алмаз Ринатович, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, office@kstu.ru*

Галеев Тимур Хамитович, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, office@kstu.ru*

Плазменная газификация древесных отходов в смеси с газами H_2 и CO_2 при 1300 ^oC наиболее оптимальная для выхода метанола

Ключевые слова: древесные отходы, сельскохозяйственные отходы, плазмогенератор, плазменная газификация, синтез газ, метанол

THE PRODUCTION OF SYNTHESIS-GAS FOR CATALYTIC SYNTHESIS OF METHANOL FROM VEGETABLE WASTES

Sadrtdinov A.R., Galeev T.H.

Plasma gasification of wood wastes in a mixture of gases H_2 and CO_2 at 1300 ° C is the optimal for output of methanol.

*Keywords***:** wood waste, agricultural waste, plasma generator, plasma gasification, synthesis gas, methanol.

На сегодняшний день оценка сложившейся экологической ситуации практически во всех странах мира является индикатором остроты проблемы роста образования отходов растительного происхождения, в частности древесных. Данная проблема объясняется возрастающим с каждым годом материальными потребностями человечества, что в свою очередь приведет к накоплению, большого количество различных отходов, в том числе деревообрабатывающих и сельскохозяйственных отраслей. Для решения данной задачи необходимы исследования и разработка научно обоснованных технологических решений по переработке таких отходов, востребованные продукты потребления и данный опыт внедрять в технологические процессы лесопромышленных, сельскохозяйственных и других комплексов [1,2].

Для решения возникших проблем была поставлена задача получить из древесных отходов востребованный продукт химического синтеза – метанол. В результате был проведен ряд исследований по переработке древесного сырьяна различных газификаторахи выявлено, что для получения высокотеплоемкого синтез–газа, пригодного для синтеза метанола, наиболее эффективен газификатор плазменного типа [3].

Газификация древесных отходов в среде плазмы с рециркуляцией газа позволяет обеспечить высокие реакционные температуры и гарантированное разложение всех органических соединений [4]. Представленный на рисунке 1 график показывает, что оптимальный выход синтез–газа происходит при температуре 1300°С, при этом использовался плазматрон с мощностью 4,4 кВт на 1 кг сырья.

Выполненные исследования показали, что плазменная газификация древесных отходов в смеси газа H_2 и CO_2 при 1300°С наиболее оптимальна для синтеза метанола. Это объясняется разложением большего количества влаги в материале на H_2 и O_2, но в то же время приводит к относительному увеличению CO_2 вследствие участия высвобожденного кислоро-

да в реакциях [5]. Данные результаты показывают эффективность применения плазменной газификации для переработки древесных отходов в метанол.

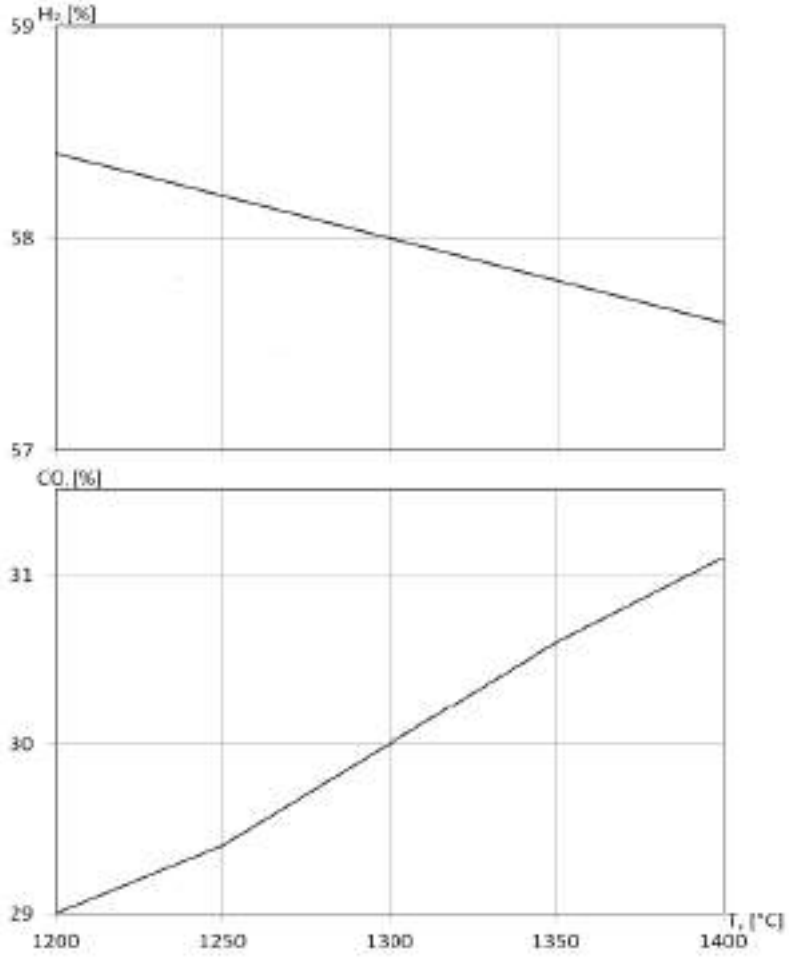


Рисунок 1 – Содержание водорода и оксида углерода в сухом синтез-газе в зависимости от температуры в реакторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садртдинов А.Р., Исмагилова Л.М. Мухаметзянов Р.Р. Перспективные направления переработки неликвидной древесной биомассы лесозаготовок и деревообработки // Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно–практической конференции Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Воронеж, 2014. – № 2-3 (7-3). – С. 117-119.

2. Сафин Р.Г., Петров В.И., Игнатьева Г.И., Степанов В.В., Халитов Р.А. Использование отходов лесозаготовок и деревообработки для производства теплоизоляционного материала // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. –2012. – № 3-4. – С. 94-100.

3. Тимербаев Н.Ф., Садртдинов А.Р., Зиатдинова Д.Ф., Сафин Р.Р., Сафин Р.Г., Воронин А.Е., Хуснуллин И.И. Установка для производства древесного угля // Патент №2468061 РФ, МПК C10B 1/04. Установка для производства древесного угля. Опубликовано 27.11.2012 г.

4. Тимербаев Н.Ф., Сафин Р.Г., Садртдинов А.Р., Просвирников Д.Б. Разработка технологии переработки высоковлажных древесных отходов в высокооктановые компоненты моторного топлива // Вестник Казанского технологического университета, 2013. – №7. – С. 250-254.

5. Тунцев Д.В. Хисматов Р.Г., Касимов А.М., Романчева И.С., Савельев А.С. Схема контактного пиролиза отходов лесозаготовки // Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно–практической конференции Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – № 2–3 (7-3). – С. 146-149.

УДК 634.1.03:631.879.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САЖЕНЦЕВ ЯБЛОНИ

Гурин Александр Григорьевич, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Орел, gurin10159@yandex.ru*

Резвякова Светлана Викторовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Орел, lana8545@yandex.ru*

Статья посвящена вопросу использования нетрадиционных видов органических удобрений, которые являются отходами спиртового производства. В результате трехлетних исследований доказана экономическая эффективность и выявлена оптимальная доза использования нейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды при выращивании саженцев яблони.

Ключевые слова: фильтрат спиртовой барды, чернозем выщелоченный, саженцы яблони, питомник, высота растений, диаметр штамба, длина побега, экономическая эффективность.

THE EFFICIENCY OF WASTE ALCOHOL INDUSTRY WHEN GROWN APPLE SEEDLINGS

Gurin A.G., Rezvyakova S.V.

The article is devoted to the use of nontraditional types of organic fertilizers, which are the waste of alcohol production. In the result of three years of studies proved the economic effectiveness and the optimal dose usage neutralized by ammonia of leachate spirit bards when grown Apple seedlings.

Key words: the filtrate of alcohol stillage, leached chernozem, Apple seedlings, nursery, plant height, diameter of stem, length of the shoot, economic efficiency.

К настоящему времени проведено достаточно большое количество исследований по изучению роли минеральных удобрений в повышении урожая сельскохозяйственных культур.Однако при усиливающемся антропогенном воздействии на агросистемы возрастает интерес к альтернативным системам земледелия, основанным на внесении органических удобрений и полном отказе от минеральных. Главный довод при этом – возможность получения экологически безопасной продукции и защиты от загрязнения окружающей среды. Среди альтернативных видов удобрений особое значение имеют органические удобрения, которые оказывают положительное влияние не только на урожай сельскохозяйственных культур, но и всю агроэкосистему в целом [3,4,5].

Практика экономически развитых стран (Франция, Бельгия, Испания, Голландия), а также исследования российских ученых показывают, что отходы спиртовой промышленности можно использовать в качестве органо-минерального удобрения на разных видах почв [1,2,8].Послеспиртовая барда представляет собой остаток от винокуренного производства после перегонки спирта из затора в виде жидкой гущи. В барду переходят 44–45 % сухих веществ затора. Барда по причине большой водянистости (85 % воды в хлебной и 95 % в картофельной) используется только вместе с сухими объемистыми отходами. Иногда воду выпаривают, а сухой остаток прессуют. Паточную барду используют как азотисто–калийное удобрение или сгущают и обугливают, получая так называемый бардяной уголь (калийное удобрение). При этом отходом ее можно назвать довольно условно, так как в нее переходит около трети питательных веществ, содержащихся в исходном сырье (исключение составляют сахар и крахмал). Это водянистая, быстрозакисающая субстанция с содержанием сухого вещества 5–10 %. Сюда входят протеины (1,5–3,5 %), жиры (0,5–1,2 %), клетчатка (0,5–1,1 %), аминокислоты и минеральные вещества, содержащиеся в зерне [6,7].

Основной трудностью в утилизации послеспиртовой барды является переработка жидкой фазы, которой на спиртовом заводе средней мощности образуется до 350 м³/сутки. В соответствии с Федеральным законом от 21.07.2005 № 102–ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продук-

ции» и Постановлением Правительства РФ от 20.02.2006 г. № 99 «О федеральной целевой программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 гг.и на период до 2013 года», а также в условиях удорожания минеральных удобрений (с января 2008 года повышение стоимости минеральных удобрений составило около 100 %), применение барды в растениеводстве в качестве жидкого органического удобрения экологически и экономически обосновано [9,10].

Целью настоящих исследований являлось определение оптимальной дозы спиртовой барды при выращивании саженцев плодовых культур в питомнике.

Материалы и методы. Объекты исследования: однолетние саженцы яблони сорта Синап Орловский, фильтрат спиртовой барды, а также нейтрализованный аммиаком фильтрат спиртовой барды.

Варианты:

1. Без внесения фильтрата барды (контроль)
2. 20 $м^3$ фильтрата барды
3. 40 $м^3$ фильтрата барды
4. 60 $м^3$ фильтрата барды

Повторность опытов четырехкратная, размещение делянок рендомизированное, площадь делянки 90 $м^2$. В 10 $м^3$ нейтрализованной аммиаком барды содержится 45 кг азота, 10 кг фосфора и 8 кг калия. Внесение фильтрата спиртовой барды производилось в предпосевной период на специально переоборудованном автомобиле методом розлива. Исследование выполнено на черноземе выщелоченном. Содержание гумуса в верхних 10 см– 6–10 %, падение его вниз по профилю постепенное. В составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами, отношение Сг :Сф = 1,5–2,0. В верхней части гумусового горизонта реакция среды близка к нейтральной или нейтральная.К нижней границе гумусового горизонта отмечено слабое подкисление. Почвы имеют высокую емкость поглощения (40–50 мг–экв./100 г почвы), в подгумусовом горизонте – 25–35 мг–экв./100 г почвы.

Результаты исследований. При использовании нейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды практически не выявлено влияния на кислотность почвы. Так, pH в контрольном варианте составила 5,62, в испытуемых вариантах кислотность варьировала от 5,60 до 5,67.

Внесение нейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды оказало положительное влияние на ростовые процессы саженцев яблони. Так, средняя высота саженцев в контрольном варианте составила 108,5 см, а в вариантах с внесением фильтрата 118,8–127,8 см. При этом максимальная высота саженцев отмечена в варианте с внесением фильтрата спиртовой барды в количестве 60 $м^3$/га (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние доз внесения нейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды на высоту саженцев яблони Синап Орловский

Варианты	Высота саженцев, см			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	в среднем
Контроль (без внесения фильтрата барды)	105,2	113,1	107,3	108,5
20 $м^3$ / га фильтрата барды	119,9	121,4	115,1	118,8
40 $м^3$ / га фильтрата барды	123,6	127,6	119,7	123,6
60 $м^3$ / га фильтрата барды	128,8	130,4	124,2	127,8
$НСР_{05}$	7,5	8,2	7,4	7,1

Аналогичные результаты получены по таким показателям как диаметр штамба (таблица 2) и длина побега (таблица3).

В среднем за три года диаметр штамба саженцев яблони на контрольном варианте составил 1,3 см, на испытуемых вариантах увеличился до 1,8–2,0 см.

Таблица 2 – Влияние доз внесения нейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды на диаметр штамба саженцев яблони Синап Орловский

Варианты	Диаметр штамба, см			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	в среднем
Контроль (без внесения фильтрата барды)	1,3	1,4	1,3	1,3
20 м^3 / га фильтрата барды	1,8	1,9	1,6	1,8
40 м^3 / га фильтрата барды	1,9	2,0	1,6	1,8
60 м^3 / га фильтрата барды	2,1	2,2	1,8	2,0
$НСР_{05}$	0,21	0,23	0,19	0,19

Таблица 3 – Влияние доз внесения нейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды на длину побегов саженцев яблони Синап Орловский

Варианты	Длина побегов, см			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	в среднем
Контроль (без внесения фильтрата барды)	52,7	58,1	49,7	53,5
20 м^3 / га фильтрата барды	56,2	62,4	54,1	57,6
40 м^3 / га фильтрата барды	64,3	72,3	61,8	66,1
60 м^3 / га фильтрата барды	71,8	73,8	69,6	71,7
$НСР_{05}$	4,2	4,1	3,9	3,6

Длина побегов на контрольном варианте в среднем составила 53,5 см, возрастающие дозы фильтрата спиртовой барды способствовали увеличению данного показателя на 4,1–17,9 см.

Внесение нейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды в питомнике положительно повлияло на его продуктивность (рисунок 1). Так, в 2006 году выход саженцев яблони в контрольном варианте (без внесения фильтрата) составил 32,3 тыс. шт./га; в варианте с внесением 20 м^3/га фильтрата спиртовой барды данный показатель увеличился до 36,0 тыс. шт./га.В вариантах с внесением 40 м^3/га выход саженцев составил 37,1 тыс. шт./га, на фоне 60 м^3/га – 38,8 тыс.шт./га.

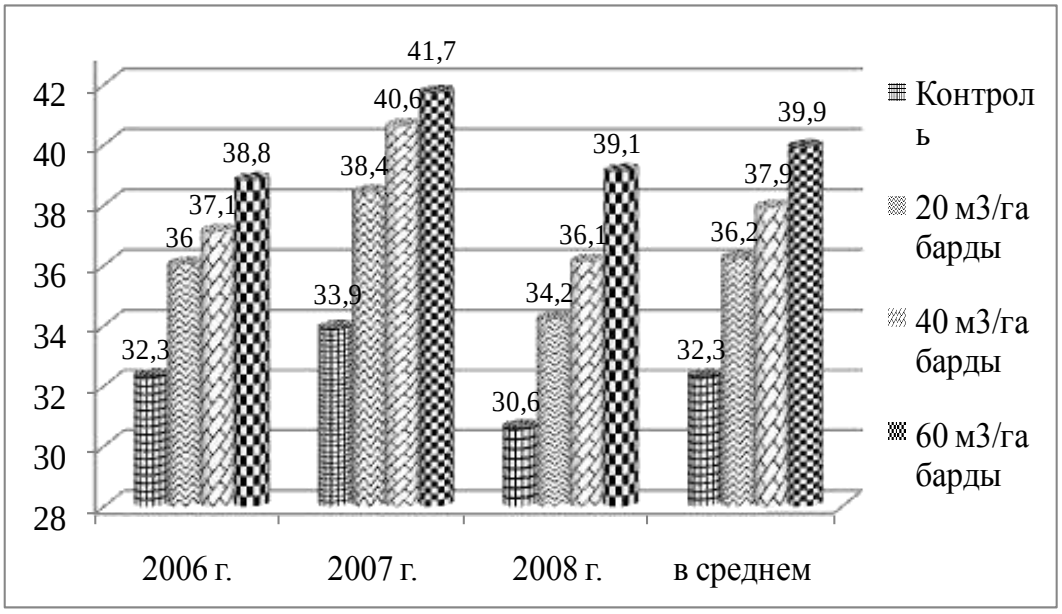


Рисунок 1 – Продуктивность питомника в зависимости от дозы внесения фильтрата спиртовой барды, тыс. шт./га
$НСР_{05}$– 2006 г. – 2,6; 2007г. – 2,9; 2008г. – 2,3 тыс. шт./га.

В 2007 году наблюдалась аналогичная закономерность. В первом варианте (контроль) выход саженцев составил 33,9 тыс.шт./га, во втором – 38,4 тыс.шт./га, в третьем – 40,6 тыс.шт./га и в четвертом – 1,7 тыс.шт./га.

В 2008 году в вариантах с внесением фильтрата барды выход саженцев яблони сорта Синап орловский составил в зависимости от дозы внесения 34,2–39,1 тыс.шт./га, против 30,6 тыс.шт./га в контроле.

В среднем за три года выход саженцев увеличился во втором варианте (внесение 20 м^3/га фильтрата) на 18,3 %, в третьем варианте (внесение 40 м^3/га фильтрата) – на 23,8 % и в четвертом варианте, где вносили 60 м^3/га фильтрата – на 30,4 %.

Подводя итог, следуетотметить, что оптимальной дозой внесения фильтрата спиртовой барды является 40 м^3/га. Различия по выходу саженцев яблони в третьем и четвертом варианте не существенны.

Внесение фильтрата спиртовой барды повлияло на качество саженцев яблони (рисунок 2).

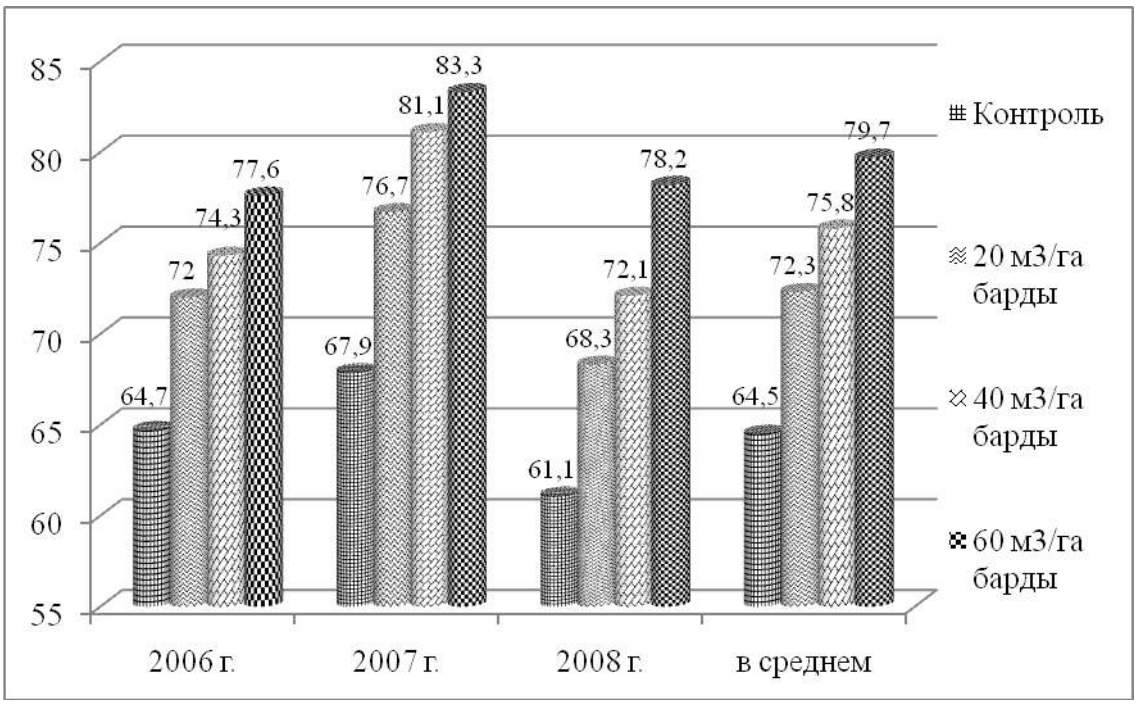


Рисунок 2 – Выход (%) стандартных саженцев яблони в зависимости от дозы внесения фильтрата спиртовой барды

Так, если в контрольном варианте выход стандартных саженцев составил в среднем за три года исследований 64,5 %, то в вариантах с внесением возрастающих доз фильтрата спиртовой барды данный показатель составил 72,3 %, 75,8 % и 79,7 % соответственно. Следовательно, использование фильтрата спиртовой барды в качестве альтернативного удобрения позволяет повысить производство саженцев яблони сорта Синап Орловский с более высоким качеством.

Расчеты экономической эффективности производства саженцев яблони показали, что применение фильтрата спиртовой барды в качестве альтернативного удобрения является экономически оправданным приемом (таблица 4).

Наибольший уровень рентабельности отмечен в варианте с внесением 40 м^3/га фильтрата спиртовой барды, который составил 276,2 %, против 234,4 % в контрольном варианте.

Таким образом, при использовании фильтрата спиртовой барды в дозе 40 м^3/га в питомнике при выращивании саженцев яблони сорта Синап Орловский выявлено увеличение ростовой активности растений, о чем свидетельствует высота саженцев, диаметр штамба и длина побегов. В результате данный прием позволил получить на 11,3 % больше стандартных саженцев. Рентабельность производства при этом выросла на 41,8 %.

Таблица 4 – Экономическая эффективность выращивания саженцев яблони сорта Синап Орловский в зависимости от доз внесениянейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды (в среднем за 2006–2008 годы)

Варианты	Выход саженцев, тыс. шт./га	Цена реализации, руб./шт.	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1 шт, руб.	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль (без внесения фильтрата барды)	32,3	83,5	2697,1	806,4	24,96	1890,7	234,4
20 $м^3$ / га фильтрата барды	36,2		3022,7	817,7	22,58	2205,0	269,6
40 $м^3$ / га фильтрата барды	37,9		3164,6	841,1	22,19	2323,5	276,2
60 $м^3$ / га фильтрата барды	39,9		3331,7	897,8	22,50	2433,9	271,1

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурин А.Г., Резвякова С.В. Влияние фильтрата спиртовой барды на урожайность и качество зерна ярового ячменя на черноземе выщелоченном. – Вестник АПК Ставрополья, 2014. – № 1 (13). – С. 23–27.
2. Гурин А.Г., Резвякова С.В. Эффективность использования фильтрата спиртовой барды под многолетние травы. – Зернобобовые и крупяные культуры, 2014. – № 1(9). – С. 79–84.
3. Завьялова Н.Е., Косолапова А.И., Митрофанова Е.М. Агроэкологические аспекты применения нетрадиционных видов органических удобрений // Аграрная наука Евро–Северо–Востока – Киров, 2006. – № 8. – С. 101–105.
4. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия.– М.: Колос, 1996. – 367 с.
5. Косолапова А.И., Митрофанова Е.М. Агроэкологические аспекты применения нетрадиционных видов органических удобрений. – Аграрная наука Евро–Северо–Востока, Киров, 2006. – № 8. – С. 101–105.
6. Лисицкая М.П. Брожение вокруг барды // Ликероводочное производство и виноделие, 2008. – № 1 (97). – С. 15–17.
7. Милюков П.А. Барда – проблема и решения. Винтэк, 2006. – № 2. – С. 6–8.
8. Ненайденко Г.Н., Журба О.С., Шереверов В.Д. Послеспиртовая барда в качестве органического удобрения // Ликероводочное производство и виноделие, 2008. – № 7 (103). – С. 12–15.
9. Постановление Правительства РФ от 20.02.2006 № 99 «О федеральной целевой программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 – 2010 годы и на период до 2013 года» // «Собрание законодательства РФ», 06.03.2006, № 10, ст. 1101.
10. Федеральный закон № 102–ФЗ Федеральный закон от 22.11.1995 № 171–ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции» / «Собрание законодательства РФ», 27.11.1995, № 48, ст. 4553.

УДК 633.11; 631.84

ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА МЕТОДОМ ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЯ И КАВИТАЦИИ, НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Присяжнюк Николай Петрович, *соискатель, Подольский государственный аграрно–технический университет,* ***Украина****, г. Каменец–Подольский, vermos2011@ukr.net*

Показаны результаты испытаний влияния органического удобрения «Вермымаг» и регулятора роста «Вермыйодис», полученных методом вермикультивирования и кавитации, на продуктивность озимой пшеницы при разных сроках посева.

Ключевые слова: органические отходы, вермикультивирование, кавитация, биостимуляторы, озимая пшеница, урожайность.

INFLUENCE OF BIOSTIMULYATORS MADE OF ORGANIC LIVESTOCK WASTES WITH USING METHOD OF VERMICULTIVATION AND CAVITATION ON PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT

Prysiazhniuk N.P.

The results of tests on the effect of organic fertilizer "Vermimag" and growth regulator "Vermiyodis" obtained by vermicultivation and cavitation on the productivity of winter wheat under different planting rows.

Keywords: organic waste, vermicultivation, kavitatsyya, biostimulants, winter wheat yields

Введение. Во многих странах мира в том числе в России и Украине, внедрена технология переработки органических отходов вермикультивированием (с помощью красных калифорнийских дождевых червей) для получения органических удобрений «Биогумус» (вермикомпосты), которые используют в качестве исходного сырья некоторые для получения и производства различных гуминовых биопрепаратов сельскохозяйственного назначения:

Во-первых, в отличие от бурых углей и торфов, прежде всего это возобновляемый источник гумусосодержащего сырья, так как процесс биоконверсии составляет 3-4 месяца. Во-вторых, вермикомпосты содержат в себе, кроме гуминовых веществ, очень широкий спектр биологически активных соединений – продуктов жизнедеятельности микробиоценоза и богатую по видовому составу микрофлору полезных почвенных микроорганизмов-антагонистов самых различных патогенов, в частности фитопатогенов [5,7].

Озимая пшеница в Украине основная продовольственая культура [2,3,6]. Одним из важных резервов повышения урожайности являются регуляторы роста растений [4,8]. ЧП «Биоконверсия» (г. Ивано-Франковск), «Вермымаг» производят «Вермыйодис» и другие регуляторы методом кавитации из «Биогумуса» (вермикомпоста).

«Вермымаг» – это комплексное органическое удобрение нового поколения биологического происхождения, в нем, кроме рострегулирующих веществ, содержатся азот, фосфор, калий, гуминовые кислоты, витамины, аминокислоты и в достаточном количестве для растений микроэлементы – бор, молибден, цинк, медь, кобальт, железо и до 4 % природного магния, который играет основную роль в фотосинтезе, а также в необходимом количестве селен, в 1 $см^3$ содержится до миллиарда полезных микроорганизмов, а у «Вермыйодиса» еще и биологически активный йод [5].

Влияние гуминовых биостимуляторов с удобрениями на растения имеет сложный многоступенчатый характер и охватывает весь период вегетации растений. С гуминовыми веществами в растение попадает определенное количество питательных веществ – азота, фосфора, калия, магния, серы и других микроэлементов, а также аминокислот, витаминов и ростовых веществ. Попадая в растение, гуминовые вещества активируют ферментативную активность всех клеток растения и образования стимулирующих соединений самим растением. Применение регуляторов роста растений вместе с гербицидами уменьшает их фитотоксичное влияние и сокращает период угнетения культурных растений. Посевы не теряют 3-7 дней вегетации на выход из стрессового состояния, а работают на получение урожая, опрыскивание

фунгицидами останавливает развитие болезней, а внесения «Вермимага» восстанавливает растения за счет ростстимулирующих и иммуностимулирующих свойств.

Также за счет повышения иммунитета растений удлиняется период защитного действия фунгицидов. Для жизни и развития растений уже с первых дней вегетации нужно определенное количество макро-, мезо- и микроэлементов. Для формирования высокой урожайности озимых зерновых, в частности пшеницы, важное значение имеет кущение. Его можно значительно усилить за счет внекорневой подкормки регуляторами роста растений «Вермимаг» или «Вермийодис» в баковой смеси с минимальными дозами азотных удобрений – карбамида 10-12 кг/га, или аммиачной селитры 5-7 кг/га, или КАСа 8-10 кг/га.

Известно, что лиственные подкормки растений «Вермымагом» или «Вермыйодисом» обеспечивают питание молодых растений макро- и микроэлементами, особенно магнием, серой и гуминами, внесение их через листья при коэффициенте усвоения азота 85-90 % по сравнению с 30-40 % усвоения его из удобрений, позволяет снизить затраты на азотные удобрения в 2–3раза [5].

Результаты исследований, проведенных институтом сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН, показали, что допосевная обработка семян озимой пшеницы «Вермымагом» и проведение двукратной подкормки «Вермымагом» 4-6 л/га или «Вермыйодисом» 4-5 л/га (первый раз в фазе кущения, второй раз в фазе начала колошения), обеспечивают прирост урожайности минимум 5-8 ц/га, повышается качество зерна на 1-2 класса.

Однако исследований в Лесостепи Украины проведено недостаточно, а потому целью наших исследований было определение особенностей формирования урожайности зерна озимой пшеницы в условиях Лесостепи Украины в зависимости от сроков сева с применением регуляторов роста растений нового поколения.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили в течение 2011-2014 гг в ЧФ «Богдан и К» Снятинского района Ивано-Франковской области.

Почвы опытного участка – дерново-оподзоленные и по результатам проведенных анализов характеризуются такими показателями: содержание легкогидролизованого азота – 67-76 мг/кг, подвижного фосфора – 16-23, обменного калия – 53-58, рНсол – 5,4-6,8, содержание гумуса– 3,0-3,5 %.

Изучали влияние способов и норм применения регуляторов роста нового поколения «Вермымаг», «Вермыйодис» на продуктивность озимой пшеницы сорта Золото колоса при различных сроках сева, предшественник – озимый рапс. Агротехника – общепринятая для данного региона.

Применялись как общенаучные методы (диалектики, эксперимента, анализа и синтеза, метод гипотез, моделирование), так и специальные, в том числе: полевой; химический; физический; расчетно-сравнительный; методы математической статистики [1].

Результаты исследований. Анализ результатов исследований по изучению влияния сроков посева на урожайность озимой пшеницы сорта Золото колоса при допосевной обработке семян регуляторами роста «Вермымаг» и «Вермыйодис» показал, что урожайность озимой пшеницы в значительной степени зависела от сроков посева и применения регуляторов роста. Допосевная обработка семян озимой пшеницы сорта Золото колоса регуляторами роста растений обеспечила значительное увеличение урожайности (таблица1).

Наилучшие показатели урожайности озимой пшеницы сорта Золото колоса в среднем за годы исследований – 7,66 т/га, или на 1,15 т/га больше по сравнению с контролем, были на варианте, где проводили посев в оптимальные (второй) сроки сева с обработкой семян регулятором роста «Вермыйодис» в дозе 4 л/т, что на 1,32 т/га больше по сравнению с аналогичным вариантом раннего (первого) срока сева и на 0,72 т/га больше по сравнению с поздним (третьим) сроком сева.

Сроки сева и регуляторы роста в значительной степени влияли на время появления и дружность всходов, дальнейший рост и развитие растений. Только на вариантах при посеве в оптимальные сроки (второй срок) с применением регуляторов роста растения полностью использовали все необходимые факторы для своего функционирования. При посеве 1 октября продолжительность осенней вегетации была существенно короче среднемноголетней, а осенью 2011 г. наблюдался вход в зиму нераскущенных растений пшеницы, особенно на кон-

троле, что существенно влияло, как на зимовку, так и на дальнейшее весенне-летний рост и развитие растений пшеницы озимой.

Особенно важная роль принадлежит магнию, который относится к важнейшим минеральным элементам для растений после азота, фосфора и калия, его роль заключается в незаменимости для образования хлорофилла, без магния растение не могло бы выполнять фотосинтез, а через него и в процессе ассимиляции углеводов и обмена углеводов, облегчает образование и распад глюкозы и фосфорной кислоты. Магний – важный элемент, который участвует в энергетическом обмене растительного организма.

Таблица1 – Влияние сроков посева озимой пшеницы сорта Золото колоса при допосевной обработке семян регуляторами роста на урожайность (2011-2014гг.) т/га

№	Варианты	Регуляторы роста	Годы				Среднее, т/га	Контроль	
			2011	2012	2013	2014		т/га	%
1	Первый срок	Контроль (без регуляторив)	5,47	4,86	6,01	5,92	5,57	–	–
		Вермымаг, 4 л/т	6,25	5,37	6,72	6,36	6,18	0,61	11,0
		Вермымаг, 6 л/т	6,40	5,42	6,80	6,57	6,30	0,73	13,1
		Вермыйодис, 3 л/т	6,46	5,45	6,87	6,68	6,37	0,80	14,4
		Вермыйодис, 4 л/т	6,58	5,48	6,95	6,74	6,44	0,87	15,6
2	Второй срок	Контроль (без регуляторив)	6,52	5,67	7,13	7,10	6,61	–	–
		Вермымаг,4 л/т	7,60	6,49	8,14	7,65	7,47	0,86	13,0
		Вермымаг, 6 л/т	7,73	6,54	8,22	7,80	7,57	0,96	14,5
		Вермыйодис, 3 л/т	7,85	6,57	8,25	7,92	7,65	1,04	15,7
		Вермыйодис , 4 л/т	7,98	6,62	8,37	8,07	7,76	1,15	17,4
3	Третий срок	Контроль (без регуляторив)	6,02	5,16	6,24	6,46	5,97	–	–
		Вермымаг, 4 л/т	7,06	5,87	7,22	7,08	6,81	0,84	14,1
		Вермымаг, 6 л/т	7,21	5,89	7,26	7,21	6,89	0,92	15,4
		Вермыйодис, 3 л/т	7,32	5,92	7,35	7,30	6,97	1,00	16,8
		Вермыйодис, 4 л/т	7,45	5,94	7,43	7,41	7,06	1,09	18,3
	НСР 0,5		0,16	0,09	0,24	0,12			

Результаты исследований показали, что самая высокая урожайность озимой пшеницы сорта Золото колоса была при посеве 20 сентября на вариантах, где проводили двукратное опрыскивание растений пшеницы озимой регулятором роста «Вермымаг» в дозе 7 л/га и «Вермыйодис» в дозе 5 л/га (таблица 2).

Установлено, что при однократном опрыскивании растений в период вегетации в фазе кущения высокая урожайность пшеницы озимой сорта Золото колоса была на вариантах, где проводили сев в оптимальные (второй) сроки сева при внесении регулятора роста «Вермыйодис» в дозе 5 л/га 7,45 т/га, что на 0,89 т/га больше по сравнению с контролем, на 1,29 т/га больше по сравнению с аналогичным вариантом при раннем (первом) срока сева и на 0,71 т / га больше по сравнению с третьим (поздним) сроком сева.

При посеве озимой пшеницы в оптимальный (второй) срок сева, при двукратном опрыскивании растений пшеницы регулятором роста «Вермымаг» в дозе 7 л/га урожайность в среднем за годы исследований составила 7,76 т/га, что по сравнению с контролем на 1, 23 т/га больше, на 1,44 т/га больше по сравнению с аналогичным вариантом первого (раннего) срока сева и на 0,87 т/га по сравнению с третьим (поздним) сроком сева.

При двукратном опрыскивании растений пшеницы озимой во время вегетации регулятором роста «Вермыйодис» – 5 л/га прирост урожайности к контролю составлял 1,78 и 1,75 т/га, к аналогичному варианту раннего (первого) срока сева и 0,96 т/га по сравнению с поздним (третьим) сроком сева.

Экономический анализ результатов исследований по вариантам, где изучали дозы и способы применения регуляторов роста растений «Вермымаг» и «Вермыйодис» при разных сроках сева при допосевной обработке семян и при проведении опрыскивания растений озимой пшеницы в период вегетации, показал, что допосевная обработка семян и одноразовое и двукратное опрыскивание растений пшеницы озимой во время вегетации при разных сроках сева на всех вариантах обеспечило увеличение чистого дохода, уменьшение себестоимости и повышение рентабельности выращивания озимой пшеницы.

Исходя из вышеприведенного, можно сделать вывод, что применение регуляторов роста «Вермымаг» «Вермыйодис» для допосевной обработки семян, одно– и двукратного опрыскивания растений в период вегетации способствовало повышению энергии прорастания и

всхожести семян, развития крепкой корневой системы, стимулировало рост и развитию растений, способствовало увеличению в почве содержания легкодоступных веществ, под их влиянием усиливались процессы дыхания, питания, это обеспечило значительный прирост урожайности зерна озимой пшеницы

Таблица 2 – Влияние сроков посева на урожайность озимой пшеницы сорта Золото колоса при опрыскивании растений в период вегетации регуляторами роста нового поколения (2011–2014 гг.), т/га

№	Строки посева	Нормы внесения регуляторов роста	Годы				Среднее, /га	Контроль	
			2011	2012	2013	2014		т/га	%
1	Первый срок 10.09	Контроль (без регуляторов)	5,40	4,93	5,86	6,12	5,58	–	–
		Вермымаг х 5л/га	5,92	5,30	6,43	6,58	6,06	0,48	8,6
		Вермымаг х7л/га	6,03	5,35	6,64	6,60	6,16	0,58	10,4
		Вермыйодис х 3 л/га	6,18	5,40	6,67	6,62	6,22	0,64	11,5
		Вермыйодис х 5 л/га	6,34	5,42	6,72	6,65	6,28	0,70	12,5
		Вермымаг хх по 5л/га	6,43	5,45	6,84	6,71	6,36	0,78	14,0
		Вермымаг хх по 7л/га	6,57	5,53	6,91	6,80	6,45	0,87	15,6
		Вермыйодис хх по 3 л/га	6,68	5,60	6,97	6,86	6,53	0,95	17,0
		Вермыйодис хх по 5 л/га	6,75	5,78	7,08	6,95	6,64	1,06	19,0
2	Второй срок 20.09	Контроль (без регуляторов)	6,41	6,05	7,12	7,21	6,70	–	–
		Вермымаг х 5л/га	7,16	6,49	8,09	7,86	7,40	0,70	10,4
		Вермымаг х7л/га	7,24	6,53	8,13	7,92	7,46	0,76	11,3
		Вермыйодис х 3 л/га	7,28	6,58	8,20	7,94	7,50	0,80	11,9
		Вермыйодис х 5 л/га	7,36	6,64	8,25	8,12	7,59	0,89	13,3
		Вермымаг хх по 5л/га	7,48	6,90	8,46	8,30	7,79	1,09	16,3
		Вермымаг хх по 7л/га	7,61	7,05	8,64	8,39	7,92	1,22	18,2
		Вермыйодис хх по 3 л/га	7,92	7,10	8,76	8,50	8,07	1,37	20,4
		Вермыйодис хх по 5 л/га	8,16	7,36	9,01	8,57	8,28	1,58	23,6
3	Третий срок 1.10	Контроль (без регуляторов)	5,92	5,20	6,43	6,61	6,04	–	–
		Вермымаг х 5л/га	6,56	5,56	7,34	7,30	6,69	0,65	10,8
		Вермымаг х7л/га	6,68	5,64	7,41	7,35	6,77	0,73	12,1
		Вермыйодис х 3 л/га	6,77	5,70	7,48	7,40	6,84	0,80	13,2
		Вермыйодис х 5 л/га	6,43	5,78	7,50	7,45	6,79	0,75	12,4
		Вермымаг хх по 5л/га	7,02	5,80	7,54	7,58	6,99	0,95	15,7
		Вермымаг хх по 7л/га	7,08	5,94	7,65	7,69	7,09	1,05	17,4
		Вермыйодис хх по 3 л/га	7,21	6,03	7,98	7,72	7,24	1,20	19,9
		Вермыйодис хх по 5 л/га	7,25	6,15	8,24	7,84	7,37	1,33	22,0
	НСР 0,5		1,30	0,18	0,15	0,22			

Примечание: х одноразовое., хх двухразовое опрыскивание растений

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985.–336 с.

2. Животков Л.А., Бирюков С.В. Озимые зерновые культуры. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.

3.Зинченко А.И., Салатенко В.Н., Билоножко М.А. Растениеводство: Учебник..– К.: Аграрное образование, 2003. – 591 с.

4. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Растениеводство. Технологии выращивания сельскохозяйственных культур. 3–е изд., Исправл., Доповн.– Львов: Укр. технологии, 2010. – 1088 с.

5. Мельник И.А. Рекомендации по применению биостимуляторов «Вермыстим», «Вермыстим–К», «Вермымаг»в сельскохозяйственном производстве // Ивано–Франковск: Фолиант, 2009. – С. 21.

6. Русанов В.И., Шевченко А.И., Твердохлеб А.М. Технология выращивания озимой пшеницы в Лесостепи Украины. – М.: Аграрная наука, 2007. – С. 382–424.

7. Титов И.Н. Биопрепараты на основе вермикомпостов для растениеводства: Получение и применение // Материалы IX Междунар. научно–практ. конф. da Rostim–2013 «Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биологически активные соединения для сельского хозяйства, здоровья человека и охраны окружающей среды», 7–10 октября 2013г., Львов. Львов: Изд–во Львовской политехники, 2013. – С. 146–147.

8. Шевченко А.А. Регуляторы роста растений в земледелии // Сборник научных трудов. – К.: Урожай, 1998. – 143 с.

УДК 631.879.32

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ НЕТРАДИЦИОННОГО УДОБРЕНИЯ НА ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Гурин Александр Григорьевич, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Орел, gurin10159@yandex.ru*

Басов Юрий Вениаминович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Орел, basov.yuribas@yandex.ru*

Гнеушева Виктория Валерьевна, *аспирантка, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Орел, viktoria-55555@yandex.ru*

В данной статье рассматриваются проблемы утилизации отходов сахарного производства. Главная задача – раскрыть ценность свекловичного жома как биоорганического удобрения. Целью статьи является разработка приёмов использования свекловичного жома на посевах яровой пшеницы. Особое внимание уделяется влиянию отходов сахарного производства (свекловичного жома) на агрохимические показатели почвы и на структуру урожая яровой пшеницы в зависимости от доз внесения.

Ключевые слова: яровая пшеница, свекловичный жом, утилизация, биоудобрения, агроэкоэкологическая оценка, побочный продукт, микроэлементы, агроэкосистема

AGRO-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE USE OF WASTE OF SUGAR MANUFACTURE AS ALTERNATIVE FERTILIZER ON CROPS OF SPRING WHEAT

Gurin A.G., Basov U.V., Gneusheva V.V.

This article discusses the problem of waste of sugar manufacture. The main task is to disclose the value of sugar beet pulp as Bioorganic fertilizer. The aim of the article is the development of methods of using sugar beet pulp on spring wheat. Special attention is paid to the influence of the waste products of sugar production (sugar beet pulp) on agrochemical properties of soil and on the structure of the harvest of spring wheat depending on the application rate.

*Key words***:** beet pulp, recycling, fertilizer, agroecologically assessment, by-product, minerals, agro-ecosystems

В последнее время большие объемы производства сахара, при которых выход сырого свекловичного жома составляет 80-83 % к массе переработанной свеклы, создают серьезные трудности в переработке, хранении и утилизации свекловичного жома. Сам по себе свекловичный жом это побочный продукт производства сахара из свеклы. Представляет собой обессахаренную свекловичную стружку серого цвета [2].

Главная ценность свекловичного жома состоит в содержании большого количества углеводов, но кроме того в его состав входят ценные микроэлементы, белки, аминокислоты (в том числе незаменимые). А именно: сухое вещество 87-92 %, вода 8-13 %, сырая клетчатка 20-22 %, сырой протеин 8 %, без азотистые экстрактивные вещества (БЭВ) 56-65 %, жир 0,4 %, зола 2,5-4,2 %. Кроме того килограмм сухо жома содержит 173 грамма клетчатки, 80 грамм сырого белка, 6,1 грамм лизина, 5 грамм кальция, 3,2 грамма серосодержащих аминокислот, 2 грамма фосфора, витамины: В1 – 0,55 мг, В2 0,22 мг, В6 – 0,18мг, С – 5,0мг, пантотеновая кислота – 0,21 мг, биотин – 0,001 мг [3].

Основным направлением использования свекловичного жома является корм для крупного рогатого скота (по питательности он занимает среднее положение между овсом и сеном), Наряду с традиционным использование, современное состояние техники и технологии свеклосахарного производства предполагает широкие дополнительные возможности в использовании и утилизации свекловичного жома: получение пектинового концентрата, пектинового клея, пищевых волокон, как из свежего свекловичного жома, так и высушенного гранулированного; использование свекловичного жома в качестве сырья для биогазовых установок, что позволяет получать аналог природного газа, а также готовые экологически чистые биоудобрения; использование гранул смеси отжатого жома, мелассы и отсева угля влажно-

стью до 50 % в качестве альтернативного топлива для ТЭЦ и котельных. Свекловичный жом при таком применении становится очень ценным продуктом свеклосахарного производства, комплексное использование которого может существенно повысить эффективность функционирования сахарной отрасли [1,2,4].

Тем не менее, проблема утилизации десятков тысяч тонн свекловичного жома, приобретает большую актуальность в настоящее время. Свекловичный жом содержит в своём составе, как написано выше, большое количество питательных веществ, следовательно, его можно использовать в качестве вторичного промышленного ресурса. Но экспериментальных исследований по использованию свекловичного жома и его влияния на агроэкосистему, недостаточно. Основной целью исследования явилась разработка приёмов использования отходов сахарного производства при возделывании яровой пшеницы:

Варианты:

1. Контроль (без внесения жома)
2. 50 т/га жома
3. 100 т/га жома
4. 150 т/га жома
5. 200 т/га жома
6. Жом 150 т/га + дефекат 5 т/га
7. Жом 150 т/га + дефекат 10 т/га
8. Жом 150 т/га + дефекат 15 т/га

Повторность опыта трёхкратная, размещение делянок рендомезированное. Объект исследования яровая пшеница сорт Сударыня. Почва серая лесная, содержание гумуса 2,39 %, pH сол. 6,5.

Результаты исследования и их обсуждения. Внесение жома, который имеет, кислую реакцию среды, оказало существенное влияние на кислотность почвы. При этом отмечена следующая закономерность: с увеличением дозы внесения жома кислотность почвы увеличивается. Так, если в контрольном варианте (без внесения жома) кислотность почвы составляла 6,57, то при внесении 50т/га жома кислотность почвы в период активного роста растений составила 6,42. При внесении 100 т/га кислотность почвы составила 6,04 и при внесении 150 т/га жома – 5,73. Наибольшая кислотность отмечена в пятом варианте, которая составила 5,56 при дозе внесения жома в 200 т/га (таблица).

Совместное внесение свекловичного жома и дефеката заметно улучшали эти показатели. При совместном внесении жома в количестве 150 т/га и дефеката 5 т/га кислотность почвы составила 5,89. Внесения 10 т/га дефеката при такой же дозе свекловичного жома снизило кислотность почвы до 6,97. Внесение 15 т/га дефеката изменила реакцию почвенной среды с кислой на щелочную, pH составила в указанном варианте 7,27.

Таким образом, внесение в почву свекловичного жома способствует увеличению её кислотности. Совместное внесение с дефекатом снижает подкисление почвы. Внесение дефеката в дозе более 10 т/га вызывает подщелачивание почвы.

Свекловичный жом в опыте применялся как органическое удобрение. Однако, как показали исследования, содержание гумуса при этом существенно не изменилось. Так в контрольном варианте количество гумуса было 2,36 %, в варианте с внесением свекловичного жома 2,37-2,41 % и в вариантах с совместным внесением жома и дефеката 2,31-2,39 %.

Таблица – Агрохимические свойства почвы в зависимости от доз внесения свекловичного жома и дефеката

Варианты	Кислотность, pHсол.	Гумус, %	K_2O, мг/кг	P_2O_5, мг/кг
1. Контроль (без внесения жома)	6,57 ± 0,06	2,36 ± 0,07	231,6 ± 0,11	96,1 ± 0,09
2. 50 т/га жома	6,42 ± 0,09	2,38 ± 0,03	242,7 ± 0,17	99,4 ± 0,11
3. 100 т/га жома	6,04 ± 0,04	2.37 ± 0,04	232,3 ± 0,20	113,0 ± 0,13
4. 150 т/га жома	5,73 ± 0,05	2,41 ± 0,06	252,7 ± 0,21	132,5 ± 0,11
5. 200 т/га жома	5,56 ± 0,06	2,39 ± 0,07	254,4 ± 0,19	147,3 ± 0,14
6. Жом 150 т/га + дефекат 5,0 т/га	5,89 ± 0,04	2,34 ± 0,02	251,7 ± 0,16	137,6 ± 0,13
7. Жом 150 т/га + дефекат 10,0 т/га	6,97 ± 0,06	2,39 ± 0,04	229,6 ± 0,18	109,3 ± 0,09
8. Жом 150 т/га + дефекат 15,0 т/га	7,27 ± 0,05	2,31 ± 0,05	246,8 ± 0,20	87,1 ± 0,09

Содержание обменного калия так же не зависит от дозы внесения свекловичного жома и дефеката. В контрольном варианте содержание калия было 231,6 мг/кг. В вариантах с внесением 229,6 – 254,4 мг/кг.

Иная картина наблюдалась по содержанию подвижного фосфора в почве. В тех вариантах, где вносили свекловичный жом, произошло увеличение содержания P_2O_5. Так, в контрольном варианте содержание фосфора составило 96,1 мг/кг, в варианте с внесением свекловичного жома в количестве 50 т/га содержание фосфора увеличилось до 99,4 мг/кг. Ещё более высокое содержание его было в вариантах с дозой внесения 100 т/га и 150 т/га и составило соответственно 113 мг/кг и 132,5 мг/кг. Наибольшее количество подвижного фосфора было в варианте с дозой внесения 200 т/га, которое составило 147,3 мг/кг.

По нашему мнению увеличение подвижного фосфора в этих вариантах связано с увеличением кислотности почвы. Как известно переход фосфора из валовых форм в доступную, напрямую связан с кислотностью почвенного раствора.

Увеличение дозы дефеката при совместном внесении со свекловичным жомом, как было доказано, приводило к подщелачиванию почвенного раствора, что привело к снижению подвижного фосфора. Так в варианте с внесением 150 т/га свекловичного жома и 5 т/га дефеката содержание подвижного фосфора составило 137,6 мг/кг. При совместном внесении 150 т/га свекловичного жома и 10 т/га дефеката, содержание P_2O_5 было ниже и составило 109,3 мг/кг. Наименьшее содержание подвижного фосфора было в варианте с внесением 150 т/га свекловичного жома и 15 т/га дефеката – 8,7 мг/кг.

Внесение свекловичного жома и дефеката неоднозначно сказалось на продукционном процессе и, в частности, на урожайности яровой пшеницы. В контрольном варианте урожай составил 25,7 ц/га. В варианте с внесением 50 т/га жома урожай составил 27,3 ц/га, что на 6,2 % больше, чем в контроле. Дальнейшее увеличение дозы внесения свекловичного жома негативно повлияло на урожайность яровой пшеницы. В третьем и четвёртом вариантах урожай составил соответственно 18,7 ц/га и 15,9 ц/га соответственно. В варианте с максимальной дозой внесения жома 200 т/га, урожай яровой пшеницы составил 16,0 ц/га. Снижение урожайности в вариантах с внесением высоких доз свекловичного жома, по-видимому связано с увеличением кислотности почвы.

При совместном внесении свекловичного жома и дефеката урожай яровой пшеницы был несколько выше по сравнению с контрольным вариантом и составил в шестом варианте 25,9 ц/га, в седьмом и восьмом вариантах соответственно 27,6 ц/га и 28,8 ц/га.

Таким образом, на посевах яровой пшеницы возможно использование свекловичного жома в качестве нетрадиционного органического удобрения только совместно с дефекатом в дозе: жом 150 т/га + дефекат 10 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ананьева П.А., Кувардина Е.М., Пузанова Л.М., Спичак В.В. Получение пектинового концентрата из свекловичного жома // Сахар. - М., 2005. – № 5. – С. 53.

2. Колесников В.А., Артеменко В.И., Лукьяненко М.В. Производство функциональных продуктов питания с использованием пищевых свекловичных волокон // Пищевая промышленность. – М., 2007. – № 5. – С. 34-35.

3. Орлов В.Д., Забросин А.Ф., Яровой С.Л. Производство сухого свекловичного жома // Лёгкая и пищевая промышленность. – М., 1983. – С. 112.

4. Русанов В.И. Утилизационная ТЭЦ на отходах свеклосахарного производства // Сахар. – М., 2010. – № 9. – С.60-61.

УДК 66.014

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РИСОВОЙ ЛУЗГИ ПО СОВРЕМЕННЫМ МЕТОДАМ АНАЛИЗА

Оразымбетова Г.Ж., *кандидат технических наук, доцент, Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза,* ***Узбекистан****, Нукус*

Проведены химический, рентгенофазовый, дифференциально-термический и ИК – спектроскопический анализы рисовой лузги и его золы.

Ключевые слова: рисовая лузга, рентгенофазовый, дифференциально-термический, ИК – спектроскопический анализы

INVESTIGATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF REES HUSK AT MODERN METHODS OF ANALYSIS

Orazymbetova G.J.

Chemical, X-ray diffraction, differential thermal and infrared spectroscopic analysis of rice husk and it ash were conducted.

Keywords: rice husk, X-ray diffraction, differential thermal, infrared spectroscopic analysis

Рисовая лузга – отход сельскохозяйственного производства, который в настоящее время не находит широкого применения. Она представляет собой волокнистое вещество, в составе которого содержатся влага, лигнин, целлюлоза, пентозаны, небольшое количество белка и витаминов, а также кремнезём. В рисовой лузге органическое вещество составляет около 70–85 %. Из 1 т неочищенного риса получают около 160 кг рисовой лузги [5-7]. При его сжигании образуется зола около 20 %. Зола рисовой лузги состоит в основном из кремнезёма с минимальным количеством щелочей и других микроэлементов.

Проведены химический, рентгенофазовый (рисунок 1), дифференциально-термический (рисунок 2), и ИК– спектроскопический (рисунок 3) анализы рисовой лузги и его золы.

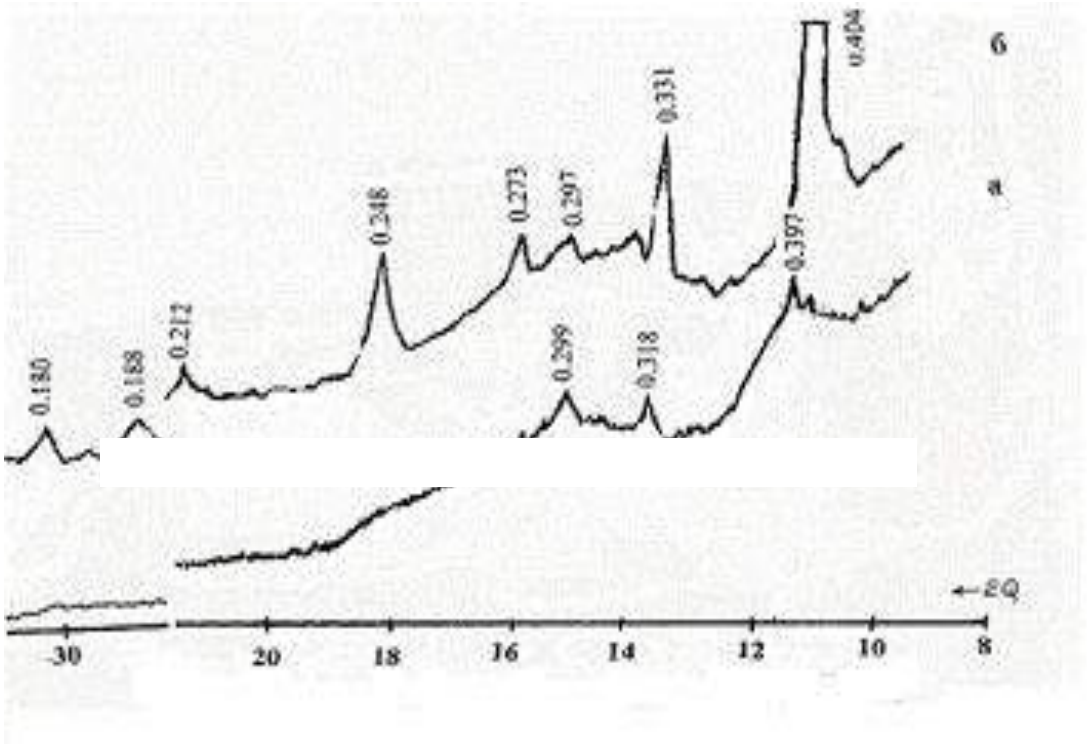


Рисунок 1 – Дифрактограммы а. Рисовой лузги, б. Золы рисовой лузги.

Дифрактографический анализ (рисунок 1) рисовой лузги показал, что дифракционные линии при 0,397 нм расширялись со слабой интенсивностью, так как рисовая лузга состоит в основном из органических соединений. Присутствие на дифрактограмме линии с d/n=0.397, 0,318 и 0.299 нм подтверждает наличие кварца [1].

Обжиг золы при температуре выше 800 ^{0}C даёт кристобалит [7.

После обжига при температуре 1000^{0}C (выдержка 1 час) наблюдаются линии сильной интенсивности. На рентгенограмме золы (рисунок 1б) присутствуют линии с d/n=0.404; 0.331; 0.297; 0.248; 0.188 нм подтверждающие наличие кристобалита, являющегося высокотемпературной модификацией кремнезёма [1].

Физическая характеристика и химическая реакционноспособность кремнезёма в золе рисовой лузги зависят от температуры нагревания и времени выдержки [4].

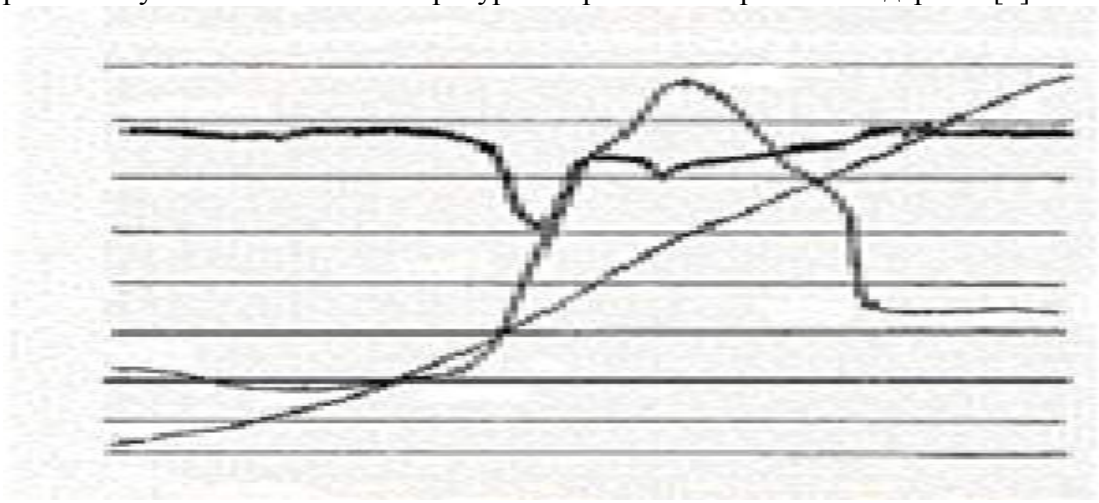


Рисунок 2 – Кривые нагревания рисовой лузги.

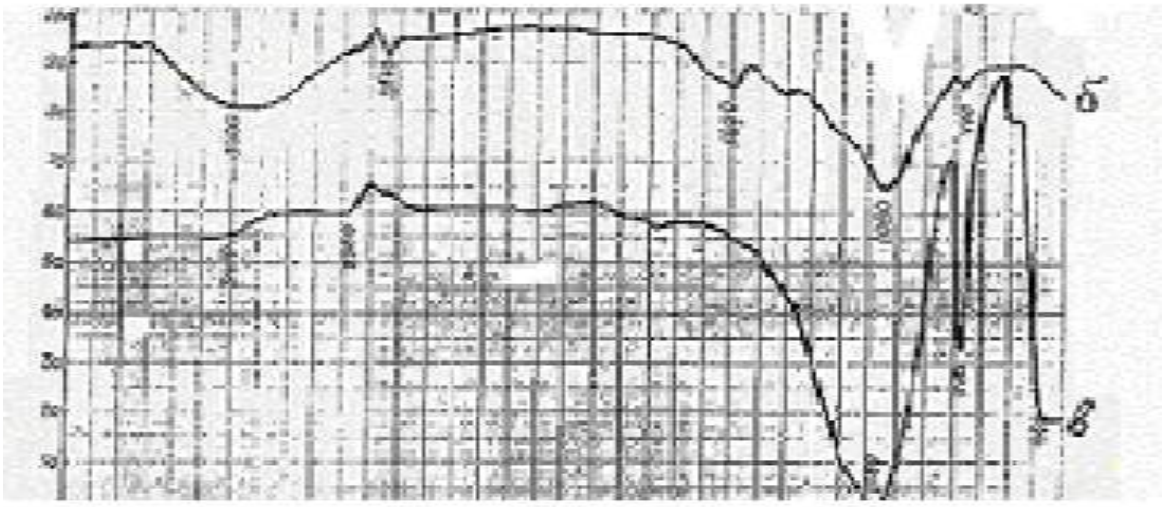


Рисунок 3 – ИК– спектры поглощения б. рисовой лузги; в. зола рисовой лузги.

По данным дифференциально–термического анализа рисовой лузги эндоэффект при 100^{o}C показывает переход α–тридимита в β–тридимит, а при 245^{o}C – переход α–кристобалита в β–кристобалит. Эндоэффект при 485^{o}C показывает переход α–кварца в β–кварц.

ИК– спектр поглощения (рисунок 3 б,в) указывает на наличие в рисовой лузге и золе полос поглощения при волновых числах 450 см $^{-1}$, 780 см $^{-1}$, относящихся Si–O группе. Различные модификации кремнезёма, в основном кристобалит характеризуются интенсивным поглощением в области 1080 см$^{-1}$. В области 1600–2960 и 3400 см$^{-1}$ появляются полосы поглощении, характеризующие валентные колебания O–H – групп [2,3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Горшков В.С., Тимашёв В.В., Савельев В.Г. Методы физико–химического анализа вяжущих веществ. – М.: –Высшая школа. –1981. – 333 с.
2. Плюснина И.И. Инфракрасная спектроскопия клинкерных минералов. Издательство Московского университета. – 1967. – 181 с.
3. Плюснина И.И. Инфракрасная спектроскопия силикатных материалов. Издательство Московского университета. –1977. – 163 с.
4. Рамачандран В.С. Применение дифференциально–термического анализа в химии цементов. –М.: Стройиздат. – 1977. – 408 с.
5. Ibrahim D. Crystallite Gravth of rice husk ash silica. – 1981. – V. 45. –79 p.
6. Jumes J.and Subba M.Rao: Charactenization of silica in rice husk ash.. – 1986. – T.65. –№ 8. – P.77–80.
7. Metha R.K. Effect of Chemical Additions on the alkali–silica expansion proceedings of the 4th Congress on effects of alkalis in cement and Concrete, Purdue University, USA. – 1979. – P. 229–234..

УДК 635.116

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН МОРКОВИ

Ахияров Булат Гилимханович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», **Россия**, **Республика Башкортостан**, г. Уфа, bsau-bulat@rambler.ru*

Юсупов Азат Шафкатович, *кандидат сельскохозяйственных наук, КФХ «Агли» **Россия**, **Республики Башкортостан**, Чишминский район, д. Марусино*

Бикметов Рустем Рафитович, *магистр, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», **Россия**, **Республика Башкортостан**, г. Уфа.*

Изучали эффективность применения регуляторов роста при возделывании моркови. Приведены результаты полевых наблюдений и урожайность и качество корнеплодов моркови.

Ключевые слова: качество корнеплодов; сорта; морковь; регуляторы роста

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON SEED QUALITY CARROT SEED

Akhiyarov B.G., Yusupov A.S., Bikmetov R.R.

We studied the effectiveness of using of growth regulators in the cultivation of carrots. The results of field observations, yield and quality of carrot roots are presented.

Keywords: quality of roots; variety; carrot; growth regulators

Морковь столовая одна из ведущих овощных культур. Она имеет хозяйственное значение не только как овощное растение, но и как техническая культура, а также её применяют для лекарственных целей и в парфюмерной промышленности. По России площадь возделывания моркови столовой составляет около 70 тыс. га, валовой сбор на уровне 1,5-1,7 млн.т . доля ее в общем объеме производства овощей в РФ составляет 10 % от площади возделывания и 7 % по валовому сбору урожая овощных культур. По медицинским нормам потребления потребность в моркови на одного человека составляет 16 кг в год, это около 9 % от всего объема потребности овощной продукции [1,2].

Ценность моркови столовой, прежде всего, объясниться с наличием в ее составе большего набора полезных для жизнедеятельности организма человека веществ.

В связи с этим актуальна задача увеличения производства моркови столовой. Пути решения этой задачи – расширение площадей возделывания, повышение рентабельности производства, увеличение урожайности культуры. Если первый путь это вопросы организационные, то второй – в значительной мере связано с усовершенствованием технологии возделывания культуры. К настоящему времени разработаны различные технологические процессы и

технологии возделывание моркови столовой, обеспечивающие достаточно высокую урожайность культуры. Семена сортов и гибридов предлагаемые товаропроизводителям соответствуют ГОСТ Р 52171 - 2003 который допускает к использованию семена моркови столовой с низкой всхожестью и чистотой (55 и 90 % соответственно), в стандарте нет требований к размерно-весовым характеристикам, поэтому они практический непригодны для использования в современных сеялках точного высева.

Основным показателем посевных качеств семян является всхожесть семян. Семена моркови имеют низкую всхожесть благодаря содержанию в семенах эфирных масел [5].

Связи с низкой всхожестью семян моркови мы поставили цель найти приемы повышения всхожести семян моркови.

Всхожесть семян – это количество появившихся всходов, выраженное в процентах к количеству высеянных семян.

Прорастание семян – переход семян растений от покоя к активной жизнедеятельности, начальный этап онтогенеза растений, на котором образуется росток. Происходит при обеспеченности влагой и кислородом, подходящем температурном и световом режиме. В процессе прорастания повышается обмен веществ в зародыше и эндосперме; семена набухают в воде, крахмал, жиры и белки распадаются на сахар, жирные кислоты и аминокислоты. Обычно первым прорастает корешок, далее – гипокотиль или эпикотиль (у разных растений) [6].

В случае недостатка кислорода накапливаются вредные для зародыша вещества – этиловый спирт, молочная кислота, аммиак; при недостатке температуры снижается поступление воды в семена и активация обмена веществ, нарушается соотношение различных регуляторов роста. Некоторые из семян не прорастают, находясь в подходящих условиях, из-за твёрдости покровов и не выхода из состояния покоя; в этом случае возможно механическое повреждение покровов [3,4,7].

Для решения данной цели поставили ряд экспериментальных данных:

-применение регуляторов роста при обработке семян.

- разделение на фракции семян моркови.

Регуляторы роста растений – это вещества, стимулирующие или, наоборот, тормозящие процессы, связанные с ростом и развитием.

Они играют не менее важную роль в повышении урожайности овощных культур, улучшении их качества. Достигается это за счет возможности управлять процессом роста и развития растений, для того чтобы в полной мере реализовать их жизненный потенциал. Регуляторы роста снимают период покоя у семян, ускоряют прорастание всходов, стимулируют побегообразование и рост корневой системы и повышают сопротивляемость к болезням и неблагоприятным условиям выращивания.

К стимуляторам роста относятся: гиббереллины, цитокинины, ауксины и их производные.

Регуляторы роста изменяют всхожесть семян моркови по разному. По нашим экспериментальным данным выявили, что препарат биодукс интенсивнее других препаратов и всхожесть повышается от 7,7 до 8,1 % по сравнению с контролем. Также препараты росток, эпин экстра и циркон незначительно повысили всхожесть семян. Препарат бигус не повлиял на всхожесть семян.

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста на энергию прорастания и всхожесть.

Варианты	2013 октябрь		2014 февраль		2014 октябрь	
	Энергия прорастания	Всхожесть	Энергия прорастания	Всхожесть	Энергия прорастания	Всхожесть
Сухие семена	67,9	80,5	69,6	82,2	65,5	78,1
Циркон	70,3	82,9	72,1	84,7	67,8	80,4
Росток	72,7	85,3	74,5	87,1	70,2	82,8
Биодукс	75,9	88,5	77,7	90,3	73,2	85,8
Эпин экстра	70,4	83,0	72,1	84,7	67,9	80,5
Бигус	67,6	80,2	69,3	81,9	65,2	77,8

Энергия прорастания гарантирует появления и дружность развития всходов высокий и доброкачественный урожай.

Также энергия прорастание семян была максимальна при обработке регулятором роста биодукс и составил от 73,2 до 77,7 % в зависимости от сроков посева.

При проведении экспериментальных данных выявили такую закономерность свежее убранные семена моркови имели чуть ниже всхожесть и энергию прорастания, чем хранившиеся семена несколько месяцев. Свежее убранные семена моркови находятся в процессе покоя из-за повышенного содержания эфирных масел.

Разредив семена моркови на разные фракции также изменяется энергия прорастания и всхожесть. Раздели семена моркови по размерам на решетах шириной менее 1 мм, 1,5 мм, 2 мм.

Рисунок 1 – Выход семян разных фракций

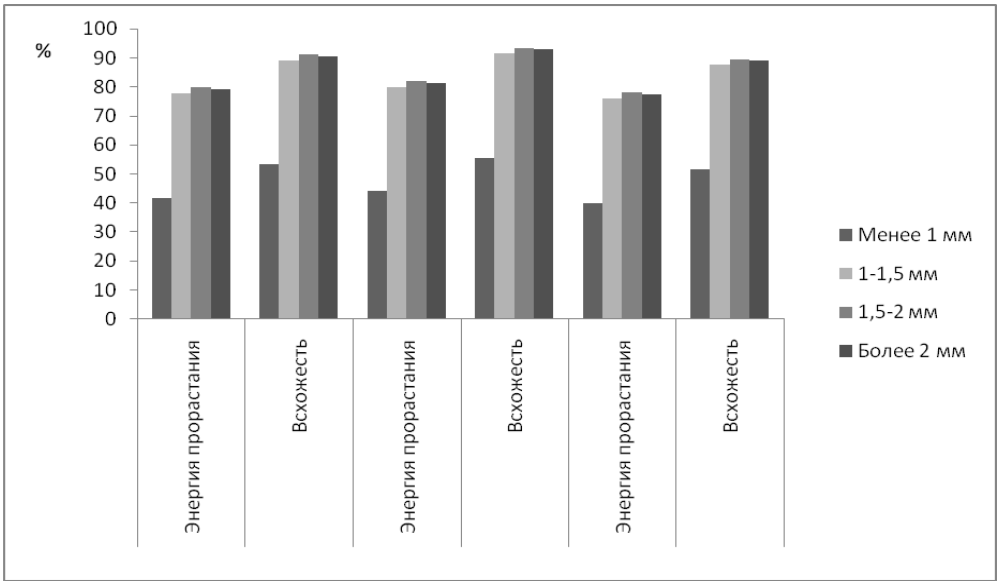


Рисунок 2 – Энергия прорастания и всхожесть семян моркови
в зависимости от размера семян

Основная масса семян моркови была 1,5-2 мм и 1-1,5 мм и составила 42 % и 35 % соответственно.

Семена моркови имели низкую всхожесть и энергию прорастания у фракций менее 1 мм и составило 53,6 % и 42,2 %. Наибольшая всхожесть семян была у размера семян 1,5-2 мм и более 2 мм и составило 91,5 и 91,0 % соответственно.

Таким образом, для повышения всхожести семян моркови рекомендуем применить регуляторы роста биодукс и росток. А также отсортировать семена моркови на фракции и использовать 1,5-2 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахияров Б.Г. Перспективы развития овощеводства в Республике Башкортостан // В сборнике: Научное обеспечение инновационного развития АПК материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках XX Юбилейной специализированной выставки "АгроКомплекс-2010". – 2010. – С. 29-30.

2. Ахияров Б.Г., Исмагилов Р.Р., Нугманов А.Х. Технология производства овощей // В сборнике: Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан / Российская академия сельскохозяйственных наук, Академия Наук РБ, Министерство сельского хозяйства РБ, Башкирский государственный аграрный университет Башкирский НИИ сельского хозяйства РАСХН. Уфа, 2012. – С. 238-251.

3. Ахияров Б.Г., Ахиярова Л.М. Биохимические показатели корнеплодов моркови отечественных и зарубежных сортов и гибридов в условиях лесостепи Республики Башкортостан // В сборнике: перспективы инновационного развития АПК Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIV Международной специализированной выставки "Агрокомплекс–2014". Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство сельского хозяйства РБ, Башкирский государственный аграрный университет, ООО "Башкирская выставочная компания»" . – 2014. – С. 27-30.

4. Исмагилов Р.Р., Ахияров Б.Г., Юсупов А.Ш. Прогрессивная технология возделывания моркови в КФХ «Агли» Чишминского района Республики Башкортостан // Аграрный вестник Урала. 2011. – № 3. – С. 62.

5. Исмагилов Р.Р., Зарипов Р.Г., Уразлин М.Х., Ахияров Б.Г., Костылев Д.А., Мухаметшин А.М., Юсупов А.Ш. Овощеводство в Башкортостане // Уфа: Башкирский государственный аграрный университет. Уфа, 2009. – 128 с.

6. Нурмухаметов Н.М., Ахияров Б.Г. Стимуляция биологической активности почв различными биопрепаратами // В сборнике: Пути повышения эффективности АПК в условиях вступления России в ВТО материалы международной научно-практической конференции (к XIII международной специализированной выставке "АГРО-2003"). – 2003. – С. 175-176.

7. Юсупов А.Ш., Ахияров Б.Г. Интенсивная технология возделывания моркови в КФХ "Агли" Чишминского района Республики Башкортостан // В сборнике: Научное обеспечение инновационного развития АПК материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках XX Юбилейной специализированной выставки "АгроКомплекс-2010". – 2010. – С. 192-193.

УДК 635.116

ПОВЫШЕНИЕ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ

Ахияров Булат Гилимханович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», **Россия**, **Республика Башкортостан**, г. Уфа, bsau-bulat@rambler.ru*

Юсупов Азат Шафкатович, *кандидат сельскохозяйственных наук, КФХ «Агли», **Россия**, **Республика Башкортостан**, г. Уфа*

Исламов Фидарис Радисович, *магистр, ФГБОУ ВПО Башкирский государственный аграрный университет, **Россия**, **Республика Башкортостан**, г. Уфа*

Исследовали эффективность применения регуляторов роста и их влияние на всхожесть и энергию прорастания семян столовой свеклы.

Ключевые слова: энергия прорастания; всхожесть; столовая свекла; регуляторы роста.

IMPROVING THE GERMINATION OF SEEDS BEETROOT

Akhiyarov B.G., Yusupov A.S., Islamov F.R.

Investigated the efficacy of growth regulators on germination and vigor of seeds beetroot.

Keywords: germination; germination; beetroot; growth regulators.

Корнеплоды столовой свеклы являются ценным пищевым продуктом, содержащим большое количество сахаров: сахарозу (6-12 %), фруктозу и глюкозу, полисахариды (пектиновые вещества и клетчатку), органические кислоты (щавелевая, яблочная, лимонная), а по содержанию йода входит в число овощей, наиболее богатым этим элементом [1]. В связи с этим актуальна задача увеличения производства столовой свеклы. Оснащенность хозяйств сеялками точного высева высокая, но качество семян оставляет быть лучшим. На сегодняшний день одной из проблем увеличения производства корнеплодов столовой свеклы является низкие показатели посевных качеств семян, такие как всхожесть, чистота и другие. Если еще чистоту семян столовой свеклы можно довести до требуемых показателей по ГОСТу, то всхожесть остается низкой.

Семена сортов и гибридов, предлагаемые товаропроизводителям, соответствуют ГОСТ Р 52171 – 2003, который допускает к использованию семена столовой свеклы с низкой всхожестью - 60 %, в стандарте нет требований к размерно-весовым характеристикам, поэтому они практический непригодны для использования в современных сеялках точного высева.

Основным показателем посевных качеств семян является всхожесть семян. Плод у столовой свеклы сжатая односемянка, при созревании срастающаяся с околоцветником. Так как пучки цветков взаимно срастаются, то получается целое соплодие с 2-6 плодами. Под крышечкой внутри плодов находятся семена. Для прорастания семян столовой свеклы необходимо много воды (150 % от собственной массы) для набухания околоплодника [2]. В связи с этим целью наших исследований является поиск приемов повышения всхожести семян столовой свеклы. Всхожесть семян – это количество появившихся всходов, выраженное в процентах к количеству высеянных семян.

Прорастание семян – переход семян растений от покоя к активной жизнедеятельности, начальный этап онтогенеза растений, на котором образуется росток. Происходит при обеспеченности влагой и кислородом, подходящем температурном и световом режиме. В процессе прорастания повышается обмен веществ в зародыше и эндосперме; семена набухают в воде, крахмал, жиры и белки распадаются на сахар, жирные кислоты и аминокислоты. Обычно первым прорастает корешок, далее затем появляются гипокотиль и эпикотиль [4].

В случае недостатка кислорода накапливаются вредные для зародыша вещества – этиловый спирт, молочная кислота, аммиак; при недостатке температуры снижается поступление воды в семена и активация обмена веществ, нарушается соотношение различных регуляторов роста. Некоторые из семян не прорастают, находясь в подходящих условиях, из-за твёрдости покровов и невыхода из состояния покоя; в этом случае возможно механическое повреждение покровов [5,6,7].

Для решения данной задачи поставили ряд экспериментов:

- применение регуляторов роста при обработке семян.
- СВЧ-обработка семян столовой свеклы.

Регуляторы роста растений – это вещества, стимулирующие или, наоборот, тормозящие процессы, связанные с ростом и развитием. Они играют не менее важную роль в повышении урожайности овощных культур, улучшении их качества. Достигается это за счет возможности управлять процессом роста и развития растений, для того чтобы в полной мере реализовать их жизненный потенциал. Регуляторы роста снимают период покоя у семян, ускоряют прорастание всходов, стимулируют побегообразование и рост корневой системы и повышают сопротивляемость к болезням и неблагоприятным условиям выращивания. К стимуляторам роста относятся: гиббереллины, цитокинины, ауксины и их производные.

Исследования проводили в условиях лаборатории – проверяли влияние регуляторов роста и СВЧ-обработки на энергию прорастания и всхожесть семян столовой свеклы. Также данный опыт проверили в условиях защищенного грунта учебно-научной зимней теплицы БГАУ и в полевых условиях в хозяйстве КФХ «Агли» Чишминского района Республики Башкортостан.

Почвы хозяйства представлены выщелоченными черноземами тяжелосуглинистого гранулометрического состава, сформированного на делювиальных отложениях, характеризуются высоким содержанием гумуса (содержание гумуса в слое 0-35 см достигает 9,35 %). Мощность гумусового горизонта 45-55 см, реакция среды слабокислая (pH 5,6). Почва среднеобеспеченна подвижными формами азота, фосфором и калия. В целом выщелоченные черноземы, являются одной из наиболее плодородных почв и способны обеспечить высокую продуктивность.

Грунт теплицы БГАУ представлен выщелоченным черноземом, имеющим среднесуглинистый механический состав. Мощность гумусового горизонта 25-35 см, содержание гумуса в пахотном слое 8,9 %. Реакция почвенной среды опытного участка нейтральная $pH_{(kcl)}$=6,2. Сумма поглощенных оснований 68 мг-экв/100г почвы, объемная масса пахотного слоя почвы 1,03 г/см^3. Содержание в почве легкогидролизуемого азота составляет 138 мг/кг, нитратного азота 37, подвижного фосфора 267,5, обменного калия 213,8 мг/кг почвы.

Применение регуляторов роста по результатам исследований, повышает энергию прорастания в сравнении с необработанными семенами на 5-15 % в зависимости от препарата. Высокая энергия прорастания была у препарата «биодукс», а препарат «эпин экстра» показал низкую энергию прорастания семян. Благодаря активной работе препаратов улучшается ростовые процессы, быстрее проходит физиологические и биохимические процессы в зародыше семян, наблюдается дружность всходов.

Таблица 1 – Энергия прорастания семян в зависимости от предпосевной обработки БАВ

Вариант	Энергия прорастания	
	%	к контролю +-
Контроль (сухие семена)	62,3	-
Этамон	64,5	+2,2
Biodux	71,3	+9
Крезацин	68,4	+6,1
Цикрон	65,2	+2,9
Эпин Экстра	63,4	+1,1

Всхожесть семян – это количество появившихся всходов, выраженное в процентах к количеству высеянных семян [7]. Всхожесть семян определяли в 3 условиях: 1) в лабораторных, 2) посевом семян в защищенный грунт (теплица), 3) в полевых условиях. Наибольшая всхожесть семян наблюдалась при обработке препаратом «биодукс» и «крезацин» во всех условиях посева. Выявили такую закономерность, что наибольшая всхожесть семян столовой свеклы была в лаборатории, где создаются все условиях для ростовых процессов. Чуть ниже всхожесть со всеми препаратами в условиях защищенного грунта, хотя создавались все условия для роста и развития. По нашим результатам, снижение всхожести было из-за по-

вреждения всходов болезнями и вредителями. При сравнении условий произрастания самая низкая всхожесть была в полевых условиях. Снижение полевой всхожести было 15,3 % по сравнению с лабораторной. У обработанных регуляторами роста семян всхожесть полевая выше по сравнению с необработанными.

Таблица 2 – Всхожесть семян в зависимости от предпосевной обработки БАВ

Вариант	Всхожесть					
	лабораторная		защищенный грунт		полевая	
	%	к контролю +-	%	к контролю +-	%	к контролю +-
Контроль (сухие семена)	82,5	-	79	-	67,2	-
Этамон	85,3	+2,8	83.5	+4,5	71,5	+4,3
Biodux	92,4	+9,9	88.5	+9,5	77,3	+10,1
Эпин Экстра	89,2	+6,7	84,3	+5,3	73,4	+6,2
Цикрон	85,4	+2,9	83,2	+4,2	70,5	+3,3
Крезацин	80,0	-2,5	81,4	+2,4	69,0	+1,8

По результатам исследования применение регуляторов роста способствует увеличению энергии прорастания и всхожести семян столовой свеклы.

По результатам исследования режимов СВЧ-обработки семян выявили, что энергия прорастания увеличивается при режиме обработки 500 ватт. Необходимо при обработке семян столовой свеклы выдерживать время экспозиции. Для определенной мощности СВЧ обработки должно быть свое время. С увеличением мощности время экспозиции снижается. По нашим результатам, самая высокая энергии прорастания была при мощности 250 ватт и времени экспозиции 30 с, при 500 ватт не более 10 с; а также при мощности 750 ватт 5 с. При обработке семян мощностью 750 ватт наблюдается снижение энергии прорастания при выдержке семян более 5 с, а при 50 энергия прорастания не более 15,1 %. Обработанные СВЧ семена сохраняют свои свойства не более 10-15 дней. При хранении энергия прорастания семян столовой свеклы снижается.

Обработанные СВЧ семена столовой свеклы хранили и с интервалом 10 дней проверяли на энергию прорастания. При максимальной мощности 750 ватт, экспозиции 30 и 50 секунд и хранении семян 30 дней семена не проросли на 5-й день.

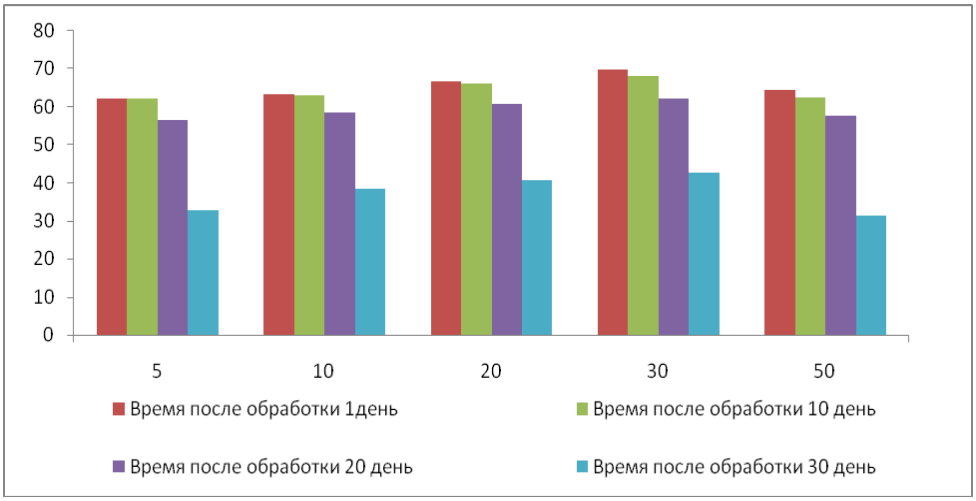


Рисунок 1– Влияние режимов обработки СВЧ семян столовой свеклы на энергию прорастания при мощности 250 ватт.

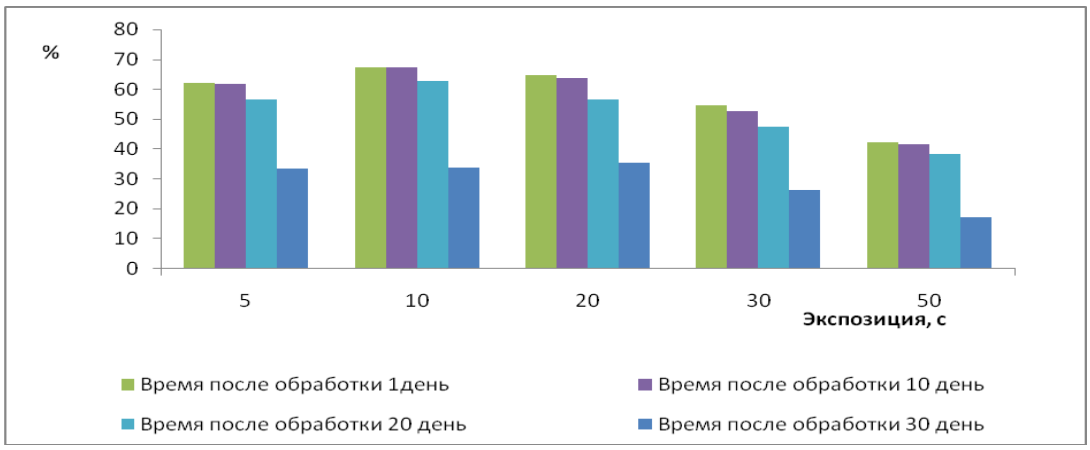


Рисунок 2 – Влияние режимов обработки СВЧ семян столовой свеклы на энергию прорастания при мощности 500 ватт.

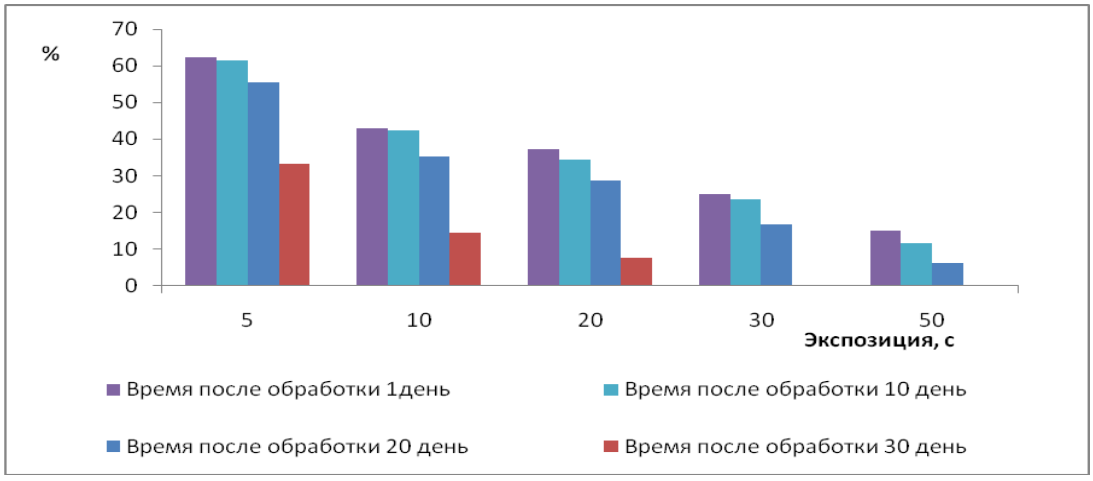


Рисунок 3 – Влияние режимов обработки СВЧ семян столовой свеклы на энергию прорастания при мощности 750 ватт.

Всхожесть семян также изменялась в зависимости от СВЧ обработки и имела такую же закономерность, как энергия прорастания.

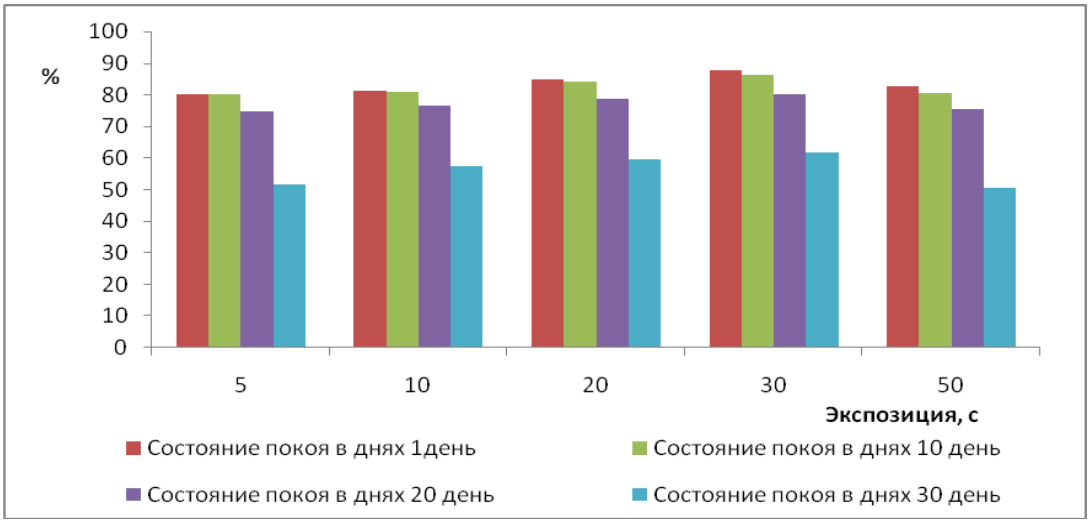


Рисунок 4 – Влияние режимов обработки семян столовой свеклы на лабораторную всхожесть при мощности 250 ватт

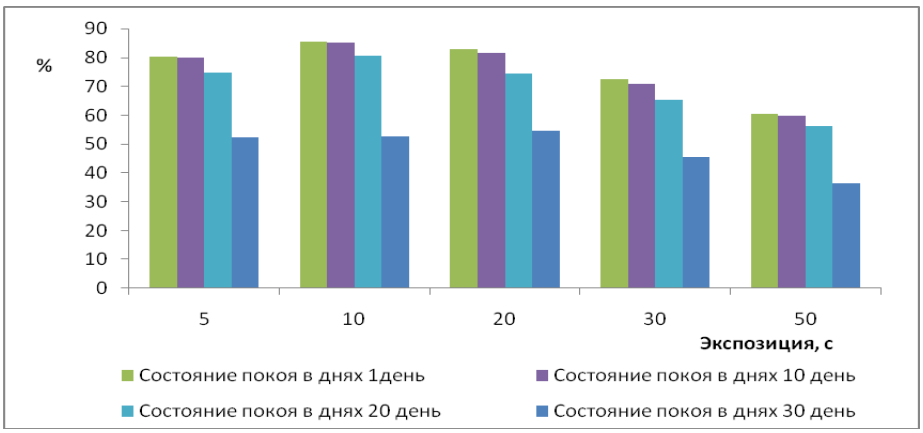


Рисунок 5 – Влияние режимов обработки семян столовой свеклы на лабораторную всхожесть при мощности 500 ватт

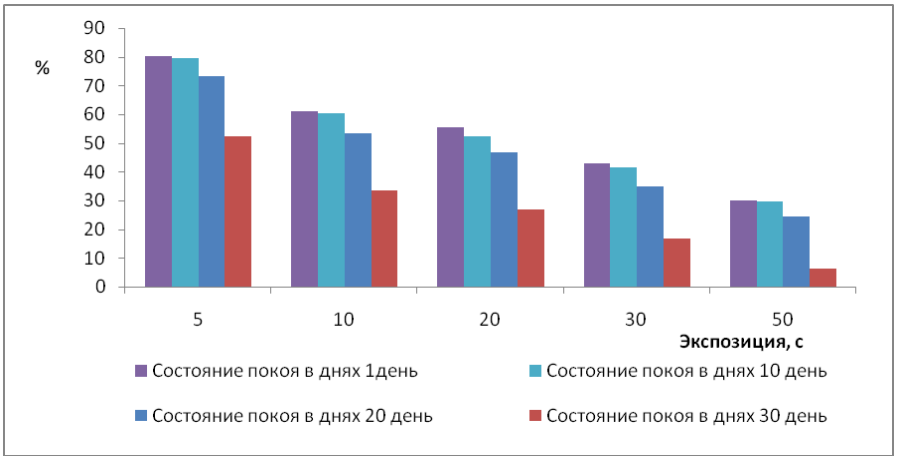


Рисунок 6 – Влияние режимов обработки семян столовой свеклы на лабораторную всхожесть при мощности 750 ватт

Таким образом, обработка семян регуляторами роста повышает всхожесть и энергию прорастания семян столовой свеклы. Рекомендуем при выращивании столовой свеклы при подготовке семян применять препараты «биодукс» и «крезацин». Для повышения энергии прорастания и всхожести семян столовой свеклы рекомендуем обработка на СВЧ-установке мощностью 250 ватт и экспозиции 30 секунд, при 500 ватт – 10 секунд, при 750 ватт – 5 секунд. Хранить обработанные семена не более 10-15 дней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахияров Б.Г., Исмагилов Р.Р., Нугманов А.Х. Технология производства овощей // В сб.: Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан / Российская академия сельскохозяйственных наук, Академия Наук РБ, Министерство сельского хозяйства РБ, Башкирский государственный аграрный университет Башкирский НИИ сельского хозяйства РАСХН. Уфа, 2012. – С. 238-251.

2. Овощеводство в Башкортостане / Исмагилов Р.Р., Зарипов Р.Г., Уразлин М.Х., Ахияров Б.Г., Костылев Д.А., Мухаметшин А.М., Юсупов А.Ш. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет. Уфа, 2009. – 128 с.

3. Ахияров Б.Г. Перспективы развития овощеводства в Республике Башкортостан / В сб.: Научное обеспечение инновационного развития АПК материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках XX Юбилейной специализированной выставки "Агро-Комплекс-2010". – 2010. – С. 29-30.

4. Ахияров Б.Г., Нурмухаметов, Н.М. Стимуляция биологической активности почв различными биопрепаратами // В сб.: Пути повышения эффективности АПК в условиях вступ-

ления России в ВТО материалы международной научно-практической конференции (к XIII международной специализированной выставке "АГРО-2003"). – 2003. – С. 175-176.

5. Ахияров Б.Г., Ахиярова Л.М. Биохимические показатели корнеплодов моркови отечественных и зарубежных сортов и гибридов в условиях лесостепи Республики Башкортостан // В сб.: Перспективы инновационного развития АПК Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIV Международной специализированной выставки "Агрокомплекс–2014". Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство сельского хозяйства РБ, Башкирский государственный аграрный университет, ООО "Башкирская выставочная компания»". – 2014. – С. 27-30.

6. Исмагилов Р.Р., Ахияров Б.Г., Юсупов А.Ш. Прогрессивная технология возделывания моркови в КФХ «Агли» Чишминского района Республики Башкортостан // Аграрный вестник Урала. 2011. – № 3. – С. 62.

7. Юсупов А.Ш., Ахияров Б.Г. Интенсивная технология возделывания моркови в КФХ "Агли" Чишминского района Республики Башкортостан // В сб.: Научное обеспечение инновационного развития АПК материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках XX Юбилейной специализированной выставки "АгроКомплекс-2010". – 2010. – С. 192-193.

УДК 631.4:584.4

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СУБТРОПИЧЕСКОЙ ТЕПЛОЙ И ЖАРКОЙ ПУСТЫНИ

Артикова Хафиза Туймурадовна, *кандидат биологических наук, доцент, Бухарский государственный университет,* ***Республика Узбекистан****, г. Бухара, hikmatova.s.i.@mail.ru*

Юнусов Рустам Юнусович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Бухарский государственный университет, Бухарский государственный университет,* ***Республика Узбекистан****, г. Бухара, hikmatova.s.i.@mail.ru*

Салимова Хилола Хамроевна, *Бухарский государственный университет,* ***Республика Узбекистан****, г. Бухара, hikmatova.s.i.@mail.ru*

В данной статье описываются климат и растения теплой и жаркой пустыни, где почвенный покров формируется при жарком, местами знойным летом и при малом количестве атмосферных осадков.

Ключевые слова: почвы субтропических зон, тёплый и жаркий климат, пустыня, атмосферные осадки, температуры воздуха, безморозный период, сумма эффективных температур, испаряемость, геоморфологические и гидрогеологические условия, растительность пустынь.

SOILS OF SUBTROPICAL WARM AND HOT DESERT

Artikov H.T., Yunusov R.Y., Salimova H.H.

The following article deals with given soils of the warm and hot desert where the soil cover is formed at differing in roast, places in the hot summer and a trace amount of an atmospheric precipitation.

Keywords: soils of subtropical zones, warm and hot climate, desert, atmospheric precipitation, air temperature, sum of efficient temperatures, evaporability, geomorphological and hydrogeological conditions, vegetation to the desert

Введение. На преобладающей части территории Узбекистана почвенный покров формируется в условиях Туранского климата, отличающегося жарким, местами знойным летом, широкими амплитудами температуры воздуха в годовом цикле и малым количеством атмосферных осадков. Туранская климатическая провинция, занимая внутриматериковое расположение, простирается в Узбекистане на сотни километров с севера на юг и с востока на запад. По этой причине климатические параметры при общей континентальной субтропичности несколько варьируют в пространстве, что обусловлено широтой местности и высотным

положением последней, особенностями орографии, а также проявлением солярного фактор [2].

В связи с отсутствием орографических барьеров холодные северные воздушные массы в зимнее время года глубоко проникают на юг, что приводит к некоторому охлаждению южной половины Устюрта и дельты Амударьи. В самых северных районах Туранской провинции, по многолетним наблюдениям, годовая температура воздуха держится на отметке плюс 10°. Средние январские температуры опускаются до минус 7,1-7,6° (метеостанции Кунград и Чимбай). Средние абсолютные минимумы температур здесь доходят до минус 29-31°, а абсолютные максимумы – до 41-42°. Южные регионы дельты Амударьи и Центральные Кызылкумы охлаждаются в меньшей мере и по среднемесячным температурам воздуха приближаются к жарким субтропикам. Среднегодовая температура воздуха здесь держится в пределах 11,8-13,4° (Хива, Ургенч, Турткуль, Тамды). Среднеянварские температуры опускаются до минус 4,1-5,1°, а абсолютный минимум - до минус 31-32°. Среднемноголетний максимум температур, достигающий 43-44°, приходится на период май-июль.

Материалы и методы исследования. С продвижением на юг пустынной зоны среднегодовые температуры воздуха постепеннь поднимаются до 14,2-15,1° в Бухарском регионе (Шафиркан, Каган, Бухара, Каракуль) и до 17-18° в низовьях рек Кашкадарья и Сурхандарья (Керки, Шерабад, Термез), а абсолютные максимумы температур достигают 44-45° в Бухарском регионе и 46-48° в Кашкадарья-Сурхандарьинском. Лето здесь сухое и знойное.

Последние показатели по продолжительности безморозного периода и сумме эффективных температур дают возможность заключить, что в пустынных регионах Кашкадарьи и Сурхандарьи складываются благоприятные термические условия для произрастания и созревания тонковолокнистых сортов хлопчатника. Мягкость температурного режима в зимний период в этих регионах часто позволяет растительности вегетировать в течение всей зимы. Вегетационные зимы здесь составляют от 86 до 100 %. В Бухарском регионе число их уменьшается до 54 %, в Нижнеамударьинском - до 11-15 %, а в районе Кунграда и Чимбая таких зим не бывает. Промерзание почв в самые холодные зимы в южных регионах республики иногда достигает 5 см, а в самых северных ежегодное промерзание колеблется от 29 до 63 см. Глубокое промерзание затрудняет проведение обработки почв, но оно бывает обычно кратковременным.

Несколько иная ситуация складывается в отношении атмосферных осадков. Наименьшее их количество выпадает в северных регионах Туранской провинции, охватывающих Центральный и Южный Устюрт, дельту Амударьи (без ее самой северной приаральской части) и Центральные Кызылкумы, – от 79 до 108 мм в год. В Бухарском регионе и прилегающих Кызылкумах годовое количество осадков возрастает до 120-125 мм, а в низовьях Шерабадской долины – до 140-154 мм. Относительно высокое выпадение атмосферных осадков в последнем регионе обусловлено расположением его в межгорной долине, вблизи сероземной зоны. Испаряемость с водной поверхности по регионам колеблется от 1350 (на севере) до 2200 мм/год (на юге), т.е. в десятки раз превышает сумму выпадающих атмосферных осадков. Высокие летние температуры воздуха, малое количество атмосферных осадков, низкая относительная влажность воздуха летом, а также частые ветры обусловливают высокую испаряемость влаги из почвы, что способствует интенсивному засолению почвенно-грунтовой толщи и вызывает высокую потребность культурных растений в поливах.

Результаты исследования. В становлении почвенного покрова значительную роль играет растительный покров. В пустынной зоне он представлен разнообразными группировками, произрастающими в различных литолого-геоморфологических, гидрогеологических и климатических условиях. Растительность пустыни не образует сплошного сомкнутого покрова, тем не менее на строение морфогенетического профиля почв она оказывает существенное влияние.

На пластовых и древне-аллювиальных равнинах, а также останцовых низкогорьях, чрезвычайно слабо обеспеченных влагой атмосферных осадков при глубоком залегании подземных вод, развиваются растения, приспособленные к периодическим засухам. Часть этих

растений способна вегетировать в ранневесенний период (эфемеры), а другая - выносить знойное лето [1].

На третично-меловых плато, покрытых мелкоземистым чехлом местами с включением скелета, ландшафтообразующим растением является биюргун. Здесь он произрастает в сочетании с полынью и кейреуком. Иногда встречается кырк-бугум. В гипсовых пустынях (Канимех, Маликчуль, Шерабад и др.) селятся гипсофиты – ирис джунгарский, тасбиюргун с небольшолй примесью полыни и вьюнка. На поверхности почв этих пустынь встречается очень скудная поросль эфемеров – мальколмия, аллисум, гвоздичник и др. Они поселяются в основном на прикустовых песчаных бугорках и не создают даже слабой дернины.

Песчаные пустыни отличаются довольно разнообразным видовым составом растительности, включающем травянистые, полукустарниковые, кустарниковые и древесные формации.

На целинных участках дельтовых равнин и речных террас с близким залеганием грунтовых вод вегетирует влаголюбивая растительность – тростник, осока, тамариск, некоторые солянки. На менее увлажненных участках, часто приуроченных к прирусловым валам, распространена тугайная растительность: туранга, джида, ива, тамариски. Из травянистой растительности здесь встречаются вейник, янтак, свинорой, каперцы, солодка, иногда кандым. При отсутствии древесной растительности преобладают заросли тамариска, местами встречаются тростник, аджерек, парнолистник, янтак, солодка и др. При повышенном засолении почв селятся янтак, акбаш, курмак и некоторые галофиты – солянка мясистая, солянка шерстистая, солеколосник, шур-аджерек и др.

В целом, на орошаемых почвах преобладает культурная растительность: хлопчатник, джугара, кукуруза, люцерна, зерновые колосовые, бахчевые, виноградник и др., из древесных – яблоневые, тутовник и др. В южных регионах жаркий климат позволяет выращивать, кроме того, инжир, кенаф, сахарный тростник, маслины, хурму и др. Среди полевых культур в садах и огородах вдоль дорог и ирригационно-дренажной сети селится сорная растительность, по видовому составу часто повторяя растительные сообщества прилегающих целинно-залежных земель. Это – янтак, солодка, аджерек, кермек, вьюнок, каперцы, гумай, паслен, акбаш и др., на люцерне часто встречаются повилика, иногда янтак.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коровин В. Почвы центрального Узбекистана. – Сб. научных трудов, 1961. – С. 11-15.
2. Кузиев Р., Сектименко И., Почвы Узбекистана, Шарк, Ташкент, 2009. – С. 169-174.

УДК 631.4:479.2

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ В ДЕЛЬТЕ РЕК ЗЕРАВШАН И КАШКА-ДАРЬИ В УЗБЕКИСТАНЕ

Юнусов Рустам Юнусович, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Бухарский государственный университет, Бухарский государственный университет,* ***Республика Узбекистан****, г. Бухара, hikmatova.s.i.@mail.ru*

Нарзиева Саломат Каримовна*, Бухарская областная Агрохимстанция республики Узбекистан,* ***Республика Узбекистан****, г. Бухара, hikmatova.s.i.@mail.ru*

Масштабы и темпы развития орошаемого земледелия в Узбекистане требуют поиска наиболее целесообразных агротехнологий возделывания хлопка, чтобы избежать вторичного засоления песчаных, серокоричневых и аллювиальных луговых почв на территории дельты рек Зеравшана и Кашка-Дарьи. Засолению способствуют как особенности засушливого климата, так и минерализованные грунтовые воды (5-10 г/л). Проведение междурядного рыхления хлопчатника культиваторам, бороздование на различную глубину в зависимости от стадии развития хлопчатника (от 10 до 18 см); внесение в 4 срока развития растений удобрений, различных по количеству и качеству (после промывки почвы $N_{250}P_{175}K_{125}$ + 30 т навоза/га); промывка почвы (6500-8000 $м^3$/га) и вегетационные поливы (5600-600 $м^3$/га) позволяют получить хлопка до 23 ц/га, что на 20-25 % больше по сравнению с неорошаемыми почвами.

Ключевые слова: хлопководство, агротехника, орошение, засоление дельты рек Зеравшан и Кашка-Дарья, Букарский оазис.

INFLUENCE ON ECOLOGICAL SALINIZATION OF IRRIGATED SOILS AT THE DELTA RIVERS ZERAVSHAN AND KASHKADARYA IN UZBEKISTAN

Yunusov R.Y., Narziev S.K.

In article researches directed on improvement of an ecological state the highly saltiness of soils in arid zones are considered. Researches show that the carried-out washings, plannings and introduction the organical fertilizers, also observance of agrotechnical rules of irrigation, promote transformation motley on structure of salted ESA and SSC in the uniform well expressed fertile fields of 20-50 hectares and more. It allows to create models of a sustainable development of agriculture in the territory of farms by melioration and integration of small ESA(3-5 hectares) to large uniform and fertile squares of soils.

Keywords: Elementary soil areas, structure of a soil cover, desert sandy soils, gray-brown soils, meadow alluvial soils, spotty salinization, irrigative condition of lands, ecological condition of lands, agrotechnical and agromeliorative actions, water-salt mode, agromeliorative processing of the soil, technology of furrowing, extent of salinization.

***Introduction*.** In Uzbekistan, in particular and on deltas Zeravshan and Kashkadarya relating to Bukhara and Kashkadarinskii areas, land users become the farms, testifying that regions of our country really pass to the market derivative relations. Such social and economic transformations and development of productive forces is objective regularity. Nevertheless, scales and rates of development of irrigated agriculture here demand search of the most expedient forms of interaction of farmers in various elementary soil areas (ESA) and the structure of a soil cover (SSC). Because, development and distribution of secondary salinization in the form of ESA and SSC on irrigated fields characterizes various degrees and characters of a salinization. Desert sandy, gray-brown and alluvial meadow soils are widespread on irrigated lands of characterized territories. Ground waters in the territory of these soils lie at a depth of 1-3 m, the mineralization of ground waters fluctuates within 3-10 g/l and more, and on a chemical composition they treat chloride-sulfate and sulfate-chloride types of salinization. Evaporation of these mineralized ground waters in summer hot days promotes accumulation on a surface and in a root layer of irrigated soils of toxic salts NaCl, Na2SO4, MgCl2, Na2SO4 and partly NaHCO3. The increase in these processes of accumulation of salts in the top horizons of soils, gradually leads to expansion of their areas in space. This process causes to emergence on the district of various ESA salted seasonal, seasonal and spotty, constant and spotty, etc. soils among cultivated fields [1,2,3].

The researches executed by us directed on improvement of an ecological state the highly saltiness of soils of the above oases show that the carried-out washings, plans and introduction the organic minerals of fertilizers, also observance of agrotechnical rules of an irrigation, promote transformation motley on structure of salted ESA and SSC in the uniform well expressed fertile fields of 20-50 hectares and more. It allows to create models of a sustainable development of agriculture in the territory of farms by melioration and integration of small ESA (3-5 hectares) to large uniform and fertile squares of soils. For example, in the territory of desert sandy soils new irrigated the saltiness with characteristic for them motley spotty (3-5 hectares) saltiness, after planning and their washing, organized cotton crops on the area of 48 hectares. Watering of a cotton was made according to the scheme of 70-70-65 % of limit and field humidity, and was brought nitrogen of 250 kg/hectare, phosphorus and potassium respectively on 200 and 100 kg/hectare and manure of 25 t/hectare. Thus productivity of a cotton I raised from 5-11 to 28,4 c/hectare[4,5,].

Now defining major factors of irrigated soils of the Bukhara oasis are depth soil waters, degree of their mineralization, outflow of waters of drainages and collectors. If at ground waters a superficial bedding (1-2 m) and their degree of a mineralization high (5-10ú/l), besides their outflow needy, processes of salinization develop strongly. Besides, existence of an arid climate and evaporation through capillaries of soils of the mineralized ground waters, causes to accumulation of harmful salts from 1-3 % to 3-5 %. As a result, on irrigated fields spotty forms of salinization of different size are formed. Now, in farms with a problem of salinization the card on the scale of 1:10 000 where recommend a number of agromeliorative and agrotechnical actions is made[6,7].

According to existing cards in farms these recommendations effectively aren't used since increase of fertility of soils, cultivation of plants, productivity doesn't conform to requirements, also

in farms of our country improvement of a meliorative and ecological condition of irrigated lands is directly connected with crop rotation introduction. This question is especially important for Bukhara area where 65 % of lands are occupied with cotton, 31 % of the territory occupy cereals, and other 4,2 % are grown up other cultures.

Materials and methods. Studied lands are located on the average a current of the delta of the river Zarafshan which on administrative division belongs to the farm "Pakhtakor", Vabkent area.

According to Bukhara branch of Uzgiprozem institute, in the territory of economy old irrigated meadow and alluvial soils which their total area makes 2104 hectares are located. From them 120 hectares not salted, 712 hectares the low-salted, 495 hectares middle salted , and 106,1 hectares highly salted soils. Despite outstanding in recent years works on improvement of a meliorative condition of soils of the Vabkent area, including a farm "Pakhtakor", the salted areas weren't washed out. Besides repair work on collectors didn't conform to requirements, as a result on the above lands development of processes of salinization is expected, and this process, in turn, negatively influences fertility of the soil or site class. To increase productivity of cotton, cereals and other agricultural plants in economy, it is necessary to increase estimation point.

Therefore, main objective of this work development number of agrotechnical and agromeliorative actions for improvement water-salt and nutritious modes of the soil. That will carry out a certain task, in sites Sorin and Huzhaporso, Kuchka Osiyo of the farm "Pakhtakor" it is necessary to improve a meliorative condition of 274,0 hectares the highly salted lands. Also, we studied handy methods of cultivation of cotton, cereals and corn.

In the high salted meadow and alluvial old irrigated soils in a layer of 0-100 cm, the quantity of the dense rest makes 0,302-0,98 %, a chlorine ion – 0,018-0,035 % and a sulfur ion – 0,120-0,182 %, in the high salted soils washing works were carried out in months – December and January. (2012-2013). Before washing of the earth were processed. After were leveled by means of a harrow and ridges 50-60 cm high were formed, the top part the 20-30 cm wide was leveled. During a season were twice washed out in norm of 6500 - 8000 m3 on hectare, it is carried also out plowing and soil loosening. After furrowing by means of a cultivator 60 cm wide crops of seeds of a cotton are carried out.

The norm of an irrigation made 1500-2000 m on hectare. I made time of an irrigation 40-50 hours. For improvement of nutritious modes of grades of a cotton of Bukhoro-6, Omad, S-4727 was taken in attention of feature of the soil and the terms accepted in production of introduction of fertilizer. Fertilizers were introduced in the following order: N-300 of kg/hectare, P2O5-175 of kg/hectare, K_2O-125 of kg/hectare and 30 tons of manure on hectare. During vegetation observation works of phenology of plants, irrigation terms, time of processing of a cotton and other agrotechnical events were held by means of the standard methods (the NIHI union, 1977).

For washing of the salted lands of a field were plowed under a plough land and were leveled. In experiences sowing works were carried out 15.04.2012.

Results and their processing. In the made experiments the following research works were analyzed. Therefore, in a farm studied by us, the point of site class of the soil makes 55 points.

>processing of a cotton between the rows

> Technology of furrowing and fertilizer’s introduction.

> To define extent of salinization of soils.

> To study growth and cotton development in the conditions of do not salted soils.

We will pass to the analysis of results of the researches repeated and directly connected among themselves.

Processing of a cotton between the rows . After crops of seeds of a cotton the soil is almost condensed, especially at an irrigation after crops. Therefore, very important, processing of a cotton among the rows , fight against weeds and to keep friability in the top layers of earth. Besides, in our field after cultivation reduction of evaporation of moisture, a field three times was observed were cultivated, in a grasp zone weeds were completely destroyed by working bodies of a cultivator. Grasp of working bodies of a cultivator wide and between beds it was provided the necessary depth of cultivation. At cultivation tried not to do harm to cotton roots, besides, loosening of the soil end-

ed well. Soil particles with a size of 0,10-10 mm there were not less than 40 %, and a particle wasn't larger than 50 mm. Cultivation was carried out effectively.

Essence of rows processing in that , it prevents from making broken soil layers . As a result of late preprocessing food of plants therefore development decreased by 5-10 % (4-8 days) was broken. Because, at this time weeds managed to grow and well to develop in relation to a cotton. To resist to evaporation of excess moisture from the examinee of a field were carried out, not only cultivation, but

Loosening the rows of the soil is carried out on depth of 10-12 and 15-18 cm, during a season three times was processed. In places where weeds are strongly developed, deep processings between beds were carried out. Some weeds with pedicellate roots (гумай, ажрик) deeply cleared away without leaving in the field. In experience, working bodies of the first cultivation established on depth of 6-8 cm (knifes). And arrow fingers established on the center of 10-12 cm in depth. On this zone of protection width of a grasp didn't exceed 10-12 centimeters.

At cultivation in the second and for the third time to a zone of protection added width on 15-16 cm. When loosening soil from six workers of bodies of a cultivator to steam of bodies established on two extreme rows of plants in an interval 10-12 cm. And other 2 couples on depth of 6-7 cm. If on a cultivator two workers of body, one of them are established on depth of 8-10 cm, and the second on 14-16 cm, in the presence of one worker of body depth establish on the 14-16th.

Furrowing and fertilizer introduction during a season is closely connected with soil loosening between beds. Therefore when furrowing, it is necessary to consider that the raw passed, in the middle of a furrow and I reached the necessary depth, it is one of major factors in the examinee a field. When furrowing between beds tried not to dig in cotton sprouts the soil because, the cotton was, it is still poorly developed and the first furrowing was carried out superficially, at a depth of 10-12 cm.

At a blossoming that is when the seedling grew by 30-40 cm, depth of a furrow has to reach 14-15 cm and during blossoming of 16-18 cm. During growth of a cotton of food were carried out by a fertilizer instillation on 2-4 cm. For the first two single power supply depth introduction of fertilizer made 15-16 cm. The distance between beds made 15-18 cm. And for the second time fertilizers were introduced at the edges of a furrow in distance of 20-22 cm, other fertilizers on the furrow middle.

During vegetation at first furrowing was carried out through ridges (in certain cases together with food). We were convinced of that that, furrowing on a trace of wheels of a tractor has positive influence on the soil. As a result of cultivation were carried out qualitatively, the soil after washing of salt found agronomical structure. It is known that after washing the cotton is even more exacting to nutrients and during growth at different times demands in different amounts of nutrients.

On it, in the washed-out soils, respectively, to apply the following norms of application of fertilizers: 250 kg of nitrogen, 175th phosphorus, 125 kg of potassium and 30 tons of organic fertilizer. In the made experiments appointed the following terms of use of fertilizers

The first period - from shoots of seeds before emergence of the first real leaves requirement of a cotton to organic substances and to phosphorus were satisfied.

The second period – in an interval of emergence of the first real leaves and the first buds, a cotton was provided with nitrogen, phosphorus and manure.

The third period – increases in this period requirement of a cotton to nitrogen and to potassium. Therefore, plants were provided with nitrogen, potassium and manure.

The fourth period – time of blossoming and emergence of boxes of a cotton, at this time plants quickly develop their requirement to nitrogen and to phosphorus strongly increase. In the made experiment part of fertilizers, that is, their 55-65 % it is applied no later than emergence of 10-12 flowers. Respectively, for good development of a cotton, for early disclosure of boxes, also for a good harvest need of a cotton for nutrients it is provided in time.

Definition of extent of salinization of soils.

It is known that in arid zones, including in soil climatic conditions of the Bukhara oasis during vegetation of plants in a soil profile are observed evaporation of ground waters, salinization

processes as a result develop. To prevent these processes on washing fields established norm of an irrigation 500-600M3 on hectare. Owing to what, in the soil salinization processes weren't observed. Because well soluble salts of chlorides from the top and average horizons are washed out in deeper layers of earth and create optimum conditions for cotton development. In the made experiments, on the washed-out old irrigated meadow and alluvial soils, in the horizons of 0-10, 10-20, 30-50 and 50-100 cm the quantity chlorine of an ion made 0,0091-0,0140 %, during vegetation in tests the amount of soluble salts didn't exceed 0,005-0,0071 %. Means it is possible to come to a conclusion that during growth and cotton development we managed to create optimum conditions.

Results. And so, as a result of works in conditions the high salted old irrigated meadow and alluvial soils of the Bukhara oasis it is possible to draw some conclusions.

In the high salted meadow and alluvial soils of the Bukhara oasis old irrigated if the norm washing will make 6500-8000 m3/hectare, and vegetative irrigation norms of 500-600 m3/hectare, for cultivation of a cotton the optimum water mode is created.

At such norm of washing and a water mode in soils decreases, processes of accumulation of salt. According to the taken data, in studied soils the quantity of the dense rest decreases in the following order: The dense rest – 0,0062 %, Chloride ion – 0,017 % and SO4-2 ion – 0,092 %. That will grow up a cotton according to all requirements, in an interval of crops of seeds and before cleaning (a butonization, blossoming, disclosure of boxes and B'day) application, modern agricultural technologies (an irrigation, processing and application of fertilizers) increases productivity.

Processing of a cotton between the rows , furrowing, timely introduction of mineral and organic fertilizers belong to this agricultural technology. To prevent from salinization processes between the rows loosening of the soil are carried out at a depth of 10-12 and 15-18 cm. Also depending on growth of plants cultivate at distance of 4-5, 6-7, 10-12 and 15-16 cm.

When furrowing that not to dig in a cotton at a depth of 10-12 cm. During a butonization of 15-17 cm and during blossoming of 20-22 cm.

For top dressing salted meadow and alluvial the highly saltedness of soils expediently introduction of 250 kg of nitrogen, the 175th phosphorus, 125 kg of potassium and 30 tons of manure on hectare. This very significant practical action that generations of a cotton would correspond according to all requirements.

As a result of improvement of a meliorative and ecological condition of strongly salted soils from each hectare received 22-23 c of a crop of a cotton. It is 20-25 % more than in not washed out soils. Above the provided data belong to too salted meadow and alluvial soils of the Bukhara oasis for which application of scientifically reasonable agricultural technologies, give the chance of them to development. Besides it is required to accelerate and deepen scientifically – experimental works on this occasion.

Conclusion. Thus, the above-stated data relating to influence of processes of salinization on an ecological condition of irrigated soils of the delta of the rivers Zeravshan and Kashkadarya show that development and distribution not ESA and SSC uniform in form and content is caused by distribution of processes of secondary salinization which worsen water and physical and chemical properties of the cultivated lands that influences cotton development, etc. crops.

LITERATURE

1. Abdullaev A.KH. Ecological aspects of optimization of a mode of an irrigation of crops. Theses of reports of the II congress of soil scientists and agrochemists of Uzbekistan. Tashkent, IPA, AN RUZ, 1995

2. Abdullaev of S. Agrofizicheskiye properties and a salt mode of irrigated soils of oases of Bukhara area. Tashkent, 1975.

3. Bespalov N.F, Sunnatov N. S. Water consumption and productivity of a cotton on the takyrnykh soils of new development of the Karshi . "Irrigated soils and methods of their studying". Publishing house MCX UZSSR, Tashkent, 1976.

4. B.A.Metodik's armor of a field experiment. M, "Ear", 1968

5. Redzhepbayev K. Change of natural and meliorative conditions in a zone of the Karakulsky channel at an irrigation of a way of rational use and an safety of lands. Ashkhabad, 1991

6. A.N. rose trees of a phase, stage and types of secondary salinization of soils at an irrigation. In book. "Problems of the Soviet soil science", сб.14. M.-L. Publishing house of Academy of Sciences of the USSR, 1946.

7. Colibas M, Maianu A.N, Colibas I.The effect of irrigation waters with low salinity and high sodium adsorption ratio on soil salinization and alkalization. Transactions of the 10 th in ternational congress of soil science V.X, Moscow, 1974.

УДК 691.115

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНО-УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Хайруллин Игорь Радикович, *магистрант, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, igorrad@yandex.ru*

Хайруллина Милауша Рашатовна, *магистрант, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, konfetka_777_09@mail.ru*

Проведен процесс пиролиза основных мягколиственных пород, произрастающих на территории Республики Татарстан – березы, осины и липы. Определены основные показатели полученных древесных углей, которые идут на получение древесно-угольных брикетов. Рассмотрен характер влияния породы древесины на выход и состав древесного угля в процессе термического разложения. Представлена технологическая схема брикетирования угля с использованием в качестве связующего материала древесную смолу.

Ключевые слова: пиролиз, порода, береза, липа, осина, угольный брикет

THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF RECEIVING WOOD AND COAL BRIQUETTES FROM WOOD OF DECIDUOUS BREEDS

Khairullin I.R., Khairullina M.R.

Summary: Held pyrolysis major softwood species growing on the territory of the Republic of Tatarstan, birch, aspen and linden. The main indicators are derived charcoal, which go for a charcoal briquettes. Considers the nature of the influence of wood on the yield and composition of charcoal in the process of thermal decomposition. The technological scheme of briquetting of coal is submitted, I use as binding wood pitch.

Keywords: pyrolysis, rock, birch, linden, aspen, coal briquette

Породный состав лесных насаждений Республики Татарстан представлен следующими породами: осина – 20,9 %, липа мелколистная – 20 %, береза – 17,7 %, сосна – 16,3 %, дуб – 14,7, ель – 6,8 %, другое – 3,6 %. Невостребованная часть эксплуатационного фонда представлен в основном мягколиственными и низкотоварными древостоями, для получения, из которых товарных продуктов требуется глубокая переработка древесины.

Традиционно древесный уголь получают пиролизом древесины – это термическое разложение древесины без доступа кислорода, в процессе которого образуются твердые, жидкие и газообразные продукты [5].

Основным показателем качества древесного угля является содержание нелетучего углерода. По ГОСТ 24260–80 оптимальным сырьем для пиролиза является древесина березы [2].

В настоящее время как полноценная замена кускового древесного угля рассматриваются древесно–угольные брикеты в перспективе расширения сфер их применения [8]. В первую очередь это связано с возможностью получать товарный продукт из невостребованной части эксплуатационного фонда представленного в основном мягколиственными породами (осина, липа и т.д.), которых применят как непосредственное сырье для пиролиза только по требованию заказчика. А также дает возможность квалифицировано использовать неизбежные отхо-

ды древесного сырья при лесозаготовках, лесопилении, деревообработке и мелкого древесного угля, образующийся в больших количествах при отсеве древесного угля, а также в аппаратах интенсивным режимом работы и принудительным перемешиванием материала, который практически не имеет сбыта.

Брикетирование угля – это процесс окускования мелкозернистого угля за счет прессования под давлением с целью получения из них брикетов – кусков геометрически правильной формы и одинаковых размеров.

Процесс брикетирования заключается в три стадии:

1) приготовление шихты – смешивании измельченного угля со связующим в заданных соотношениях;

2) сам процесс брикетирования, прессование шихты в прессах;

3) третья стадия брикетирования – это термообработка. Проводится она с целью повышения содержания нелетучего углерода, прочности и реакционной способности сырых брикетов [2].

В качестве связующего для брикетирования используют, как правило, органические и минеральные вещества.

Для получения и исследования свойств древесного угля, который в дальнейшем идет на брикетирование, в качестве исследуемых материалов были взяты древесины основных мягколиственных древесных пород, произрастающих на территории Республики Татарстан, березы, липы, осины.

Образцы древесины выпиливали в виде прямоугольных параллелепипедов с длиной ребра 21,5 см, высушивали в сушильном шкафу с терморегулятором до постоянной массы при температуре 105ºС. После чего образцы помещали в муфельную печь температуру поднимали до оптимального значения – 500ºС. И выдерживали при этой температуре. Конец процесса определялось окончанием выделения парогазовой смеси [9].

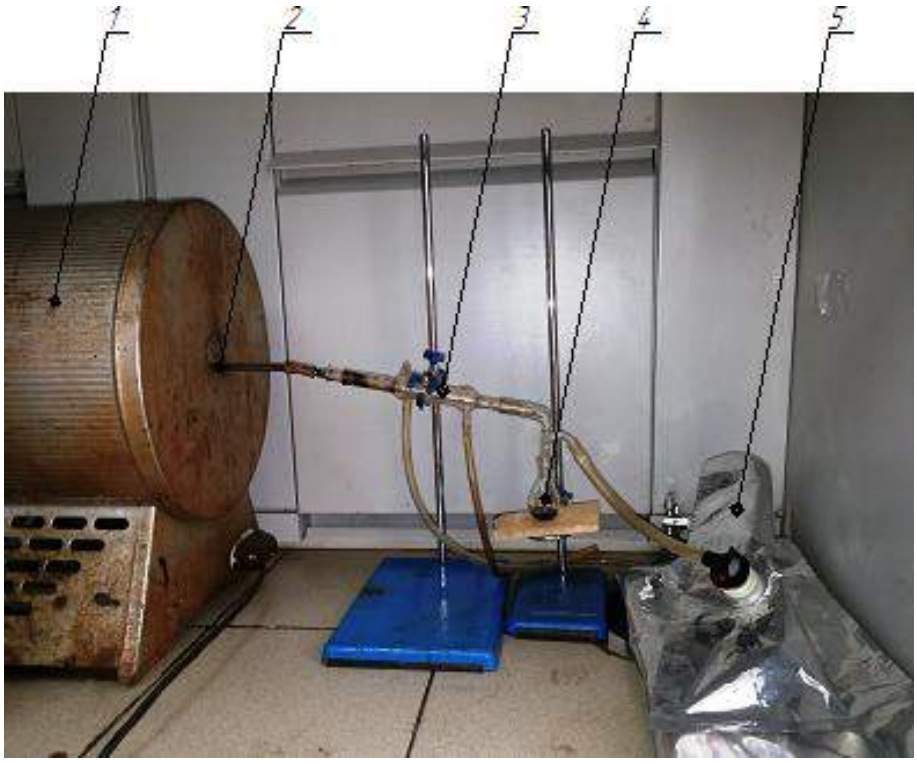


Рисунок 1 – Общий вид лабораторной установки пиролиза

Лабораторная установка пиролиза состоит из муфельной печи 1, реторты 2, конденсатора 3, сборника конденсата 4, газоотборника 5 и счетчика газа 6.

Массовый выход угля от массы исходной древесины представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Массовый выход

Наименование образца	m–масса древесины, г	m_1 –масса угля, г	Массовый выход угля, %
Береза	31,0486	8,3081	26,76
Липа	33,7938	7,061	20,89
Осина	32,4903	7,5695	23,3

По выходу угля древесина осины и липы незначительно уступают древесине берез.

Для определения степени соответствия угля, полученного из древесины исследуемых пород, показателям стандарта, были проведены анализы зольности, массовой доли нелетучего углерода и летучих веществ.

Зольность — содержание в процентах негорючего (на безводную массу) остатка в угле, который образуется из минеральных примесей топлива при его полном сгорании.

Зольность определялась в результате сгорания древесного угля, полученного из различных частей ствола древесины, в муфельных печах при температуре 900^0С в течение 2,5 часа [1].

Нелетучим углеродом называется твердый углеродный остаток наиболее ценная часть, которая в условиях повышенной температуре не улетучивается и почти целиком участвует в реакциях.

Зная зольность угля и определив в результате нагревания древесного угля, без доступа воздуха в муфельных печах при температуре 850^0С в течение 7 минут [3], массовую долю летучих веществ, содержание нелетучего углерода $C_{нел}$(%) определили по уравнению:

$$C_{нел}=100 – (A_1+A_2),$$

где A_1 – содержание летучих веществ, включая влагу, %;

A_2 – зольность угля, %.

Результаты химического анализа древесных углей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа древесных углей

Наименование показателя	Анализ угля			
	Влажность, %	Массовая доля летучих веществ, %	Массовая доля золы, %	Массовая доля нелетучего углерода, %
Береза	4,7	4.11	2,89	88,3
Липа	4,75	8,2	1,55	85,5
Осина	6,01	12,54	1,95	79,5

Основываясь на данные по массовой доле нелетучего углерода и по массовой доле золы, полученные в ходе исследований, можно сделать вывод, что древесный уголь, полученный из древесины липы, по показателям стандарта, максимально приближена к показателям угля березы, который был взят как образец стандартного сырья для пиролиза, и может быть использован для выпуска качественного древесно–угольных брикетов [4].

В лабораторных условиях был получен древесно–угольный брикет из угля липы в качестве связующего была использована смешенная древесная смола. Угль измельчали вместе со смолой, одновременно перемешивая в ступке с пестиком. Смола составляла 10, 30, 50 % от общего количества вещества в композиции.

Массу прессовали под давлением 4 МПа – в гидравлическом прессе в металлической форме.

При прессовании шихты с содержанием связующего 50 % вытекала смола и сильно загрязняла пресс–форму; при прессовании шихты с содержанием связующего 10 % получались очень хрупкие брикеты, которые не пригодны для дальнейших исследований. Не загрязняли пресс–форму и получились пригодными для исследований брикеты с процентным соотношением угля и связующего 70:30.

Заключительная стадия брикетирования – это термообработка. Проводится термообработка (прокалка) сырых брикетов с целью повышения содержания нелетучего углерода, прочности и реакционной способности.

Проводили прокалку брикетов при температуре 500^{o}C в реторте из нержавеющей стали, помещенный в муфельную печь, и сообщенный с системой охлаждения ПГС, сборником конденсат и сборником газа.

Рисунок 2 – Древесно–угольный брикет, полученный в лабораторных условиях

Химический анализ прокаленных брикетов, на зольность и на выход массовой доли нелетучего углерода провели по той же методике, что изложена выше. Результаты проведенных анализов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты анализа древесно–угольных брикетов

№ пробы	Массовая доля нелетучего углерода, %	Массовая доля золы, %
1	84,76	2,49
2	87,86	2,39

Анализ прокаленных брикетов на зольность и на выход массовой доли нелетучего углерода показал, что после термообработки брикеты соответствуют требованиям. Массовая доля золы остается менее трех процентов. А массовая доля нелетучего углерода после термообработки увеличивается по сравнению с исходным углем. Так же полученные брикеты после прокаливания обладают более высокой прочностью и плотностью по сравнению с кусковым древесным углем.

Основываясь на данные, полученные в ходе лабораторных исследований, спроектирована технологическая линия по производству древесно–угольных брикетов из угля древесины липы и смешенной древесной смолы.

Рассмотрим технологию брикетирования древесного угля с жидкими продуктами процесса термического разложения древесины (рисунок 3).

Расчетное количество мелкого древесного угля загружается в бункер сырья, откуда дозируются весовыми дозаторами, и доставляется в смеситель. В смеситель также поступает дозированное количество связующего (жидкие продукты процесса пиролиза) в соотношении 70:30 соответственно. В смесителе шихта интенсивно перемешивается, происходит процесс ее активации. Готовая шихта поступает на пресс, где брикетируется под давлением. Из пресса сырой брикет поступает на термообработку в электропечь. Сухой брикет выводится из электропечи ленточным охлаждающим конвейером, и поступает в фасовочный комплекс, где отделяется отсев, который возвращается на технологическую линию. Товарный продукт фасуется в заданную упаковку и поступает на склад хранения [6,7].

Метод брикетирования угля с древесной смолой позволяет комплексно использовать древесноугольную мелочь, не имеющего сбыта в обычном виде и отходы от сортировки угля. Расширяет сферу их применения, что экономически весьма эффективно, а также позволяет

получить гранулированное топливо с высоким содержанием углерода и высокими прочностными свойствами.

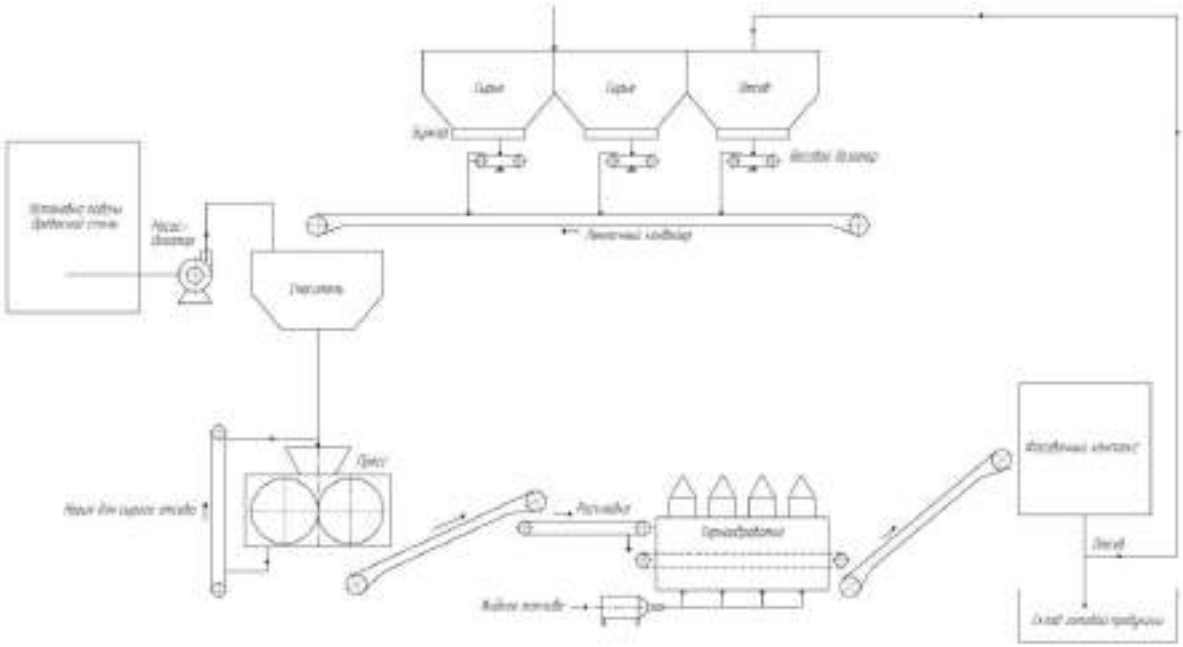


Рисунок 3 – Технологическая схема брикетирования угля со смешенной древесной смолой

Изменяя степень измельчения угля, соотношение содержания угля и связующего, давление прессования и температуру прокаливания, можно регулировать свойства брикетов в широких приделах, что является их преимуществом перед кусковым древесным углем. Хорошо выжженные, имеющие постоянную форму и необходимую прочность брикеты можно транспортировать на дальние расстояния с меньшими потерями по сравнению с обычным углем.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 11022–95 «Топливо твердое минеральное. Метод определения зольности».
2. ГОСТ 24260–80 «Сырье для пиролиза и углежжения».
3. ГОСТ 6382–2001 «Топливо твердое минеральное. Метод определения выхода летучих веществ».
4. Грачев А.Н., Башкиров В.Н., Валеев И.А., Хисматов Р.Г., Макаров А.А., Тунцев Д.В. Технология быстрого пиролиза при энергетическом использовании низкокачественной древесины [Текст] // Энергетика Татарстана. – 2008. – №4. – С. 16–20.
5. Тунцев Д.В., Хисматов Р.Г., Касимов А.М., Романчева И.С., Савельев А.С. Схема промышленной установки для переработки отходов лесного комплекса // Материалы международной I Европейском лесопромышленном форуме молодежи г. Воронеж, 2014. – №3. – Ч..2 (8– 2) – С. 445–447.
6. Тунцев Д.В., Валеев И.А., Касимов А.М., Романчева И.С., Савельев А.С. Технологическая схема контактного пиролиза древесных отходов // Материалы X Всероссийской научно – практической конференции «Будущие исследования», г. София, 2014. – С. 35–37.
7. Хабибуллина А.Р., Хайруллина М.Р. Изучение свойства древесного угля лиственных пород для получения древесно–угольных брикетов [Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – № 4. – Ч. 3 (9–3). – С. 289–294.
8. Хайруллина, Э.Р. Технологическая линия переработки древесных отходов с получением конструкционного материала [Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – № 3. – Ч. 4 (8–4). – С. 256–259
9. Хисматов Р.Г., Хисматова Е.В., Тунцев Д.В., Хайруллина М.Р., Савельев А.С., Романчева И.С. Установка переработки низкокачественной древесины в уголь [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №22. – С. 297–300.

УДК 691.115

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНИНА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тунцев Денис Владимирович, *кандидат технических наук, докторант, доцент; ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, tuncev_d@mail.ru*

Хайруллина Милауша Рашатовна, *магистрант ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский, технологический университет», **Россия**, г. Казань, konfetka_777_09@mail.ru*

Романчева Ирина Сергеевна, *студент, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, romancheva.irina@inbox.ru*

Савельев Александр Сергеевич, *студент, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, sowells@mail.ru*

В работе рассмотрены виды технических лигнинов, которые являются крупнотоннажным отходом целлюлозных и гидролизных производств. Предложены пути использования и утилизации лигнина в исходной форме, а также представлен метод получения биопластика на основе лигнина, который является полностью биоразлагаемым природным материалом и может подвергаться многократной переработке.

Ключевые слова: технический лигнин, сульфатный лигнин, лигносульфонаты, гидролизный лигнин, биопластик, технология переработки лигнина

USE OF THE LIGNIN WHEN RECEIVING MODERN MATERIALS

Tunchev D.V., Khairullina M.R., Romancheva I.S., Saveliev A.S.

In work types of technical lignins which are large-capacity withdrawal of cellulose and hydrolytic productions are considered. In crude form, and the method of receiving bioplastic on the basis of a lignin which is completely biodegradable natural material is also presented to a way of use and utilization of a lignin and can be exposed to repeated processing.

Keywords: industrial lignin, kraft lignin, lignosulfonates, hydrolysis lignin, bioplastic, technology of lignin

Важнейшим видом растительного сырья, используемого для химической переработки, является биомасса дерева, которая является возобновляемым сырьём, поэтому при рациональном её использовании запас данного вида сырья не исчерпаем.

В настоящее время существуют проблемы, связанные с использованием природного углеводородного сырья. Конечность и ограниченность запасов углеводородов стимулирует развитие технологий использующих альтернативные источники сырья, к которым относится и растительная биомасса [8].

Древесина как уникальный комплекс соединений различных классов (углеводы, фенолы, полициклические и алифатические соединения) представляют собой в настоящее время основной источник углеводов (целлюлоза и сахара) и лесохимических продуктов (скипидар, канифоль, жирные кислоты и т.д.). В то же время второй по распространенности компонент древесного комплекса - лигнин, остаётся для целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности трудно утилизируемым отходом.

Затруднительная промышленная переработка лигнина обусловлена сложностью его природы, многовариантностью структурных звеньев и связей между ними, а также нестойкостью этого природного полимера, необратимо меняющего свойства в результате химического или термического воздействия [4].

Лигнин – сложный органический природный полимер, в структуре, которого лежит бензольное кольцо. Образование лигнина в биосинтезе осуществляется через следующие основные стадии: шикимовая кислота => фенилаланин => коричная кислота => феруловая кислота => конифериловый спирт => лигнин [2]. В древесине хвойных пород содержится 23-38 % лигнина, лиственных пород – 14-25 %, соломе злаков – 12-20 % от массы. Находится лигнин, главным образом, в наружных слоях клеточных оболочек древесины. Отложение лигнина в клеточных оболочках растений приводит к увеличению их прочности и одревеснению. Более того, он является аморфным веществом жёлто-коричневого цвета; нерастворим в воде и органических растворителях. Различают несколько видов промышленного вида лиг-

нина: сульфатный лигнина, лигносульфонаты (отходы при производстве целлюлозы); гидролизный лигнин (отход гидролизного производства). Лигнины**,** выделенные различными способами, отличаются по составу и свойствам как от продукта в естественной форме (протолигнина), так и друг от друга.

В гидролизной промышленности получают порошковый, так называемый гидролизный лигнин, в количестве 30-40 % от древесного сырья. Содержание в гидролизном лигнине собственно лигнина колеблется в пределах 40-88 %, трудногидролизуемых полисахаридов - от 13 до 45 %, смолистых и веществ лигногуминового комплекса - от 5 до 19 % и зольных элементов - от 0,5 до 10 % [6].

В целлюлозном производстве образуются водорастворимые формы лигнина.

Лигносульфонаты - водорастворимые сульфопроизводные лигнина, образующиеся при сульфитном способе делигнификации древесины, представляющие собой натриевые соли лигносульфоновых кислот с примесью редуцирующих и минеральных веществ [1]. Образуются они в количествах около 30 % от исходного сырья. Товарные лигносульфонаты получают упариванием обессахаренного сульфитного щелока и выпускают в виде жидких и твердых концентратов сульфитно-спиртовой барды, содержащих 50-90 % сухого остатка. Лигносульфонаты имеют высокую поверхностную активность, что позволяет использовать их в качестве поверхностно-активные вещества (ПАВ) в различных отраслях промышленности.

При щелочной варке получают сульфатный лигнин [3] в количестве 30-35 % от исходного сырья, методом осаждения серной кислотой либо диоксидом углерода из черного сульфатного щелока. Он представляет собой раствор натриевых солей, характеризующихся высокой плотностью и химической стойкостью. В сухом виде имеет агрегатное состояние твердого тела, а именно порошка коричневого цвета. Состав сульфатного лигнина в среднем представляется следующим образом: золы — 1,0-2,5 %, кислоты в расчете на серную — 0,1-0,3 %, водорастворимых веществ — 9 %, смолистых веществ — 0,3-0,4 %, лигнина Класона — около 85 %.

Сульфатный лигнин в большой степени утилизируется на энергетических установках целлюлозных заводов. Таловый сульфатный лигнин образуется в количестве 3-5 % от исходного сырья (5-10 тыс. т/год) при разложении сульфатного мыла серной кислотой. Представляет собой смесь из сульфатного лигнина, талового масла, воды и неорганических сульфатов.

Методы утилизации технического лигнина в исходной форме основаны, главным образом, на их диспергирующих, адгезионных и поверхностно-активных свойствах. Их используют в качестве диспергаторов (для углеродной сажи, инсектицидов, гербицидов, глин, красителей, пигментов, керамических материалов); эмульгаторов, стабилизаторов, наполнителей (для почв, дорожных покрытий, асфальта, восков, каучуков, мыла, латексов, пены для огнетушения); соединений, связующих металлы (в технологической воде, сельскохозяйственных микроудобрениях); добавок (к бурильным растворам, бетону цементу, моющим средствам, дубильным веществам, резинам, пластикам на основе виниловых мономеров); связующих и клеящих веществ (для гранулированных кормов, типографической краски, литейных форм, руд); частичных заменителей реагентов (при получении карбамидоформальдегидных и феноло-формальдегидных смол, фурановых и эпоксидных смол, полиуретанов).

Хотя и является лигнин ценным химическим сырьём и область применения его как сырье довольно таки широкий, но его использование на сегодняшний день ограничено. По данным International Lignin Institute в мире используется на промышленные, сельскохозяйственные и другие цели не более 5 % технических лигнинов, остальное сжигается в энергетических установках или захоранивается в могильниках. А это около 70 млн. тонн технического лигнина в год по всему миру. В настоящее время по разным оценкам в отвалах в России находится от 100 до 200 млн. тонн лигнина.

Лигнинсодержащие отходы труднодоступны для микробного разложения в природных условиях, скапливаются в больших количествах, загрязняют почву, водоемы и поэтому представляют серьезную экологическую проблему. Что заставляет искать новые направления квалифицированного использования лигнина. Необходимо подчеркнуть, что при создании новых технологий могут быть использованы такие ценные характеристики лигнина, как высокое содержание углерода (массовая доля до 60-65 %), ароматическая природа и высокая реакционная способность [10].

Одним из перспективных направлений переработки лигноотходов является получение биопластика на основе лигнина.

За счет смешения лигнина с рядом натуральных материалов – волокнами древесины и другими компонентами, - можно получить легкообрабатываемый материал, перерабатываемый литьем в формы, подобно пластмассе, который не уступает по физическим свойствам органическим полимерам. Однако, в отличие от нее - это полностью природный биоразлагаемый материал [9].

Биопластик на основе лигнина проявляет завидную устойчивость к практически любым механическим воздействиям, способен выдерживать большие нагрузки, не повреждаться вследствие сильных ударов и не трансформироваться: предел их прочности 15-20 Н/мм^2; модуль упругости при растяжении и при изгибе 1000-5000 Н/мм^2; ударная вязкость 2-5 кДж/м^2; твердость (испытание шариком) 20-70 Н/мм^2. Тепловые характеристики: коэффициент температурного расширения 1х10 е$^{-5}$–5х10 е$^{-5}$ м/м·ºС; теплостойкость по Вика и по Мартенсу 80-95ºС и 54ºС соответственно; теплопроводность 0,384 Вт/м·К. Электрические свойства: электропроводность по поверхности и в массе 5 Ом/м и 3 Ом/м соответственно.

Этот биопластик устойчив и к биологическому воздействию, то есть не разрушается вследствие пагубной деятельности различных грибков, бактерий, насекомых и грызунов. Не повреждается от воздействия моющих средств, не выгорает на солнце, не подвергается повышенной влажности и действию ненастной погоды, в том числе большие перепады температур. Его можно применять в самых различных областях: для изготовления элементов автомобильных салонов, для применения в строительстве, электронике, прецизионных изделиях, мебели, музыкальных инструментах, бижутерии, игрушках, садовом инвентаре. Главным достоинством биопластика является возможность подвергаться многократной переработке.

В связи с выше изложенным, разработана технология получения биопластиков на основе лигнина, которая является наиболее актуальным вопросом для современного лесного и сельскохозяйственного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арбузов В.В. Композиционные материалы из лигнинных веществ. - М.: Экология, 1991. – 208 с.

2. Грушников О.П., Елкин В.В. Достижения и проблемы химии лигнина. – М.: Наука, 1973. – 296 с.

3. Сафин Р.Г., Степанов В.В., Хайруллина Э.Р., Гайнуллина А.А., Степанова Т.О. Современные строительные композиционные материалы на основе древесных отходов [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 20. – С. 39-41.

4. Тунцев Д.В., Ковернинский И.Н., Филиппова Ф.М., Хисматов Р.Г., Хайруллина М.Р., Гараева И.Ф. Биопластики на основе лигнина [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17.– № 15. – С. 192-194.

5. Тунцев Д.В., Сафин Р.Г., Хайруллина М.Р., Филиппова Ф.М., Гараева И.Ф. Технологическая схема получения биопластика на основе лигнина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 21. – С. 217-219.

6. Тунцев Д.В., Хайруллина М.Р., Гараева И.Ф. Биопластики из технического лигнина [Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – № 4. – Ч. 3 (9-3). – С 482-487.

7. Тунцев Д.В., Хисматов Р.Г., Касимов А.М., Романчева И.С., Савельев А.С.Схема промышленной установки для переработки отходов лесного комплекса [Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 3-2 (8-2).– С. 445-448.

8. Хайруллина Э.Р. Разработка технологии переработки древесных отходов с получением плит с улучшенными физико-механическими свойствами // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием). Сб. статей студентов и молодых ученых. – 2014. – Т. I. . – С. 207-209.

9. Хайруллина Э.Р., Филиппова Ф.М., Степанов В.В. Разработка технологии переработки древесных отходов с получением теплоизоляционного материала [Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. – № 3. – Ч. 2 (8-2). – С. 459-462.

10. Чудаков М.И. Промышленное использование лигнина. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 216 с.

УДК 633.366:631.531.04(470.630)

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ВИДОВ ДОННИКА ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН В РАСТВОРАХ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ

Чухлебова Нина Стефановна, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Ставрополь, nina–stefanovna@yandx.ru*

В статье дана оценка устойчивости донника к хлоридному засолению. Показано влияние различных концентраций раствора хлористого натрия на выживаемость, линейный рост проростков и их сырую массу.

Ключевые слова: донник, сорт, выживаемость проростков, длина и масса проростков, растворы хлористого натрия.

SALT TOLERANCE SPECIES OF MELILOT DURING GERMINATION SEEDS IN SOLUTIONS OF SODIUM CHLORIDE

Chukhlebova N.S.

In the article assesses the sustainability of melilot to chloride salinity.Shows the effect of different concentrations of sodium chloride solution on survival, the linear seedling growth of and their wet mass.

Keywords: melilot, grade, survival of seedlings, length and weight of sprouts, sodium chloride solutions.

Одним из серьезных и постоянно действующих экологических факторов, отрицательно влияющих на рост и развитие, величину и качество урожая сельскохозяйственных культур является засоление почв.

По данным Минсельхоза России за период с 1999 по 2004 гг. площади засоленных почв РФ увеличились с 39 до 43 млн.га [3].

Корневая система культурных растений, не обладает способностью преодолеть, солонцовый горизонт, преимущественно развивается в пахотном слое, поэтому запасы гумуса и питательных элементов, содержащихся в нижних слоях почвенного профиля, растениями используется недостаточно, и они слабо реагируют на возрастание почвенного бонитета.

Для мобилизации потенциала плодородия засоленных почв необходимо осуществление приемов направленных на улучшение их свойств путем возделывания культур, обладающих повышенной солеустойчивостью [6,7].

В вопросах повышения плодородия засоленных почв и создания прочной кормовой базы для развивающегося в Ставропольском крае животноводства, большое значение имеет расширение площадей и увеличение продуктивности многолетних бобовых трав [2,5]. Перспективной высокобелковойкормовой культурой является представитель семейства бобовых – донник.

Более 25 лет на опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета проводится работа по изучению видов и сортообразцов донника коллекции ВИР и созданию высокопродуктивных, устойчивых к болезням сортов двулетнего и однолетнего донника с низким содержанием кумарина. Наши исследования показали, донник формирует высокие и устойчивые урожаи зелёной массы и семян, это определяет целесообразность его возделывания для снижения дефицита протеина в кормовом балансе. Донник как высокобелковая культура способная формировать высокие урожаи зеленой массы и сена, выносить засоление почв и накапливать на 1 гектаре до 200 кг экологически чистого азота, вызывает большой интерес для земледелия и кормопроизводства края [1,8].

Целью наших исследований является подбор солеустойчивых форм донника для селекции и выращивания в агрофитоценозах, для улучшения естественных кормовых угодий на засоленных почвахСтавропольского края.

Задача исследований – выявить влияние различных концентраций хлористого натрия на посевные качества, ранние этапы роста и развития проростков донника.

Объектами исследований являются вида донника:донника желтого (*Melilotus officinalis* (L) Desr.) и однолетнего донника белого (*Melilotus albus* Desr.). Сложногибридная популяция

донника желтого сорт Донче (Ст. ГАУ), полученный нами в результате поликроссного скрещивания сорта Резерв (Ст. ГАУ) и двух дикорастущих популяции донника желтого местного происхождения, произрастающих на засоленных почвах Курского района Ставропольского края. Донник белый – сложно гибриднаяпопуляция, полученная в результате поликроссного скрещивания сорта Бизон (Канада) и популяции однолетнего донника белого местного происхождения.

Определение устойчивости к хлоридному засолению видов донника проводили по методике ВИР. Для проращивания семян использовали растворы соли в дистиллированной воде из чистого хлористого натрия с определенным осмотическим давлением, которое зависит от концентрации раствора. Изучали влияние осмотического давления (ат.), следующих концентраций растворов хлористого натрия: 5,0 ат. (0,70 %); 7,0 ат. (0,98 %); 9 ат. (1,26 %); 11 ат. (1,53 %); 13 ат. (1,86 %). Контроль – дистиллированная вода. Семян донника проращивали по 100 шт. в чашках Петри на фильтровальной бумаге, в темноте при температуре 21–22^{o}С. Повторность опыта четырехкратная.

Определяли энергию прорастания и выживаемость проростков через 10 дней, а также измеряли длину 3–х и 10–и дневных проростков и учитывали их свежую массу. Математический анализ проводили по Доспехову.

Результаты исследований показали на изменения параметров посевных качеств видов донника желтого и белого в зависимости от концентрации растворов хлористого натрия (таблица 1).Снижение энергии прорастания при концентрации от 0,70 % до 0,98 % не существенно по отношению к контролю. Незначительная существенная разница по энергии прорастания наблюдается при повышении концентрации соли от 1,28 до 1,53 %, однако это приводит к снижению энергии прорастания семян донника соответственно на 40,0 и 47,7 % в сравнении с контролем. Выживаемость донника желтого с повышением концентрации от 0,70 до 1,28 находится в пределах 74,0…58,0 %, это на 24,0…40,0 % ниже контроля. Дальнейшее повышение содержания хлористого натрия приводит к снижению выживаемости проростков от 56,0 до 93 %.

Таблица 1 – Влияние солевых растворов на посевные качества семян донника

Концентрация NaCl, ат. (%)	Энергия прорастания, %	% от контроля	Выживаемость, %	% от контроля
Донник желтый				
0	66,7	0	98,0	0
5 (0,70)	64,3	96,5	74,0	75,5
7 (0,98)	63,0	94,5	71,0	72,4
9 (1,28)	60,0	90,0	58,0	59,2
11 (1,53)	52,3	78,5	42,0	42,8
13 (1,86)	9,0	13,5	5,0	5,1
Sx, %	3,2	–	4,6	–
$НСР_{05}$– %	5,3	–	8,4	–
Донник белый				
0	78,0	0	79,7	0
5 (0,70)	75,3	96,5	75,3	94,5
7 (0,98)	69,0	88,5	72,7	91,2
9 (1,28)	52,0	66,7	71,3	89,5
11 (1,53)	49,0	62,8	68,0	85,3
13 (1,86)	6,7	8,6	17,7	22,2
Sx, %	2,5	–	2,7	–
$НСР_{05}$– %	4,4	–	5,1	–

Разница по выживаемости при концентрациях хлористого натрия от 0,70 до 0,98 % не существенно, это указывает на устойчивость двулетнего донника сорта Донче к высокой степени (1,0 %) засоления.

Снижение этих показателей донника белого при концентрации 0,98 % не значительное и составляет по энергии прорастания – 11,5 % и выживаемости – 8,8 %. Дальнейшее повышение концентрации соли до 1,28 и 1,53 % приводит к снижению энергии прорастания, соответственно, на 33,3 и 37,2 %, однако разница между этими вариантами не существенна. Вы-

живаемость донника высокая, ее снижение по сравнению с контролем в вариантах с солевыми концентрациями 0,70 и 0,98 %, составляет, соответственно, 5,5 и 8,8 %. Резкое снижение посевных качеств изучаемых видов донника наблюдается при концентрациях 1,28 и 1,53 %. Это согласуется с данными И. Т. Трофимова [4], при разработке шкалы солеустойчивости многолетних трав для засоленных почв степной зоны Алтайского края установлено, многолетние травы снижающие урожайность на 50 % при засолении почвы – 0,6–1,4 % отнесены к группе солеустойчивых, в эту группу вошли представители дикорастущих растений и культурных – донник белый двулетний сорт Медет.

Концентрация солевого раствора в 13 ат. (1,86 %) является губительной для первоначального роста и развития проростков изучаемых видов донника, однако выживаемость однолетнего донника белого на 12,7 % оказалась выше донника желтого.

Солевые растворы хлористого натрия оказали существенное влияние на рост и развитие проростков донника (таблица 2.).

Таблица 2 – Влияние концентраций солевых растворов на длину проростков донника

Концентрация NaCl, ат.(%)	Длина проростков, мм.			
	3–х дневных	% от контроля	10–и дневных	% от контроля
Донник желтый				
0	29,8	0	81,8	0
5 (0,70)	18,0	60,4	71,8	87,8
7 (0,98)	17,0	57,1	68,8	84,1
9 (1,28)	13,1	44,0	52,4	64,1
11 (1,53)	7,3	24,6	24,4	29,8
13 (1,86)	1,0	3,4	1,2	1,5
Sx, %	4,6	–	5,2	–
$НСР_{05}$ мм.	2,1	–	3,2	–
Донник белый				
0	41,3	0	91,8	0
5 (0,70)	28,2	68,8	71,8	78,2
7 (0,98)	16,2	39,2	63,8	69,4
9 (1,28)	10,8	26,1	32,4	35,3
11 (1,53)	5,4	13,1	24,4	26,1
13 (1,86)	2,9	7,0	3,1	3,4
Sx, % –	3,8	–	2,3	–
$НСР_{05}$ мм.	1,8	–	3,2	–

Длина 3–х дневныхпроростковдонника желтого с увеличением концентрации солевых растворов снизилась в пределах 39,6 …96,6 %, донника белого – 31,2 …97,1 %.

Параметры роста и развития 10–х дневных проростков указывает на устойчивость проросших растений к засолению. Концентрации хлористого натрия от 0,70 до1,28 % приводят к снижению длины 10–и дневных проростков донника желтого соответственно, на 12,2 и 35,9 %, донника белого на 21,8 и 30,6 %. Вышеуказанные концентрации приводят к снижению длины 3–х дневныхпроростков обеих видов донника на 31,6 и 60,8 %.Солевые растворы значительно сдерживают первоначальные этапы развития проростка, появление первичного корешка и семядольных листочков Отрицательное влияние соли даже при низком засолении, независимо от вида донника, особенно,проявляется в зоне растяжения корня, засоление сдерживает рост и увеличение объема клеток. Меристематическая зона (дона деления) корня более устойчива к засолению. Так, разница длины 10–и дневных проростков донника при концентрациях 0,70 и 0,98, составляет 3,0 мм и является не существенной. Увеличение концентрации соли с 1,28 до 1,86 % приводит к снижению длины проростков донника с 35,9 до 98,5 %. При концентрации 1,86 % рост проростков практически прекращается.

Концентрации растворов хлористого натрия снижали накопление сырой массы проростков донника (таблица 3). Разница по накоплению биомассы 3–х дневных проростков при концентрации раствора хлористого натрия равном 0,70 % в сравнении с контролем составляет 21,6 мг и является не существенной. Высокие концентрации раствора хлористого натрия (0,98 и 1,28 %) снижают накопление биомассы 3–х дневных проростков донника желтого по сравнению с контролем соответственно на 30,2 и 54,8 %,донника белого – на 34–56 %.

Дальнейшее повышение концентрации соли до 1,53 и 1,86 % снижает накопление биомассы 3–х дневных проростков соответственно 72,1 и 92,4 %. Аналогичные результаты получены по биомассе 10–и дневных проростков, так при концентрации соли 0,70 %, разница по биомассе с контролем не существенна. Однако дальнейшее повышение концентрации соли приводит к существенной разнице по накоплению биомассы донника.

Таблица 3 – Влияние концентраций солевых растворов на сырую массу 10 проростков донника

Концентрация NaCl, ат.(%)	Сырая масса проростков, мг.			
	3–х дневных	% от контроля	10–и дневных	% от контроля
Донник желтый				
0	210,3	0	339,7	0
5 (0,70)	188,7	89,7	327,7	96,5
7 (0,98)	146,7	69,8	194,7	57,3
9 (1,28)	95,0	45,2	125,7	37,0
11 (1,53)	58,7	27,9	77,0	22,7
13 (1,86)	16,0	7,6	23,3	6,7
Sx, %				
$НСР_{05}$–мг.				
Донник белый				
0	240,3	0	361,7	0
5 (0,70)	174,7	72,8	310,0	85,9
7 (0,98)	156,7	65,3	255,0	70,6
9 (1,28)	105,0	43,7	183,7	50,9
11 (1,53)	88,7	37,0	180,0	49,9
13 (1,86)	86,0	35,8	88,0	24,4
Sx, %	2,9	–	2,1	–
$НСР_{05}$мг.	13,2	–	15,4	–

Донник белый при максимальной концентрации хлористого натрия 1,86 формирует массу 10–и дневных проростков в 3,8 раза выше таковой донника желтого, это указывает на его высокую адаптивность к засолению.

Таким образом, отрицательное влияние соли даже при низком засолении, независимо от вида донника, проявляется в зоне растяжения корня, засоление сдерживает рост и увеличение объема клеток. Меристематическая зона (зона деления) корня более устойчива к засолению. Семена двулетнего донника желтого Сорта Донче и сложногибридная популяция донника белого в условиях засоления при концентрации хлористого натрия до 7 ат. (0,98 %) характеризуются высокими посевными качествами, параметрами длины проростков и накоплением биомассы на первоначальных этапах роста и развития, это указывает на их устойчивость к засолению. Сложногибридную популяцию донника белого однолетней жизненной формы с высокой адаптивностью к засолению необходимо использовать в дальнейшей селекционной работе. Донник желтый и донник белый рекомендовать к внедрению в производство на засоленных почвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубь А.С., Донец И.А., Попова Е.Л. Экономическая эффективность возделывания различных сортов донника желтого в условиях учебно–опытного хозяйства СтГАУ // Актуальные вопросы экологии и природопользования: сб. матер. Междунар. научно–практ. Конференция. – Ставрополь, 2014 .– С.94–97.

2. Голубь А.С., Чухлебова Н.С., Донец И.А., Балацкая О.Ю. Продуктивность многолетних бобовых трав в зоне неустойчивого увлажнения // Аграрная наука, творчество, рост: сб. науч. тр. по материалам научно–практ.конференциии. – Ставрополь, 2014. – С. 22–25.

3. Кошкин, Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. – М.: Дрофа, 2010. – С. 328.

4. Трофимов И.Т., Курсаков В.С. Школа солеустойчивости многолетних трав для засоленных почв степной зоны Алтайского края // Доклады Российской академии с/х наук, 2005.– С. 13–15.

5. Тутуржанс Л.В. Продуктивность эспарцета в зависимости от защитных мероприятий против болезней на черноземе выщелоченном: автореф. дис. … канд. с.–х. наук. Ставрополь, 2009. – 24 с.

6. Чухлебова, Н.С. Адаптивность донника желтого к хлоридному засолению // В сб.: Инновационный вектор развития: предпосылки, реальность, перспективы совершенствования научных разработок в экономике, проектном менеджменте, образовании, юриспруденции, языкознании, культурологи, экологии, зоологии, химии, биологии, медицине, психологии, политологии, филологии, философии, социологии, градостроительстве, информатике, технике, математике, физике, истории, растениеводстве.– Санкт–Петербург, 2014. – С. 114.–118.

7. Чухлебова Н.С. , Голубь А.С., Власова В.В., Леонова Е. Оценка солеустойчивости однолетнего донника по прорастанию семян в солевых растворах // Ставрополь, 2014.

8. Чухлебова Н.С., Леонова Е. Химический состав и кормовая ценность донника на Ставрополь //Перспективы развития науки и образования: сб. научн. Тр. по материал. Международной науч. – практич. Конференц.Ч.IV.М.: «АЗ–Консалт», 2014. – С. 116–118.

676.166.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРОШКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Просвирников Дмитрий Богданович, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, prosvirnikov_dmi@mail.ru*

Ахметшин Искандер Рефович, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, iamakhmetshin@gmail.com*

Гайнуллина Дания Шаукатовна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет, **Россия**, г. Казань, g.daniay@mail.ru*

Просвирникова Татьяна Дмитриевна, *магистр, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, prosvirnikov_dmi@mail.ru*

В обзоре представлены сведения о строении порошковой целлюлозы. Описаны основные стадии процесса получения порошковой целлюлозы из отходов деревообработки, включающие метод паровзрывной обработки. Рассмотрены области применения.

Ключевые слова: порошковая целлюлоза, микрокристаллическая целлюлоза, паровзрывная обработка

USING OF WASTE WOOD MANUFACTURE IN THE PRODUCTION OF CELLULOSE POWDER

Prosvirnikov D.B., Akhmetshin I.R., Gainullina D.Sh., Prosvirnikova T.D.

In this review presented information about structure of powdered cellulose. Provides mainly stages of process of the obtaining powdered cellulose from wood waste including the stage of steam explosion processing. Shown field of application.

Keywords: powder cellulose, microcrystalline cellulose, steam explosion processing

Порошковая целлюлоза представляет собой мелкодисперсный продукт деструкции целлюлозы, наиболее полно высвобожденный из клеточной стенки сосудистых растений. Исследования посвященные вопросам получения и дальнейшего применения порошковой целлюлозы ведутся на протяжении полувека. Первые исследования были опубликованы ещё в 60-х годах А. Баттистой [6]. Открытые особенности структуры и свойства, а также возможности её применения послужили основанием для организации её промышленного производства. Возможности её использования, свойства, а также способы её получения исследуются и в настоящем времени. Оптимизируются и модернизируются существующие способы её получения, исследуются возможности её более широкого применения.

Основной компонент древесины – целлюлоза – представляет собой – полисахарид, макромолекулы которого построены из остатков D-глюкозы. Теория аморфно-кристаллического строения предполагает, что пучки целлюлозы проходят ряд кристаллических и аморфных участков. Кристаллическое состояние целлюлозы определяется расположением цепей по отношению друг другу в элементарной ячейке. В зависимости от источника, из которого получена целлюлоза, ее степень кристалличности и молекулярный вес варьируются. В зависимости от древесной породы колеблется и степень полимеризации в пределах 4000–5500. Освобожденная из матрицы лигнина и гемицеллюлоз целлюлоза с выделенными из микрофибрилл кристаллическими участками приобретает новые свойства. Которые, к тому же во многом зависят от сырья, из которого её получают.

Характерной особенностью порошковой целлюлозы, а в частности микрокристаллической целлюлозы способность образовывать в воде гелеобразные дисперсии. Благодаря способности диспергироваться в водной среде микрокристаллическая целлюлоза имеет высокоразвитую гидрофильную поверхность. Гели МКЦ обладают высокой способностью удерживать воду.

Так как порошковые целлюлозы обладают большой удельной поверхностью, вследствие чего активность поверхности возрастает, они проявляют высокие сорбционные свойства [3]. Главным образом они определяются дисперсностью частиц и микропористостью.

Морфологические свойства порошковых целлюлоз, такие как размер частиц, удельная поверхность, во многом определяют их области применения [1]. Порошковые целлюлозы получили широкое распространение в фармацевтической промышленности. Микрокристаллическая целлюлоза применяется как связующее и дезинтегрант при формовании таблеток.

Вследствие того, что диспергированная в воде микрокристаллическая целлюлоза образовывает гели, её также используют в качестве стабилизатора и наполнителя в косметической промышленности при производстве гелей, кремов и мазей.

Высокая сорбционная способность позволяет использовать порошковые целлюлозы в качестве энтеросорбента, а также диетической добавки. В пищевом производстве микрокристаллическая целлюлоза используется в качестве эмульгатора Е-460. Микрокристаллическая целлюлоза физически инертна и не представляет вреда для человеческого организма.

Получение порошковой целлюлозы – процесс трудоёмкий. Он состоит из множества операций и требует принятия во внимание множества нюансов. Традиционно, методы получения порошковой целлюлозы заключаются в кислотном гидролизе сульфатной или природной целлюлозы концентрированными, как правило, минеральными кислотами. В качестве дополнительного способа обработки или предобработки могут использоваться механические операции измельчения.

Если задаться целью, использовать исходное древесное сырье или отходы деревообрабатывающей промышленности, то число операций увеличивается. Условно, процесс можно разделить на две основные стадии, такие как предварительная переработка исходного сырья и последующее получение порошковой целлюлозы. Так, например, из исходного древесного сырья необходимо удалить лигнин и гемицеллюлозы и по возможности отбелить. После чего полученную целлюлозу гидролизуют, затем промывают и дополнительно измельчают механическим способом. В том случае, если использовать в качестве исходного сырья древесные отходы, стадию предварительной переработки следует оптимизировать таким образом, что бы в конечном итоге, свойства получаемого полуфабриката удовлетворяли необходимым требованиям а не варьировались всякий раз в зависимости от качества исходного сырья.

Одним из таких способов переработки сырья и отходов является метод парового взрыва или автогидролиз [2,4,5]. Этот процесс переработки древесины, а так же древесных отходов, включающий прогрев и увлажнение материала, выдержку под высоким давлением, измельчение путем резкого сброса давления и последующую обработку волокнистого материала, характеризуется нестационарными процессами тепло- и массообмена, сопровождаемыми фазовыми превращениями. При резком сбросе давления происходит вскипание воды внутри материала, что приводит к мгновенному его переходу в волокнистое диспергированное со-

стояние. Преимущество данной технологии заключается в том, что разделение древесной биомассы происходит без применения высококонцентрированных химических реагентов.

Древесно-волокнистая масса, полученная после высокотемпературной обработки лигносодержащего сырья представляет собой деструктурированную смесь, которую возможно разделить на условно чистые компоненты, такие как простые сахара, низкомолекулярный лигнин и реакционноспособная целлюлоза.

Затем смесь подвергается делигнификации с целью удаления лигнина. Из получившегося сырья экстрагируют остаточный лигнин растворами щелочей, после чего промывают водой. и дополнительно измельчают.

Далее, измельчённая техническая целлюлоза подвергается кислотному гидролизу для снижения степени полимеризации целлюлозы. Как правило, используются концентрированные растворы минеральных кислот. Чаще всего это соляная или серная кислоты. Также, в литературе можно встретить примеры применения фосфорной и малеиновой кислот [7]. Регулируемыми параметрами процесса являются температура и концентрация раствора кислоты. Давление при этом, как правило, не учитывается. Концентрация кислоты зависит от температуры реакции. Чем больше температура нагрева, тем меньшую концентрацию кислоты следует использовать.

Приведённая выше методика получения порошковой целлюлозы является общей и требует большего внимания к подбору технологических параметров. Исследовательский интерес представляет способ интенсификации стадии парового взрыва и последующей делигнификации древесных отходов таким образом, что бы получаемый при этом полуфабрикат – техническая целлюлоза – удовлетворял тем свойствам, при которых возможен дальнейший гидролиз для получения искомого продукта с заданными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутлов С.А, Базарнова Н.Г., Кушнир Е.Ю. Микрокристаллическая целлюлоза: структура, свойства и области применения (обзор) // Химия растительного сырья. 2013. – № 3. – С. 33-41.

2. Зиатдинова Д.Ф., Просвирников Д.Б., Сафин Р.Г., Байгильдеева Е.И. Комплексная переработка древесных отходов паровзрывным методом в аппарате высокого давления [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. - № 2. – С. 124–131.

3. Мелех Н.В., Алешина Л.А. Структура порошковой целлюлозы II // Химия растительного сырья. 2010. – № 3. – С. 191-192.

4. Просвирников Д.Б., Халитов Р.А., Лашков В.А. Исследование механизма паровзрывного диспергирования лигноцеллюлозного материала // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 1. – С. 241-243.

5. Сафин Р.Г., Просвирников Д.Б., Салдаев В.А. Особенности переработки древесных материалов методом паровзрывного автогидролиза и технологические пути использования получаемого лигноцеллюлозного продукта // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – №4. – С. 8-13.

6. Battista O.A., Smith P.A. Microcrystalline cellulose // Industrial and Engineering Chemistry. 1962. – Vol. 54. – №9. – P. 20-29.

7. T. Koshizawa, “Investigation on Dissolving Pulp. XIV. Some Behavior of Wood Pulp and Cotton Linters in Phosphoric Acid,” Bulletin of the Chemical Society of Japan, –Vol. 31 – №. 6. – 1958. – P. 705-708.

УДК 637.5.07

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Кабулов Болат Бейсенгалиевич, *кандидат технических наук, доцент, Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Государственный университет имени Шакарима города Семей», **Республика Казахстан**, г. Семей, bolatkabylov@mail.ru*

Косой Валентин Данилович, *доктор технических наук, профессор, Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Государственный университет имени Шакарима города Семей», **Республика Казахстан**, г. Семей, bolatkabylov@mail.ru*

Какимов Айтбек Калиевич, *доктор технических наук, профессор, Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Государственный университет имени Шакарима города Семей», **Республика Казахстан**, г. Семей, bolatkabylov@mail.ru*

Мустафаева Аяулым Какеновна, *кандидат технических наук, Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Государственный университет имени Шакарима города Семей», **Республика Казахстан**, г. Семей, bolatkabylov@mail.ru*

Джилкишева Асем Габдылгалимовна, *магистр, Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Государственный университет имени Шакарима города Семей» **Республика Казахстан**, г. Семей, bolatkabylov@mail.ru*

Статья посвящена использованию костей сельскохозяйственных животных для производства пищевых добавок и продуктов питания. В Республике Казахстан и за рубежом существует множество технологических решений по переработке костного сырья. Пищевые добавки и продукты из кости являются источником различных биологически активных веществ, витаминов, макро–микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот, белков и т.д. Применение кости при производстве пищевых продуктов способствует улучшению их вкуса, органолептических показателей, увеличивает биологическую ценность готовых изделий.

*Ключевые слова***:** кости сельскохозяйственных животных, пищевые добавки, продукты питания, переработка, технология, использование

USING OF BONES OF FARM ANIMALS FOR PRODUCTION OF FOOD ADDITIVES AND FOOD PRODUCTS

Kaboulov B.B., KosoyV.D.Kakimov A.K., Mustafaeva A.K., Dzhilkisheva A.G.

The article is devoted on the farm animal bones for food and supplements. In the Republic of Kazakhstan and abroad there are many technological solutions for processing bone material. Foods and supplements from the bone are the source of various biologically active substances, vitamins, macro–minerals, polyunsaturated fatty acids, proteins, etc. The use of bones in the manufacture of food products improves their taste, organoleptical characteristics, increases the biological value of the finished products.

Keywords: bones of farm animals, food additives, food products, processing, technology, use

В настоящее время в Республике Казахстан (РК) остро стоит проблема утилизации отходов мясного производства, в том числе и костей сельскохозяйственных животных. В мире существует множество технологических решений по переработке костного сырья, отличающихся друг от друга технологическими параметрами, аппаратным исполнением, продолжительностью процесса и пр. Общее для этих технологий – стремление к максимальному выделению из костного сырья пищевых компонентов, пищевого и технического жира, коллагена, минеральных веществ путем использования механического, физического, химического и теплового воздействия.

Так, в прошлом столетии исследования советских ученых во главе с А.Е. Шарпенаком показали хорошую усвояемость костного препарата человеческим организмом. Кальций из этих препаратов усваивается аналогично кальцию молока [2]. Костные препараты применяют при производстве супов, бульонов, соусов; их можно добавлять также в фаршевые и вареные мясные продукты, в консервированную ветчину и др. Положительное влияние кост-

ных препаратов на организм человека установлено при лечении рахита, кариеса зубов и других заболеваний. При добавлении в рацион питания костной муки отмечено повышение в крови иммунореактивного инсулина, что указывает на антидиабетогенные свойства этого продукта.

Получение пищевых добавок из кости осуществляется по двум направлениям: выработка белково–жиро–минерального компонента для производства мясопродуктов и использование минеральной части кости и костного остатка в качестве источника фосфорно–кальциевых солей в пищевых продуктах.

В Российской Федерации (РФ) проведены исследования по получению эмульсии из шейных и крестцовых позвонков крупного рогатого скота (КРС), подвергнутых тонкому измельчению с добавлением воды в соотношении 1:1 и 1:3 [4]. Эмульсия содержала: влаги – 76,1–79,0 %, жира – 1,5–5,0 %, минеральных солей – 6,7–10,5 % и белка – 9,1–11,8 %. Получение белково–жиро–минерального компонента связано с тонким измельчением кости до размера частиц менее 50 мкм. Его можно применять в составе диетических продуктов для больных с нарушенным фосфорно–кальциевым обменом.

В Московском технологическом институте мясной и молочной промышленности (Большаковым А.С., Худайбердиевым А.Ю. и др.) была разработана технология пищевого костного препарата [3]. Использовались обваленные, охлажденные кости молодняка КРС. Костный остаток после механической дообвалки автоклавировали и высушивали при температуре 150ºС. Высушенный костный остаток диспергировали на экспериментальной ударно–центробежной мельнице, получив костный препарат белого цвета в виде тонкодисперсного порошка. Из костного препарата и воды в соотношении 1:(1–1,5) готовили суспензию и вводили в фарш в количестве 1 %, 4 % и 8 % к массе основного сырья. Разработана технология и рецептура вареных колбас с концентратом минеральных веществ, в которых сбалансированы соотношения кальция и фосфора. Введение 1 % костного препарата способствует увеличению содержания кальция примерно в 15 раз. При этом не нарушается исходная сбалансированность аминокислотного состава. Минеральная часть кости способствовала снижению уровня холестерина в сыворотке крови, а также изменению содержания фосфора и кальция. Это обстоятельство позволяет рассматривать минеральный компонент, полученный из кости, как средство для профилактики атеросклероза и остеопороза.

В Польше разработан способ получения компонента, улучшающего качество мясных продуктов. Предварительно измельченную кость смешивают с раствором следующего состава: NaCl – 3,8 %, нитрита и нитрата натрия соответственно 0,1–0,2 % и 0,01–0,02 %. Эту смесь обрабатывают в коллоидной мельнице и направляют в резервуар для экстрагирования белка в течение 18 часов при pH 7. Затем смесь центрифугируют 30 мин и отделенный раствор сгущают. Экстракт предназначен для добавления в фаршевые мясные продукты.

В Японии для сверхтонкого измельчения кости разработан комплект оборудования «Массколлоидер» [1]. Процесс производства на нем пасты предусматривает замораживание кости, измельчение, смешивание грубоизмельченной кости с равным количеством воды, последующее тонкое и сверхтонкое измельчение. Для приготовления пасты наиболее приемлемыми являются свиные позвонки и ребра, которые содержат значительное количество костного мозга. Трубчатые кости, характеризующиеся повышенным содержанием кальция по сравнению с другими видами кости, считаются менее пригодными для выработки пасты. Такие пасты применяют в качестве добавок к сырью при производстве сосисок, колбас, котлет, бульонных концентратов и др.

В Канаде костная мука используется как обогатитель пшеничной муки. Доказано положительное влияние добавления костной муки к различным блюдам для питания людей в районах Крайнего Севера, высокогорья, так как при низкой температуре в их организме замедляется созревание коллагена и нарушается соотношение оксипролина и гесозаминов. При этом с мочей выводится больше азота, фосфора, кальция.

В Великобритании предложено использование протеолитических ферментов при производстве костных добавок к пищевым продуктам с целью улучшения их переваримости.

Обработка сырых костей, полученных от обвалки, заключается в том, что их погружают в раствор, состоящий из поваренной соли 2–5 %, а также содержащий буферные соли, сахар и протеолитические ферменты. Выдержку в рассоле осуществляют в течение 18–24 часов, после которой кость направляют на дальнейшую обработку.

Использованием кости как пищевого продукта занимались ученые многих стран. Японский ученый Фуджимото Бахейдоки запатентовал способ получения пищевых веществ из кости. Выводы его о большей значимости кости для питания человека основаны на том, что она является не только основой организма человека, но и тканью, выполняющей важные метаболические функции обмена веществ, роста, кроветворения. Состав кости человека может быть улучшен путем включения в пищу костей теплокровных животных. Это в свою очередь ведет к повышению жизненной активности и улучшению ряда функций организма человека. По данным Фуджимото в кости содержится: влаги – 27 %, жира – 17 %, коллагена – 3 %, мукополисахаридов – 10 %, других органических веществ – 9 %, фосфора – 15 %, кальция – 20 %, других веществ – 3 %. Количество минеральных веществ в организме человека постоянно изменяется. Так, фосфор за 20 суток сменяется на 1/3. Он является основным звеном в механизме энергетического обмена. Кальций необходим для построения кости, нормального функционирования оболочек клеток, нервно–мышечной активности и умственной деятельности человека. Костный мозг является генератором различных клеток крови, от нормального состояния которых зависит внутреннее дыхание ткани организма.

В РФ (Файвишевским М.Л., Ивановым В.Е. и др.) предложена технология безотходной переработки кости с получением белкового компонента, пищевого жира и кормовой муки. Сущность ее состоит в последовательной обработке измельченной кости кондуктивным методом и воздействием острого пара. Экстракт разделяют на жир и белковый раствор, последний сушат распылительным методом. Обработанную кость высушивают и измельчают в муку. В целях интенсификации процесса экстракции и увеличения выхода конечного продукта Файвишевским М.Л., Лисиной Т.Н. и др. разработан метод, предусматривающий извлечение белковых компонентов деструкцией костной ткани путем воздействия на нее под давлением острого пара или воды в стационарной аппаратуре различной конструкции. Результат этих методов – три вида готовой продукции: сухой белковый полуфабрикат (СБП), пищевой жир и кормовая костная мука.

Кость и костный остаток после обезжиривания направляют в аппарат для экстрагирования белковых веществ, где при жидкостном коэффициенте 1:1,5 их подвергают тепловой обработке 70–80ºС при перемешивании с добавлением соляной кислоты. Выход белкового концентрата (белкона) составляет 10 % от массы сырья. Растворимые белковые вещества отделяли от образовавшегося осадка минеральных солей, нейтрализовали, концентрировали и обезвоживали, получая светло–желтый порошок без вкуса, со слабым специфическим запахом. После соответствующего обогащения они могут быть применены как в традиционных, так и во вновь создаваемых продуктах питания.

Известно, что продукты из кости являются источником различных биологически активных веществ (БАВ), витаминов, макро–микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот и белков (коллагена и эластина). В соответствии с теорией адекватного питания составные части кости физиологически необходимы организму человека.

За рубежом большое внимание уделяется использованию в качестве добавок препаратов из кости, а также отдельных, выделенных из нее компонентов для повышения биологической ценности пищевых продуктов. Установлено, что костные препараты способствуют улучшению обмена кальция и фосфора в организме, обладают антидиабетическими свойствами, снижают вероятность появления камней в мочевом пузыре, способствуют предотвращению кариеса зубов. Применение костных препаратов при производстве мясопродуктов способствует улучшению их вкуса, органолептических показателей, увеличивает биологическую ценность готовых изделий. Коллаген играет значительную роль в нормальном функционировании деятельности желудочно–кишечного тракта.

Фирма «Stephen Paoli Mfg. Co» (США) выпускает машины для переработки шейных и спинных позвонков, полученных при обвалке туш КРС и свиней. При обработке в них из костей вырабатывают белково–жиро–минеральную эмульсию, пригодную для использования при изготовлении колбас, сосисок и других пищевых продуктов. По данным фирмы, при обработке шейной части говяжьих туш выход мякотной ткани составляет 25–33 %, свиных – 31–42 %. Получаемая эмульсия однородна, не содержит видимых частиц кости. По химическому составу она приближается к мясу, что указывает на возможность ее применения при производстве колбасных изделий.

Лауренс и Гелен предложили способ извлечения белка из костного остатка после механической обвалки мяса птицы. Измельчение сырья и смешивание его с водой, доведение pH суспензии до 10,5 добавлением 20–процентного раствора едкого натра, обработка в горизонтальном декантере, отделение жидкого экстракта и подкисление его соляной кислотой, отделение белкового сгустка в центрифуге. Этот способ позволяет выделить большую часть миофибриллярных белков. Недостатки его – вместе с надосадочной жидкостью теряется значительное количество саркоплазматических белков, которые не осаждаются кислотой.

Гелен и др. изучили метод выделения белков из измельченных костей путем щелочной экстракции взамен механической дообвалки. Авторами проведены исследования метода осаждения белков – кислотой, замораживанием – размораживанием и термообработкой и было показано, что интенсивный нагрев при pH менее 6 – наиболее эффективный метод получения максимального количества белка. Кислая коагуляция и замораживание – размораживание обеспечивали получение сгустков хорошо коагулирующих под действием нагрева, однако, потери некоагулируемого белка в зависимости от конечного значения pH были высокими – от 25 % до 40 %. Выход белка свыше 90 % достигался путем интенсивного нагрева при pH 5,5, однако, эти сгустки были рассыпчатыми, не коагулировали под действием нагрева и были не пригодны для использования при изготовлении мясных продуктов. Этот метод может применяться в производстве сухих мясных белковых концентратов.

Хорошие питательные свойства белков, получаемых при низкотемпературной щелочной экстракции, подтверждаются также высоким содержанием азота, низким содержанием жира и рассчитанными значениями эффективности белка. Экстракт может быть использован в качестве питательной добавки к мясным продуктам, содержащим большое количество триптофана, не оказывая неблагоприятного влияния на аминокислотный состав мясных белков. Экстрагирование по сравнению с машинной обвалкой устраняет возможность появление остатков костей, что уменьшает содержание кальция в конечных продуктах.

Галдирони и Оскерман получили экстракты из говяжьих костей методом, аналогичным описанному выше, ими установлено, что экстракты костных белков имеют более низкую эмульгирующую способность. С целью ее повышения были приготовлены смеси костных экстрактов и мясных белков. Смеси, включающие до 10 % костных белков, обнаруживали лучшую эмульгирующую способность, чем плазменные белки, которые хорошо эмульгируют жир. Эмульгирующая способность костных белковых экстрактов с добавлением пирофосфата 0,25 % и 0,5 % значительно повысилась, и мало отличалась от эмульгирующей способности плазменных белков.

В США разработан метод извлечения белков из кости путем водной экстракции и последующего центрифугирования на жидкую фракцию, содержащую протеин и твердую фракцию – кость. Белок осаждают, изменяя pH жидкой фракции, а затем отделяют его центрифугированием или фильтрацией. Выход белка достигает 25 % от массы сырой кости. Качество его высокое, он может быть использован при производстве колбас и других мясных продуктов. Предварительная обработка измельченных костей с помощью физико–химических и биохимических методов расширяет возможности использования этого вида сырья. Получение на основе костной ткани белково–жировых добавок, гидролизатов открывает новые перспективы создания широкого ассортимента продуктов.

Японский ученый Сбалси Кэйо получил пищевой продукт из костей животных, которые замораживали при температуре минус 20ºС – минус 30º С в течение 10–15 мин. Затем их

измельчали, добавляли воду, кипятили, снова замораживали до минус 40ºС. После этого вводили фермент, расщепляющий белок. Полученную массу измельчали, высушивали и использовали как пищевую белковую добавку.

Эти результаты позволяют сделать выводы о возможности совокупного использования кости в производстве мясного сырья в тех пропорциях, в каких оно заложено самой природой в организме убойных животных.

В РК на пищевые цели используют костное сырье КРС для получения высококачественного костного жира, пищевого и технического желатина, костного клея, костной муки. Кости кур и водоплавающих птиц используются при производстве колбасных изделий и мясных консервов.

В РК изучению этого вопроса посвящена работа профессора Какимова А.К., в которой объектом исследований являлась реберная кость КРС. Кость использовали непосредственно после убоя, обвалки и жиловки от здоровых животных в возрасте 2–3 года. В результате исследований разработана технология полного растворения костного сырья без остатка с применением биопрепарата (активной творожной сыворотки) для получения пищевого компонента мажущейся консистенции. Выход из 50 кг костного сырья – 180-190 кг пищевого компонента. На базе пищевого компонента и белково-жиро-кровяной эмульсии, изготовленной с использованием бульона, костного жира и цельной крови, получен белковый комплекс по составу и свойствам близкий к фаршу из мяса.

Какимовым А.К. предложены технологии производства комбинированных мясных продуктов (КМП) с использованием белкового комплекса на основе костного сырья. Введение в рецептуру фарша определенного количества белкового комплекса приводит к качественному и количественному изменению его белковой системы. Для выработки КМП в качестве белкового комплекса использовали пищевой компонент из кости и вымени КРС. Белковыми комплексами заменяли 25 % основного сырья.

Таким образом, что кость еще недостаточно применяется на пищевые цели, в особенности мясокостное сырье после переработки лошадей и мелкого рогатого скота, хотя по современным представлениям и биологической значимости, оно обладает необходимыми свойствами и после соответствующей обработки может использоваться в производстве продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микроизмельчитель «Масколлоидер» для получения костяной пасты//Проспект фирмы–изготовителя «МАСУКО САНГЕ КО. ЛТД», 1986. – № 9.

2. Рейх Г. Коллаген.– М.: Легкая индустрия, 1969. – 211 с.

3. Технология мяса и мясопродуктов / А.А. Соколов, Д.В. Павлов, А.С. Большаков и др. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 740 с.

4. Файвишевский М.Л., Либерман С.Г., Гринберг Т.Д. Современные методы переработки кости в СССР и за рубежом. М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1980. – 34 с.

УДК 631.362

ОЧИСТКА СЕМЯН САФЛОРА ОТ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Астанакулов Комил Дуллиевич, *кандидат технических наук, Узбекский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства,* ***Республика Узбекистан****, п. Гулбахор, komil_uzmei@mail.ru*

Каримов Махмуд Рахматович, *Узбекский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства,* ***Республика Узбекистан****, п. Гулбахор, komil_uzmei@mail.ru*

На основе изучения биометрических показателей семян масличного сафлора предлагается усовершенствование семяочистительных машин для этой культуры.

Ключевые слова: масличные культуры, сафлор, очистка семян, семяочистительные машины.

CLEANING OF SEED OF SAFFLOWER AWAY FROM TRASH

Astanakulov K.D., Karimov M.R.

Based on the study of biometric indicators of seed of oil safflower was suggest to improvements seed-cleaning machines for this culture.

Keywords: oilseeds, safflower, cleaning seed, seed-purifier machine.

Введение. В связи с увеличением потребности населения в растительном масле в последние годы в Узбекистане особое внимание уделяется выращиванию масличных культур, в том числе сафлора. Наряду с ценными масличными качествами преимущества сафлора в том, что он является засухоустойчивой культурой и даже на богаре дает 12–15 ц/га урожая [2].

Площадь посевов сафлора в Узбекистане составляет более 60 % от общей площади посева масличных культур, и он возделывается только на богаре. При уборке сафлора применяются зерноуборочные комбайны Кейс-2366, Клаас Доминатор-130, Нью-Холланд ТС-5060, Енисей-1200, Дон-1500 и др. Сильная засоренность посевов различными сорными растениями приводит к затруднению работы очистительной системы комбайна. Поэтому в убранной массе семян бывает большое количество сорных примесей, которые намного превышают требования ГОСТа [3] и требуют обязательной очистки семян от сорных примесей после их уборки.

Маслоперерабатывающие предприятия Узбекистана рассчитаны на переработку семян хлопчатника. В настоящее время очистка семян сафлора от других примесей осуществляется на машинах, предназначенных для очистка семян хлопчатника. Размерно-массовые показатели и физико-механические свойства семян сафлора намного отличаются от семян хлопчатника, и для качественной очистки семян сафлора от других примесей приходится очищать их несколько раз, что приводит к увеличению себестоимости продукта.

В связи с этим появилась необходимость создания машины для очистки семян сафлора. Для обоснования параметров и режимов работы машины важно знать размерно-массовые показатели и физико-механические свойства семян сафлора и сорных примесей.

Материалы и методы исследования. Исходя из этого, мы изучали размерно-массовые показатели и физико-механические свойства сорных примесей и семян сафлора на самом распространенном сорте в Узбекистане «Милютинский-114». Опыты были проведены общеизвестными способами на семенах сафлора, выращенного на богаре. В опытах были изучены морфологический состав убранной массы, угол и коэффициент трения компонентов семенной массы, а также размеры семян. Полученные данные обработаны с помощью математической статистики [1], и определены средние значения, их отклонения и коэффициент вариации.

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение морфологического состава семенной массы сафлора показывает, что она состоит из семян сафлора, крупных семян сорных растений, частей стеблей, корзинок и семян, крупных сорных примесей, мелких семян сорных растений и легких примесей (таблица1).

Как видно из таблицы 1, в 1 кг семенной массы семена сафлора составляют в среднем 873,1 г или 87,3 % со среднеквадратическим отклонением 3,2 г и коэффициентом вариации 0,36 %. Из этого вытекает, что отклонение доли чистых семян в составе убранной массы небольшое. Самую большую долю сорных примесей составляют мелкие семена сорных растений (размером меньше 3 мм), и она в среднем 4,2 %, затем идут крупные сорные примеси (размером больше 4 мм – около 4 %.

В общей массе семян встречаются легкие примеси, которые составляют 2,6 %, корзинки семян – 1,1 %, а также крупные семена сорных растений – 0,5 % и части стеблей – 0,5 %.

Таблица 1 – Морфологический состав семенной массы сафлора

№	Наименование компонентов	Количество компонентов			
		$M_{сред.}$, г	$\pm \sigma$, г	V, %	Доля в общей массе, %
1	Семена сафлора	873,1	3,2	0,36	87,3
2	Крупные семена сорных растений	5,0	0,2	4,9	0,5
3	Части стеблей	3,6	0,13	3,6	0,4
4	Корзинки семян	10,5	1,4	13,3	1,1
5	Крупные сорные примеси	39,8	3,2	8,0	3,9
6	Мелкие семена сорных растений	42,0	0,7	1,6	4,2
7	Легкие примеси	26,0	5,2	20,0	2,6

На следующем этапе опытов изучали угол и коэффициент трения компонентов семенной массы сафлора по продольному и поперечному направлению их движения. Из результатов опытов видно, что угол и коэффициент трения семян сафлора отличается от сорных примесей (таблица 2).

Таблица 2 – Угол и коэффициент трения компонентов семенной массы сафлора

№	Наименование компонентов	Направление движения компонентов			
		продольный		поперечный	
		Угол трения, град.	Коэффициент трения	Угол трения, град.	Коэффициент трения
1	Семена сафлора	19	0,34	16	0,28
2	Крупные семена сорных растений	21	0,38	20	0,36
3	Части стеблей	22	0,40	11,5	0,20
4	Корзинки семян	22	0,40	22	0,40
5	Мелкие семена сорных растений	19	0,34	19	0,34
6	Легкие примеси	26	0,48	26	0,48

Как видно из таблицы, угол трения семян сафлора при их продольном расположении на поверхности трения в среднем составляет 19 градусов, что в 1,1 раза больше угла трения крупных семян сорных растений, в 1,15 раза больше частей стеблей и корзинок семян и в 1,36 раза меньше легких примесей. Вместе с тем при поперечном расположении на поверхности семена сафлора имеют одинаковый угол трения с мелкими семенами сорных растений.

Показатели трения семян сафлора в продольном направлении движения в 1,2 раза меньше, чем у мелких семян сорных растений. Они также отличаются по сравнению с другими компонентами семенной массы. Из этого следует, что для эффективной очистки семян от сорных примесей будет целесообразно придать им разносторонние движения на поверхности решета.

Для выбора оптимального типа и размеров отверстий решета на следующем этапе опытов были изучены размерные показатели семян: средняя длина семян сафлора составляет 7,2 мм, среднеквадратическое отклонение 0,6 мм, а коэффициент вариации 8,7 %. Показатели по ширине семян составляют соответственно 3,8, 0,4 мм и 10,5 %, а по толщине 3 мм, 0,35 мм и 11,6 % (таблица 3).

Таблица 3 – Размеры семян сафлора

№	Наименование показателей	Значения показателей		
		X, мм	$\pm \sigma$, мм	V, %
1	Длина	7,2	0,6	8,7
2	Ширина	3,8	0,4	10,5
3	Толщина	3	0,35	11,6

Из этих данных можно сделать вывод о том, что в семяочистительных машинах размеры отверстий верхнего решета, которые служат для выделения крупных примесей, должны быть больше 3,8 мм, а нижнего решета, которые служат для выделения мелких примесей, – меньше 3 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12096–76. Сафлор для переработки. Технические условия. – М.: Госстандарт, 1976. – С. 11–14.

2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

3. www.hitagro.ru Сафлор – Растение будущего?

УДК 631.95:631.445.41:633.63

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКАТА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Мязин Николай Георгиевич, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», **Россия**, г. Воронеж, agrohimi@ag.vsau.ru*

Кожокина Анна Николаевна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I»,**Россия**, г. Воронеж, agrohimi@ag.vsau.ru*

Представлены результаты исследований по влиянию дефеката на агрохимические свойства чернозема выщелоченного и урожайность сахарной свеклы. Установлено улучшение агрохимических свойств почвы и повышение урожайности и качества корнеплодов при внесении дефеката.

Ключевые слова: дефекат, чернозем выщелоченный, сахарная свекла, почвенная кислотность, калийный режим.

INFLUENCE DEFECATE ON AGROCHEMICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM LEACHED AND YIELD OF SUGAR BEET

Myazin N.G., Kozhokina A.N.

The results of studies on the effect of defecate on agrochemical properties of leached chernozem and yield of sugar beet. Established improvement of agrochemical soil properties and increase yield and quality of roots when making defecate.

Keywords: defecation, leached chernozem, sugar beet, soil acidity, potash mode.

Введение. Одной из основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в ЦЧЗ, является сахарная свекла. Сахарная свекла – культура очень чувствительная к повышенной реакции среды и, в тоже время, требует высокого содержания элементов питания в почве. Важную роль для свеклы играют калийные удобрения, которые повышают сахаристость корнеплодов. Наиболее распространенное в ЦЧЗ калийное удобрение - хлористый калий - является физиологически кислым, при его внесении ухудшаются кислотные свойства почвы. Поэтому при выращивании сахарной свеклы в этом случае проблема известкования почв приобретает большое значение [1,2,3].

Устранение избыточной кислотности путем известкования является одним из главных факторов повышения плодородия почв и увеличения урожаев культуры. Но из-за дороговиз-

ны и уменьшения объемов производства в условиях рыночной экономики традиционные известковые удобрения становятся все менее доступными. Это обстоятельство заставляет искать дополнительные пути обогащения почв кальцием. Сократить дефицит кальцийсодержащих мелиорантов возможно благодаря использованию нетрадиционных известковых материалов из местных источников, таких как дефекат.

Дефекат является отходом свеклосахарного производства. Известь, используемая для очистки свекловичного сока, выпадает в виде мельчайшего осадка углекислого кальция. После естественной сушки, при влажности 25-30 %, он превращается в легко рассыпающуюся массу, состоящую из мелких пористых агрегатов. Дефекат, получаемый выводом фильтрационного осадка технологическими водами, содержит в своем составе около 40-80 % карбонатов кальция и магния, 0,2-0,7 % азота, 0,5-0,7 % фосфора, 0,2-0,7 % калия и до 30 % органического вещества. Дефекат является высокоэффективным известковым удобрением.

Материалы и методы исследования. Целью наших исследований являлось изучить влияние многолетнего применения дефеката совместно с минеральными и органическими удобрениями на агрохимические свойства почвы и урожайность сахарной свеклы.

Исследования проводились в 2011-2013 годах в стационарном полевом опыте кафедры агрохимии и почвоведения Воронежского ГАУ, заложенном в 1987 году. Почва опытного участка представлена чернозёмом выщелоченным малогумусным среднемощным тяжелосуглинистым на покровных суглинках. Сахарная свекла размещалась в полевом шестипольном севообороте со следующим чередовании культур: 1. Чёрный пар 2. Озимая пшеница 3. Сахарная свекла 4. Вико-овсяная смесь на зелёный корм 5. Озимая пшеница 6. Ячмень.

Схема опыта включает 15 вариантов. Наши исследования проводились на следующих шести вариантах: 1. Контроль (без удобрений) 2. 40 т/га навоза - фон 3. Фон + $N_{120}P_{120}K_{120}$ 12. Фон + дефекат 20 т/га (последействие) + $N_{120}P_{120}K_{120}$ 13. Фон + дефекат 20 т/га (последействие) 15. $N_{120}P_{120}K_{120}$ + дефекат 20 т/га (последействие).

Повторность опыта четырехкратная, размещение повторений двухъярусное, расположение делянок систематическое шахматное. Общая площадь опытной делянки 191,7 м^2, учетная площадь – 50 м^2. Доза удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$ взята как оптимальная под сахарную свеклу, рекомендуемая по результатам полевых опытов.

В опыте использовались следующие удобрения: в основной прием - аммиачная селитра (34,6 %), суперфосфат простой (20 %), хлористый калий (60 %); при посеве - нитроаммофоска (марка 16:16:16). В качестве мелиоранта использовался дефекат: содержание $CaCO_3$ - 46,5 %, N – 0,35 %, P_2O_5 – 0,48 %, K_2O – 0,48 %, содержание тяжелых металлов не превышало ПДК. Доза дефеката рассчитывалась по полной гидролитической кислотности и вносилась в предыдущей ротации севооборота.

Отбор почвенных образцов проводился в следующие сроки: 1. Весной до посева. 2. Середина вегетации (июль). 3. Перед уборкой. Почвенные образцы отбирались на глубину до 100 см с интервалом 20 см с двух несмежных повторений. В свежеотобранных образцах определялось содержание аммонийного и нитратного азота, в высушенных - обменная и гидролитическая кислотность, сумма поглощенных оснований, содержание подвижного фосфора, различные формы калия. Анализы проводились по следующим методам: содержание аммонийного азота по методу ЦИНАО; содержание нитратного азота потенциометрическим методом; pH почвы потенциометрическим методом; гидролитическую кислотность по Каппену (Нг); сумму поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу (S); формы калия: легкодоступная (водорастворимая) по методу Голубевой (0,005н хлорид кальция), обменная по Чирикову (0,5н уксусная кислота) и по Масловой (1н уксуснокислый аммоний), по методу Пчелкина (2н соляная кислота).

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты изучения влияние многолетнего применения удобрений и мелиоранта на агрохимические свойства чернозема выщелоченного представлены в таблице 1.

По данным таблицы 1, что в среднем за три года основные агрохимические свойства почвы, в начале вегетации, на фоне последействия 40 т/га навоза незначительно отличались от контроля. Так, величина pH_{KCl} в слое почвы 0-40 см составила 5,1, Нг - 4,6 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований - 25,9 мг-экв на 100 г почвы, на контроле эти показатели составили соответственно 5,2, 4,4 мг-экв на 100 г почвы и 25,5 мг-экв на 100 г почвы.

При внесении NPK по 120 кг/га (3 вариант) наметилась тенденция к подкислению почвы как по величине pH_{KCl} (4,9), так и гидролитической кислотности (5,7 мг-экв/100 г почвы).

Таблица 1 – Влияние многолетнего применения удобрений и мелиоранта на агрохимические свойства чернозема выщелоченного, среднее 2011-2013 гг.

Вариант	pH_{KCl}		Нг, мг-экв/100 г почвы		S, мг-экв/100 г почвы	
	НВ*	КВ**	НВ	КВ	НВ	КВ
1. Контроль (без удобрений)	5,2	5,2	4,4	4,7	25,5	25,4
2. Фон-40 т/га навоза	5,1	5,1	4,6	4,9	25,9	25,6
3. Фон + $N_{120}P_{120}K_{120}$	4,9	4,8	5,7	6,5	23,7	22,8
12. Фон + дефекат 20 т/га (последействие) + $N_{120}P_{120}K_{120}$	5,4	5,3	3,7	4,0	26,3	26,3
13. Фон + дефекат 20 т/га (последействие)	6,0	5,6	2,4	2,6	27,2	25,4
15. $N_{120}P_{120}K_{120}$ + дефекат 20 т/га (последействие)	5,6	5,1	2,9	4,2	25,9	23,8

*НВ – начало вегетации (весной перед посевом), **КВ – конец вегетации (осенью перед уборкой)

Внесение NPK на фоне последействия навоза и дефеката (12 вариант) и одного дефеката (15 вариант) способствовало изменению реакции среды из среднекислой до слабокислой и близкой к нейтральной. Обменная кислотность на этих вариантах повышалась до 5,4 и 5,6, а гидролитическая снижалась на 0,7-1,5 мг-экв на 100 г почвы по сравнению с контролем. Наилучшие показатели почвенной кислотности наблюдались на варианте с совместным последействием навоза и дефеката (13 вариант): почва по кислотности была близкой к нейтральной - pH_{KCl} равнялась 6,0, Нг – 2,4 мг-экв/100 г почвы, S – 27,2 мг-экв/100 г почвы.

К концу вегетации сахарной свеклы происходило дальнейшее подкисление почвы. Величина pH_{KCl} снижалась до 4,8-5,6, гидролитическая кислотность увеличивалась на 0,2-1,3 мг-экв на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований снижалась на 0,1-2,1 мг-экв/100 г почвы. Кислотность почвы на вариантах без известкования оставалась на уровне среднекислой (4,6-5,0) при заметном возрастании гидролитической кислотности и уменьшении суммы поглощенных оснований. На вариантах с последействием дефеката кислотность почвы оставалась практически на первоначальном уровне. Нельзя не отметить факт стабилизирующего влияния на физико-химические показатели почвы внесения навоза. Как видно из представленных данных, в почве фонового варианта не наблюдается ярко выраженного изменения в худшую сторону показателей кислотности.

Результаты определения запасов минерального азота представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика запасов минерального азота в метровом слое почвы в период вегетации сахарной свеклы (0-100 см), кг/га (среднее 2011-2013 гг.)

Варианты опыта	Срок отбора почвенных проб		
	Апрель (начало вегетации)	Июль (середина вегетации)	Сентябрь (конец вегетации)
1.Контроль (без удобрений)	50,3	45,8	77,3
2. Фон-40 т/га навоза	61,0	44,0	74,5
3. Фон + $N_{120}P_{120}K_{120}$	124,1	97,3	98,4
12. Фон + дефекат 20 т/га (последействие) + $N_{120}P_{120}K_{120}$	101,9	68,1	83,4
13. Фон + дефекат 20 т/га (последействие)	62,2	53,6	71,1
15. $N_{120}P_{120}K_{120}$ + дефекат 20 т/га (последействие)	99,6	65,5	75,2

Из данных таблицы видно, что запасы минерального азота в начале вегетации в метровом слое почвы контроля и фонового варианта составили 50,3 и 61,0 кг/га соответственно, что свидетельствует о том, что последействие 40 т/га навоза, внесенного в чистом пару, создавало более благоприятные условия для мобилизации азота.

Наиболее высокими запасы азота в среднем за три года в начале вегетации были на варианте с внесением $N_{120}P_{120}K_{120}$ на фоне последействия 40 т/га навоза и составляли 124,1 кг/га. Внесение этой же дозы минеральных удобрений на фоне последействия дефеката и на-

воза и одного дефеката обеспечивало несколько меньшие запасы азота к началу вегетации (101,9 и 99,6 кг/га соответственно 12 и 15 варианты). При совместном применении дефеката и навоза запасы минерального азота к началу вегетации составляли 62,2 кг/га, что незначительно превышало фоновый вариант.

К середине вегетации в период интенсивного роста растений содержание азота в почве уменьшалось, что связано с активным потреблением его растениями. К концу вегетации запасы минерального азота по всем изучаемым вариантам вновь возросли. Это обусловлено тем, что потребление азота растениями к концу вегетации уменьшилось, а условия для его минерализации были еще благоприятными. При этом следует отметить, что на вариантах с внесением минеральных удобрений на фоне дефеката условия для минерализации азота были более благоприятными (запасы азота возрастали на 10,3-17,5 кг/га), чем при внесении только минеральных и органических удобрений (запасы возрастали лишь на 1,1 кг/га).

Одной из проблем, возникающих при внесении дефеката, является уменьшение доступности растениям калия почвы и удобрений. В связи с этим мы остановились на характеристики калийного режима чернозема выщелоченного не в одной традиционно определяемой форме калия (по Чирикову), а более детально с учетом содержания других его форм в почве.

Результаты исследований (таблица 3) показали, что содержание легкодоступного калия, определяемое по методу Голубевой, зависело от количества вносимых удобрений. Максимальным в начале вегетации оно было на варианте с внесением $N_{120}P_{120}K_{120}$ на фоне навоза (3 вариант) и навоза и дефеката (12 вариант) – 3,2 и 3,1 мг/кг почвы. Примерно такое же содержание этой формы калия к началу вегетации обеспечивало и внесение $N_{120}P_{120}K_{120}$ на фоне одного дефеката – 2,8 мг/кг почвы. При внесении навоза совместно с дефекатом содержание этой формы калия снижалось до 1,5 мг/кг почвы, тогда как на фоновом варианте (где применялся только навоз) оно было выше и равнялось 2,5 мг/кг почвы.

Таблица 3 – Влияние многолетнего применения удобрений и мелиоранта на содержание различных форм калия в черноземе выщелоченном под сахарной свеклой (среднее 2011-2013 гг.)

Вариант	K_2O по Голубевой		K_2O по Чирикову		K_2O по Масловой		K_2O по Пчелкину	
	НВ*	КВ**	НВ	КВ	НВ	КВ	НВ	КВ
1. Контроль	1,3	1,3	93,7	106,3	263,5	273,8	903,8	897,5
2. Фон	2,5	2,9	95,6	89,0	256,3	254,5	892,3	878,3
3.Фон+ $N_{120}P_{120}K_{120}$	3,2	2,8	130,3	108,7	289,4	286,2	913,8	894,6
12.Фон+ $N_{120}P_{120}K_{120}$ + дефекат 20 т/га (последействие)	3,1	2,9	120,1	107,9	280,0	263,4	897,1	897,6
13. Фон + дефекат 20т/га (последействие)	1,5	2,0	95,1	101,3	243,4	252,2	883,1	908,8
15. Дефекат 20 т/га (последействие) + $N_{120}P_{120}K_{120}$.	2,8	2,2	105,7	96,1	237,1	236,2	872,4	844,8

*НВ – начало вегетации (перед посевом); **КВ – конец вегетации (перед уборкой).

К концу вегетации на всех вариантах с внесением минеральных удобрений содержание легкодоступного калия в почве снижалось на 0,2–0,6 мг/кг почвы, а при внесении органических удобрений повышалось на 0,4–0,5 мг/кг почвы. Вероятно, это объясняется тем, что минеральные удобрения были внесены непосредственно под сахарную свеклу и обеспечили максимальное содержание водорастворимого калия к началу вегетации. Органические удобрения вносились под предшественник (озимую пшеницу), а так как озимая пшеница потребляет небольшие количества калия, он фиксировался почвой. Далее в процессе роста сахарной свеклы происходило его постепенное высвобождение.

Содержание обменной формы калия, извлекаемой по Чирикову, в начале вегетации изменялось от 93,7 мг/кг почвы на контрольном варианте до 130,3 мг/кг почвы при внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$ на фоне последействия навоза. Содержание обменного калия, определяемого по методу Масловой, было в 1,5–2 раза выше и колебалось от 237,1 мг/кг почвы при внесении дефеката и минеральных удобрений до 289,4 мг/кг при внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$. То есть, извлечение обменного калия по методу Чирикова не давало полной характеристики обеспеченности растений этой формой калия.

Следует отметить, что при внесении минеральных и органических удобрений совместно с дефекатом (12, 13 и 15 варианты) содержание обменного калия, определенного по методу Масловой, снижалось на 9,4; 46,0 и 52,3 мг/кг почвы по сравнению с совместным применением минеральных и органических удобрений без мелиоранта (3 вариант). Скорее всего это связано с тем, что при внесении дефеката нарушалось соотношение между калием и кальцием в сторону преобладания последнего, и увеличивалась необменная фиксация калия, поэтому его доступность в произвесткованных почвах уменьшалась.

К концу вегетации содержание обменного калия, определяемое как по Чирикову, так и по Масловой, на одних вариантах уменьшалось, а на других увеличивалось, несмотря на потребление растениями. Это объясняется высокой динамичностью форм калия в почве (переходом необменных форм в обменные) в зависимости от почвенных (к концу вегетации происходило подкисление почвы) и гидротермических условий.

Форма калия, извлекаемая по методу Пчелкина, включает в себя водорастворимый калий, обменный и необменный, то есть те формы калия, которые доступны растениям или являются ближайшим резервом его в почве. Анализ полученных результатов (см. выше, таблица 3) говорит о том, что максимальным содержание калия, определяемое по методу Пчелкина, было при внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$ на фоне последействия навоза – 913,8 мг/кг. При применении минеральных удобрений на фоне последействия дефеката оно снижалось на 6,7-31,4 мг/кг почвы по сравнению с контролем. При этом внесение $N_{120}P_{120}K_{120}$ на фоне последействия навоза обеспечивало более высокое содержание общего калия, чем внесение той же дозы на фоне последействия навоза и дефеката – 12 вариант (897,1 мг/кг почвы). При совместном применении дефеката и органических удобрений (13 вариант) содержание общего калия снижалось на 9,2 мг/кг почвы по сравнению с фоновым вариантом.

Наибольшее уменьшение содержания общего калия по Пчелкину по сравнению с контролем (на 31,4 мг/кг почвы) наблюдалось при внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$ на фоне последействия мелиоранта. К концу вегетации содержание общего калия по большинству вариантов снижалось на 6,3-52,4 мг/кг почвы. Однако это снижение было ниже величины выноса калия с урожаем сахарной свеклы, т.е. под влиянием внешних условий происходило высвобождение еще менее доступных форм калия, которые не извлекаются 2 н HCl.

Результаты учета урожая (таблица 4) свидетельствуют о том, что урожайность сахарной свеклы в среднем за три года колебалась от 31,7 т/га до 55,4 т/га. Внесение $N_{120}P_{120}K_{120}$ на различных фонах (3, 12,15 варианты) способствовало получению примерно одинакового урожая (53,7-55,4 т/га). Прибавки урожая на этих вариантах между собой достоверно не отличались, т.е. были меньше $НСР_{0,95}$ 3,63 т/га.

Таблица 4 – Влияние удобрений и мелиоранта на урожайность и сбор сахара корнеплодов сахарной свеклы, среднее 2011-2013 гг.

№ варианта	Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности		Содержание сахара, %	Сбор сахара, т/га
			т/га	%		
1	Контроль – без удобрений	31,7	-	-	17,2	5,5
2	40т/га навоза (последействие) – фон	47,8	16,1	50,8	17,6	8,4
3	Фон + $N_{120}P_{120}K_{120}$	53,7	22,0	69,4	17,2	9,2
12	Фон + дефекат (последействие) + $N_{120}P_{120}K_{120}$ - КАХОП	55,4	23,7	74,8	17,7	9,8
13	Фон + дефекат (последействие)	51,1	19,4	61,2	17,0	8,7
15	Дефекат (последействие) + $N_{120}P_{120}K_{120}$	55,4	23,7	74,8	17,6	9,8

$НСР_{0,95}$, т/га – 3,63; $S_{\bar{x}}$, % – 2,70

Наибольший сбор сахара был получен на вариантах с применением NPK по 120 кг/га на фоне последействия навоза и дефеката и одного дефеката – 9,8 т/га, тогда как на контроле он составлял 5,5 т/га.

Таким образом, наиболее эффективными в опыте оказались варианты с внесением минеральных удобрений на фоне последействия навоза и дефеката (12 и 15 варианты), т.к. они обеспечивали не только высокий урожай, но и высокие содержание и сбор сахара.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что применение дефеката под сахарную свеклу на черноземе выщелоченном, не смотря на некоторое ухудшение калийного режима, оказывало положительное влияние на агрохимические свойства почвы и повышало урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы. А для оптимизации калийного режима почвы, можно рекомендовать увеличить дозу калийных удобрений при совместном применении с дефекатом на 10-15 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Д.М. Агрохимические методы исследования почв [текст]. – М.: Наука, 1975. – 420 с.
2. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия [текст]. – М.: МГУ, 1999. – 332 с.
3. Пчелкин В.У. Почвенный калий и калийные удобрения [текст]. – М.: Колос, 1966. – 336 с.

УДК 631.87 : 631.95

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Стекольникова Нина Викторовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», **Россия**, г. Воронеж, stekolnikova–nv@mail.ru*

Изучено воздействие соломы озимой пшеницы и свекловичного жома, применяемых в качестве органического удобрения, на агрохимические и биологические показатели чернозема выщелоченного, урожайность культур.

Ключевые слова: вторичные ресурсы производства, свекловичный жом, солома озимой пшеницы, почвенно–биотический комплекс, чернозем выщелоченный.

THE USE OF SECONDARY RESOURCES IN AGROECOSYSTEMS

StekolnikovaN.V.

We studied the influence of straw winter wheat and sugar beet pulp, as organic fertilizers, on agrochemical and biological indicators of leached Chernozem soil and crop yield.

Key words: secondary resources production, beet pulp, straw winter wheat, soil biotic complex, leached Chernozem.

Агропромышленный сектор экономики представляет собой отходоемкую отрасль. Производство основного сельскохозяйственного продукта связано с образованием большого количества отходов. Выход основного продукта иногда составляет 15–30 % от массы исходного сырья. Остальная часть, содержащая значительное количество ценных веществ, в данном производственном процессе не используется, переходит в так называемые отходы производства, которые часто являются вторичным сырьем для производства дополнительной продукции [5].

Цель исследований – изучить воздействие вторичных сырьевых ресурсов (свекловичного жома и соломы озимой пшеницы), применяемых в качестве органического удобрения, на почвенно–биотический комплекс и продуктивность томата.

Исследования проводились на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, расположенного в окрестностях г. Воронежа. Климат места проведения исследований – умеренно–континентальный с неустойчивым увлажнением. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке.

В исследованиях применялись общепринятые в агроэкологии методики закладки и проведения опытов [4].

Объектами исследований являлись солома озимой пшеницы, свекловичный жом, агроценоз томата. Способ посадки томата линейный, схема посадки 60*60, сорт Новичок (среднеспелый).

Исследования проводились согласно следующей схеме опыта:

1. Контроль (без удобрений);
2. Свекловичный жом (50 т/га);
3. Свекловичный жом (75 т/га);

4. Свекловичный жом (100 т/га);
5. Солома (2 т/га) + NH_4NO_3 (10 кг/т);
6. Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (50 т/га);
7. Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (75 т/га);
8. Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (100 т/га).

Площадь учетной делянки 5 $м^2$, повторность четырехкратная. Размещение вариантов систематическое. Изучаемые отходы вносили осенью согласно схеме опыта. Измельченную солому (размер частиц 10 см) и свекловичный жом равномерно распределяли по поверхности почвы и заделывали на глубину 0–10 см.

Токсичность почвы определяли методом биотестирования; интенсивность выделения CO_2 из почвы – методом Г.М. Оганова; целлюлозолитическую активность почвы – аппликационным методом.

Определение качественного состава используемых отходов проводилось по следующим методикам: определение влажности – ГОСТ 13496.3–92; содержание органического вещества – ГОСТ 13496.2 – 84; содержание азота – ГОСТ 13496.4 – 84 (по Кьельдалю); содержание калия – на пламенном фотометре; содержание фосфора – ванадно–молибденным методом. Реакцию – потен–циометрическим методом.

Определение подвижных форм фосфора и калия в почве проводили по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204–91), содержание нитратов в почве, реакцию – потенциометрическим методом [1,3,6,7].

Уборку урожая томатов проводили вручную по мере созревания плодов.

Математическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа с помощью ПК [2].

Изучаемые отходы характеризовались следующими качественными и количественными показателями (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав свекловичного жома и соломы

Показатели	Содержание, %	
	Свекловичный жом	Солома пшеницы
Влага	78,58	14,0
Общий азот (% на сух. вещ.)	1,98	0,48
P_2O_5, общий (% на сух. вещ.)	0,35	0,18
K_2O, общий (% на сух. вещ.)	0,63	1,0
Зола (% на сух. вещ.)	20,61	4,8
pH	4,53	–
C/N (N=1)	21,8	112,5
Органическое вещество (% на сух. вещ.)	39,7	94,4

Свекловичный жом характеризуется высокой кислотностью 4,53 ед., что обусловлено образованием органических кислот, в большей степени уксусной, в процессе разложения целлюлозы. Содержание влаги в свекловичном жоме составляет 78,58 %, органического вещества 39,7 %, отношение углерода к азоту 21,8:1, содержание общего азота 1,98 % – данные показатели благоприятны для его разложения в почвенно–биотическом комплексе.

Химический состав соломы пшеницы характеризуется в первую очередь, высоким соотношением углерода к азоту 112,5:1, что свидетельствует о необходимости для обеспечения беспрепятственного ее разложения дополнительного использования азота. Содержание фосфора составляет 0,18 % и несколько уступает свекловичному жому, а по содержанию калия превышает на 0,37 %. Влажность соломы – 14 %.

Результаты проведенных исследований показали, что наибольшая токсичность почвы наблюдалась на первых этапах разложения поступивших в почву со свекловичным жомом и соломой органических веществ. Наибольшая токсичность отмечалась на варианте с внесением соломы совместно с аммиачной селитрой – 39,4 %. Данный показатель так же превышал порог токсичности (20 %) при совместном внесении соломы и свекловичного жома – 24,1–31,0 %. К концу вегетации томатов токсичность почвы снижалась и составляла 5,4–13,0 %, но ее максимальное значение отмечалось на варианте с внесением соломы совместно с минеральным азотом (таблица 2).

Таблица 2 – Токсичность почвы, %

Вариант	Сроки отбора проб		
	Май	Июнь	Июль
Контроль (без удобрений)	–	–	–
Свекловичный жом (50 т/га)	16,2	11,8	5,4
Свекловичный жом (75 т/га)	18,8	13,7	6,2
Свекловичный жом (100 т/га)	20,6	15,0	6,8
Солома (2 т/га) + NH_4NO_3 (10 кг/т)	39,4	28,7	13,0
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (50 т/га)	31,0	20,6	9,2
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (75 т/га)	26,3	19,2	8,7
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (100 т/га)	24,1	17,6	7,9

Обобщающим показателем интенсивности биологических процессов является продуцирование почвой углекислоты. Этот показатель наиболее достоверно отражает деятельность почвенных микроорганизмов и по количеству выделяющегося из почвы углекислого газа можно судить об энергии разложения органических соединений в почве.

Установлено, что внесение соломы и свекловичного жома в почву повышает биологическую активность. Количество углекислоты при использовании соломы с аммиачной селитрой в начальный период исследований составляло 11,2 CO_2/10 г/сут и увеличивалось до 13,6 CO_2/10 г/сут в июле. Наиболее интенсивно углекислый газ выделялся при совместном внесении свекловичного жома и соломы, количество CO_2 на данных вариантах составило 12,4–13,5 мг CO_2/10 г/сут в мае и 15,1–17,6 CO_2/10 г/сут в июле (таблица 3).

Таблица 3 – Выделение CO_2 из почвы, мг CO_2/10 г/сут

Вариант	Сроки отбора проб		
	Май	Июнь	Июль
Контроль (без удобрений)	9,8	9,3	8,5
Свекловичный жом (50 т/га)	11,5	12,6	12,9
Свекловичный жом (75 т/га)	12,4	13,3	13,9
Свекловичный жом (100 т/га)	13,7	14,9	14,8
Солома (2 т/га) + NH_4NO_3 (10 кг/т)	11,2	14,5	13,6
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (50 т/га)	12,4	14,8	15,1
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (75 т/га)	12,9	15,9	16,8
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (100 т/га)	13,5	16,4	17,6
$НСР_{0,95}$	1,21	1,35	1,04

Более высокая энергия «дыхания почв» на данных вариантах обеспечивается за счет более быстрого разложения органического вещества свекловичного жома и вовлечения в этот процесс трудноразлагаемого соломистого компонента. Выделение CO_2 из почвы на вариантах с применением свекловичного жома в течение периода исследований изменялось незначительно, что указывает на то, что процесс деструкции органического вещества протекает в таких условиях равномерно.

Определение биологической активности почвы по интенсивности разложения льняного полотна наглядно показало повышение активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов при совместном использовании соломы и свекловичного жома. Высокая интенсивность разложения льняного полотна отмечается на варианте с внесением соломы и свекловичного жома в норме 100 т/га – 81,6 %, что превышает вариант с использованием соломы совместно с азотным удобрением на 31,2 %, и вариант с внесением свекловичного жома в той же норме – 11,9 % (таблица 4).

Более высокая биологическая активность на вариантах совместного внесения свекловичного жома и соломы, вероятно, обеспечивается более высокой влажностью почвы на данных вариантах, так как целлюлозоразлагающие микроорганизмы очень требовательны к влаге и наиболее активны при сочетании оптимальных температуры и влажности.

Показатель pH почвенного раствора – один из основных параметров почвенного плодородия, определяющий продуктивность растений, так как реакция среды влияет на подвижность и скорость поступления анионов и катионов в корни растений. Поэтому введение но-

вых удобрений или агротехнических приёмов в агроценоз контролируется данным показателем.

Таблица 4 – Целлюлозолитическая активность почвы, %

Вариант	Сроки определения			
	30.05–30.06	30.06–30.07	30.07–30.08	Суммарное за период 30.05–30.08
Контроль (без удобрений)	2,7	5,9	9,8	18,4
Свекловичный жом (50 т/га)	18,8	22,5	22,0	63,3
Свекловичный жом (75 т/га)	18,3	23,9	24,0	66,2
Свекловичный жом (100 т/га)	18,1	25,6	26,0	69,7
Солома (2 т/га) + NH_4NO_3 (10 кг/т)	11,5	12,9	26,0	50,4
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (50 т/га)	10,1	31,9	27,0	69,0
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (75 т/га)	24,6	33,3	22,0	79,9
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (100 т/га)	17,8	27,8	36,0	81,6
$НСР_{0,95}$	1,57	4,13	2,30	

Важность изучения данного показателя связана с тем, что свекловичный жом обладает кислой реакцией среды, что может усугубить отрицательное воздействие на чернозем выщелоченный и урожайность культур.

В наших исследованиях на контрольном варианте без удобрений сложилась стабильная реакция среды. Значительное изменение реакции среды почвенного раствора, в первую очередь, отмечается при внесении свекловичного жома в норме 100 т/га, так в мае данный показатель составил 4,96 и был ниже контрольного значения на 0,46 ед. Подкисление отмечается и при внесении свекловичного жома в нормах 50 – 75 т/га (таблица 5).

Таблица 5 – Изменение кислотности (pH_{KCl}) почвы в агроценозах томата

Варианты	Сроки обора проб		
	Май	Июнь	Август
Контроль (без удобрений)	5,41	5,44	5,42
Свекловичный жом (50 т/га)	5,14	5,16	5,36
Свекловичный жом (75 т/га)	5,08	5,05	5,38
Свекловичный жом (100 т/га)	4,96	4,89	5,31
Солома (2 т/га) + NH_4NO_3 (10 кг/т)	5,35	5,28	5,33
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (50 т/га)	5,33	5,31	5,47
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (75 т/га)	5,30	5,28	5,41
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (100 т/га)	5,27	5,24	5,44

В процессе разложения свекловичного жома, образующиеся органические кислоты, в большей степени уксусная кислота, вступают в реакцию нейтрализации с поглощенными основаниями (Ca, Mg, Na), а также карбонатами кальция и магния и реакция почвенного раствора быстро восстанавливается.

При совместном использовании соломы и свекловичного жома в норме 50 т/га изменение кислотного режима менее выражено, данный показатель снизился с 5,41 до 5,33 в мае и в августе соответствовал контрольному значению.

Одновременное использование соломы и жома в норме 100 т/га способствовало повышению кислотности почвенного раствора до 5,27 относительно контрольного варианта. В августе на данном варианте кислотность достигает 5,44 и не уступает контрольному варианту.

Используемая в качестве удобрения солома злаковых культур характеризуется недостаточным для удовлетворения потребностей микроорганизмов содержанием азота и высоким соотношением C:N, вследствие чего ее разложение в почве сопровождается интенсивной биологической иммобилизацией усвояемых соединений азота.

Полученные результаты свидетельствуют о повышении содержания нитратного азота на всех вариантах опыта с внесением свекловичного жома. Так в сравнении с контролем в мае превышение составило 3 мг/кг почвы при внесении 50 т/га, 7,5 мг/кг – 75 т/га и 9,4 мг/кг – 100 т/га.

При совместном использовании соломы и свекловичного жома увеличение содержания в почве нитратного азота составило 2,1 мг/кг при норме внесения жома 50 т/га, 3,4 мг/кг – 75 т/га жома и 6,9 мг/кг – 100 т/га жома в сравнении с контрольным вариантом и на 0,2; 1,5; 5,0 мг/кг соответственно, относительно варианта с внесением соломы и азотного удобрения (таблица 6).

В дальнейшем отмечается снижение содержания нитратного азота на всех вариантах опыта, что обусловлено высокой активностью микроорганизмов, поглощающих азот, что подтверждается полученными результатами по биологической активности почвы. Однако содержание нитратного азота на рассматриваемых вариантах в течение вегетации томата имеет тенденцию к превышению варианта без внесения удобрений и варианта с соломой и дополнительным внесение минерального азота.

Таблица 6 – Содержание в почве $N–NO_3$, мг/кг почвы (в слое 0–20 см)

Вариант	Сроки отбора проб		
	Май	Июнь	Август
Контроль (без удобрений)	11,5	6,7	2,5
Свекловичный жом (50 т/га)	14,5	8,4	3,2
Свекловичный жом (75 т/га)	19,0	11,0	4,6
Свекловичный жом (100 т/га)	20,9	12,1	4,3
Солома (2 т/га) + NH_4NO_3 (10 кг/т)	13,4	7,4	2,9
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (50 т/га)	13,6	7,9	3,2
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (75 т/га)	14,9	8,6	3,8
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (100 т/га)	18,4	10,8	4,1

Уровень доступности фосфора зависит от интенсивности химических процессов и, в первую очередь, связан с изменением кислотности среды и биологической активности почвы. Наши исследования показали, что при внесении соломы с аммиачной селитрой содержание подвижного фосфора практически не изменялось. При использовании свекловичного жома, и совместного внесения с соломой отмечалось его увеличение (таблица 7).

Такие изменения можно связать и с содержанием этого элемента в самих отходах, и с влиянием повышенной кислотности почвенного раствора.

Таблица 7 – Содержание в почве подвижного фосфора, мг/кг почвы (в слое 0–20 см)

Вариант	Сроки отбора проб		
	Май	Июнь	Август
Контроль (без удобрений)	151	149	138
Свекловичный жом (50 т/га)	164	157	146
Свекловичный жом (75 т/га)	189	194	180
Свекловичный жом (100 т/га)	196	200	186
Солома (2 т/га) + NH_4NO_3 (10 кг/т)	155	157	146
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (50 т/га)	175	180	167
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (75 т/га)	187	194	180
Солома (2 т/га) + Свекловичный жом (100 т/га)	203	207	193

Различия в содержании обменного калия по всем вариантам, в том числе контрольном, оказались на уровне ошибки определения. С глубиной его содержание закономерно снижалось по всем вариантам с 120 – 125 мг в слое 0–20 см до 90 – 95 мг/кг почвы в слое 20–40 см.

Максимальная урожайность томатов формировалась на варианте с совместным внесением соломы и свекловичного жома в норме 75 т/га – 31,1 т/га, что превышало контрольный вариант на 54,4 %, вариант с использованием соломы и минерального азота – 23,5 %.

Таким образом, на основании проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что применение вторичных ресурсов – свекловичного жома и соломы, в качестве органического удобрения обеспечивает благоприятные условия для функционирования агроценоза томата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галстян А.Ш., Григорян К.В. Ферментативная диагностика почв // Труды НИИ почвоведения и агрохимии АрмССР. – Ереван, 1978. – Вып.2. – С.132–140.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат., 1985. – 351 с.

3. Житин Ю.И., Прокопова Л.В. Практикум по экологии. – Воронеж: Изд–во ВГАУ, 2007. – 152с.

4. Опытное дело в полеводстве. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.

5. Рециклинг отходов в АПК: справочник / И.Г. Голубев, И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко, М.В. Лопатников — М.: ФГБНУ «Росинформагро–тех», 2011. – 296 с.

6. Титова В.И., Дабахова Е.В., Дабахова М.В. Практикум по агроэкологии // Нижегородская гос. с.–х. акад. – Н.Новгород, 2005. – 138 с.

7. Эколого–аналитические методы исследования окружающей среды. – Воронеж, 2010. – 304 с.

УДК 631.6:630.232.322.49

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОНТМОРИЛЛОНИТОВЫХ ГЛИН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

Зуза Виктор Алексеевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» (ДОПП ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского»),* ***Украина****, г. Дзержинск, п. Новгородское, ddcnnc@ukr.net*

Тютюнник Наталья Викторовна, *ДОПП ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского»,* ***Украина****, г. Дзержинск, п. Новгородское, natalyapolupan1972@mail.ru*

Погромская Яна Анатольевна, *ДОПП ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского»,* ***Украина****, г. Дзержинск, п. Новгородское*

Зуза Светлана Григорьевна, *ДОПП ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского»,* ***Украина****, г. Дзержинск, п. Новгородское, svetazuza@mail.ru*

Качанова Ольга Владимировна, *ДОПП ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского»,* ***Украина****, г. Дзержинск, п. Новгородское, ddcnnc@ukr.net*

Ротач Юлия Владимировна, *ДОПП ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского»,* ***Украина****, г. Дзержинск, п. Новгородское, ddcnnc@ukr.net*

В условиях Донецкого региона изучена направленность изменения элементов плодородия чернозема обыкновенного при применении различных доз монтмориллонита. Выявлены биометрические особенности роста и развития растений подсолнечника и установлена их связь с динамикой подвижных форм питательных веществ в почве. Показано изменения качества семян подсолнечника в зависимости от дозы глинистого минерала. Проведенные исследования позволяют определить оптимальные условия применения монтмориллонита на подсолнечнике.

Ключевые слова: глинистый минерал, монтмориллонит, питательный режим, органическое вещество, подсолнечник, урожайность

PROSPECTS OF USING OF MONTMORILLONITE CLAY AT SUNFLOWRE CULTIVATION IN CONDITIONS OF DONETSK REGION

Zuza V, Tyutyunnik N, Pogromska I, Zuza S, Kachanova O, Rotach Yu.

It was studied changes of fertility of chernozem ordinary in the application of different doses of montmorillonite under the conditions of the Donetsk region. Biometric features of plant growth and development of sunflower have been identified and their relation to the dynamics of the mobile forms of nutrients in the soil has been found. Changes in the quality of sunflower seeds in a dose dependent clay mineral was shown. The studies conducted allow to determine the optimal conditions for the use of montmorillonite on sunflower.

Keywords: clay mineral, montmorillonite, nutrient status, organic matter, sunflower, yields

Введение. Монтмориллонит, глинистый минерал, относящийся к подклассу слоистых силикатов, обладает способностью к сильному набуханию благодаря своему строению и

имеет ярко выраженные сорбционные свойства. Используется в нефтегазовой, текстильной и мыловаренной промышленности как активный компонент отбеливающих и сукновальных глин, в строительной отрасли и в пищевой промышленности в качестве адсорбента, в косметологии и фармакологии. В работах Соколовой Т. А. и Дроновой Т.Я. [6], Ковда В.А. [4], Громова Н.Г. [3], Аллреда Б.Д. [1], подробно проанализировано сорбционные свойства монтмориллонита. Показано, что внесение его в почву увеличивает буферность и адсорбционные свойства грунта, а также способствует снижению железо- и алюмоинтоксикации растений, что особенно актуально для кислых почв. В совокупности с гумусом монтмориллонит образует «оптимальную жизненную базу» для почвенных микроорганизмов [5]. Кроме того, калий глинистого минерала более растворим, чем калий песчаных почв, поэтому в глинистых почвах содержание валового и подвижного калия выше. При использовании глинистого минерала поддерживается хорошая структура почвы. Поэтому монтмориллонит является источником формирования плодородия почв и повышения продуктивности растений. Установлено, что при обогащении этим минералом почвы дают урожаи на 10-20 % выше по сравнению с контролем [2]. Ячмень, выращенный при внесении монтмориллонита, содержит меньше крахмала и больше белка. При выращивании кукурузы на силос прибавка урожая составляет 45 %, несмотря на недостаток влаги в течение сезона. Исследований использования глинистого минерала на черноземных почвах проведено недостаточно.

Цель исследований. Поставлена задача изучения эффективности применения монтмориллонита на черноземе обыкновенном при выращивании подсолнечника в условиях Донецкого региона.

Предмет и методы исследований. Объект исследований – влияние глинистого минерала, на показатели плодородия почвы и урожайность подсолнечника в современных технологиях выращивания в условиях Донецкой области, территория Государственного предприятия «Опытное хозяйство «Донецкое». Почва – чернозем обыкновенный: NO_3–3,04 мг/100 г почвы, P_2O_5 по Мачигину – 1,22 мг/100 г почвы, гумус по Тюрину – 4,3 %, pH 7, углерод по Егорову 90,20 мг/100 г почвы. Метод исследований – полевой опыт. Опыт заложен в период физической спелости почвы перед воздействием на нее давления машинно-тракторных агрегатов. Предшественник – кукуруза зерно.

Эффективность применения различных доз монтмориллонита изучена на фоне 5 вариантов: вариант 1 – (контроль), вариант 2–2,5 т/га минерала, вариант 3–5,0 т/га минерала, вариант 4–10,0 т/га минерала.

Разработка глины ведётся в карьерах Донецкой области с глубины 1 до 20 метров, измельчается и подсушивается до сыпучего состояния. Химическая характеристика используемого в опыте минерала (монтмориллонита): NO_3–0,18 мг/100 г; P_2O_5 по Мачигину – 1,13 мг/100 г; углерод по Егорову – 16,12 мг/100 г; общего углерода по Тюрину – 0,31 %, pH – 7,3. Физико-механический состав монтмориллонита характеризуется пылеватым состоянием, где наибольшая часть (47,6 %) приходится на долю агрегатов диаметром 1 мм, 26,4 % – на долю агрегатов 0,25 мм, а 16,1 % – 0,5 мм.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что внесение монтмориллонита способствует сохранению продуктивной влаги почвы. На глубине 20-30 см слоя с увеличением дозы минерала показатель влаги в фазу 3-х пар листьев подсолнечника возрастает от 2,9 мм на контроле до 10,7 мм при внесении препарата в дозе 5,0 т/га (рисунок 1).

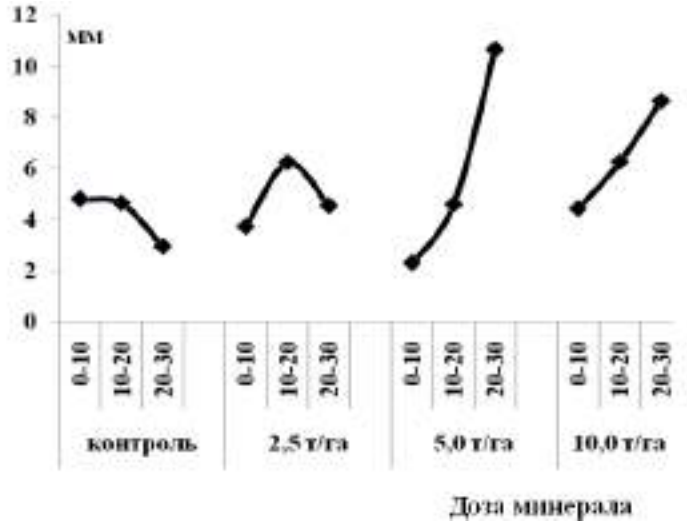


Рисунок 1 – Продуктивная влага в фазу 3-х пар листьев подсолнечника

В фазу 8-ми пар листьев глинистый минерал удерживает продуктивную влагу в верхнем 0-10 см слое почвы (рисунок 2).

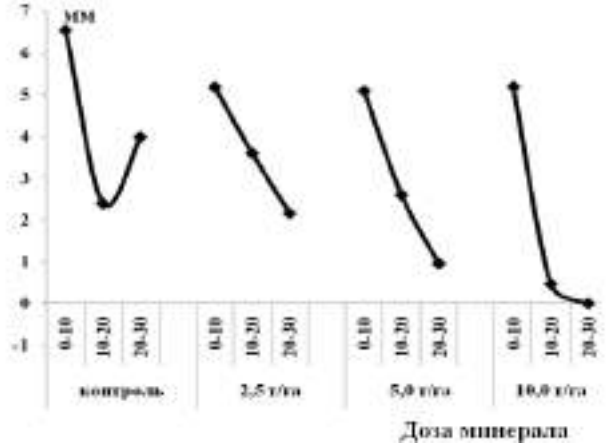


Рисунок 2 – Продуктивная влага в фазу 8-ми пар листьев подсолнечника

Показатель по всем вариантам варьирует от 5,1 мм до 6,5 мм, но глубже по профилю показатель уменьшается с дозой от 4,0 мм на контроле до отсутствия продуктивной влаги на варианте 10,0 т/га. То есть, при относительно одинаковой влажности верхнего 0–10 см слоя с увеличением дозы минерала количество влаги 20–30 см слоя уменьшается. Это объясняется тем, что с увеличением роста растений влияние фактора десукции усиливается и увеличивается дедукция влаги из более глубоких слоев почвы. В то время как, структурированный глинистым минералом верхний слой предупреждает потери влаги с поверхности почвы (испарение и т. п.). Таким образом, монтмориллонит способствует образованию протекторного верхнего слоя почвы, который с начала вегетации культуры защищает от непроизводительных потерь влаги.

Биометрические наблюдения показали, что в фазу 8-ми пар листьев на контроле высота растений составляет 63,7 см; на варианте 2,5 т/га – 68,5 см; при 5,0 т/га и 10,0 т/га – 71,9 см и 74,9 см соответственно ($НСР_{05}$ 5,2 см).

Также, в период вегетации растений на вариантах внесения минерала наблюдается повышение содержания подвижного углерода (рисунок 3).

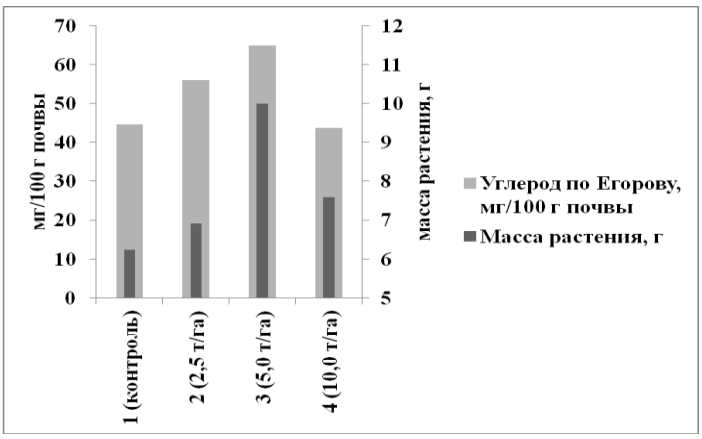


Рисунок 3 – Влияние минерала на массу растений подсолнечника (фаза 3-х пар листьев) и содержание щелочнорастворимого углерода

При этом максимальное увеличение гумуса по Егорову (64,95 мг/100 г почвы против 44,52 мг/100 г почвы на контроле) совпадает с максимальным увеличением массы растений на варианте внесения препарата 5,0 т/га. То есть, подвижность углерода в данном случае определяется интенсивностью роста растений. А максимальное уменьшение общего углерода по Тюрину на этом варианте (до 4,0 % против 4,4 % в контроле) свидетельствует об интенсификации гидролиза гумуса и вовлечение почвенных минеральных запасов в процессе развития растений и формирования урожая подсолнечника.

В период интенсивного роста культуры в зависимости от дозы внесения минерала уровень обеспечения нитратного азота остается в пределах среднего и повышенного (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание нитратного азота 0–30 см слое почвы (в миллиграммах на100 г почвы)

Вариант	Перед посевом	Фаза 3-х пар листьев	Фаза 6-ти пар листьев	Фаза 8-ми пар листьев	Фаза созревания
1 (контроль)	3,04	4,49	2,91	2,19	0,63
2 (2,5 т/га)	3,48	4,31	3,78	2,12	1,28
3 (5,0 т/га)	3,11	3,74	4,22	2,21	1,17
4 (10,0 т/га)	1,59	5,71	3,75	2,67	0,84
$НСР_{05}$	1,61				

Расчеты изменения уровня нитратного азота в фазу 6-ти листьев и в фазу созревания культуры относительно начального состояния (посев подсолнечника) показали, что в период интенсивного роста растений наблюдается увеличение содержания NO_3 в 0–30 см слое почвы пропорционально дозе минерала (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение содержания NO_3 в 0–30 см слое почвы относительно предпосевного уровня (в миллиграммах на 100 г почвы)

Вариант	Фаза 6-ти пар листьев	Фаза созревания
1 (контроль)	-0,1	-2,4
2 (2,5 т/га)	+0,3	-2,2
3 (5,0 т/га)	+1,1	-1,9
4 (10,0 т/га)	+2,2	-0,8

Это обусловлено оптимизацией процессов нитрификации за счет создания благоприятных условий для почвенной микрофлоры. При этом, в конце вегетации подсолнечника наблюдается уменьшение потерь NO_3 0-30 см слоя с увеличением дозы внесения монтмориллонита (от 2,4 мг/100 г почвы на контроле до 0,8 мг/100 г почвы на варианте с внесением минерала в дозе 10,0 т/га). То есть, на повышенном начальном уровне содержания NO_3 (3,04 мг/100 г почвы) монтмориллонит проявляет оптимизирующее влияние на азотное питание культуры и усиливает протекторные свойства в азотном балансе системы «почва-растение».

При начальном низком содержании подвижного фосфора (1,22 мг/100 г почвы) средняя обеспеченность фосфатами отвечает только фазе 3-х листьев (таблица 3). Но при дозе 10,0 т/га уровень фосфора остается низким 1,23 мг/100 г почвы, а максимальный показатель 2,39 мг/100 г почвы – при 5,0 т/га.

Таблица 3 – Содержание фосфора по Мачигину в 0–30 см слое почвы в миллиграммах на 100 г почвы

Вариант	Перед посевом	Фаза 3-х пар листьев	Фаза 6-ти пар листьев	Фаза 8-ми пар листьев	Фаза созревания
1 (контроль)	1,22	1,54	0,99	0,68	1,07
2 (2,5 т/га)	1,76	2,26	0,84	0,65	1,25
3 (5,0 т/га)	1,34	2,39	0,45	0,46	1,11
4 (10,0 т/га)	2,00	1,23	0,29	1,08	1,06
$НСР_{05}$	0,56				

Связь содержания P_2O_5 в почве и дозы минерала аналогична зависимости массы растений, содержания гумуса по Егорову и урожайности (таблица 4).

Это свидетельствует о том, что уровень фосфорного питания в период интенсивного роста растений является определяющим фактором урожайности культуры в опыте. А период от всходов подсолнечника до образования корзинки является критическим в потреблении фосфора.

Таблица 4 – Почвенные характеристики и урожайность подсолнечника

Вариант	Фаза 3-х пар листьев			Урожайность, ц/га
	P_2O_5, мг/100 г почвы	гумус по Егорову, мг/100 г почвы	масса растения, г	
1 (контроль)	1,54	44,52	6,24	35,1
2 (2,5 т/га)	2,26	55,96	6,92	36,9
3 (5,0 т/га)	2,39	64,95	10,0	41,8
4 (10,0 т/га)	1,23	43,71	7,58	36,2
$НСР_{05}$	0,56	21,76	2,69	3,7

Даже кратковременное исключение его из питательной среды снижает способность корней поглощать азот и другие элементы питания, что приводит к существенному снижению урожая. Этим объясняется уменьшение урожайности подсолнечника от 41,8 ц/га до 36,2 ц/га при повышении дозы минерала от 5,0 т/га до 10,0 т/га. Снижению подвижности фосфатов способствует повышение pH почвы при внесении монтмориллонита, что на низком уровне начального обеспечения фосфором становится лимитирующим фактором в определении урожайности подсолнечника. То есть применение глинистого минерала требует внимательного отношения к урегулированию фосфорного питания культуры (повышение доз фосфорных удобрений под подсолнечник).

Характерным является то, что при максимальной дозе минерала 10,0 т/га период фосфатного недостатка проявляется на более ранних фазах вегетации культуры, уже с 3-х пар листьев (рисунок 4).

Тогда когда на других вариантах максимально низкий уровень фосфатов наблюдается с фазы 6-ти листьев. Но в близкий к цветению период уровень подвижного фосфора при дозе 10,0 т/га увеличивается до 1,08 мг/100 г почвы против 0,46–0,68 мг/100 г почвы на других вариантах. А достаточный уровень минерального питания культуры в этой период объясняет формирование более высокой масличности семян (42,9 %) на варианте 10,0 т/га против 40,7–41,1 % на других вариантах. Соответственно, уровень минерального питания и определил урожайность подсолнечника (таблица 5).

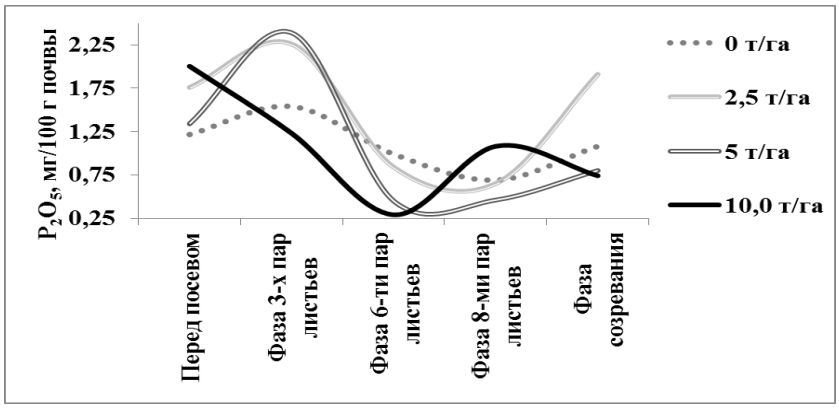


Рисунок 4 – Динамика содержания фосфатов в 0-30 см слое почвы

Таким образом, максимальный урожай получен на варианте с дозой 5,0 т/га (41,8 ц/га, прибавка 6,7 ц/га), где наблюдался самый высокий уровень содержания фосфатов в период активного роста культуры (см. рисунок 3, фаза 3-х пар листьев). На других вариантах внесение монтмориллонита обеспечивает прибавку 1,8 ц/га (2,5 т/га) и 1,1 ц/га (10,0 т/га). При этом лишь 10,0 т/га минерала обеспечивает достоверное увеличение масличности семян на 4,9 %, что обусловлено достаточным уровнем минерального питания растений в период цветения.

Таблица 5 – Урожай подсолнечника

Вариант	Урожай, ц/га	Маслянистость, %
1 (контроль)	35,1	40,9
2 (2,5 т/га)	36,9	41,1
3 (5,0 т/га)	41,8	40,7
4 (10,0 т/га)	36,2	42,9
$НСР_{05}$	3,7	1,9

Вывод: Применение монтмориллонита на черноземе обыкновенном при выращивании подсолнечника возможно в качестве мелиоранта. Предпосевное внесение его изменяет физико-химический режим почвы, интенсифицируя мобилизацию собственных минеральных почвенных ресурсов, процессы нитрификации и минерализации гумуса, изменяя динамику фосфорного режима. Это влияет на условия произрастания культуры, формирование качества и количества урожая. При этом использование монтмориллонита на черноземе требует гумусосберегающих технологий возделывания и поддержания обеспеченности фосфором почв на достаточном уровне. Соблюдение условий применения минерала позволяет увеличить урожайность подсолнечника на 6,7 ц/га и повысить качество продукции на 4,9 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аллред Б. Д. Применение геофизических методов в сельском хозяйстве // Прикладная инженерия. – 2008. – № 20. – 318 с.

2. Глинистые минералы [Электронный ресурс] 2012 Режим к доступу: http://avt-group.net/glinistye-mineraly.

3. Громов Н. Г. Реализация системы естественного сельского хозяйства на практике в Германии // Научно-популярный журнал «Надежда планеты». – 2001. – № 6. – 49 с.

4. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М. : Наука, 1985. – 264 с.

5. Колягин Ю. С. Эффективность применения монтмориллонита: автореф. дис. доктор с.-г. наук / Воронежский государственный аграрный университет имени К. Д. Глинки. – Воронеж, 2007. – 56 с.

6. Соколова Т.А., Дронова Т.Я. Глинистые минералы в почвах.– М. : Гриф и К, 2005. – 251 с.

УДК 631.412:631.82

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЙ В РИСОВОДСТВЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ

Власова Елена Владимировна, *инженер, Научно-исследовательский институт геохимии биосферы Южного федерального университета,* ***Россия****. г. Новороссийск, vlasovaelena1@rambler.ru*

Иващенко Наталия Геннадьевна, *ФГОБУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет,* ***Россия****, Краснодар*

Рассматриваются геохимические особенности почв сельскохозяйственных ландшафтов, определяющие возможность использования производственных отходов в качестве удобрений. Приводятся геохимические показатели накопления химических элементов в почвах рисовых плантаций.

Ключевые слова: показатели накопления веществ, геохимические особенности почв, накопление и вынос химических элементов

APPROPRIATENESS OF USING OF WASTES AS FERTILIZER IN RICE FARMING IN TERMS OF ECOLOGICAL GEOCHEMISTRY

Vlasova E.V., Ivashchenko N.G.

The geochemical features of soils of agricultural landscapes defining possibility of use of production waste as fertilizers are considered. Geochemical indicators of accumulation of chemical elements in soils of rice plantations are given.

*Key words***:** indicators of absolute and relative accumulation of substances, geochemical features of soils, increase and reduction of concentration of chemical elements

Введение. Ландшафты рисовых чеков в Краснодарском крае сосредоточены в основном в Приазовье – в западной части Краснодарского края и отдельными фрагментами встречаются восточнее – в пойме р. Кубань вплоть до Усть-Лабинска. Рассматриваемая территория является зоной интенсивного земледелия на месте лугово-степных и плавневых ландшафтов с фрагментами пойменных лесов. В данной работе рассматриваются ландшафты рисовых чеков, образованные на месте лиственного леса, и являющиеся транссупераквальными ландшафтами. Они имеют гидрокарбонатно-кальциевый класс водной миграции в почвах на терригенных аллювиальных отложениях четвертичного возраста.

Известно, что при возделывании риса применяется большое количество удобрений. В настоящее время одной из перспектив в данном направлении является использование в качестве комплексных удобрений отходов производства. Однако, с точки зрения геохимии, такой подход может таить в себе скрытые опасности. В первую очередь это связано с теми геохимическими процессами в почвах плантаций, которые сопровождают возделывание риса.

Материалы и методы. Для количественной оценки состояния биокосных систем, которыми являются, в частности, почвы, и происходящих в них изменений В.А. Алексеенко были введены в практику показатели: показатель абсолютного накопления (ПАН) и показатель относительного накопления (ПОН) [1-4].

Показатель абсолютного накопления показывает, какая масса определенного химического элемента (или его соединения) накопилась или была вынесена из конкретной части геохимической системы в результате произошедших процессов на единице площади. Для установления величины ПАН в почвах на площади 1 км^2 определяется разница между фоновыми содержаниями в почвах до начала рассматриваемых процессов и после их окончания: $C_{ф1} - C_{ф2}$. Если после окончания процессов содержание уменьшалось (т.е. происходил вынос элемента), величина ПАН имеет отрицательное значение. Изучение по вертикальному профилю почв техногенных изменений концентрации рассматриваемых металлов показало, что они произошли в почвах до глубины 30 см. Определение средней плотности почв на юге России позволило после расчетов считать, что изменение концентрации химических элементов в почвах на величину, равную $1 \cdot 10^{-3}$ %, в пределах верхнего 30-сантиметрового слоя, соответствует изменению их массы на 6 т на площади, равной 1 км^2.

Сравнивая содержания элементов в почвах сельскохозяйственных ландшафтов с содержаниями в почвах лесов, мы принимаем лесные почвы за систему, характеризующуюся динамическим равновесием элементов, устоявшимся за многие сотни, а то и тысячи лет существования этих природных ландшафтов.

Показатель относительного накопления (ПОН) представляет собой отношение массы элемента, накопившегося (вынесенного) в результате произошедших процессов в определенной части геохимической системы (т.е. ПАН), к местному фоновому (кларковому и т.д.) содержанию. Таким образом, можно считать, что

$ПОН = ПАН/С_{кл. (фон.)}$

При подготовке данного материала были использованы результаты анализов свыше 900 проб почв. Все рядовые анализы проводились в аттестованной и аккредитованной Центральной химической лаборатории «Кавказгеосъемка». Для проверки качества отбора проб и их лабораторных исследований использовался внутрилабораторный и внешний контроль. Проведенные расчеты показали хорошую воспроизводимость. Кроме хорошей воспроизводимости, необходимо было установить достоверность анализов, особенно спектральных. Поэтому при анализах использовались соответствующие эталоны и проводилось количественное определение ряда элементов.

Результаты и их обсуждение. Многолетнее использование сельскохозяйственных угодий, в том числе и рисовых чеков, приводит к изменению химического состава их почв.

Данные о содержаниях элементов в почвах рисовых чеков и исходных лесных ландшафтов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние содержания и показатели накопления химических элементов в почвах при формировании ландшафтов рисовых чеков на территории лиственного леса (по данным Аникеенко Р. В.)

Элемент	Кларк почв ($n*10^{-3}$ %)	Ландшафт лиственных лесов	Ландшафт рисовых чеков				
			Среднее содержание ($n*10^{-3}$ %)	ПАН		ПОН	
				Относительно фона	Относительно кларка	Относительно фона	Относительно кларка
Ag	0,01	0,009	0,015	0,036	0,03	4,00	3,00
Ba	50	70	67	-18	42	-0,26	0,84
Be	0,6	0,38	0,39	0,06	-1,26	0,16	-2,10
Co	0,8	2,1	2,1	-	1,8	-	2,25
Cr	20	11,0	12,2	7,2	-46,8	0,65	-2,34
Cu	2	4,8	4,2	3,6	13,2	0,75	6,60
Ga	3	2,0	2,2	1,2	-4,8	0,60	-1,6
Ge	-	0,21	0,19	-0,12	-	-0,57	-
Li	3	5,7	5,6	-0,6	15,6	-0,11	5,20
Mn	85	83	76	-42	-54,4	-0,51	-0,64
Mo	0,2	0,38	0,51	0,78	1,86	2,05	9,30
Nb	-	1,8	1,4	-2,4	-	-1,33	-
Ni	4	6,8	7,1	1,8	18,6	0,26	4,65
Pb	1	4,3	4,3	-	19,8	-	19,8
Sc	0,7	1,0	1,0	-	1,8	-	2,57
Sn	1	0,56	0,61	0,3	-2,34	0,54	-2,34
Sr	30	19	17	-12,0	-78	-0,63	-2,60
Ti	460	517	478	-234	105,8	-0,45	0,23
V	10	14,6	12,2	-14,4	13,2	-0,99	1,32
W	-	0,26	0,21	-0,3	-	-1,15	-
Y	5	1,9	1,7	-1,2	19,8	-0,63	-3,96
Yb	-	0,22	0,22	-	-	-	-
Zn	5	12,1	13,1	6	48,6	0,50	9,72

По рассчитанным ПАН (относительно содержаний элементов в почвах лесов) было установлено, что в верхнем 30-сантиметровом слое почвы рисовых чеков накапливается химических элементов от 0,036 (Ag) до 7,2 (Cr) т/км^2, а уменьшение содержаний составляет от 0,64 (Mn) до 234,0 (Ti) т/ км^2 (таблица 1, рисунок1).

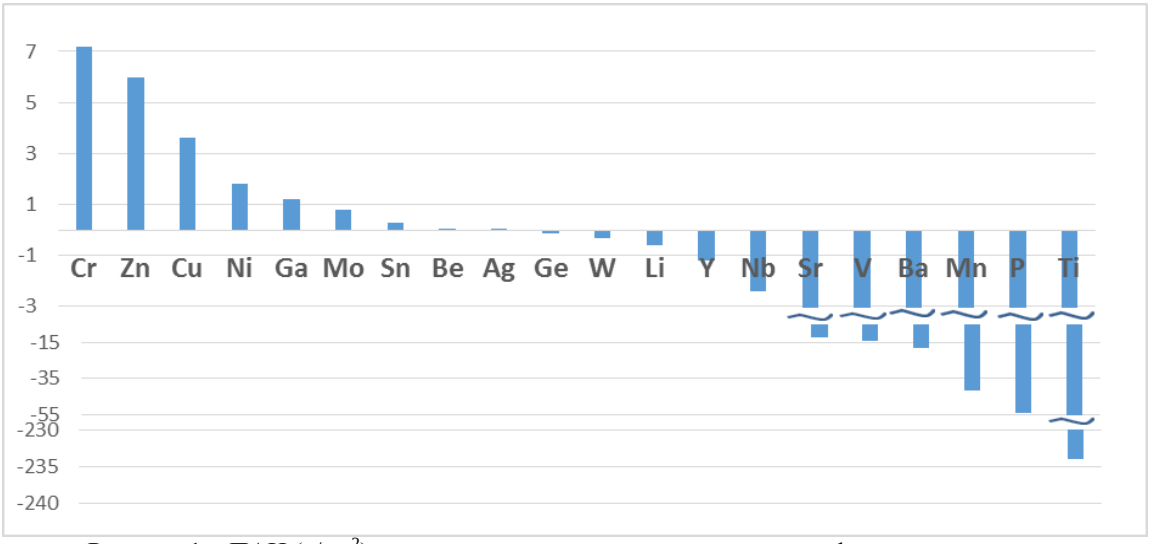


Рисунок 1 – ПАН (т/км^2) химических элементов в почвах ландшафтов рисовых чеков по отношению к почвам лесов

По уменьшению величины ПАН химические элементы выстраиваются в следующий ряд:

Cr>Zn>Cu>Ni>Ga>Mo>Sn>Be>Ag (накопление);

Ti>Mn>Ba>V>Sr >Ni>Y>Li>W>Ge (вынос).

Под влиянием рассматриваемой техногенной нагрузки Co, Pb, Sc и Yb не накапливается в почве. Приоритетная роль по интенсивности накопления среди техногенных загрязнителей в ландшафте рисовых чеков принадлежит Cr и Zn.

Ряды, построенные по расчетам ПАН относительно кларка, включают и те элементы, для которых не отмечено изменения содержания по сравнению с почвами лесов (рисунок2). При этом ряд уменьшения содержаний содержит всего шесть элементов, четыре из которых (Be,Ga, Cr, Sr) накапливаются в почвах рисовых чеков по сравнению с почвами лесов.

Ti>Mn>Zn>Ba>Pb,Y>Ni >Li> Cu,V >Ga>Mo>Co,Sc >Ag (накопление)

Be<Sn< Ga<Cr<Mn<Sr (уменьшение содержания)

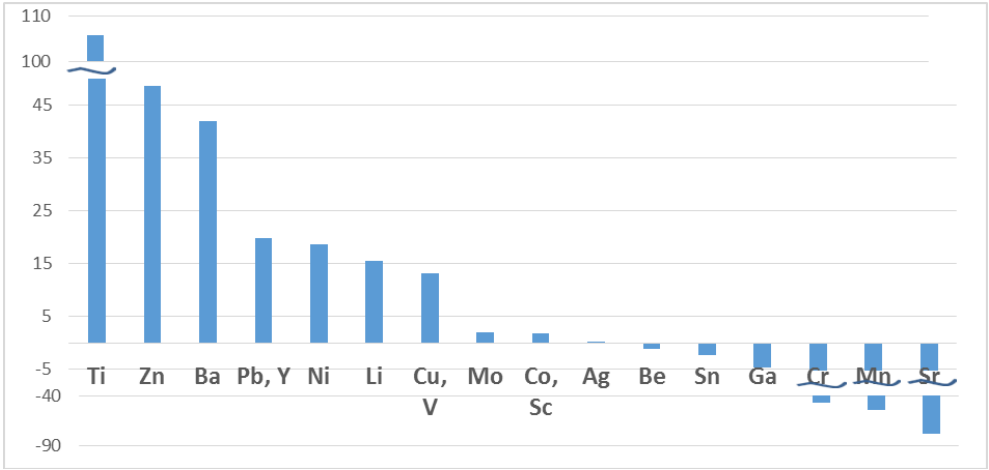


Рисунок 2 –. ПАН химических элементов в почвах ландшафтов рисовых чеков по отношению к кларку почв по А.П. Виноградову

Максимальное значение ПАН относительно кларка в ряду накопления – у титана -105,8 т/км^2, минимальное – у серебра – 0,03 т/км^2. Наиболее значительное уменьшение содержания отмечается для Sr – 78 т/км^2.

В результате расчета ПОН относительно фона природного ландшафта лесов химические элементы выстраиваются в ряды:

Ag>Mo>Cu>Cr>Ga>Sn>Zn>Ni>Be (накопление) Nb>W>V>Sr,Y>Ge>Mn>P>Ti>Ba>Li (вынос)

Согласно величинам ПОН, наибольшее влияние на состояние почв и, возможно, выращиваемую сельскохозяйственную культуру оказывают содержания в почве серебра и молибдена (хотя в абсолютных величинах их накопление значительно меньше, чем у других элементов) и создающийся в результате антропогенного воздействия недостаток в почвах таких элементов как Nb, W и V (рисунок 3).

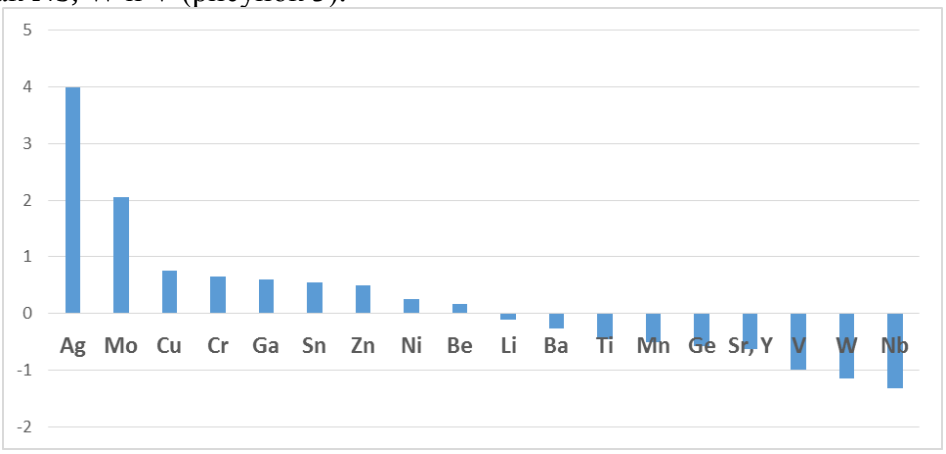


Рисунок 3 – ПОН химических элементов в почвах ландшафтов рисовых чеков по отношению к почвам лесов

Ряды ПОН, построенные по расчетам относительно кларковых содержаний элементов, имеют следующий вид (рисунок4):

Pb>Zn>Mo>Cu>Li>Ag>Co>V>Ba>Ti

Накопление

Mn<Ga<Sn<Be<Cr<Sr<Y

Вынос

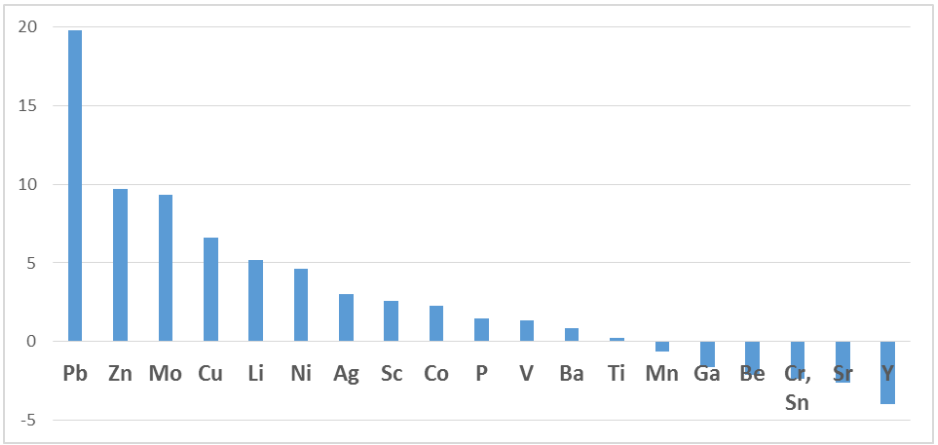


Рисунок 4 – ПОН химических элементов в почвах ландшафтов рисовых чеков по отношению к кларку почв по А.П. Виноградову

Рассчитать изменения содержаний таких элементов, как вольфрам и ниобий, происходящие в почвах ландшафтов рисовых чеков, по сравнению с кларком не представляется возможным, т. к. кларковые содержания этих элементов не определены.

Нетрудно заметить, что ряды накопления-выноса элементов, построенные по расчетам ПОН относительно кларка, значительно отличаются от рядов, построенных по расчетам, где в качестве фоновых использовались содержания элементов в почвах лесов, не только по количеству и расположению элементов относительно друг друга, но и по составу элементов в каждом ряду. Это, безусловно, связано с тем, что почвы лесов по своему химическому составу отличаются от состава почв, средних для всей Земли, а процессы, происходящие при раз-

витии на месте этих лесов рисовых плантаций, для большинства элементов делают эти различия еще более значительными.

Поэтому очень важно учитывать данные геохимические показатели при использовании комплексных удобрений, содержащих в своем составе не только макроэлементы, необходимые растению, но и микроэлементы, избыточное внесение которых на фоне уже имеющегося накопления в почвах, может оказать негативное влияние.

Выводы.

1. Содержание ряда элементов в почвах рисовых чеков весьма существенно отличается от их содержаний в почвах ранее существовавших на их месте природных ландшафтов и от кларковых содержаний.

2. При применении отходов антропогенной деятельности необходимо учитывать современный геохимический облик почв рисовых чеков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М. Логос, 2000. – 626 с.
2. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Универ. Книга; Логос, 2006. – 520с.
3. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде. Лесные ландшафты Северо-Западного Кавказа. – М.: Универ. книга, 2008.– 264с.
4. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах.-2-е изд., доп. – М.: АН СССР, 1957.

УДК 633.31/37:632. 482

ПОДСЕВ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ В ДЕРНИНУ И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ

Алехина Юлия Витальевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», **Республика Беларусь**, г. Горки, alekhinauv@mail.ru*

Алехин Аркадий Викторович, *кандидат сельскохозяйственных наук, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», **Республика Беларусь,** г. Горки*

В целях защиты многолетних бобовых трав от корневых гнилей рекомендуется подсевать их в дернину по злаковому предшественнику протравленными семенами. При подсеве в дернину по бобово-злаковому предшественнику с участием в травостоях клеверов и люцерны целесообразно использовать лядвенец рогатый.

Ключевые слова: сенокос, улучшение, бобовые, устойчивость, корневые гнили.

RESISTANCE OF PERENIAL LEGOMOUS GRASSES TO ROOT ROT WHILE SOWING THEM INTO THE TURF

Aliokhina I.V., Aliokhin A.V.

In order to prolectpereniallegumous grasses from root rot it is recommended to sow them in turf on cereal predecessor with treeted seeds. In sowing into the turf on legume – cereal predecessor with the participation of clover in grasslands and Lucerne it is advisable to use Birdsfoot trefoil.

Key words: heycutting, improvement, legumes, resistance, root rot.

Долголетие и урожайность бобово-злаковых травостоев находятся в прямой зависимости от устойчивости в них многолетних бобовых трав, которые больше, чем многолетние злаки, страдают от поражения гнилями, бактериальными и вирусными заболеваниями. Следует отметить, что наиболее вредоносны корневые гнили рода *Fusarium* [1,2].

Одной из причин преждевременного выпадения многолетних бобовых трав, кроме неблагоприятных условий среды (режим минерального питания, условия увлажнения и др.), может служить их длительное пребывание на постоянном участке при перезалужении и подсеве в дернину, вызывающее накопление патогенов в почве и повышение степени поражения

корневыми гнилями и другими заболеваниями. Комплексное применение агротехнических и химических приемов защиты позволяет обеспечить очищение почвы от запасов инфекции и создание благоприятной среды обитания для наиболее ценных компонентов ценоза [3].

Нами, в качестве объекта улучшения, изучались травостои шестилетнего возраста сформированные на основе злаковой смеси из тимофеевки луговой (*Phelum pratense L.*) и костреца безостого (*Bromopsis inermis Four.*) и бобово-злаковой из овсяницы тростниковой (*Festuca arundinacea Schreb.*), люцерны посевной *(Medicago sativa L.*) и клевера ползучего (*Trifolium repens L.*), ко времени закладки нашего опыта бобовые практически отсутствовали.

В оба исходных травостоя подсевались: клевер луговой (*Trifolium pratense L.*)– 4 кг/га, клевер ползучий Волат (*Trifolium repens L.)* – 3 кг/га, лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus L.*) – 4 кг/га, люцерна посевная *(Medicago sativa L.*) – 6 кг/га (нормы высева при 100 %-ной посевной годности). На этих культурах изучалась эффективность предпосевного протравливания семян многолетних трав, для этого в вариантах осуществлялся подсев непротравленными семенами и с использованием протравителя (Витотиурам – 3 кг/т).

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, слабокислая (pH 5,9-6,1), содержание гумуса 1,8 %, 185-240 мг P_2O_5 и 127-142 мг K_2O на 1 кг почвы. Семена многолетних бобовых трав перед посевом обработали молибденово-кислым аммонием, а семена люцерны дополнительно ризоторфином. Ежегодно весной применяли минеральные удобрения из расчета $P_{40}K_{90}$.

Бобовые травы подсевались в дернину фрезерной сеялкой МД-3,6 в ранневесенние сроки. В год подсева конкуренцию дернинообразующих видов подавляли двукратным подкашиванием при высоте травостоя 15 см. Основной укос убрали в год подсева во второй декаде сентября в фазу бутонизации – цветения подсеянных бобовых растений.

В последующие два года травы скашивались по два раза. Поражение многолетних трав корневыми гнилями определяли после отрастания второго укоса.

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались дефицитом увлажнения во второй половине вегетационного периода, что характерно для зоны исследований.

Таблица 1 – Полевая всхожесть и выживаемость бобовых трав

Варианты	Исходный травостой			
	Злаковый		Бобово-злаковый	
	Полевая всхожесть, %	Выживаемость, %	Полевая всхожесть, %	Выживаемость, %
1. Без протравливания семян бобовых трав				
Клевер луговой	51	32,5	54	35,0
Клевер ползучий	37	18,2	40	20,5
Лядвенец рогатый	44	26,6	44	21,9
Люцерна посевная	44	31,3	48	26,8
2. Протравливание семян бобовых трав витотиурамом				
Клевер луговой	63	42,2	60	38,1
Клевер ползучий	45	24,6	42	20,5
Лядвенец рогатый	46	31,7	48	27,2
Люцерна посевная	50	34,8	51	35,2

Полевая всхожесть бобовых видов была удовлетворительной и вид исходного травостоя не оказал существенного влияния на этот фактор, а вот предпосевное протравливание имело положительный эффект.

Протравливание семян улучшило также общую выживаемость растений многолетних бобовых трав. Бобовые травы, подсеянные в травостой с участием бобовых, выжили намного хуже, чем в злаковом. Протравливание семян на обоих предшественниках обеспечило увеличение числа выживших бобовых растений. Выживаемость клевера лугового при подсеве в злаковый травостой протравленными семенами была больше на 9,7 %, а люцерны посевной на 3,5 % по сравнению с подсевом непротравленными семенами.

Влияние предпосевного протравливания на выживаемость подсеянных бобовых в условиях бобово-злакового исходного травостоя было неравнозначным Выживаемость люцерны

посевной при протравливании была выше на 8,4 %, лядвенца рогатого на 5,3 %, а клевера ползучего не изменилась.

Влияние исходного травостоя наиболее ярко отразилось на урожайности улучшенных ценозов. Так на фоне без протравливания семян в среднем за 3 года прибавка урожайности только от выбора объекта улучшения составила на клевере луговом 0,87 т/га, а на люцерне посевной 0,69 т/га сухой массы (таблица 2). Обработка семян перед посевом витотиурамом снизила эти различия до 0,44-0,57 т/га сухой массы соответственно.

Таблица 2 – Урожайность бобово-злаковых травостоев в среднем за 3 года использования (т/га сухой массы)

Варианты	Исходный травостой	
	Злаковый	Бобово-злаковый
1. Без протравливания семян бобовых трав		
Клевер луговой	6,26	5,39
Клевер ползучий	5,24	4,85
Лядвенец рогатый	6,16	5,69
Люцерна посевная	5,91	5,22
2. Протравливание семян бобовых трав витотиурамом		
Клевер луговой	6,68	6,24
Клевер ползучий	5,57	5,33
Лядвенец рогатый	6,69	6,05
Люцерна посевная	6,69	6,11
$НСР_{05}$	0,42	
$НСР_{05}$A (исходный травостой)	0,12	
$НСР_{05}$ B (протравливание)	0,15	
$НСР_{05}$C (вид бобовых)	0,17	

Защитное действие протравливания семян сильнее проявилось на травостоях с подсевом люцерны и обоих клеверов в исходный бобово-злаковый травостой. При подсеве в дернину обоих исходных травостоев лядвенца рогатого реакция на протравливание семян была наименьшей.

Таким образом из изучаемых приемов наиболее актуальными оказались выбор исходного ценоза при подсеве клевера лугового и люцерны посевной. Наименьшим оказалось влияние патогенности исходного травостоя на урожайность посевов лядвенца рогатого.

Поражение корневыми гнилями бобовых трав оказалось наибольшим при подсеве в дернину травостоя, где бобовые присутствовали ранее, особенно если посев осуществлялся непротравленными семенами. При этом наблюдается явный рост поражения к третьему году жизни подсеянных бобовых, так на клевере луговом поражение достигло 71,4 %. Наблюдалась высокая степень пораженности и на других видах, исключая лядвенец рогатый. По имеющимся в научной литературе данным эта культура преимущественно устойчива к большинству заболеваний, свойственных многолетним бобовым травам.

Таблица 3 – Пораженность многолетних бобовых трав корневыми гнилями, %

Варианты	Исходный травостой			
	Злаковый		Бобово-злаковый	
	2-ой год жизни бобовых	3-тий год жизни бобовых	2-ой год жизни бобовых	3-тий год жизни бобовых
1. Без протравливания семян бобовых трав				
Клевер луговой	37,2	52,9	55,6	71,4
Клевер ползучий	22,4	33,3	31,2	58,3
Лядвенец рогатый	20,0	11,1	22,6	15,0
Люцерна посевная	32,3	33,3	40,0	50,0
2. Протравливание семян бобовых трав витотиурамом				
Клевер луговой	20,0	33,3	33,3	47,4
Клевер ползучий	6,8	17,9	26,3	35,0
Лядвенец рогатый	6,8	6,6	8,9	9,4
Люцерна посевная	13,5	16,1	22,2	33,3

Протравливание семян подсеваемых бобовых на обоих исходных травостоях показало существенное снижение пораженности растений корневыми гнилями.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. При подсеве бобовых трав в дернину особое внимание следует уделять правильному выбору исходного травостоя, отдавая предпочтение злаковым ценозам.

2. Для защиты многолетних бобовых трав от корневых гнилей подсев следует осуществлять только протравленными семенами.

3. При улучшении травостоев, где ранее произрастали клевера и люцерна, целесообразно подсевать в дернину лядвенец рогатый.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алехина Ю.В. Улучшение сенокосов и пастбищ подсевом в дернину многолетних бобовых трав. – Горки, 1997. – 28 с.

2. Дорожкин Н.А., Натиевская В.И. Патогенные грибы на бобовых травах в Белоруссии. – Мн.: Навука і тэхніка, 1990. – 112 с.

3. Проворная Е.Е. Влияние предшественников и фунгицидов на продуктивность культурных бобово-злаковых пастбищ в Центральном районе Нечерноземной зоны // Тез.докл. Всесоюзн. научн. конф. молодых ученых и аспирантов по актуальным проблемам интенсификации кормопроизводства (июнь 1991 г.). – М., 1991. – С. 142-143.

УДК 665.335.9

РАФИНАЦИЯ ХЛОПКОВЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОКСИДА КАЛЬЦИЯ

Агзамходжаев Анварходжа Атаходжаевич, *доктор химических наук, профессор, академик МАНЭБ, Институт общей и неорганической химии АН РУз,* ***Узбекистан****, г. Ташкент, anvar381@rambler.ru*

Салиханова Дилноза Саидакбаровна, *кандидат технических наук, Институт общей и неорганической химии АН РУз,* ***Узбекистан****, г. Ташкент*

Жумабаев Бердах Айитбаевич, *кандидат химических наук, Нукусский педагогический институт им. Ажинияза,* ***Узбекистан****, г. Нукус*

Аймирзаева Лиза Гулмирзаевна, *Нукусский педагогический институт им. Ажинияза.* ***Узбекистан****, г. Нукус*

На основе экспериментов установлено, что рафинация хлопкового масла с помощью известкового молока эффективнее по сравнению с очисткой масла дефицитной каустической содой.

Ключевые слова: хлопковое масло, рафинация, известковое молоко.

REFINING OF COTTONSEED OILS USING CALCIUM HYDROXIDE

Agzamhodzhaev A.A., Salihanova D.S., Zhumabaev B.A., Aymirzaeva L.G.

On the basis of experiments established that the refining of cottonseed oil using lime milk effectively in comparison with cleaning oil deficiency of caustic soda.

Keywords: cottonseed oil, refining, lime milk.

Рафинированное хлопковое масло является основным видом растительного масла, употребляемого населением Центральной Азии. Известно, что традиционным способом очистки растительных масел считается их щелочная рафинация с использованием водных растворов NaOH. В данной работе исследуется способ рафинации хлопкового масла, предусматривающий замену дефицитной каустической соды на гидроксид кальция – $Ca(OH)_2$. В качестве исходного сырья для рафинации были взяты хлопковые масла первого сорта с кислотным числом 2,5 мг КОН/г и цветностью 22 красные единицы при 35 желтых и черное масло третьего сорта с кислотным числом 7,3 мг КОН/г и цветностью 55 красных единиц при 35 желтых. В качестве щелочного реагента использовали 10 %-ную суспензию известкового молока. 100 г хлопкового масла рафинировали с добавкой различного количества известко-

вого молока при 30^0С в течении 20 минут. Результаты анализов сравнивались с данными, полученными при рафинации вышеуказанных проб хлопкового масла 50 %-ным раствором гидроксида натрия, используемого в настоящее время на маслозаводах Ассоциации «Пищевая промышленность». Цветность исходных и очищенных масел измерялось стандартным методом на цветомере Ловибонд.

В таблицех 1 и 2 представлены результаты сравнительных опытов рафинации хлопкового масла. Из данных таблиц видно, что после обработки хлопкового масла известковым молоком кислотное число и цветность масла ниже, чем при рафинации гидроксидом натрия. Кроме того, практически отсутствует омыление нейтрального жира и необходимость обработки масла после его рафинации отбеливающими глинами, т.к. гидроксид кальция сам по себе является хорошим адсорбентом.

Как показывают опыты, формирование хлопьев соапстока при использовании известкового молока протекает более интенсивно, чем при использовании каустической соды. Следовательно, разделение соапстока осуществляется в первом случае более эффективно.

Таблица 1 – Рафинация хлопкового масла (первого сорта) с кислотным числом 2,5 мг КОН/г и цветностью в 22 красные единицы при 35 желтых

№	Рафинация 10 % -ным известковым молоком $Ca(OH)_2$				Рафинация 50 %-ным раствором NaOH (контроль)			
	Расход извест-кового молока, г/л	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность в кр. ед. при 35 желтых	Выход масла, %	Расход раствора щелочи, г/л	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность в кр. ед. при 35 желтых	Выход масла, %
1	22	0,20	10	92	4,4	0,22	14	90
2	44	0,16	8	90	8,8	0,18	12	88
3	66	0,14	6	88	12,0	0,15	10	86

Таблица 2 – Рафинация черного хлопкового масла (третьего сорта) с кислотным числом 7,3 мг КОН/г и цветностью 55 кр. ед. при 35 желтых

№	Рафинация 10 %-ным известковым молоком $Ca(OH)_2$				Рафинация 50 %-ным раствором NaOH			
	Расход известкового молока, г/л	Кислотное число, мг КОН/г	Цветность в кр. ед. при 35 жел.	Выход масла, %	Расход раствора щелочи, г/л	Кислотное число, мгКОН/г	Цветность в кр. ед. при 35 жел.	Выход масла, %
1	44	0,28	18	89	8	0,22	28	85
2	88	0,14	14	86	12	0,18	22	83
3	100	0,12	13	84	14	0,16	18	80

Таким образом на основе полученных экспериментальных данных установлено, что для рафинации хлопковых масел рекомендовано расширение ассортимента химических реагентов, обеспечивающих замену дефицитной каустической соды на дешевый реагент – гидроксид кальция $Ca(OH)_2$. Показано, что сырое хлопковое масло эффективно рафинируется 10 %-ным известковым молоком. Расход извести (в расчете на сухое вещество) составляет 0,4-0,8 г на 100 г хлопкового масла (в зависимости от его сорта).

УДК 631.559.452.595

ВЕРМИКОМПОСТЫ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ КАК ЭКОЛОГО–ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОСНОВА БИОЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ДЕКОРАТИВНОГО ЦВЕТОВОДСТВА В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

Корсунова Татьяна Михайловна, ***к****андидат биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р.Филиппова», **Россия**, **Республика Бурятия**, г. Улан–Удэ, tatyana.korsunova.45@mail.ru*

Татарникова Валентина Юрьевна, ***к****андидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», **Россия**, **Республика Бурятия,** г. Улан–Удэ*

Янькова Юлия Борисовна, аспирант, *ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», **Россия**, **Республика Бурятия,** г. Улан–Удэ*

Семенова Тамара Федоровна, магистрант, *ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», **Россия**, **Республика Бурятия,** г. Улан–Удэ*

Обсуждаются эколого–экономические преимущества вермикомпостов из бытовых и сельскохозяйственных отходов как перспективных биоудобрений для получения экологически чистой продукции растениеводства и повышения декоративности цветочных культур.

Ключевые слова: вермикомпосты, органические отходы, биоземледелие, цветоводство, Байкальский регион.

VERMICOMPOST FROM ORGANIC WASTE AS AN ECOLOGICAL AND ECONOMIC BASIS OF ORGANIC AGRICULTURE AND ORNAMENTAL HORTICULTURE IN BAIKAL REGION (REPUBLIK OF BURYATIA)

Korsunova T.M., Tatarnikova V.Y., Yan'kova Y.B., Semenova T.F.

Overview of the ecological and economic advantages of vermicompost from domestic and agricultural waste – as a promising bio–fertilizer for organic agriculture and improvement in the quality of flower crops.

Key words: vermicomposts, organic wastes, organic agriculture, flower crops, Baikal region.

Введение. Рациональная и экологически перспективная утилизация отходов является важным фактором устойчивого развития урбо- и сельских территорий. Несанкционированные свалки отходов содержания животных, пищевые отходы, бытовой мусор органического происхождения ухудшают экологическую и эстетическую компоненту поселений, санитарно–гигиеническое состояние территории. Вовлечение отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве дополнительного источника сырья и материалов диктуется экономическими и экологическими предпосылками, что отражено в Федеральном законе «Об отходах производства и потребления» (1998). Перспективным направлением утилизации органических отходов является вермикомпостирование, то есть переработка отходов дождевыми червями [2]. Дождевые черви в органических отходах (вермикультура) способны перерабатывать в качественное и эффективное удобрение – вермикомпост (или биогумус) практически все нетоксичные органические отходы сельскохозяйственного, бытового и промышленного происхождения (навоз крупного рогатого скота (КРС), птичий помет, садовый опад, пищевые отходы, фекалии, осадок сточных вод очистных сооружений, шлам–лигнин ЦБК, опилки). Вермикомпосты (ВК) ускоряют прорастание семян зерновых, овощных, зеленных и цветочных культур, повышают урожайность, устойчивость растений вредителям и болезням, особенно в стрессовых ситуациях (засуха, заморозки). При переработке органических отходов в кишечнике дождевых червей уничтожаются гифы и споры патогенных грибов, бактерий, что позволяет получать экологически безопасную продукцию. Перспективно использование вермикомпостов в органическом земледелии, в практике зеленого хозяйства, ландшафтного дизайна – озеленение, цветоводство [1,3,4,5].

Цель исследований – оценка перспективности использования продукта биотехнологической переработки отходов – вермикомпоста в качестве биоудобрения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, декоративных качеств цветочных культур.

Материалы и методы исследования. Приводятся материалы исследований по получению вермикомпостов на основе различных органических отходов, их влияние на урожайность и качество овощных и зеленных культур, энергию прорастания, формирование продукционных процессов цветочных растений и их декоративность.

В качестве объектов исследований были взяты: красный калифорнийский дождевой червь Eisenia foetida; вермикомпост на основе птичьего помета (ВКпп), отходов крупного рогатого скота (ВКкрс), пищевых отходов (ВКпо); овощные и зеленные культуры – морковь, картофель, редис, укроп, салат, петрушка, базилик; цветочные культуры – бархатцы, калла.

Технология биоконверсии органических отходов в вермикомпост основана на пищевой активности дождевых червей и представляет собой разновидность твердофазной ферментации, где ферментируемая масса является гетерофазной системой типа: твердая фаза–жидкость–газ. Объектами биотехнологической переработки могут служить разнообразные отходы органического происхождения. В качестве наполнителя–структурообразователя к конвертируемой части добавляется почва, песок, выполняющую механическую функцию при перетирании в кишечнике червей для улучшения пищеварения.

Необходимо учитывать последующее использование вермикомпоста. Если это связано с выращиванием технических культур или в ландшафтном дизайне, то в качестве конвертируемой массы можно использовать отходы кожевенных производств, шлам–лигнин, осадок сточных вод. А при выращивании пищевых растений необходимо использовать экологически более безопасные отходы – птичий помет, навоз КРС, пищевые отходы, в смеси с опилками. Рекомендуемая плотность заселения конвертируемой смеси дождевыми червями составляет 2000 экз.\м^2, продолжительность компостирования 1–3 месяца, в зависимости от типа отходов. Биоконверсия отходов дождевыми червями способствует снижению содержания в субстратах тяжелых металлов за счет аккумуляции последних в биомассе дождевых червей, а также переводу их в малоподвижную форму.

Результаты и их обсуждение. Проведенными исследованиями установлено, что наиболее благоприятное соотношение конвертируемой части и наполнителя – 50:50 % или 65:35 % по весу, при этом достигается максимальное накопление органического вещества (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание гумуса в вермикомпостах при различном соотношении компонентов

Вариант	Состав (отходы:почва)	Содержание гумуса, %
Вермикомпост из птичьего помета (ВКпп)	50 : 50 65 : 35 80 : 20	4.46 ±0.4 4.90 ± 0.4 4.66 ±0.2
Вермикомпост из навоза КРС (ВКкрс)	50 : 56 65 : 35 80 : 20	5.39 ± 0.4 6.02 ± 0.6 4.57 ± 0.6
Вермикомпост из пищевых отходов (ВКпо)	50 : 50 65 : 35 80 : 20	8.77 ± 0.1 9.24 ± 0.4 7.13 ± 0.3

Вермикомпост на основе птичьего помета вносили в дозе 3 т \га под картофель сорта Добро, столовую морковь Нантская. При этом отмечено его стимулирующее влияние на всхожесть и урожайность овощных культур: внесение под картофель Добро способствовало повышению урожайности на 67.2 %, столовой моркови на 47.6 %; созревание моркови произошло на 2 недели раньше, по сравнению с контролем (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние вермикомпоста (ВКпп) на урожайность и качество овощных культур (числитель–контроль, знаменатель–опыт)

Варианты	Урож–ть, т\га	Сухое вещ, %	Клетча–тка, %	Саха-ра, %	Азот общ. %	Азот небелк. %	Каро–тин мг\кг	Повреж. клубней, % от урожая
Картофель	12.8 21.4	23.7 19.6	6.3 4.8	0.76 0.70	10.9– 8.90	6.6 1.8	Не опр.	16.3 11.9
Морковь	21.6 31.9	15.0 16.3	1.0 1.1	0.95 1.21	0.16 0.19	0.11 0.07	46.7 64.0	Не опр.

Проведенные исследования свидетельствуют о положительном влиянии вермикомпоста на качество продукции растениеводства: снижается содержание небелкового азота, в моркови повышается содержание каротина, сахаров, сухого вещества, то есть накапливаются элементы минерального питания, повышая питательную ценность и вкусовые качества продукции. Снижение содержания растворимых сахаров в картофеле благоприятно влияет на лежкость клубней. Отмечено повышение иммунитета к вредителям и болезням (парша, проволочник).

Внесение вермикомпоста оказало существенное положительное влияние на урожай редиса 2–х сортов–российской и голландской селекции, способствующее повышению в 2–2.3 раза. Похожая тенденция проявляется и во влиянии на урожайность зеленных культур – петрушки листовой , укропа, салата, базилика– в 3.3–1.66 раза (таблица3).

Таблица 3 – Влияние вермикомпоста (ВКкрс) на урожайность овощных и зеленных культур (листовые и ароматические)

Урожайность, кг/м²						
	Овощные культуры		Зеленные культуры			
	Редис «Жара» (сорт российской селекции)	Редис «Ребэл» (сорт голландской селекции)	Укроп «Кустистый»	Салат «Московский»	Петрушка листовая	Базилик
Контроль	1,5	1,40	1,00	1,06	0,50	0,51
Вермиком–пост	3,56	3,23	1,25	1,53	1,67	0,8
$НСР_{05}$	0,3	0,3	0,6	0,5	0,3	0,7

По влиянию вермикомпоста на качественный состав зеленных и листовых культур можно отметить следующую закономерность (таблица4): в салате, петрушке, укропе повышается содержание кальция и фосфора, снижается сырой протеин, сырая зола, при этом в салате возрастает содержание сахаров, тогда как в петрушке, редисе и укропе отмечается их снижение. Для базилика характерно уменьшение содержания практически всех компонентов при применении вермикомпоста. В целом можно говорить о тенденции улучшения качественного состава растений под влиянием вермикомпоста.

Результаты исследований по влиянию вермикомпоста на рост и развитие цветочных культур в онтогенезе свидетельствуют, что внесение вермикомпоста способствовало более ранним срокам прорастания семян, появлению настоящего листа и началу цветения растений, а также увеличению высоты растения по сравнению с контрольным вариантом: в удобренных вариантах цветение наступало на 15 дней раньше, высота бархатцев была в среднем на 2.8 – 4.3 см больше (таблица5). Также положительные изменения отмечены на декоративных качествах растения – увеличение диаметра цветка – на 0.1 – 0.3 см больше контрольного варианта. Влияние на декоративные качества было отмечено нами ранее на других цветочных культурах: каллы, гладиолус, астра (таблица6).

Таблица 4 – Влияние вермикомпоста (ВКкрс) на качественный состав зеленных культур (числитель–контроль, знаменатель–опыт)

Культура	Кальций, %	Фосфор, %	Сырой протеин, %	Клетчатка, %	Сырая зола, %	Сахара, г\кг
Салат	0.079 0.087	0.011 0.015	1.57 2.01	1.91 1.44	2.26 1.57	0.073 0.094
Петрушка	0.080 0.090	0.011 0.017	3.11 2.09	2.07 2.63	2.51 1.98	2.94 2.87
Редис	0.126 0.113	0.034 0.014	1.45 1.41	1.18 1.01	1.03 1.00	1.57 1.46
Укроп	0.072 0.089	0.0014 0.0060	4.20 3.50	1.75 2.13	2.47 2.52	1.64 1.39
Базилик	0.218 0.162	0.0055 0.0027	2.66 2.78	3.33 3.25	3.80 2.40	Не опр.

Таблица 5 – Влияние вермикомпоста на морфологические признаки бархатцев сорта Лимонная капля

Вариант опыта	Дата посева	Всходы	Появление первого наст. листа	Начало цветения	Диаметр цветка, см	Высота растения, см	Кол–во цветков на одном раст, шт	Кол–во соцветий на одном раст,шт
Контроль	15.06	25.07	02.08	25.08	3,3	20,7	11,5	4,0
Вермикомпост (ВКпо)	15.06	15.07	22.07	10.08	3,5	23,5	12,0	5,0
НСР 0,5					0,15	0,2	0,5	0,7

Таблица 6 – Влияние вермикомпостных субстратов на морфологические признаки калл

Варианты опыта	Дата прохождения фенофаз						Высота, см		Длина трубчатого покрывала, см	Количество отпрысков деток, шт.	Примечание
	Посад. детки с 1 слаб. листочком	Формирование взрослого куста			Начало появления стрелки	Начало цветения	растения, см	цветоноса, см			
		2 лист	3 лист	4 лист							
Контроль (тепличный почвогрунт)	25.07	12.08	05.09	26.09	21.10	20.11	80	90	14	5	С идеально белым покрывалом соцветие. Желтые мелкие цветки, собранные в початок с большими декоративными листьями ярко–зеленого цвета
Тепличный почвогрунт + ВКкрс	25.07	30.07	18.08	08.09	22.09	23.10	120	130	20	15	
Тепличный почвогрунт + ВКпп	25.07	08.07	30.08	20.09	02.10	31.10	90	100	16	10	
$НСР_{05}$									5	4	

Выводы. На основе полученных результатов исследований можно констатировать, что утилизация сельскохозяйственных и бытовых органических отходов методом вермикомпостирования позволяет:

– получать высокоэффективное биоудобрение – вермикомпост для выращивания ранней экологически чистой продукции растениеводства в открытом грунте;

– совершенствовать фитокомпозиции и ландшафтный дизайн зеленой зоны поселений, повышать эстетическую привлекательность и благоустройство урбо–и– сельских территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние вермикомпоста и регуляторов роста на развитие, урожайность и качество сельскохозяйственных и декоративных растений / Т.М. Корсунова, Д.Б. Дондокова, В.Ю. Татарникова, Э.Б. Цыренова. – Улан–Удэ: Изд–во БГСХА им. В.Р.Филиппова, 2008.– 139 с.

2. Игонин А.М. Переработка навоза и другой органики с помощью дождевых червей // Земледелие. – 1989. – № 12. – С. 52–54.

3. Корсунова Т.М., Алтаев А.А. Вермикомпосты и ЭМ–препараты в органическом земледелии в Байкальском регионе (на примере Республики Бурятия). – Улан–Удэ: Изд–во БГСХА, 2006. – 138 с.

4. Парханеева В.Ю., Корсунова Т.М. Эффективность использования вермикомпостов в цветоводстве // Труды межд. науч. – практ. конф.– Ижевск, 2002.– С. 210–214.

УДК 631.112.87:633.16

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА

Безлер Надежда Викторовна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова,* ***Россия****, Воронежская область, п. ВНИИСС*

Черепухина Ирина Вячеславовна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова,* ***Россия****, Воронежская область, п. ВНИИСС*

Установлено, что запашка соломы двух видов зерновых культур совместно с целлюлозолитическим микромицетом в зернопаропропашном севообороте, способствует улучшению посевов сахарной свеклы, а также росту продуктивности культуры.

Ключевые слова: солома ячменя, солома озимой пшеницы, целлюлозолитический микромицет, зернопаропропашной севооборот, урожайность культур.

FEATURES OF USING STRAW AS AN ORGANIC FERTILIZER AND CROP PRODUCTIVITY IN GRAIN ARABLE CROP ROTATION

Bezler N.V., Cherepukhina I.V.

It was found that two types of tillage straw crops together with cellulolytic micromycetes in grain arable crop rotation improves sugar beet , as well as increased crop productivity .

Key words: barley straw, wheat straw, celluloselytic micromycetes, grain arable crop rotation, crop yields.

В Воронежской области интенсивное использование земель, нарушение баланса органического вещества и выноса большей части элементов питания с урожаем культур приводит к снижению плодородия почв. Наиболее эффективным средством восполнения этих потерь является внесение органических удобрений. Навоз, как известно, служит основным источником органического вещества и элементов минерального питания, но его применение в ЦЧР ограничено из-за низкой численности сельскохозяйственных животных.

В сложившейся ситуации следует искать альтернативные виды органических удобрений, в качестве которых можно использовать побочную продукцию растениеводства. Излишки соломы составляют от 2 до 3,5 млн. т. Такой объем может обеспечить ежегодное восполнение запасов органического вещества пахотных почв [14]. Многолетние исследования Тамбовского научно-исследовательского института сельского хозяйства подтверждают, что запашка урожая соломы с 1 га не уступает по своей эффективности внесению 2 т навоза в зернопаровом севообороте.

На долю соломы приходится 50-70 % всего урожая сельскохозяйственных культур. Из среднегодового сбора соломы около 35 % использовалось на корм скоту, 15 % – на подстилку, а 45 % - пропадало [1]. Известно, что 50-65 % всех затрат, идущих на уборку урожая зерновых культур приходится на уборку соломы [14]. Расходы на нее в 2 раза превышают затраты на уборку зерна, в 5-6 раз - на получение навоза и внесение соломы с минеральными удобрениями [12].

Подавляющая часть соломистых остатков безвозвратно теряется из-за малоэффективных и экологически опасных способов их утилизации: сжигания в рядках, копнах или складирования на краях полей в скирды, которые в конечном итоге сжигаются через 2-3 года. Это наносится непоправимый ущерб экологической обстановке. При сжигании соломы сгорает органическое вещество как самой соломы, так и верхнего слоя почвы. В результате без-

возвратно теряется не только накопленная в урожае энергия, но продукты сгорания соломы - парниковые газы (закиси углерода и азота) загрязняют атмосферу [18,24,14,19].

На сгорание 3,0 т/га соломы из приземного слоя воздуха расходуется 2,83 т кислорода с образованием 4,19 т/га углекислого и угарного газа, 56 кг оксида азота. Сравнивая два способа утилизации соломы – сжигание и запахивание, исследователи пришли к выводу, что в первом случае почва теряет 1,40 т/га углерода, 17 кг азота. В тоже время в центре сгоревшей копны, в слое 0-5 см, гумус уничтожается полностью. При этом нарушается структура микробного сообщества почвы, снижается ее ферментативная активность. [6,8,9].

Исследования, проведенные в НИИСХ ЦЧП им. Докучаева свидетельствуют, что запахивание соломы в течение 10 лет ускоряет и удешевляет уборку зерновых, уменьшают затраты труда на 80 %, а расход горючего – на 70 % по сравнению с использованием подстилочного навоза [7].

Кроме того, при внесении 4 т/га соломы в почву поступает около 1800 кг углерода, 20 кг азота, 8 кг P_2O_5, 36 кг K_2O, а также кальций, магний, сера и микроэлементы (бор, медь, марганец, молибден, цинк, кобальт и др.). Она больше, чем другие удобрения, содержит ценные вещества (целлюлоза, пентозаны, гемицеллюлоза и лигнин), продукты полураспада которых используются в синтезе гумуса [18,13].

Результаты наблюдений многих авторов подтверждают целесообразность использования побочной продукции растениеводства в качестве органических удобрений с целью поддержания естественного плодородия и восполнения специфического органического вещества почвы в агрофитоценозах зернопаропропашных севооборотов [1,2,3,4,10,16, 9,21,22,23].

Положительное влияние соломы на плодородие почвы зависит от наличия необходимых условий для ее разложения. Поскольку отношение углерода к азоту в соломе очень широкое – C:N 70-90:1, это замедляет скорость ее разложения. Поэтому на начальных этапах ее деструкции происходит иммобилизация азота из почвы, кроме того, могут накапливаться фенольные соединения токсичные для растений [5,10,11,12,13,14,15,17,20].

В результате поиска новых источников пополнения органического вещества почвы активно разрабатываются и внедряются в практику альтернативные методы утилизации пожнивных остатков, предполагающие более полное их вовлечение в биологический круговорот с применением современных комплексных микробиологических препаратов. Эти препараты позволяют ускорить процесс деструкции и гумификации разнообразных органических, в том числе пожнивных остатков.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова в лаборатории эколого-микробиологических исследований почвы из чернозема выщелоченного выделен штамм целлюлозолитического микромицета, обладающего высокой активностью. Лабораторные и полевые исследования показали, что его использование приводит к ускорению разложения соломы на 50 % [3].

В 2011 году на Новом опытном поле ВНИИСС были заложен многолетний полевой опыт с запашкой соломой озимой пшеницы и ячменя в паровом звене зернопаропропашного севооборота (пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень). Уже в 2013 году в двух полях звена была запахана солома озимой пшеницы и ячменя в соответствии с ротацией.

Общая площадь полевого опыта составила 1209,6 м^2, делянки – 75,6 м^2. Повторность опыта – четырехкратная. Норма внесения соломы – 4 т/га, азотного удобрения – 40 кг д.в. на гектар, питательной добавки – 200 л/га (1:1000), целлюлозолитический микромицет вносили на делянки в виде инокулюма.

Определение аммонийного, нитратного азота и гумуса проводили по общепринятым методикам. Сахарную свеклу, озимую пшеницу и ячмень убирали вручную поделяночно с учетом показателей продуктивности.

Результаты исследований 2014 года показали, что при использовании в паровом звене севооборота соломы озимой пшеницы и ячменя в качестве органического удобрения в почву поступило 2960 кг углерода. В посевах сахарной свеклы после запашки одной соломы содержание углерода в почве повысилось на 0,30, совместно с азотом на – 0,45, а с азотом и

целлюлозолитическим микромицетом на – 0,63 % (в контроле 2,43 %). Большая часть углерода была закреплена в гумусе, содержание которого повысилось соответственно на 0,31, 0,36 и 0,67 % (в контроле 4,55 %).

С циклом углерода тесно связан и цикл азота. Было установлено, что содержание в почве под сахарной свеклой аммонийного азота выросло при использовании соломы совместно с азотом на – 3,23, а с азотом и целлюлозолитическим микромицетом – на 8,38 мг/100 г (в контроле 1,24), нитратного азота соответственно – на 1,08 и 1,78 мг/100 г (в контроле 4,43).

Было также установлено, что использование целлюлозолитического микромицета для разложения соломы ячменя (запаханной в 2012 г.) способствовало улучшению всех исследованных показателей продуктивности озимой пшеницы (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние запашки соломы с дополнительными компонентами на продуктивность озимой пшеницы в зернопаропропашном севообороте

Вариант	Количество продуктивных побегов, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Контроль	2,7	32,4	33,7	24,8
Солома	2,6	31,2	37,3	22,4
Солома+N	2,7	33,2	36,8	22,7
Солома+N+ц.м.+ПК	3,5	34,5	38,5	29,6

Это привело к увеличению урожайности культуры до 29,6 ц/га, что превышало контроль на 4,9 ц/га ($НСР_{05}$=1,94). Использование одной соломы снизило урожайность на 2,4, соломы с азотным удобрением – на 2,1 ц/га. Кроме того, использование целлюлозолитического микромицета благоприятно сказывалось на созревании озимой пшеницы. Так, влажность зерна перед уборкой составила 11,3 %, в то время как в варианте с запашкой соломы – 11,8, соломы с азотным удобрением – 11,6, а контроле – 12,2 %.

В зернопаропропашном севообороте за озимой пшеницей следует сахарная свекла, конечная продуктивность которой связана с накоплением массы растений в начальный период роста.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что отсутствие удобрений и внесение одной соломы негативно сказывается на развитии растений сахарной свеклы. Масса 100 растений при запашке соломы с азотом и соломы с целлюлозолитическим микромицетом увеличилась, соответственно, на 22,7 и 23,0 % (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние запашки соломы с дополнительными компонентами на продуктивность сахарной свеклы и развитие корнееда

Вариант	Масса 100 растений, г	Пораженность корнеедом		Урожайность сахарной свеклы, т/га	Сбор сахара, т/га
		Распространенность заболевания, %	Интенсивность развития болезни, %		
Контроль	71,2	4,06	1,35	23,2	4,16
Солома	77,9	9,29	2,99	25,7	4,52
Солома+N	92,2	1,39	0,35	27,2	4,95
Солома+N+ц.м.+ПК	92,6	1,33	0,33	33,8	5,99

Наибольшая распространенность заболевания растений сахарной свеклы корнеедом отмечена при запашке одной соломы – 9,29 %, что было выше, чем в контрольном варианте на 4,26 %. Совместное внесение соломы и дополнительных компонентов препятствовала развитию заболевания, его интенсивность была 0,33 %.

Урожайность сахарной свеклы увеличивалась после внесения соломы на 2,5, соломы совместно с азотом на – 4,0, а с азотом и целлюлозолитическим микромицетом на – 10,6 т/га (в контроле 23,2) ($НСР_{05}$=3,71).

Аналогичные результаты были получены и при возделывании ячменя: урожайность культуры без внесения удобрений составила 14,5 ц/га, запашка соломы снизила ее на 0,9 ц/га, внесение азотного удобрения с соломой способствовало увеличению урожайности на 3,1, а соломы с целлюлозолитическим микромицетом на 4,2 ц/га ($НСР_{05}$=1,78) (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние запашки соломы с дополнительными компонентами на продуктивность ячменя в зернопаропропашном севообороте

Вариант	Вес колосков, г	Количество продуктивных побегов, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Контроль	270,0	2,2	17,7	46,3	14,5
Солома	240,0	2,1	17,8	45,8	13,6
Солома+N	310,0	2,2	18,5	46,9	17,6
Солома+N+ц.м.+ПК	360,0	2,4	19,1	47,1	18,8

Таким образом, при трансформации соломы ячменя и озимой пшеницы совместно с целлюлозолитическим микромицетом наблюдается значительный рост урожайности сахарной свеклы. Также увеличивается продуктивность озимой пшеницы и ячменя под воздействием веществ, выделявшихся при трансформации соломы этих же зерновых культур и дополнительных компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авров О.Е. Влияние температуры и влажности почвы на разложение соломы // Использование соломы как органического удобрения. – Москва: Изд-во «Наука», 1980. – С. 103-113.
2. Багаутдинов Ф.Я., Хазиев Ф.Х., Мукатанов А.Х. Влияние соломы и древесных опилок на некоторые биохимические процессы в эродированных почвах // Агрохимия. – 1985. – №2. – С. 75-81.
3. Безлер Н.В., Колесникова М. В. Использование соломы озимой пшеницы в качестве удобрения // Сахарная свекла. - 2009. - N 7. - С.20-26.
4. Безлер Н.В., Черепухина И.В. Солома ячменя как органическое удобрение в зернопаропропашном севообороте // Сахарная свекла. - 2012. - № 6. - С.24-27.
5. Верниченко Л.Ю., Мишустин Е.Н. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур // Использование соломы как органического удобрения. – Москва: Изд-во «Наука», 1980. – С. 3-24.
6. Гамаюнова В.В. Влияние запахивания и сжигания соломы на плодородие почвы и урожай культур // Орошаемое земледелие. – 1986. – № 31. – С.11-16.
7. Годунов И.Б., Дубовик А.Д., Мотузок Т.П. Использование соломы в качестве удобрения. Воронеж, 1981. – 18 с.
8. Груздева Я.В. Биологическая активность и плодородие чернозема обыкновенного при внесении соломы: Автореф. дисс. канд. с-х. наук. – Воронеж, 2011. – 25 с.
9. Девятова Т.А., Сыромятникова Ю.Д., Шумилова Я.В. Некоторые аспекты утилизации соломы // Черноземы России: экологическое состояние и современные процессы: материалы Всероссийской конференции, посвященной 70-летию кафедры почвоведения и агрохимии Воронежского государственного университета / под. ред. Д. И. Щеглова. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006. – С. 38-48.
10. Дедов А.В. Воспроизводство органического вещества почвы в земледелии ЦЧР: Автореферат дисс. док. с.-х. наук. – Воронеж, 2000. – 40 с.

11. Емцев В.Т., Ницэ Л.К. Влияние соломы на микробиологические процессы в почве при ее использовании в качестве органического удобрения // Использование соломы как органического удобрения. – Москва: Изд-во «Наука», 1980. – С. 70-99.

12. Зезюков Н.И., Острецов В.Е.Сохранение и повышение плодородия черноземов / – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во. – 1999. – 312 с.

13. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. – М.: «Колос», 1972. – 88 с.

14. Комаревцева Л.Г., Пчельникова Ф.И. Использование соломы в качестве источника органического вещества почвы // Свойства почв и рациональное использование удобрений, 2005. – С. 120-127.

15. Коржов С.И. Эффективность пожнивной сидерации и внесения соломы под сахарную свеклу // Сахарная свекла. – 2007. – №6. – С. 9-12.

16. Лазарев В.И., Скрипин В.А., Титов В.Н. Экологическое состояние чернозема типичного и продуктивность корнеплодов при мульчировании почвы соломой // Сахарная свекла. – 2007. – №6. – С. 12-14.

17. Лобков В.Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур. – М.: Колос, 1994. – 112 с.

18. Мишустин Е.Н. Использование соломы в качестве удобрения. – Почвоведение. – 1971. – №8. – С. 49-54.

19. Приказ Управления по экологии и природопользованию Воронежской области от 12.03.2007 № 132 «Об утверждении рекомендаций по утилизации пожнивных остатков и соломы».

20. Пшебельский В.В., Гаврилюк М.С. Солома озимых культур как органическое удобрение в свекловичном севообороте // Использование соломы как органического удобрения. – Москва: Изд-во «Наука», 1980. – С. 186-192.

21. Сергеев Г.Я., Каверович В.В., Костенко Т.А. Влияние препарата "Байкал ЭМ1" на скорость разложения соломы // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 14-16.

22. Солдатова С.С. Роль сидерации и соломы в формировании экологически устойчивых агробиоценозов в южно-таежной зоне: Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Москва, 2011. – 20 с.

23. Федоров В.А. Солома как удобрение на черноземной почве // Использование соломы как органического удобрения. – М.: Наука, 1980. – С. 192-198.

24. Cannel R.Q. Effect of introduction of straw on soil and plant growth // Outlook Agr., 1984. – №3. – P. 130-135.

УДК 631.452:631.41:631.415.26:631.821:631.879.32

КОМПЛЕКСНЫЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ

Окорков Владимир Васильевич, *доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Владимирский НИИСХ», **Россия**, Владимирская обл., пос. Новый, okorkovvv@yandex.ru*

На среднесуглинистых кислых почвах одним из путей улучшения свойств подпахотных горизонтов с высокой кислотностью является сочетание известковых материалов, эквивалентных 1…1,5 величине гидролитической кислотности, с гипсом (0,5 $Н_Г$). В этом случае высокая концентрация 2-валентных катионов Са и Mg в жидкой фазе подпахотных горизонтов обеспечивала динамическое равновесие ее с поглощенными катионами, расположенными как на поверхности агрегатов, так и внутри них. В случае применения только доломитовой муки из-за низкой концентрации перемещающейся вниз жидкой фазы оно устанавливалось лишь с поглощенными катионами, находящимися на поверхности почвенных агрегатов.

Ключевые слова: серая лесная среднесуглинистая почва, дерново-подзолистая почва, кислотность гидролитическая, доломитовая мука, гипс, степень гидролиза карбонат-ионов, коэффициент использования мелиоранта.

COMPLEX TECHNIQUE OF IMPROVE THE FERTILITY OF ACID SOILS

Okorkov V.V.

On middle loamy acid soils one of the ways to improve the properties of the subsurface soil horizons with high acidity is a combination of lime, equivalent to 1...1,5 value of hydrolytic acidity, with gypsum of 0.5 hydrolytic acidity. In this case, a high concentration of 2-valent cations Ca in the liquid phase subsurface horizons provided a dynamic balance it with the absorbed cations located both on the surface of the aggregates, as well as within them. In the case of using only the dolomite powder due to the low concentration of moving down the liquid phase, it was established only with the absorbed cations on the surface of soil aggregates.

Keywords: gray forest soil, sod-podzolic soil, acidity hydrolytic, dolomite powder, gypsum, the degree of hydrolysis of carbonate ions, the utilization rate improver

Введение. Основным фактором, снижающим плодородие и окупаемость удобрений на преобладающих в Нечерноземной зоне дерново-подзолистых почвах, является недостаточная мощность корнеобитаемого слоя для возделываемых культур. Это связано с повышенной кислотностью и токсическим влиянием на развитие корневых систем полевых культур в подпахотных горизонтах подвижных форм алюминия, железа и марганца. При длительном отсутствии дождей, когда запасы продуктивной влаги в пахотном слое исчерпываются, а корни растений не в состоянии проникать в глубокие слои почвы из-за токсического действия названных выше соединений, может наблюдаться резкое снижение продуктивности культур и окупаемости удобрений.

Зарубежные исследователи для увеличения мощности корнеобитаемого слоя кислых почв предлагают использовать фосфогипс. Передвигающиеся вниз по профилю почвы сульфат-ионы растворенного гипса снижают концентрацию подвижного алюминия за счет образования новой твердой фазы (урбанита), менее токсичных комплексных соединений А1 с сульфат-ионами, в результате специфической адсорбции сульфатов поверхностью твердой фазы и последующей хемосорбции А1 и Fe [4-6].

В нашей стране для мелиорации кислых и солонцовых почв предлагалось использовать смеси известковых материалов с фосфогипсом [3].

В связи с изложенным целью исследований явилось изучение механизма взаимодействия гипса и карбонатов кальция и магния с поглощающим комплексом кислых почв, возможности участия гипса, смесей известковых материалов с гипсом в улучшении кислотных свойств их подпахотных горизонтов.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в колонках, в два верхних разделяемых (по 10 см) слоя почвы (по 175 г) которых вносили различные дозы доломитовой муки (д.м.), гипса или сочетания этих мелиорантов, два последующих – без использования мелиорантов.

Через колонки порциями по 50 мл через два дня пропускали по 500 мл дистиллированной воды, что соответствовало выпадению половинной нормы годовых осадков (600 мм). Фильтрат собирали по порциям, измеряя их массу, количественно переносили в мерные колбочки на 100 мл. От известной массы отбирали точно по 10 мл фильтрата для измерения pH. Остальное количество фильтрата доводили до метки дистиллированной водой и анализировали на содержание катионов (Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, $C1^-$, HCO_3^-). После прохождения через колонки запланированного количества воды их разбирали по почвенным слоям, которые высушивали при температуре 50 ^oC, растирали в фарфоровой ступке и анализировали по общепринятым методам агрохимического анализа. Однако величину pH каждого слоя почвы определяли при соотношении почва:вода 1:0,5.

Результаты исследований. По сравнению с контрольной колонкой (без мелиоранта) применение половинной дозы доломитовой муки снизило показатели кислотности лишь в слоях внесения (0-10 и 10-20 см): $H_Г$ в 2 раза (с 8,5-8,7 до 4,3-4,4 мг-экв/100 г почвы), величину обменной кислотности и обменного алюминия в 4-6 раз (таблица 1). Эта доза мелиоранта не обеспечивала понижения обменного алюминия до нетоксичной для растений величины (менее 3-5 мг/100 г почвы) и повышения степени насыщенности основаниями выше 80 %.

Мелиорант на снижение $H_Г$ почвы был использован на 93,2 %. В силу этого в нижерасположенных слоях не установлено влияния половинной дозы на изменение физико-химических свойств почвы.

Полная доза мелиоранта в условиях опыта также растворилась полностью. Ее применение обеспечило улучшение всех физико-химических показателей в слое внесения до безвредных значений. Коэффициент использования мелиоранта на снижение $H_Г$ в слое почвы 0-20 см составил 75 %, 5,8 % мелиоранта затрачено на снижение $H_Г$ в слое почвы 20-24 см. При применении полной дозы доломитовой муки наблюдали небольшое снижение разных форм кислотности глубже слоя внесения мелиоранта.

Двойная доза доломитовой муки по сравнению с одинарной не способствовала дальнейшему улучшению физико-химических свойств изучаемой почвы, так как около 40 % внесенного мелиоранта осталось нерастворенным.

Таблица 1 – Влияние доломитовой муки на физико-химические свойства В1-горизонта дерново-подзолистой почвы

Вариант	Слой колонки	S	$H_Г$	$H_{ОБМ}$	$pH_{ВОДН}$, почва:вода 1:0,5	$A1_{ОБМ}$, мг/100 г почвы
		мг-экв/100 г почвы				
Контроль	0-10	6,77	8,66	4,01	4,70	34,8
	10-20	7,05	8,49	4,00	4,68	33,8
	20-30	6,30	8,40	4,20	4,58	36,0
	30-40	5,92	8,22	3,80	4,46	30,7
Доломитовая мука в слой 0-20 см по 0,46 $H_Г$	0-10	11,3	4,29	1,01	5,20	8,75
	10-20	11,4	4,37	0,71	5,38	5,29
	20-30	7,24	8,84	4,42	4,78	36,0
	30-40	6,86	9,10	4,20	4,62	36,0
Доломитовая мука в слой 0-20 см по 0,93 $H_Г$	0-10	13,63	1,84	0,04	6,11	0,18
	10-20	13,82	1,66	0,04	6,21	0,18
	20-24	9,37	5,77	2,40	Не опр.	20,9
	24-30	7,33	8,57	5,00	Не опр.	44,1
	30-40	6,58	8,57	5,21	4,56	45,0
Доломитовая мука в слой 0-20 см по 1,86 $H_Г$	0-10	14,25	1,22	0,04	6,53	Нет
	10-20	14,26	1,22	0,04	6,48	Нет
	20-30	7,14	8,49	4,80	4,68	42,5
	30-40	6,58	8,40	5,48	4,58	45,7

Примечание: S – сумма поглощенных оснований.

В то же время, несмотря на более высокую растворимость в воде гипса (примерно на 2 порядка) против карбоната кальция и тем более против доломитовой муки, влияние применения полной дозы гипса на снижение гидролитической кислотности было в 5-5,8 раз ниже

полной дозы доломитовой муки, в 3,3 раза ниже половинной дозы (таблица 2). По сравнению с доломитовой мукой гипс весьма слабо снижал и обменную кислотность (на 11,0-6,5 % в слоях колонки 0-10 и 10-20 см). При применении доломитовой муки в дозе 0,5 $Н_Г$ против контроля этот параметр в указанных слоях снижался в 4-5,6 раз. Совместное применение половинных доз доломитовой муки и гипса способствовало некоторому улучшению физико-химических свойств почвы как в слое внесения мелиорантов, так и глубже его, по сравнению с использованием одной доломитовой муки.

Таблица 2 – Влияние доломитовой муки и гипса на физико-химические свойства В1-горизонта дерново-подзолистой почвы

Вариант	Слой колонки	S	$Н_Г$	$Н_{ОБМ}$	ЕКО	$pH_{ВОДН}$, почва:вода 1:0,5	$А1_{ОБМ}$, мг/100 г почвы
		мг-экв/100 г почвы					
Контроль	0-10	6,77	8,66	4,01	15,43	4,70	34,8
	10-20	7,05	8,49	4,00	15,54	4,68	33,8
	20-30	6,30	8,40	4,20	14,70	4,58	36,0
	30-40	5,92	8,22	3,80	14,14	4,46	30,7
Гипс в слой 0-20 см по 0,93 $Н_Г$	0-10	7,50	7,17	3,56	14,67	4,72	26,64
	10-20	6,50	7,70	3,74	14,20	4,34	23,76
	20-30	6,20	8,05	3,84	14,25	4,33	32,76
	30-40	6,47	8,22	3,80	14,70	4,37	31,70
Доломитовая мука + гипс в слой 0-20 см по 0,46 $Н_Г$	0-10	10,0	3,50	0,36	13,50	5,51	2,88
	10-20	10,6	3,67	0,40	14,27	5,07	3,24
	20-30	7,15	8,38	3,66	15,53	4,41	32,04
	30-40	7,27	7,70	3,90	14,97	4,17	33,30

Высокий мелиоративный эффект карбонатов кальция и магния в отношении снижения различных форм кислотности почвы связан в основном с действием аниона CO_3^{2-}. Карбонаты кальция и магния представляют собой гидролитически щелочные соли. При растворении, например $CaCO_3$, в воде образуются ионы Ca^{2+} и CO_3^{2-}. Анионы CO_3^{2-} гидролизуются сначала по 1-й ступени (до pH около 8,0), а затем – и по 2-й (при pH ниже 8,0):

$$CO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrow HCO_3^- + OH^-, \text{ (1-я ступень)}$$

$$HCO_3^- + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 + OH^-. \text{ (2-я ступень)}$$

Появившиеся ионы гидроксила (OH^-) взаимодействуют с обменным алюминием ($A1^{3+} + 3\ OH^- \rightarrow A1(OH)_3 \downarrow$), образуя осадок, и нейтрализуют ионы водорода как обменные, так и слабых функциональных групп гидролитической кислотности ($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$) с образованием малодиссоциированного соединения. Места осажденных ионов алюминия и связанных ионов водорода в ПК в качестве противоионов (обменных ионов) занимают ионы кальция растворенного мелиоранта.

Коэффициент использования ($К_{ИСП}$) растворенного мелиоранта (д.м.) на снижение гидролитической кислотности с увеличением доз от половинной до полной и двойной соответственно уменьшался с 93,2 до 80,8 и 67,6 %. Сочетание половинной дозы карбоната кальция и магния с гипсом слабо изменяло $К_{ИСП}$ доломитовой муки. В этом варианте для последней он варьировал в пределах 94,7-95,4 %, для гипса – 14,2-16,1 %. При использовании полной дозы гипса $К_{ИСП}$ его составил 18,3 %.

Объяснение снижения коэффициента использования растворенного карбоната кальция на снижение $Н_Г$ с увеличением дозы мелиоранта связано с ростом pH равновесных растворов. В этом случае гидролиз растворившихся карбонат-ионов по 2-й ступени снижается (по 1-й ступени протекает полностью), то есть в растворе увеличивается доля ионов HCO_3^- от суммы HCO_3^- и H_2CO_3.

Для доказательства описанного выше механизма взаимодействия извести с ПК кислых почв провели сравнение $К_{ИСП}$ растворенного мелиоранта на снижение гидролитической кислотности со степенью гидролиза ионов CO_3^{2-}, рассчитываемой по уравнению Гандерсона-Гассельбаха с использованием значений pH_{H2O} при соотношении почва : вода 1:0,5 (таблица

1 и 2). Оно показало хорошее совпадение этих параметров для каждой колонки, что подтвердило решающую роль гидролиза карбонат-ионов на полноту взаимодействия известьсодержащих мелиорантов с ПК кислых почв (таблица 3).

В серии колонок изучалось взаимодействие доз доломитовой муки, гипса и сочетания этих мелиорантов с ПК иллювиальных горизонтов дерново-подзолистых почв с различными величинами $Н_Г$, $Н_{ОБМ}$, суммой поглощенных оснований (S), илистых частиц и физической глины. В результате исследований выявлено следующее (таблица 4).

Таблица 3 – Степень гидролиза карбонат-ионов доломитовой муки в слое внесения при ее взаимодействии в колонках с ПК В1-горизонта дерново-подзолистой почвы

Вариант	Слой колонки, см	Степень гидролиза CO_3^{2-} растворенного мелиоранта				$К_{ИСП}$
		по 1-й ступени	по 2-й ступени	среднее по двум ступеням	среднее по двум слоям	
Доломитовая мука в слой 0-20 см по 0,46 $Н_Г$	0-10	100	93,0	96,5	95,6	93,2
	10-20	100	89,7	94,8		
Доломитовая мука + гипс в слой 0-20 см по 0,46 $Н_Г$	0-10	100	86,6	93,3	95,4	95,4
	10-20	100	94,7	97,4		
Доломитовая мука в слой 0-20 см по 0,93 $Н_Г$	0-10	100	61,8	80,9	79,6	80,8
	10-20	100	56,3	78,2		
Доломитовая мука в слой 0-20 см по 1,86 $Н_Г$	0-10	100	38,2	69,1	69,8	67,6

При одной и той же величине $Н_Г$ с увеличением доз доломитовой муки величина $pH_{ВОДН}$ в слое почвы 0-20 см (1:0,5) после взаимодействия с мелиорантом закономерно повышается, то есть степень гидролиза карбонат-ионов по второй ступени снижается, уменьшая общую степень гидролиза. В нижние слои колонок больше перемещается карбонатов в форме бикарбоната от суммы H_2CO_3 и HCO_3^-.

Таблица 4 – Сравнение коэффициентов использования ($К_{ИСП}$) растворенных карбонатов доломитовой муки на снижение $Н_Г$ иллювиальных горизонтов дерново-подзолистых почв со степенью гидролиза карбонат-ионов

Исходное содержание (мг-экв/100 г почвы)			Доза д.м. в долях $Н_Г$	$К_{ИСП}$, в долях	Степень гидролиза, %	$pH_{ВОДН}$ почвы (1:0,5)
$Н_Г$	S	$Н_{ОБМ}$				
9,10	6,51	4,16	0,46	0,93	95,6	5,29
9,10	6,51	4,16	0,93	0,81	79,6	6,16
9,10	6,51	4,16	1,86	0,68	69,8	6,50
8,35	4,20	4,48	0,58	0,93	92,1	5,60
8,35	4,20	4,48	1,17	0,72	77,0	6,25
6,45	9,32	3,02	0,32	0,98	96,9	5,12
6,45	9,32	3,02	0,64	0,95	95,4	5,30
6,45	9,32	3,02	1,00	0,92	91,2	5,65
6,45	9,32	3,02	2,00	0,68	64,8	6,70
3,14	6,90	1,10	0,66	0,56	55,7	7,21*
3,14	6,90	1,10	1,31	0,49	54,0	7,23*
Примечание. * - pH в двух последних порциях фильтрата.						

При высоких величинах $Н_Г$ (6,5-9,1 мг-экв/100 г почвы) коэффициенты использования половинных доз доломитовой муки варьировали от 0,93 до 0,95, полных доз – от 0,72 до 0,92. Самая высокая величина $К_{ИСП}$ (0,92) при этом получена при более низкой величине pH_{H2O} (5,65 против 6,16 и 6,25). При двойной дозе доломитовой муки $К_{ИСП}$ растворенного мелиоранта составил 0,68, величина pH почвы – 6,50-6,70.

Коэффициенты использования растворенного мелиоранта и степень гидролиза карбонат-ионов были близкими.

При низкой величине $H_Г$ (3-4 мг-экв/100 г почвы) коэффициенты использования половинной и полной доз доломитовой муки колебались в узких пределах (0,56 и 0,49). В этом случае гидролиз карбонат-ионов протекал в основном по 1-й ступени, наблюдались наиболее высокие значения pH 2-х последних порций фильтрата. Это свидетельство преобладания в них бикарбонатов над H_2CO_3.

Применение одного гипса и в сочетаниях с доломитовой мукой (таблица 5) по сравнению с вариантами контроля и той же дозы **д.м.** снижало $pH_{ВОДН}$ в слое почвы 0-20 см. В почвах с высокой $H_Г$ это несколько повышало степень гидролиза карбонат-ионов растворенной доломитовой муки, но $K_{ИСП}$ извести возрастал слабо.

Таблица 5 – Сравнение коэффициентов использования ($K_{ИСП}$) растворенных карбонатов доломитовой муки (в смеси с гипсом) на снижение $H_Г$ иллювиальных горизонтов дерново-подзолистых почв со степенью гидролиза карбонат-ионов

Исходная $H_Г$, мг-экв/100 г почвы	Доза мелиоранта в долях $H_Г$	$K_{ИСП}$, в долях	Степень гидролиза, %	$pH_{ВОДН}$ почвы (1:0,5)
8,35	0,58 д.м. + 0,58 Г	0,94	96,8	5,16
8,35	0,58 д.м. + 0,29 Г	0,93	96,7	5,16
6,45	0,32 д.м. + 0,32 Г	0,95	97,4	5,06
6,45	0,64 д.м. + 0,32 Г	0,99	95,8	5,27
6,45	0,64 Г	-	-	4,60
6,45	2,00 д.м. + 0,50 Г	0,74	73,6	6,37
3,14	0,66 д.м. + 0,33 Г	0,65	74,2	6,42*
3,14	0,66 д.м. + 0,66 Г	0,83	82,8	6,04*
3,14	1,31 Г	-	-	5,04*
Примечание. * - pH в 2-х последних порциях фильтрата.				

В дерново-подзолистой почве с небольшой $H_Г$ сочетание доломитовой муки с гипсом из-за понижения pH равновесных растворов приводило к заметному повышению степени гидролиза карбонат-ионов извести по 2-й ступени и росту коэффициента ее использования на снижение $H_Г$. Эффект возрастал с ростом дозы гипса в смеси.

При низких величинах гидролитической кислотности (3-4 мг-экв/100 г) применение полной нормы извести будет улучшать физико-химические свойства и подпахотных горизонтов кислых почв (таблица 6). На почвах же с высокой гидролитической кислотностью существенные изменения ее будут наблюдаться преимущественно в слое внесения мелиоранта. На таких почвах известь рекомендуется применять в 2 приема: вначале она вносится под вспашку в половинной дозе, через 1-3 года – в той же дозе под такую же обработку. Возможно и внесение половинной нормы мелиоранта под вспашку, а другой половины – специальными рыхлящими орудиями на глубину 27-30 см.

Исследования показали (таблица 7), что средняя концентрация суммы катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в порциях фильтрата слабо зависела от доз доломитовой муки, составляя несколько мг-экв/л. В то же время при применении гипса и его смесей с **д.м.** она возрастала на порядок и обладала высоким коагулирующим действием на отрицательно заряженные почвенные коллоиды, улучшая инфильтрацию почвенной влаги. Последнее свойство весьма важно для склоновых почв тяжелого механического состава.

Были обобщены результаты выноса двухвалентных катионов кальция и магния в пересчете на карбонат кальция глубже 40 см по колонкам с иллювиальными горизонтами различного гранулометрического состава (таблица 8). Для корреляционно-регрессионного анализа были использованы варианты с воздушно-сухой массой каждого почвенного слоя 175 г. Выявлено, что с увеличением в почве содержания ила ($x_{ил}$, %) или глины ($x_{глина}$, %) размеры перемещения двухвалентных катионов в пересчете на карбонат кальция (у, кг/га) глубже 40 см заметно снижаются (уравнения 1 и 2):

$У = 376 – 12{,}25\ x_{ил}$, $n = 12$, $r = 0{,}971$, $r^2 = 0{,}942$, дов. интервал 29; (1)

$У = 402 – 8{,}76\ x_{глина}$, $n = 12$, $r = 0{,}877$, $r^2 = 0{,}769$, дов. интервал 59. (2)

Таблица 6 – Влияние полной дозы доломитовой муки на физико-химические свойства нижних слоев колонок дерново-подзолистых почв различной кислотности

Вариант	Слой колонки	S	$H_Г$	$H_{ОБМ}$	$pH_{ВОДН}$, почва:вода 1:0,5	$A1_{ОБМ}$, мг/100 г почвы
		Мг-экв/100 г почвы				
B_2-горизонт дерново-подзолистой почвы, $H_Г$ = 6,45 мг-экв/100 г почвы						
Контроль	0-10	9,80	6,18	2,64	4,80	4,05
	10-20	9,40	6,40	3,13	4,78	3,92
	20-30	9,10	6,56	3,12	4,80	4,32
	30-40	9,00	6,52	3,18	4,84	3,78
Доломитовая мука в слой 0-20 см по 0,96 $H_Г$	0-10	13,4	2,62	0,03	5,70	0,09
	10-20	13,2	2,62	0,06	5,59	0,36
	20-30	9,80	5,60	2,76	5,06	5,76
	30-40	9,40	6,12	2,74	4,88	5,40
B_1- горизонт дерново-подзолистой почвы, $H_Г$ =3,14 мг-экв/100 г почвы						
Контроль	0-10	6,40	2,82	0,66	5,60	2,25
	10-20	5,80	3,50	0,82	5,09	3,00
	20-30	6,60	2,97	0,62	5,46	2,50
	30-40	6,40	2,80	0,60	5,47	2,52
Доломитовая мука в слой 0-20 см по 1,31 $H_Г$	0-10	7,63	1,75	0,04	6,36	0,18
	10-20	7,63	1,57	0,02	6,55	Нет
	20-30	7,50	1,92	0,20	6,07	0,63
	30-40	6,40	2,80	0,57	5,51	2,16
Примечание. После взаимодействия размеры нерастворенной извести составили для B_2-горизонта 26,9 %, для В1-горизонта 30,8 %.						

Таблица 7 – Концентрация суммы кальция и магния в порциях фильтрата, мг-экв/л (B_1-горизонт с $H_Г$ 8,35 мг-экв/л)

Вариант	Порции фильтрата					Средняя по колонке
	1	2	3	4	5	
Контроль	3,21	3,55	3,00	2,92	2,04	2,90
Д.м. 0,58 $H_Г$	6,89	4,96	1,83	3,18	2,64	3,23
Д.м. 0,58$H_Г$ +Г 0,58 $H_Г$	17,5	43,4	44,8	43,0	41,4	34,9
Д.м. 0,58$H_Г$ +Г 0,29 $H_Г$	20,3	40,7	39,5	46,1	35,3	33,0
Д.м. 1,17 $H_Г$	3,42	2,92	3,16	2,39	4,12	3,21
Гипс 1,17 $H_Г$	27,8	52,5	56,6	67,4	52,4	48,4

По А.В. Лебедеву (цит. по [1]) годовые нормы инфильтрационного питания грунтовых вод за счет осадков в подзонах средней и южной тайги варьируют от 50 до 75 мм (в среднем около 60 мм). В этих условиях выпадение осадков изменяется от 550 до 650 мм и выше. Следовательно, процент инфильтрационного питания грунтовых вод за счет осадков составляет 10-12 %.

Таблица 8 – Размеры выноса двухвалентных ионов кальция и магния глубже 40 см в пересчете на $CaCO_3$ в зависимости от гранулометрического состава мелиорируемого иллювиального горизонта

Содержание, (%)		Вынос $CaCO_3$, кг/га				
Ил (<0,001 мм)	<0,01 мм	контроль	1/3 $H_Г$ д. м.	1/2–2/3 $H_Г$ д. м.	1 $H_Г$ д. м	2 $H_Г$ д. м.
25,4	38,4	72	-	69	58	134
18,9	31,3	156	-	167	162	-
13,3	22,7	195	-	208	222	-
21,6	30,3	93	116	117	94	108
Полужирным шрифтом выделены параметры, вошедшие в выборку по расчету корреляционно-регрессионных взаимосвязей.						

В наших опытах в колонках глубже 40 см проходило от 11 до 25 % годовых осадков. Следовательно, определенные выше размеры перемещения двухвалентных катионов глубже 40 см не должны превышать реальных ежегодных размеров их передвижения. Поэтому опасности высокого выноса карбоната кальция при химической мелиорации известьсодержащими мелиорантами в дозах, эквивалентных двойной дозе $H_Г$ и ниже, не наблюдается.

Таблица 9 –Размеры выноса двухвалентных ионов кальция и магния глубже 40 см в пересчете на гипс в зависимости от гранулометрического состава мелиорируемых слоев почвы

Содержание (%)		Вынос гипса, т/га				
ил	<0,01 мм	1 $Н_Г$ гипса	0,5-0,64 $Н_Г$ гипса	1/2 $Н_Г$ д.м. + 1/2 $Н_Г$ гипса	2 $Н_Г$ д.м. + 1/2 $Н_Г$ гипса	1/3 -1/2 $Н_Г$ д.м. + 1/4-1/3 $Н_Г$ гипса
Иллювиальные горизонты дерново-подзолистых почв						
25,4	38,4	3,54	-	2,58	-	-
18,9	31,3	2,80	-	2,90	-	2,07
13,3	22,7	4,06	-	2,95	-	1,76
21,6	30,3	-	2,55	-	2,75	1,71
$А_{ПАХ}$ горизонт серой лесной почвы Ополья ($Н_Г$ = 4,6-5,0 мг-экв/100 г почвы)						
8,56	33,0	-	0,41	-	0,58	-

В колонках при применении гипса и его смесей с доломитовой мукой по сравнению с одним последним мелиорантом размеры перемещения глубже 40 см двухвалентных катионов кальция и магния в пересчете на гипс при мелиорации дерново-подзолистых почв возрастают на порядок (таблица 9). Определяющее влияние на их величину оказывают дозы применения гипса. Весьма высокие размеры перемещения гипса в глубокие слои почвы ставят под сомнение широкое использование этого материала в больших дозах. Его можно применять на кислых почвах в основном в смеси с известковыми материалами в дозах, эквивалентных 1/4-1/3 гидролитической кислотности.

На серых лесных среднесуглинистых почвах Ополья с содержанием гумуса 3,3-3,5 % и емкостью катионного обмена 28-30 мг-экв/100 г размеры передвижения гипса, вносимого в дозе 0,5 $Н_Г$, снижаются до 0,4-0,6 т/га. Это обусловлено снижением средней равновесной концентрации двухвалентных катионов в фильтратах с 33-48 в дерново-подзолистых почвах ,до 16-17 мг-экв/л в серой лесной почве (таблица 7) [2].

Из результатов проведенных исследований следует, что для снижения кислотности не только пахотных, но и подпахотных горизонтов суглинистых почв с высокой емкостью катионного обмена можно использовать и сочетание карбонатов кальция с гипсом (нейтрализованным фосфогипсом). С этой целью были проведены следующие модельные исследования в колонках (таблица 10). Два верхних слоя колонок состояли из серой лесной почвы, два нижних – из $В_2$-горизонта сильнокислой дерново-подзолистой почвы. Мелиоранты вносились лишь в 2 верхних слоя серой лесной почвы. Изучали и влияние условий увлажнения на размеры снижения гидролитической кислотности.

По сравнению с контрольной колонкой (таблица 10) при применении полной дозы доломитовой муки (колонки 2 и 4) в слоях внесения (0-10 и 10-20 см) наблюдали снижение $Н_Г$ с 5,07-5,25 до 2,62, увеличение суммы поглощенных оснований с 26,4 до 28,8 мг-экв/100 г почвы, степени насыщенности основаниями с 83,5-83,7 до 91,7 %. Величина $pH_{водн}$ в случае одной д.м. возросла с 5,80-5,83 до 6,61-6,62, а сочетания ее с гипсом - до 6,14-6,17. В слое 20-40 см с $В_2$-горизонтом дерново-подзолистой почвы изменения физико-химических свойств были небольшими.

В третьей колонке с применением ½ дозы гипса по сравнению с контрольной колонкой существенного изменения кислотно-основных свойств изучаемых почв не наблюдали. Заметно снизилась лишь величина $pH_{водн}$ во всех слоях колонки, несколько возросла сумма поглощенных оснований в слоях 20-30 и 30-40 см, но понизилась величина обменной кислотности.

В 5-й колонке при применении двойной дозы д.м. и прохождении через нее годовой нормы воды (600 мм) по сравнению со 2-й колонкой (полная доза д.м. + 300 мм воды) в слоях с серой лесной почвой наблюдали лишь дальнейшее небольшое снижение $Н_Г$, весьма слабое повышение $pH_{водн}$. В слоях 20-30 и 30-40 см несколько возросли $Н_Г$ и сумма поглощенных оснований, снизилась обменная кислотность. Возрастание $Н_Г$ в слое 20-30 см обусловлено понижением $pH_{водн}$ (с 4,54 до 4,11). Следовательно, в слоях глубже внесения д.м. при прохождении 600 мм воды по сравнению с внесением одной дозы ее и прохождением через

колонку 300 мм воды наблюдали дальнейшее небольшое вхождение в обменное состояние двухвалентных катионов кальция и магния.

Таблица 10 – Влияние доломитовой муки и гипса на физико-химические свойства различных слоев колонок, состоящих из Апах горизонта серой лесной и B_2-горизонта дерново-подзолистой почв

Глубина слоя, см	$H_Г$	S	$H_Г + S$	$H_{ОБМ}$	A1	T, %	$pH_{водн}$ 1:0,5
	мг-экв/100 г почвы				мг/100 г		
1-я колонка, контроль, 300 мм воды							
0-10	5,25	26,4	31,6	0,03	Нет	83,5	5,80
10-20	5,07	26,3	31,4	0,03	Нет	83,7	5,83
20-30	9,27	4,30	13,6	5,42	36,5	31,6	4,50
30-40	9,45	4,00	13,4	5,73	38,7	29,8	4,53
2-я колонка, 1 доза доломитовой муки (по 438 мг в 2 слоя), 300 мм воды							
0-10	2,62	28,8	31,4	0,03	Нет	91,7	6,62
10-20	2,62	28,8	31,6	0,03	нет	91,7	6,61
20-30	9,10	5,00	14,1	5,67	43,2	35,4	4,54
30-40	9,27	4,30	13,6	5,64	40,3	31,6	4,31
3-я колонка, ½ дозы гипса (по 376 мг в 2 слоя), 300 мм воды							
0-10	5,07	26,6	31,7	0,03	Нет	83,9	5,28
10-20	5,25	26,1	31,4	0,03	Нет	83,1	5,43
20-30	9,10	4,60	13,7	5,00	36,5	33,5	3,95
30-40	9,62	4,50	14,1	5,48	37,8	31,9	3,84
4-я колонка, 1 доза доломитовой муки + ½ дозы гипса в 2 слоя, 300 мм воды							
0-10	2,62	28,8	31,4	0,03	Нет	91,7	6,14
10-20	2,62	28,8	31,4	0,03	нет	91,7	6,17
20-30	9,10	4,60	13,7	6,20	42,7	32,0	4,16
30-40	9,60	4,50	14,1	6,20	43,4	29,4	4,05
5-я колонка, 2 дозы доломитовой муки (по 876 мг в 2 слоя), 600 мм воды							
0-10	2,18	29,3	31,5	0,04	нет	93,0	6,89
10-20	2,54	28,9	31,4	0,03	нет	92,0	6,73
20-30	9,62	5,50	15,1	5,17	38,0	36,4	4,11
30-40	9,45	4,64	14,1	4,80	33,3	32,9	4,40
6-я колонка, 2 дозы доломитовой муки + ½ дозы гипса в 2 слоя, 600 мм воды							
0-10	2,18	29,3	31,5	0,04	нет	93,0	6,82
10-20	1,96	29,4	31,4	0,03	нет	93,6	6,80
20-30	8,92	6,20	15,1	4,38	36,0	41,1	4,27
30-40	7,70	6,40	14,1	3,80	33,6	45,4	4,83

В колонке сочетания двойной дозы д.м. с половинной дозой гипса при прохождении 600 мм воды по сравнению с колонкой применения одной д.м. (двойная доза) в слое почвы 10-20 см установлено дальнейшее снижение $H_Г$ (с 2,54 до 1,96 мг-экв/100 г почвы). Остальные параметры слоя изменились незначительно. В то же время в слоях 20-30 и 30-40 см наблюдали существенное снижение гидролитической (с 9,45-9,62 до 7,70-8,92 мг-экв/100 г) и обменной кислотностей, достоверное повышение суммы поглощенных оснований и степени насыщенности основаниями (с 32,9-36,4 до 41,1-45,4 %), небольшое повышение $pH_{водн}$. Последнее корреспондирует со степенью насыщенности основаниями. Следовательно, дополнительное внесение гипса с доломитовой мукой с ростом увлажнения почвы способствует заметному снижению всех форм кислотности в слоях глубже слоя внесения мелиорантов.

Высокое мелиоративное действие сочетания двойной дозы д.м. с гипсом (колонка 6, прохождение 600 мм воды) по сравнению с одной доломитовой мукой (колонка 5) связано с тем, что высокая концентрация двухвалентных катионов Ca и Mg почвенного раствора, передвигающегося вниз из слоя почвы 0-20 см в слой 20-40 см, обеспечивала взаимодействие их со всеми поглощенными катионами и соответственно снижение в нем величины pH до 4,0-4,3 (рисунок 1). Это вызывало полный гидролиз перемещающихся вниз бикарбонатов по 2-й ступени: $HCO_3^- + H_2O \rightarrow H_2CO_3 + OH^-$. Образовавшиеся гидроксил-ионы связывали вытесняемые ионы водорода в малодиссоциированное соединение (H_2O) в слое колонки 20-40 см.

В случае колонки с применением двойной дозы д.м. и прохождением 600 мм воды концентрация двухвалентных катионов Са и Mg составляла несколько мг-экв/л. Она была не в состоянии изменить структурное состояние поглощающего комплекса, его агрегированность. Поэтому передвигающаяся вниз жидкая фаза приходила в динамическое кислотно-основное равновесие лишь с поглощенными катионами, находящимися преимущественно на поверхности агрегатов. В этом случае величина pH фильтрата существенно более высокая (5,16-6,55), чем в слое почвы 20-30 и 30-40 см (4,11-4,40).

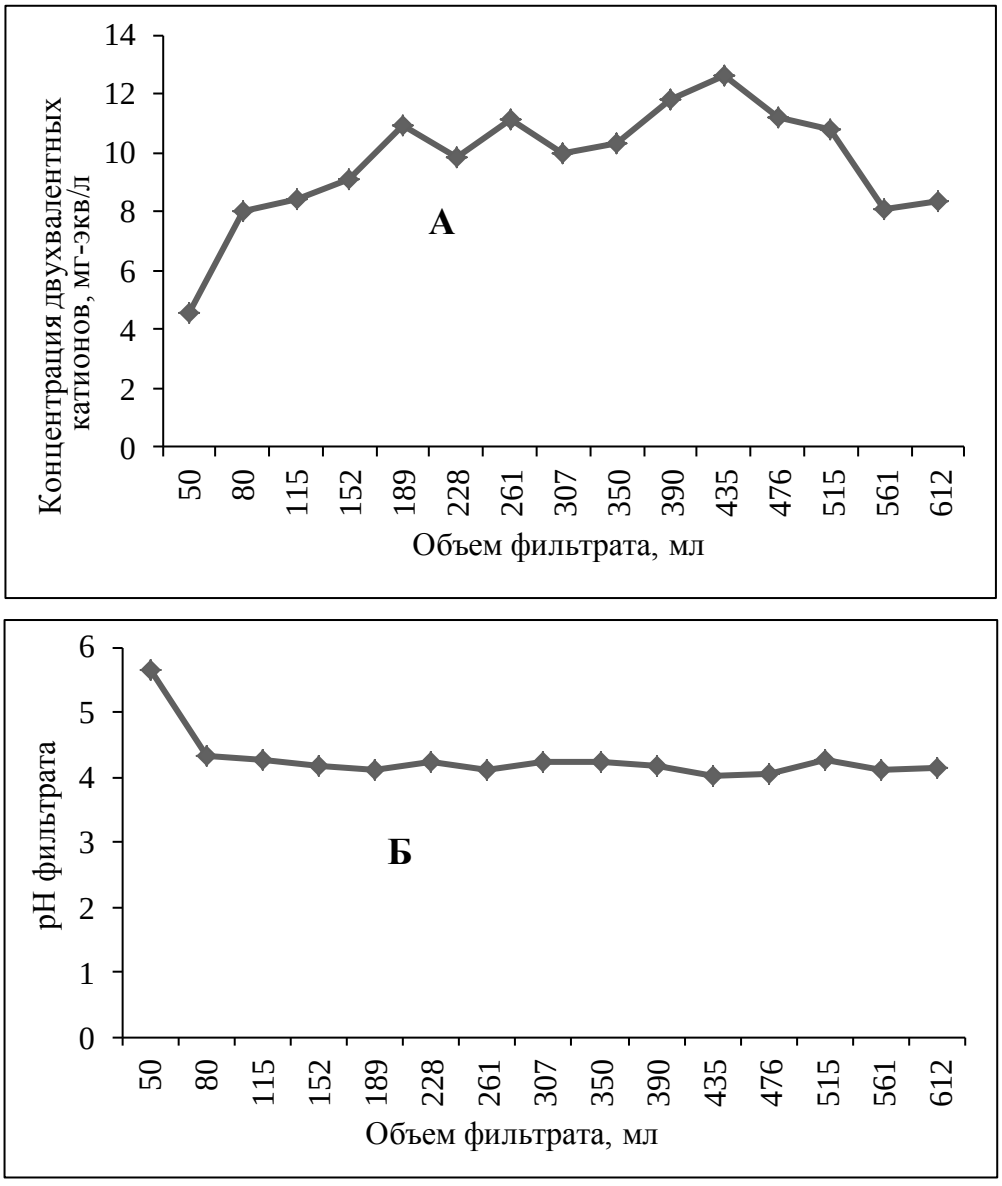


Рисунок 1 – Зависимость концентрации двухвалентных катионов (А) и pH (Б) фильтратов, вытекающих из колонок, от их объема в колонке с сочетанием двойной дозы доломитовой муки и ½ дозы гипса.

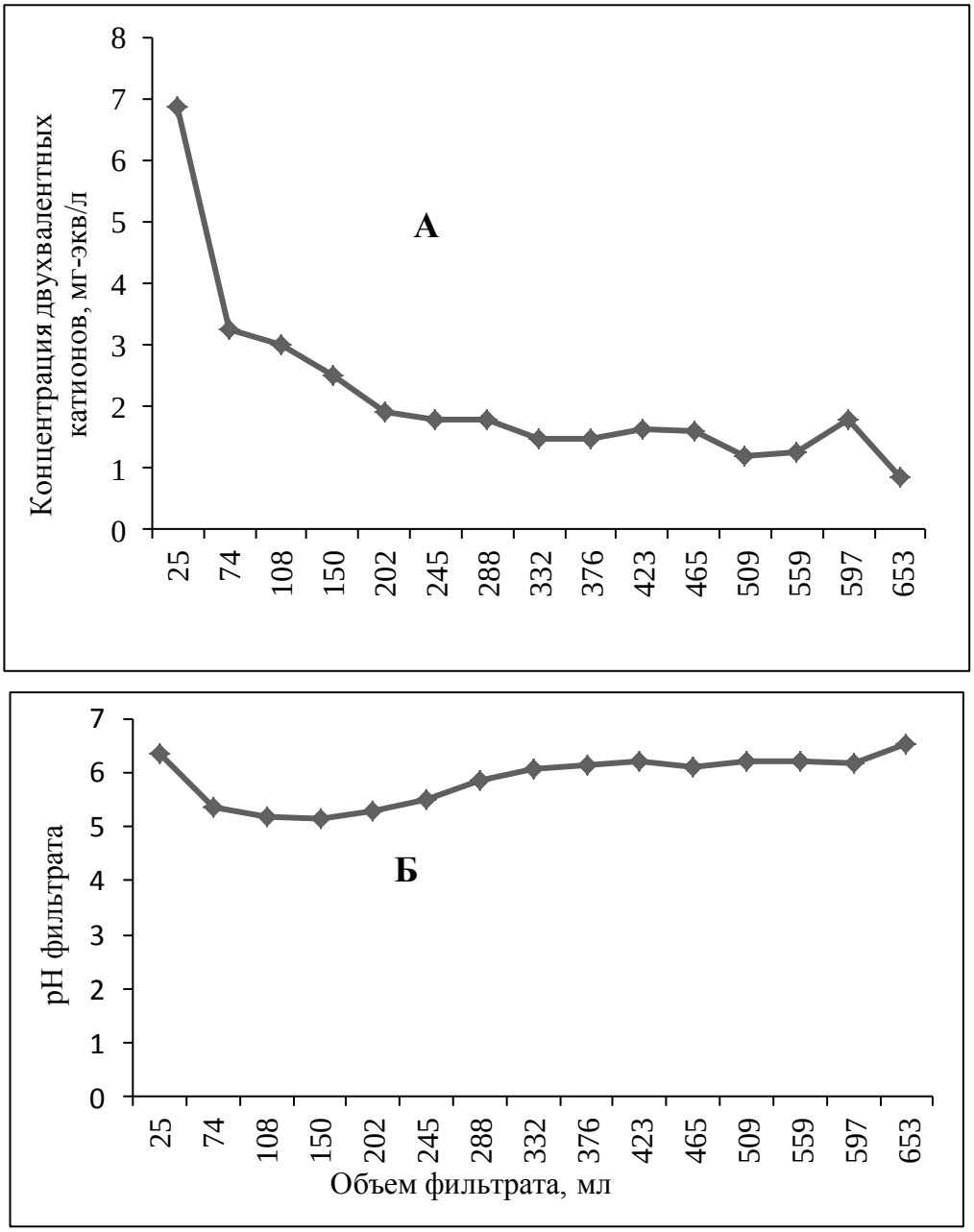


Рисунок 2 – Зависимость концентрации двухвалентных катионов (А) и pH (Б) фильтратов, вытекающих из колонок, от их объема в колонке с внесением двойной дозы доломитовой муки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кац Д.М. Основы геологии и гидрогеология. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1981. – 351 с.
2. Окорков В.В., Окоркова Л.А. О механизме взаимодействия извести и гипса с поглощающим комплексом серых лесных почв Ополья. Аграрный вестник Верхневолжья, 2014, № 1. – С. 22-30.
3. Яковлева М.Е. Смеси с фосфогипсом для химической мелиорации почв//Химия в сельском хозяйстве, 1986, № 5. – С. 19-22.
4. Farina M.P.W., Channon P. Acid-subsoil amelioration 1. A comparison of several mechanical procedures. Soil Sci. Soc. Am. J., 1988. – № 52. – P. 169-174.
5. Farina M.P.W., Channon P. Acid-subsoil amelioration II. Gypsum effects on growth and subsoils chemical properties. Soil Sci. Soc. Am. J., 1988. – № 52. –P. 175-180.
6. Radcliffe D.E., Clark R.L., Sumner M.E. Effect of gypsum and deep rooting perennials on subsoil mechanical impedance. Soil Sci. Soc. Am. J., 1986. – № 50. – P. 1566-1570.

УДК 634.64.41.912

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИКОПЛОДОВЫХ ПОРОД В РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

Алиев Игорь Нажафович, *доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», **Россия, Кабардино-Балкарская Республика**, г. Нальчик, aliev61@mail.ru*

Хамарова Зора Хакимовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», **Россия, Кабардино-Балкарская** Республика, г. Нальчик*

Карданова Диана Мухарбиевна, *ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», **Россия, Кабардино-Балкарская Республика**, г. Нальчик*

Изучен видовой состав и естественное распространение дикоплодовых пород на нарушенных землях в зависимости от различных экологических условий. Отражена роль диких плодовых и ягодных растений в восстановлении земель, нарушенных горнотехническими разработками. Рекомендован ассортимент дикоплодовых растений для основных видов добываемого сырья на нарушенных землях Кабардино-Балкарии. Предложены специальные способы агротехники при использовании дикоплодовых пород в рекультивации техногенных ландшафтов.

Ключевые слова: дикоплодовые породы, нарушенные земли, склон, ассортимент, агротехника, рекультивация, растительность.

USE OF ROCKS IN WILD FRUIT REMEDIATION KABARDINO-BALKARIA

Aliev I.N., Hamarova Z.H., Kardanova D.M.

The species composition and distribution of natural wild fruit species in the disturbed areas, depending on various environmental conditions. Reflects the role of wild fruit and berry plants in the remediation of land disturbed mining developments. Recommended range of wild fruit plants for essential raw materials produced in the disturbed areas of Kabardino-Balkaria. Proposed using features of farming wild fruit species in the remediation of man-made landscapes.

Key words: wild fruit breed, disturbed land, slope, range, agricultural reclamation, vegetation.

Введение. Лесоразведение на отвалах и других нарушенных землях имеет ряд особенностей в связи с многообразием и специфичностью экологических условий. Влияние неблагоприятных свойств субстратов, микроклимата, эрозионных процессов и других факторов на состояние и рост растений на промышленных землях проявляется в большей степени, чем на обычных лесокультурных и агролесомелиоративных объектах.

Для того чтобы найти оптимальные пути решения этой важной проблемы, прежде всего необходимо изучить естественную растительность и факторы ее формирования на нарушенных землях в различных экологических условиях. Подробное изучение процессов естественного зарастания карьеров и отвалов дает возможность судить о производственной мощности каждого участка техногенного ландшафта, намечать те или иные мероприятия, рекомендовать ассортимент растений и особенности агротехники для восстановления земель, нарушенных горнотехническими работами.

Наши исследования были направлены на определение видов и развития дикоплодовых пород, которые составляют свыше 40 % от всех древесных растений, естественно растущих на нарушенных землях Кабардино-Балкарской Республики.

Материалы и методы исследования. При определении состояния и роста дикоплодовых пород на опытных участках закладывались пробные площади размером (20х25; 50х100; 25х40 м и т.д.), обеспечивающие учет не менее 200 экземпляров.

Методом сплошного перечета и обмера растений на пробной площади устанавливались их вид, количество, состояние (отличные, хорошие, здоровые, неудовлетворительные и погибшие), высота, диаметр на высоте 1,3 м и у шейки корня, размер кроны и др.

Диаметр штамба растений определялся штангенциркулем или мерной вилкой с точностью 0,5-1,0 см, высота измерялась мерной рейкой или высотомером с точностью до 5-10 см. Все эти показатели заносились в полевые журналы, которые в последующем обрабатывались методом вариационной статистики с применением современных компьютерных программ. При этом определялись средние показатели, их ошибки, точность и достоверность опыта. Оценка различия среднеквадратических отклонений определялась по критерию Фишера [1].

Пробные площади закладывались в различных частях откосов техногенных земель (верхняя, средняя, нижняя и по дну), склонов (северная, южная, восточная и западная экспозиции), почвогрунтов и технических смесей, по высоте над уровнем моря, разных лесорастительных зонах и т.д.

Результаты исследований и обсуждение. Создание защитных насаждений на отвалах и эффективность их выращивания в значительной степени зависят от ассортимента древесных пород и кустарников, рекомендуемых для конкретных субстратов, условий произрастания и хозяйственного назначения лесных культур. Исследования по изучению состояния и роста растений достоверно подтверждают перспективность отдельных пород для биологической рекультивации отвалов. От правильного выбора деревьев и кустарников при защитном лесоразведении на отвалах и карьерах во многом зависит их устойчивость и мелиоративная роль [2]. При этом основное внимание должно быть обращено на низкую требовательность к почвенному плодородию и засухоустойчивость растений, мелиоративные функции и относительно высокую их продуктивность [3].

В связи с большим разнообразием лесорастительных условий техногенных ландшафтов КБР при лесоразведении на них могут быть использованы разные дикоплодовые породы. Однако будущий состав насаждений обычно ограничивается их целевым назначением, ценностью отдельных видов, климатическими и экологическими условиями местности, плодородием вскрышных пород и т. д. [5].

Являясь ценными растениями, дикоплодовые породы на нарушенных землях не образуют сплошных массивов. Они произрастают отдельными группами в виде куртин неоднородного видового состава. На сухих южных и юго-западных склонах преобладают мушмула германская, боярышник однопестичный и кроваво-красный, алыча. На несколько увлажненных северных склонах произрастают яблоня лесная и груша кавказская. В наиболее увлажненных местах растет лещина обыкновенная. Очаги зарослей образуют терн и шиповник на менее увлажненных участках склонов.

При детальном исследовании дикоплодовых пород проявляется закономерность в их распространении, росте и развитии в зависимости от видов добываемого сырья и природных зон, что дало возможность рекомендовать их ассортимент для широкого и ограниченного использования в рекультивации нарушенных земель (таблица 1). Из всего ассортимента пород, рекомендуемых для озеленения и выращивания противоэрозионных насаждений на нарушенных землях КБР, особого внимания заслуживает облепиха крушиновая, которая характеризуется высокими противоэрозионными, мелиоративными и декоративными свойствами (рисунок 1).

Высокие лесомелиоративные свойства облепихи – способность давать корневые отпрыски, поселяться на свежих песчаных и каменистых почвах, благополучно переносить частичное оголение корневой системы, наличие азотфиксирующих клубеньков, что обогащает почву связанным азотом, – позволяют использовать ее как одну из основных кустарниковых пород при рекультивации земель, вышедших из промышленного пользования. Такие насаждения будут дополнительным источником сбора ценных плодов. Облепиха может найти широкое применение при облесении бросовых земель во многих районах республики [4].

Таблица 1 – Ассортимент дикоплодовых пород, рекомендуемый для техногенных ландшафтов КБР

№ п/п	Вид растений	Зоны										
		Степная		Предгорная					Горностепная			
		Виды природного сырья										
		песочно-гравийная смесь	глины	песочно-гравийная смесь	суглинки	известь	Вулканический пепел	Вулканический туф	песочно-гравийная смесь	известь	пепел, пемза	технические отходы
1	Абрикос обыкновенный *Armeniaca vulgaris* Lam.	+	-	x	+	-	+	+	+	-	+	-
2	Алыча *Prunus divaricata* Ldb.	+	+	x	x	+	x	x	+	+	+	-
3	Боярышник однопестичный *Crataegus monogyna* Jacq.	+	+	+	+	-	x	x	+	-	x	-
4	Боярышник кроваво-красный *Crataegus sanguine* Pall.	+	+	+	+	-	x	x	+	-	x	-
5	Груша кавказская *Pyrus caucasica* Fed.	+	+	+_	x	-	+	+	-	-	-	-
6	Калина обыкновенная *Viburnum opulus* L.	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-
7	Кизил *Cornus mas* L.	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-
8	Лещина обыкновенная *Corilus avellana* L.	-	-	+	+	-	x	x	-	-	x	-
9	Мушмула германская *Mespilus germanica* L.	-	+	-	+	-	x	x	-	+	x	-
10	Облепиха крушиновая *Hippophae rhamnoides* L.	x	x	x	x	+	x	x	x	+	x	x
11	Орех грецкий *Juglans regia* L.	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-
12	Терн *Prunus spinosa* L.	x	x	x	x	+	x	x	x	+	x	+
13	Шелковица черная *Morus nigra* L.	x	+	x	+	-	x	x	x	-	+	-
14	Шиповник *Rosa canina* L.	x	+	x	x	+	x	x	+	+	+	+
15	Яблоня лесная *Malus silvestris* L.	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-

Условные обозначения:

x – для широкого использования; + - для ограниченного использования; - - не рекомендуется;

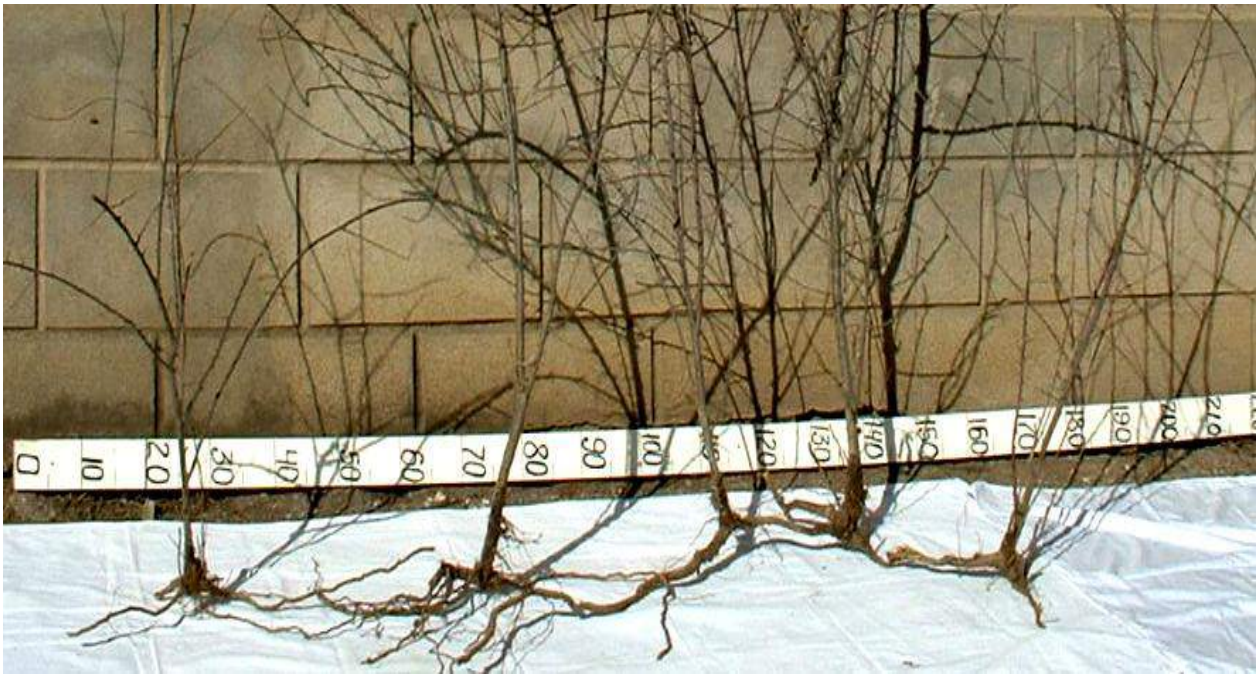


Рисунок 1 – Корневые отпрыски облепихи крушиновой

Защитные насаждения на нарушенных землях наиболее рационально создавать смешанными. Как нами определено, в противоэрозионные культуры дикоплодовых растений целесообразно вводить до 50 % кустарников. Однако на песках иногда необходимо выращивать чистые культуры только из кустарников

При выращивании насаждений различного назначения в культуры желательно вводить почвоулучшающие породы, особенно азотфиксирующие, например облепиху крушиновую. Смешение главных, сопутствующих и почвоулучшающих пород производится с учетом всех факторов возможного их взаимовлияния.

С целью улучшения лесорастительных условий на нарушенных землях все агротехнические приемы должны быть направлены, прежде всего, на улучшение водно-физических и химических свойств корнеобитаемого, особенно верхнего 50-сантиметрового слоя почвогрунтов. В связи с этим, например, на известковых горных породах в агротехнику включается пескование пахотного слоя: на поверхность выравненных отвалов наносится слой песка толщиной 15-20 см, который перемешивается с породой отвальной глубокой вспашкой, последующим безотвальным рыхлением, дискованием и боронованием.

Для того чтобы не возникало необходимости в специальных агротехнических мерах, следует при горнотехнических работах обеспечивать формирование благоприятных условий в корнеобитаемом горизонте. Для этого применяется селективная отсыпка горных пород в отвалы, при которой происходит захоронение непригодных для биологической рекультивации почвогрунтов и формирование на их поверхности грунтосмеси с более благоприятными свойствами. Однако селективная отсыпка горных пород не всегда возможна. Поэтому кроме пескования необходимо прибегать к другим технологическим приемам: укладке на песчаные отвалы водоупорного суглинистого горизонта и сверху него смеси пород в оптимальном соотношении, полному захоронению плотных глинистых пород под слоем песка мощностью до 50 см, нанесению на них растительного слоя почвы мощностью до 50 см и т.п. Эти приемы технической рекультивации следует рассматривать как важнейшие агротехнические мероприятия при лесоразведении на нарушенных землях.

Лесокультурные работы на отвалах, как правило, необходимо начинать сразу после завершения горнотехнических работ по их формированию, так как в последующие годы происходит зарастание отвалов сорняками и сильное уплотнение пород, что требует применения более сложной технологии выращивания дикоплодовых культур. В то же время на отвалах,

где возможно сильное оседание горных пород с образованием провалов, рекомендуются более поздние сроки начала лесокультурных работ – через 4-5 лет и более после отсыпки отвалов.

На нарушенных землях лёгкого механического состава и рыхлого сложения возможна посадка дикоплодовых пород без дополнительной подготовки почвогрунта. На откосах отвалов и бортах карьеров, а также на прилегающих к ним землях необходимо предварительно проводить планировку, так как без неё невозможно широко использовать механизацию, обеспечивающую высокий уровень агротехники культур. При выравнивании поверхности происходит сильное уплотнение почвогрунтов, особенно грунтов тяжёлого механического состава, поэтому перед посадкой дикоплодовых пород в таких условиях целесообразно глубокое рыхление. На землях, заросших травянистой растительностью, применяется агротехника, рекомендуемая для зональных почв.

На откосах отвалов и карьерах, а также смежных землях рекомендуются противоэрозионные насаждения из облепихи, шиповника, терна, алычи и других корнеотпрысковых растений с густотой посадки не более 1,5-2 тысяч посадочных мест на 1га.

На основании наших наблюдений за процессом естественного зарастания нарушенных земель в КБР можно рекомендовать производить посадку облепихи биогруппами. На песчано-гравийных смесях и породах вулканического происхождения легкого механического состава расстояния между биогруппами принимается 10х10 м или 5х5 м. За счет обильного размножения облепихи корневыми отпрысками происходит самозарастание смежных участков и полное смыкание насаждений через 5-7 лет после посадки. На суглинках процесс смыкания более длительный, поэтому здесь целесообразно создавать биогруппы с размещением 5х5м. Противоэрозионные насаждения из других дикоплодовых пород создают путем порядного смешения главной породы с кустарниками при размещении посадочных мест 2,5(3) х 0,7(1,5)м. Уходы за культурами проводятся по мере появления сорной растительности. При использовании удобрений количество уходов увеличивается на 1-2.

Для повышения противоэрозионной роли дикоплодовых пород на откосах отвалов можно рекомендовать в первые 2-3 года после посадки междурядья использовать под посевы многолетних бобовых трав (люцерна, эспарцет, клевер и др.), которые одновременно обогащают почву азотом. При посеве трав в междурядьях уход за почвой проводится только в рядах, ширина минерализованной зоны принимается 0,8-1,0 м.

Многофункциональные способности дикоплодовых пород позволят со временем ввести в сельскохозяйственный оборот значительные площади нарушенных земель Кабардино-Балкарии, что даст не только ощутимую экономическую, но и экологическую пользу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лозовой А.Д., Бугаев В.А., Смольянов А.Н. Таксация тонкомерного леса и недревесного сырья: справочное пособие. – Воронеж, 1990. – 248 с.

2. Рекомендации по созданию лесных культур и интенсификации их роста на нарушенных землях КМА. – Губкин-Воронеж, 1991. – 15 с.

3. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. – Новосибирск, 1988. – 253 с.

4. Фисун М.Н., Хачетлов А.Х. Использование плодовых пород для восстановления земель, нарушенных антропогенной деградацией // Горные и склоновые земли России. Пути предотвращения деградации и восстановления их плодородия: матер. всеросс. науч.-практ. конф. 20-25 апр. 1998 г. – Владикавказ, 1998. – С. 163-165.

5. Хамарова З.Х., Дышеков А.Х., Алиев И.Н. Мелиоративная роль древесно-кустарниковых пород на бросовых землях КБР // Вопросы повышения эффективности строительства: межвуз. сборник, вып. 3. – Нальчик, 2006. – С. 123-125.

УДК 504.6:63: 633.2.031

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ В ВИДЕ СПИРТОВОЙ БАРДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Ермохин Юрий Иванович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», **Россия**, г. Омск*

Шилова Ксения Михайловна, *аспирантка, ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», **Россия**, г. Омск, kseniya–shilova@mail.ru*

Шилова Надежда Ивановна, *магистр, Костанайский Государственный университет имени А. Байтурсынова, **Казахстан**, г. Костана, shilovani@inbox.ru*

Приведена характеристика спиртовой барды, как нетрадиционного вида удобрения, обеспечивающего экономическую, хозяйственную эффективность и экологическую безопасность растениеводческой продукции и агроландшафтов. Также было рассмотрено влияние доз барды на урожайность и качество житняка на черноземе южном и солонце мелком.

Ключевые слова: спиртовая барда, житняк, чернозем южный, органическое удобрение.

INDUSTRIAL WASTES IN THE FORM OF SPIRIT BARDS AND PROSPECTS IF ITS USE IN AGRICULTURE AS ORGANIC FERTILIZER

Ermokhin Y.I., Shilova K.M., Shilova N.I.

The characteristic spirit bards, as nonconventional type of the fertilizer ensuring economic, economic efficiency and ecological safety of crop production and agrolandscapes is provided. Also influence of doses bards on productivity and quality of aagropyron on the chernozem southern was considered.

Keywords: spirit bard, agropyron, chernozem southern, organic fertilizer.

Введение. На современном этапе развития земледелия ведущая роль отводится ресурсосберегающим технологиям возделывания сельскохозяйственных культур. Учитывая дороговизну минеральных удобрений и отсутствие достаточного количества навоза из–за резкого сокращения поголовья скота, необходимо изыскать местные ресурсы органических удобрений [2,4]. Одним из таких дешевых источников может служить отход спиртового производства – послеспиртовая барда, которой в последнее время уделяется большое внимание, как в странах СНГ, так и в странах дальнего зарубежья. Спиртовая барда является экологически чистым удобрением и по сравнению с навозом, так как не содержит инвазионные начала и семена сорняков. К тому же концентрация солей тяжелых металлов в ней значительно ниже. В то же время барда по содержанию общего азота превосходит в 5–7 раз подстилочный и в 25–30 раз бесподстилочный навоз, что указывает на ее удобрительный характер [1,5].

В экологическом аспекте для защиты окружающей среды и получения экологически чистой растениеводческой продукции большое значение имеет установление оптимальных доз барды. Также спиртовая барда не является источником накопления вредных веществ в растениеводческой продукции. Спиртовая барда по своему химическому составу не является экологически опасным удобрением. Она содержит различные ценные органические вещества естественного происхождения, большой спектр макро– и микроэлементов и может являться перспективным органическим удобрением, стимулятором роста растений и источником повышения биогенности почвы [3].

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служила послеспиртовая пшеничная барда, применяемая в качестве жидкого органического удобрения в различных дозах на посевах житняка 3 и 4 года пользования на двух типах почв. Схема опыта была следующей: 1 Без удобрений (контроль); 2 N30; 3 Барда 20 т/га; 4 Барда 40 т/га; 5 Барда 60 т/га; 6 Барда 80 т/га; 7 Барда 100 т/га; 8 Барда 120 т/га. Целью опыта являлось – изучить влияние различных доз спиртовой барды на продуктивность и качество сена житняка.

В опыте использовалась барда спиртового завода ЗАО «Арай–91» (г. Лисаковск). Предприятие вырабатывает продукцию из зерна яровой пшеницы и имеет производитель-

ность 2200 дал этилового спирта в сутки. Выход барды составляет 1100 % от объема произведенного спирта или ее суточный отход достигает 250 $м^3$. При этом химический состав барды довольно постоянный и представлен следующими показателями: влажность – 91,3 %, сухое вещество – 8,7 %, зола –0,43 %, азот – 0,53 %, фосфор – 0,06 % в натуральном веществе. Урожай житняка учитывался поделяночно. Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Результаты исследования и их обсуждение. Влияние доз барды на урожайность житняка на черноземе южном таковы: спиртовая барда оказала заметное влияние на агрохимические свойства почв черноземно–солонцового комплекса. И хотя эти изменения были не столь заметны, они пришлись на критические периоды роста и развития культуры. Так, снижение щелочности почвенного раствора, накопление нитратного азота и повышение содержания подвижного фосфора происходило в фазы кущения и выхода в трубку, от которых в дальнейшем зависит уровень продуктивности. К тому же барду можно отнести к полному удобрению, так как кроме азота, фосфора и калия она содержит и другие питательные элементы, а также активные биологические вещества. В совокупности это положительно сказалось на условиях минерального питания житняка и его продуктивности. Так, на черноземах южных в среднем за два года максимальная урожайность сена была получена на варианте с дозой барды 80 т/га 32,3 ц/га, что на 15,5 ц/га или на 92,3 % больше, чем на контроле (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние разных доз после спиртовой барды на продуктивность сена житняка на черноземе южном

Вариант	Средняя за 2 года		
	Урожайность,	Прибавка к контролю	
	ц/га	ц/га	%
1Без внесения(контроль)	16,8	–	–
2 N_{30}	31,1	14,3	85,1
3 Барда 20 т/га	19,1	2,3	13,7
4 Барда 40 т/га	23,0	6,2	36,9
5 Барда 60 т/га	28,9	12,1	72,0
6 Барда 80 т/га	32,3	15,5	92,3
7 Барда 100 т/га	33,3	16,5	98,2
8 Барда 120 т/га	34,1	17,3	103,0
$НСР_{05}$	3,2		

Рост урожая произошел здесь в основном за счет более сбалансированного азотно–фосфорного питания растений житняка. В фазы кущения и выхода в трубку это соотношение находилось в пределах 1:1,55–1,40, что близко к оптимальному значению – 1:1,66. Как повышение, так и снижение доз барды не способствовало росту урожайности. Высокие дозы 100 и 120 т/га формировали лишь слабую тенденцию к повышению продуктивности, соответственно 33,3 и 34,1 ц/га. Средняя доза 60 т/га снижала урожай до 28,9 ц/га или на 3,4 ц/га ($НСР_{05}$ = 3,2 ц/га). Низкие дозы барды 20 и 40 т/га были в опыте не эффективны. Урожайность при дозе 20 т/га была на уровне контроля и составляла 19,1 против 16,8 ц/га. Урожайность в варианте 40 т/га барды достоверно превышала контрольный вариант (на 6,2 ц/га), но уступала дозе 60 ц/га (на 5,9 ц/га).

Эффективной в опыте оказалась подкормка мочевиной в дозе N_{30}. На этом варианте сбор сена составил 31,1 ц/га, что на 14,3 ц или на 85,1 % больше, чем на контроле. По этим показателям он соответствовал дозе барды 80 т/га.

Отмеченные закономерности в действии различных доз барды были характерны во все годы исследований. Так, во влажных условиях 2011 года они полностью соответствовали описанным выше средним показателям. В сухом 2012 году следует отметить лишь выравнивание по продуктивности средних доз. На вариантах 60 и 80 т/га урожай сена был близким, соответственно 25,9 и 27,2 ц/га. Подкормка мочевиной N_{30} соответствовала дозе барды 60 т/га и составляла 23,8 ц/га ($НСР_{05}$ = 3,1 ц/га). На солонце мелком выявлена несколько другая закономерность в действии барды (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние разных доз послеспиртовой барды на продуктивность сена житняка на солонце мелком

	Средняя за 2 года		
	Урожайность,	Прибавка к контролю	
	ц/га	ц/га	%
1 Без внесения (контроль)	7,1	–	–
2 N30	11,1	4,0	56,3
3 Барда 20 т/га	7,5	0,4	5,6
4 Барда 40 т/га	8,2	1,1	15,5
5 Барда 60 т/га	10,8	3,7	52,1
6 Барда 80 т/га	12,9	5,8	81,7
7 Барда 100 т/га	16,0	8,9	125,3
8 Барда 120 т/га	16,6	9,5	133,8
НСР05	2,3		

Здесь наиболее эффективной оказалась доза 100 т/га. Ее действие проявлялось как во влажный, так и в сухой год. В первом случае она обеспечивала прибавку сена 9,5 ц по сравнению с контролем, с низкими дозами барды (20, 40 т/га) – 8,2–9,0 ц, со средними (60–80 т/га) – 3,4–4,8 ц/га. Во втором случае прибавка также была значительной и составляла соответственно 8,4 ц, 7,8–8,5 ц, и 3,1–5,2 ц/га. В среднем за два года на этом варианте было получено 16,0 ц/га сена. Такое преимущество объясняется не только улучшением питательного режима, но и мелиорирующим действием барды. Повышение дозы до 120 т/га не способствовало дальнейшему росту урожайности – 16,6 ц/га.

В средних дозах барды (60 и 80 т/га) выявлена следующая особенность. Во влажный год они были равноценны, 15,4–16,8 ц/га, а в сухой доза 80 т/га имела явное преимущество на 2,7 ц/га. Низкие дозы (20 и 40 т/га) были не эффективны в опыте. При различных условиях увлажнения они формировали урожай на уровне контроля. В среднем за два года его величина составила соответственно 7,5 ц, 8,2 и 7,1 ц/га. Действие мочевины N30 было на порядок ниже, чем на черноземе. Здесь она приравнивалась по своей эффективности к дозе барды 60 т/га с формированием средней урожайности 11,1 ц/га.

Обобщая полученные данные, следует заключить, что барда может служить высокоэффективным органическим удобрением, значительно повышающем продуктивность житняка. На черноземе оптимальной дозой является 80 т/га, увеличивающая урожай сена по сравнению с контролем на 15,5 ц/га. На солонцах такой дозой служит 100 т/га с прибавкой урожая 8,9 ц/га. Мочевина в дозе N_{30} по своей эффективности приравнивается на черноземе к дозе 80 т/га, на солонце к 60 т/га барды.

Изучаемые дозы спиртовой барды оказали существенное влияние не только на урожайность житняка, но и на качество сена. Улучшение роста и развития растений сказалось на активности метаболических процессов и в первую очередь на поступление элементов питания. На фоне благоприятного питательного режима происходит интенсивный обмен веществ с накоплением и трансформацией различных органических соединений. В результате это отразилось на химическом составе растений житняка (таблица 3).

Так, на контроле было получено сено с наименьшим содержанием сырого протеина – 11,2 %. По этому показателю оно относится только ко второму классу. Объясняется это тем, что на данном варианте растения использовали только азот который накапливался за счет нитрификации и его количества не хватило для синтетических процессов. Не изменили ситуацию и низкие дозы барды 20 и 40 т/га. На их фоне содержание протеина хотя и возросло до 11,8 и 12,2 %, но также находилось в тех же пределах. Средняя доза 60 т/га заметно увеличивает накопление протеина до 13,6 % с переходом полученного сена в первый класс. Следующий скачок в повышении содержания происходит на дозе 80 т/га – 14,2 %. При высоких дозах 100 и 120 т/га этот процесс постепенно затухает, соответственно 14,5 и 14,6 %. Влияние азотного удобрения в дозе N_{30} на содержание сырого протеина (13,8 %) находилось на уровне средней дозы барды 60 т/га.

Таблица 3 – Влияние различных доз послеспиртовой барды и мочевины на химический состав сена житняка на черноземе южном (среднее за 2011–2012 гг.)

Варианты	Содержание в абсолютно сухом веществе, %					Питательность 1 кг СВ	
	сырой протеин	сырая клетчатка	жир	БЭВ	зола	ОЭ, МДж/кг	корм.ед.
1 Без внесения (контроль)	11,2	29,6	2,9	52,2	4,1	9,03	0,66
2 N_{30}	13,8	26,4	3,8	50,1	5,9	9,47	0,72
3 Барда 20 т/га	11,8	29,2	3,1	51,5	4,4	9,08	0,67
4 Барда 40 т/га	12,2	28,0	3,4	51,8	4,6	9,25	0,69
5 Барда 60 т/га	13,6	26,1	3,7	51,4	5,2	9,51	0,73
6 Барда 80 т/га	14,2	24,4	4,1	50,5	6,8	9,74	0,77
7 Барда 100 т/га	14,5	24,7	4,0	49,9	6,9	9,70	0,76
8 Барда 120 т/га	14,6	24,1	4,1	50,2	7,0	9,78	0,77

Содержание сырой клетчатки в опыте находилось в обратной зависимости от протеина. Максимальная ее величина характерна для контрольного варианта – 29,6 %. Под влиянием различных доз барды ее количество постепенно снижается и достигает на дозе 80 т/га 24,4 %. На фоне минерального азотного удобрения этот показатель остается несколько выше – 26,4 %. Отмеченное снижение клетчатки следует признать положительным моментом, так как при уменьшении в сене таких соединений, как целлюлоза, гемицеллюлоза и пектин повышается поедаемость корма.

Спиртовая барда положительно сказалась и на накоплении жира. Если на контрольном варианте его содержание составляло всего 2,9 %, то при внесении барды 80 т/га оно повысилось до 4,1 % или в 1,4 раза. Увеличение доз до 100 и 120 т/га не сопровождалось дальнейшим увеличением данного показателя. Мочевина в дозе N_{30} по накоплению жира была аналогична дозе барды 60 т/га, 3,8 и 3,7 %.

Под влиянием барды повысилась и зольность сена. На контроле она составляла 4,1 %, а на вариантах 80–120 т/га – 6,8–7,0 %. Это увеличение является положительным, так как повышает обеспеченность корма минеральными веществами.

Обобщающим показателем питательности корма является содержание в нем энергии. Наибольшая величина обменной энергии в одном кг сухого вещества была характерна для доз барды 80 и 120 т/га, соответственно 9,74 и 9,78 МДж. На этих же вариантах наблюдалось и самое высокое содержание кормовых единиц – 0,77. На контроле эти показатели были наименьшими в опыте, соответственно 9,03 МДж и 0,66 ед.

Таким образом, применение спиртовой барды существенно улучшает химический состав сена житняка. При этом повышается содержание сырого протеина, жира и зольность корма, снижается содержание сырой клетчатки. В 1 кг. сухого вещества повышается количество обменной энергии и содержание кормовых единиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баринов В.Н. Использование бардяного осадка на удобрение // Нетрадиционные источники и приемы организации питания растений: материалы Междунар. науч.–практ. конф. / НГСХА. – Н. Новгород: Изд–во ВВАГС, 2011. – С. 31–32.].

2. Кабжанова Г.Р. Влияние местных органических удобрений на плодородие почвы, урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса стран Таможенного союза: материалы Междунар. науч.–практ. конф. – 8–9 апреля 2010 г. – Астана, 2010. – С.70–74.

3. Крючков М.М., Ушаков О.В. Влияние внесения барды спиртовой в почву на урожайность яровой пшеницы // сб. науч. тр. / РГАТУ им. П.А. Костычева. – Рязань, 2008. – С. 53–55.

4. Тайжанов Ш.Т. Изучение эффективности применения нетрадиционных местных удобрений на черноземах Северного Казахстана // Материалы Междунар. науч.–практ. конф. – Кокшетау, 1999. – С. 148.

5. Ушаков О.В., Крючков М.М., Закабунина Е.Н. Применение отходов спиртового производства // Аграрная наука. – 2010. – № 5. – С. 13–15.

УДК 674.815

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОКОРКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Вахнина Татьяна Николаевна, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, t_vachnina@mail.ru*

Статья посвящена решению вопроса использования отходов окорки в производстве древесных композиционных материалов. Предлагается использовать кору ели для изготовления таннисодержащего экстракта, добавляемого к связующему для производства древесно-стружечных плит.

Ключевые слова: кора, экстракт, танниды (таннины), древесные композиты, связующее, прочность, разбухание по толщине, математическая модель.

USE OF WASTES OF DEBARKING FOR PRODUCTION OF WOOD CHIPBOARDS

Vakhnina T.N.

The article is dedicated to decision on a matter of the use departure ham in production wood composition material. It is offered use the cortex ated for fabrication wood cortex extract, added to connecting for production wood shaving captive.

Keywords: bark, extract, tannic, wood composition material, connecting resin, toughness, increase the thickness in water, mathematical model.

Введение. В процессах обработки древесины образуется большое количество коры, которая утилизируется в основном путем сжигания [3, 6, 7]. Данное направление связано с увеличением выбросов в атмосферу, поэтому во всем мире рассматриваются возможности экологически безопасной утилизации отходов окорки древесины. Также подход к утилизации коры путем сжигания нерационален с точки зрения проблемы повышения полезного использования древесины. Проблему использования коры необходимо решать в рамках создания биокомпозитов и материалов для их производства.

В прошлом в нашей стране и за рубежом в основном разрабатывались древесные плиты из коры теплоизоляционного назначения [6]. Возможно использование раздробленной коры в качестве добавки к специальной стружке для производства древесно-стружечных плит, но данное направление затрудняет обеспечение необходимого уровня эксплуатационных свойств плитных материалов [2, 3, 9]. Древесно-полимерные композиты с добавкой коры не имеют длительной прочности к статическим и динамическим нагрузкам [1].

Материалы и методы исследования. Большой потенциал не полностью реализованных возможностей имеют экстрактивные вещества, содержащиеся в коре [8], в числе которых – танины (танниды), используемые в качестве дубильных веществ. Краткая характеристика некоторых древесных пород, используемых в получении дубильного сырья, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика некоторых древесных пород, используемых в качестве дубильного сырья

Древесная порода	Часть растения	Танниды, %	Нетанниды, %	Доброкачественность*, %
Ива	Кора	8,0–12,0	6–10	52–58
Дуб	Древесина	3,5–5,5	2,05–3	60–65
	Кора старая	2,0–2,45	–	35
	Кора молодая	8,0–12,0	–	35–60
Ель	Кора	7–12	8–9,5	38–56
Сосна	Кора	2,2–4,3	–	23–38
Береза	Зелень	6–10	8–12	45–50

*Под доброкачественностью понимают отношение количества таннидов к сумме таннидов и нетаннидов [7].

Изучением химического состава коры деревьев различных пород занимались многие исследователи [1, 4, 5, 8]. Кора исследовалась целиком и по отдельным ее частям (луб, корка). Было выяснено, что по химическому составу кора резко отличается от древесины. Например, кора содержит большое количество золы, экстрактивных (до 30 % для пихты),

лигнина (до 49 % для белой березы). Количество же пентозанов (8,3 – 17,5 %) и целлюлозы (18 – 20 %) значительно меньше, чем в древесине (причем содержание пентозанов в коре хвойных и лиственных пород одинаково).

В разных слоях коры содержится различное количество таннидов: в камбиальном слое – 7,4 %; в лубяном – 12 %; в корневом – 7,4 %. Кора, поступающая в качестве сырья на экстракционные предприятия, по условиям технологии переработки должна иметь стандартную влажность 16 % и содержать не менее 8 – 10 % таннидов. Содержание древесины в коре не должно превышать 10 %.

В состав таннидов входят многоатомные фенолы – пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол, флюроглюцин, и фенолкарбоновые кислоты – галловая, протокатеховая и др. Таким образом, танниды представляют собой сложные многоатомные фенолы, размер молекул и степень гидроксилирования которых придает им способность удовлетворительно растворяться в воде. Они являются вяжущими, дают цветные реакции с солями железа, образуют осадки с ионами многих металлов и нестойки в присутствии влаги и света. Танниды легко окисляются в щелочных растворах. Танниды обычно растворимы в спиртах, ацетоне, диоксане и этилацетате, если раствор содержит, по крайней мере, небольшое количество воды. В большинстве случаев они растворимы в эфире, бензоле и подобных растворителях. В большинстве своем танниды являются аморфными веществами, хотя описано несколько кристаллических таннидов [5].

Несмотря на то, что танниды, образующиеся в различных растениях, сильно отличаются друг от друга по химическому строению, все они имеют некоторые общие признаки. В молекулах всех растительных дубильных веществ, строение которых изучено, имеются фенольные соединения.

Согласно классификации Г.Г. Поварнина и К. Фрейденберга, танниды можно разделить на гидролизуемые и конденсированные [4]. Танниды, входящие в состав коры ели, относятся к конденсированным. М.А. Крукшанк и Д.П. Перипп считали наиболее вероятной катехиновую структуру конденсированных таннидов [5]. Точно установлено, что в состав конденсированных таннидов входят различные производные флавана – катехины: флаван-3-ол и флаван-3,4-диол, представленные на рисунке 2. Остается неясным вопрос о природе и характере связи их с другими составными частями таннидов [5]. По данным Р.А. Зайнуллина, в молекулах конденсированных таннидов особенно распространены структуры, близкие к дифенилпропану $C_{15}H_{16}O_2$ [4].

флаван-3-ол флаван-3,4-диол

Рисунок 1 – Катехины, входящие в состав таннидов

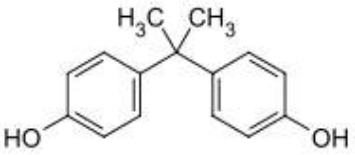


Рисунок 2 – Дифенилпропан

Результаты исследования. Можно предположить, что в таннидах имеются в наличие структуры, характерные для полимеризуемых соединений. На рисунке 1 представлена структура катехинов, входящих в состав таннидов, на рисунке 2 – дифенилпропана, используемого для производства эпоксидных смол.

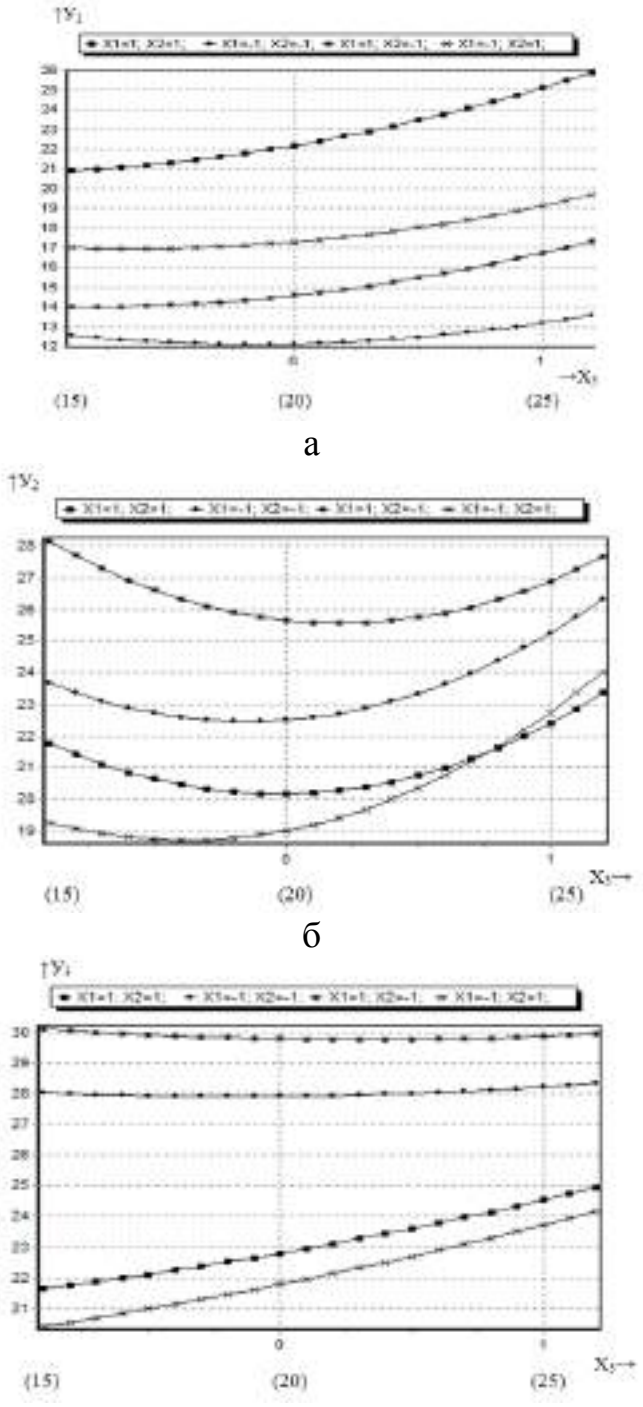


Рисунок 3 – Зависимости показателей плит от доли добавки экстракта (X_3):
а – прочности плит при статическом изгибе $\sigma_и$ ($У_1$), МПа; б – разбухание плит по толщине за 2 ч $P_{h\,2\,ч}$ ($У_2$), %; в – разбухание по толщине за 24 ч $P_{h\,24\,ч}$ ($У_3$), %

Сравнение структуры составляющих таннидов и дифенилпропана позволило выдвинуть теоретическое предположение о том, что танниды можно встроить в структуру связующего.

Из хвойных (ель, сосна) наиболее перспективной породой для экстракции таннинов является ель, содержание таннинов в ее коре в три раза больше, чем у сосны [1]. На кафедре ЛДП КГТУ проводилось исследование показателей древесно-стружечных плит (ДСтП), изготовленных на карбамидоформальдегидном связующем, модифицированным добавкой экстракта таннидов, полученного из коры ели. Экстракция проводилась при температуре 60°С в течение 24 ч, для интенсификации процесса экстракции и повышения концентрации таннидов использовалась добавка этилового спирта.

Были исследованы зависимости показателей плит с добавкой экстракта коры. Исследование проводилось по В-плану второго порядка.

Варьировались удельная продолжительность прессования плит (X_1), расход связующего (X_2) и доля добавки экстракта (X_3) в интервале от 15 до 25 % от веса смолы. Выходные величины в эксперименте: $У_1$ – прочность плит при статическом изгибе $\sigma_и$, МПа; $У_2$ – разбухание плит по толщине за 2 ч $P_{h\,2\,ч}$, %; $У_3$ – разбухание плит по толщине за 24 ч $P_{h\,24\,ч}$, %.

По результатам обработки экспериментальных данных были получены регрессионные математические модели показателей плит (в кодированном обозначении варьируемых факторов):

$$Y_1 = 17{,}958 + 1{,}891X_1 + 3{,}231X_2 + 1{,}358X_3 - 2{,}168X_1^2 + 0{,}887X_2^2 + \\ + 0{,}777X_3^2 + 0{,}608X_1X_2 + 0{,}544X_1X_3 + 0{,}390X_2X_3;$$

$$Y_2 = 16{,}128 + 1{,}000X_1 - 2{,}200X_2 + 0{,}800X_3 + 4{,}878X_1^2 + 0{,}878X_2^2 + \\ + 2{,}122X_3^2 - 0{,}5X_1X_2 - 0{,}75X_1X_3 + 0{,}500X_2X_3;$$

$$Y_3 = 19{,}714 + 0{,}713X_1 - 3{,}199X_2 + 0{,}832X_3 + 5{,}414X_1^2 + 0{,}524X_2^2 + \\ + 0{,}231X_3^2 - 0{,}211X_1X_2 - 0{,}109X_1X_3 + 0{,}824X_2X_3$$

Графические зависимости показателей плит от доли добавки экстракте таннидов представлены на рисунке 3.

Обсуждение результатов. Рост прочности плит во всем диапазоне варьирования доли добавки экстракта таннинов служит косвенным подтверждением гипотезы об участии таннидов в структурообразовании отвержденного связующего композита. Увеличение разбухания по толщине за 2 ч после достижения минимума может свидетельствовать о влиянии на показатель большего количества воды, вносимой в экстракте. Для снижения разбухания плит по толщине необходимо увеличить долю сухого остатка в экстракте таннинов.

Анализ математических моделей позволил разработать технологические рекомендации для производства ДСтП с модифицирующей добавкой экстракта таннинов. Значения показателей, вычисленных по математическим моделям (при рекомендуемом сочетании факторов процесса производства): $\sigma_и$ = 13,86 МПа, $P_{h\,2\,ч}$ = 16,57 %, $P_{h\,24\,ч}$ = 23,7 %. Результаты испытаний образцов, изготовленных по рекомендуемым режимам: $\sigma_и$ = 14,59 Мпа, $P_{h\,2\,ч}$ = 17,05 %, $P_{h\,24\,ч}$ = 19,9 %. Добавка экстракта таннинов позволяет уменьшить время прессования плит при сохранении необходимых эксплуатационных показателей ДСтП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баурова Н.И. Определение устойчивости полимерных композиционных материалов к длительному воздействию многоциклового нагружения // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2013. – №4. – С. 16–21.
2. Вахнина Т.Н. Формирование свойств древесных плитных материалов для использования в строительных конструкциях // Строительные материалы, 2009, № 6. – С. 10 – 12.
3. Вахнина Т.Н., Боровкова А.К.Использование отходов окорки для производства древесных плит // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: материалы II междунар. науч.-тех. конф. / отв. ред. С.А. Угрюмов, Т.Н. Вахнина, А.А. Титунин. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2013. – С. 77–81.
4. Зайнуллин Р.А., Хисамов Р.Р., Абдуллин Р.Р., Сагитов Б.Н. Танниды (свойства и применение). – Уфа: БГАУ, 2006. – 101 с.
5. Крукшанк М.А., Перипп Д.П. Биохимия фенольных соединений. – М.: Мир, 1968. – 415 с.
6. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит: пер. с англ. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 416 с.
7. Титунин А.А., Каравайков В.М., Вахнина Т.Н. Эколого-экономические аспекты безотходных технологий переработки лесных ресурсов. – М.: Новые технологии, 2007. – 60 с.
8. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: МГУЛ, 2001. – 340 с.
9. Угрюмов С.А., Федотов А.А. Исследование экологических параметров древесностружечных плит, изготовленных с применением клеевого состава на основе фурфуролацетонового мономера ФА // Клеи. Герметики. Технологии. – М.: Наука и технологии, 2014. – № 2. – С. 39–42.

УДК 674.815

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЯГКИХ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Вахнина Татьяна Николаевна, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, РФ, t_vachnina@mail.ru*

Разработаны математические модели показателей древесно-стружечных плит с добавкой стружки-отходов и технологические рекомендации для производства плит.

Ключевые слова: стружка, древесно-стружечные плиты, прочность, математическая модель.

USING MILD A WASTES OF PROCESSING OF WOOD FOR WOOD CHIPBOARDS

Vakhnina T.N.

It is designed mathematical models of the factors wood shaving captive with additive of the shaving-departure and technological recommendations for production shaving captive.

Keywords: shaving, wood shaving captive, toughness, mathematical model.

Введение. Рациональное использование отходов, в том числе вторичных отходов переработки древесины, является одной из насущных задач национальной экономики. В соответствии с ГОСТ 25916–83 «Ресурсы материальные вторичные. Термины и определения» отходы производства – это остатки сырья, материалов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства. Вторичные материальные ресурсы, для которых в настоящее время отсутствуют условия использования, называются неиспользуемыми отходами. Неиспользуемые отходы являются значительным ресурсом для повышения эффективности производства.

Материалы и методы исследования. При механической обработке древесины наряду с твердыми кусковыми отходами образуется значительное количество мягких (сыпучих) отходов. К сыпучим отходам относят стружку-отходы, опилки, отходы окорки, древесную пыль, отсев технологической щепы и др. [3].

Значительный объем среди древесных отходов занимают станочная стружка и опилки. Объем опилок в лесопилении зависит от ширины пропила, он составляет около 11-12 % объема распиливаемых бревен. При раскрое древесины количество опилок составляет 7-13 % объема поступающего сырья. Количество древесины, превращаемой в стружку, зависит от величины снимаемого в процессе резания слоя. Припуски на механическую обработку определяются величиной допускаемых отклонений в размерах пиломатериалов, степенью покоробленности материала, требуемой чистотой поверхности и т.п. Принято считать, что количество образующейся стружки в среднем составляет 17 % объема строганых пиломатериалов. Данное количество опилок и станочной стружки представляет собой значительную сырьевую базу.

Рациональное использование древесных отходов значительно повысит процент полезного выхода древесины. Одним из перспективных направлений использования мягких отходов древесины является производство древесно-стружечных плит (ДСтП) [4, 5, 6].

Первые предположения по использованию станочной стружки для производства прессованных изделий появились еще в конце XIX и начале XX столетия (Х.Крамер, немецкий патент №48035, 1899г.; Х.Ватсон, патент №796545, 1905г. и др.) [3]. Первые практические попытки изготовлять новые материалы из станочной стружки относятся к 30-м годам XX в. (Т. Сатов, 1935 г., Япония; Ф. Пфоль, 1936 г., Швейцария). Промышленное производство опилочных плит было начато в 1941 г. фирмой «Торфит-верке, Г.А. Хасеке» в г. Бремен-Хемелинген (ФРГ).

К основным недостаткам плит с добавкой станочной стружки и опилок можно отнести низкие физико-механические показатели [3, 1, 4, 8]. Это объясняется значительным повреждением клеток древесины в процессе резания [7], что приводит к повышенному впитыванию связующего и уменьшению числа клеевых контактов [2].

В работе с использованием регрессионного анализа были исследованы зависимости показателей плит с добавкой мягких отходов. Из соответствующих методов регрессионного анализа в работе выбран активный многофакторный эксперимент, позволяющий не только задаваться значениями уровней варьируемых факторов, но и определить эффекты их взаимодействия. Это особенно актуально потому, что в реальных производственных условиях практически невозможно получить факторы, не взаимодействующие друг с другом. Исследование проводилось по В-плану второго порядка.

Диапазоны варьирования переменных факторов представлены в таблице.

Таблица – Диапазоны варьирования факторов

Наименование фактора	Обозначение фактора		Уровни варьирования			Интервал варьирования, Δ i
	Натуральное	Кодированное	- 1	0	+ 1	
Удельная продолжительность прессования, мин/мм	τ'	X_1	0,18	0,25	0,32	0,7
Доля добавки станочной стружки (процент от веса стружки наружных слоев), %	D_1	X_2	0	15	30	15
Температура прессования плит, °С	T	X_3	170	185	200	15

Выходные величины в эксперименте: $У_1$ – прочность плит при статическом изгибе $\sigma_и$, МПа; $У_2$ – прочность плит при растяжении перпендикулярно пласти плиты $\sigma_р$, МПа; $У_3$ – удельное сопротивление выдергиванию шурупов из пласти, Н/мм; $У_4$ – удельное сопротивление выдергиванию шурупов из кромки, Н/мм.

Результаты исследования. По результатам обработки экспериментальных данных были получены регрессионные математические модели показателей плит (в кодированном обозначении варьируемых факторов):

$$Y_1 = 21{,}878 + 0{,}939X_1 - 1{,}783X_1^2 - 2{,}678X_3^2 + 0{,}884X_1X_2 - 1{,}846X_1X_3 - 0{,}966X_2X_3;$$

$$Y_2 = 0{,}349 + 0{,}056X_1 - 0{,}031X_3 - 0{,}099X_1^2 + 0{,}063X_2^2 - 0{,}058X_3^2;$$

$$Y_3 = 77{,}451 + 6{,}2X_1 - 8{,}926X_1^2 + 9{,}574X_3^2 - 4{,}625X_2X_3 - 4{,}625X_1X_3;$$

$$Y_4 = 42{,}427 + 6{,}538X_1 - 11{,}034X_1^2 + 9{,}056X_2^2.$$

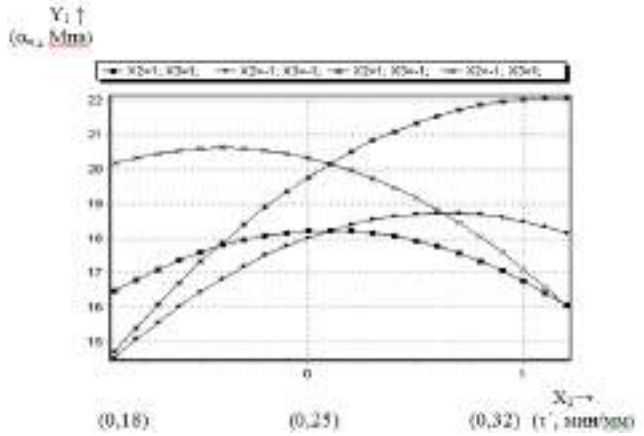
Графические зависимости прочности плит при статическом изгибе от варьируемых факторов представлены на рисунке.

Обсуждение результатов. Анализ разработанных моделей и графических зависимостей позволил сделать следующие выводы.

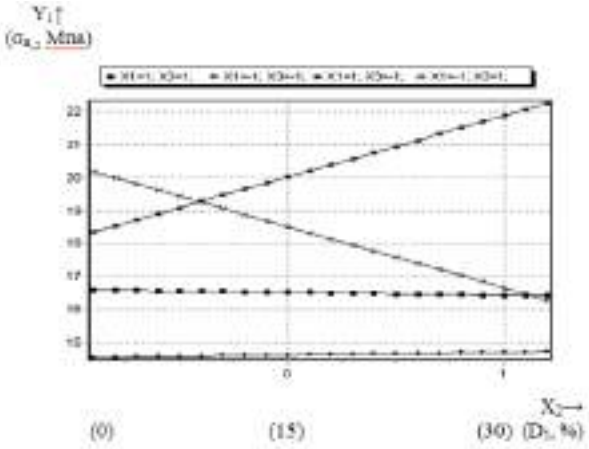
1. Для минимальной температуры прессования и максимальной доле добавки станочной стружки в наружные слои максимум прочности на статический изгиб находится на верхней границе диапазона варьирования удельной продолжительности прессования. При максимальной температуры прессования и минимальной доле добавки станочной стружки в наружные слои прочность плит на статический изгиб максимальна при удельной продолжительности прессования около 0,215мин/мм.

2. При максимальной температуре прессования плит и минимальной продолжительности прессования с увеличением доли добавки станочной стружки в наружные слои прочность на статический изгиб плит начинает уменьшаться. При максимальной температуре прессования плит и максимальной продолжительности прессования прочность плит на статический изгиб стабильна для всех значений доли добавки станочной стружки. При максимальной продолжительности прессования и минимальной температуре прочность на статический изгиб увеличивается с увеличением доли добавки станочной стружки в наружные слои.

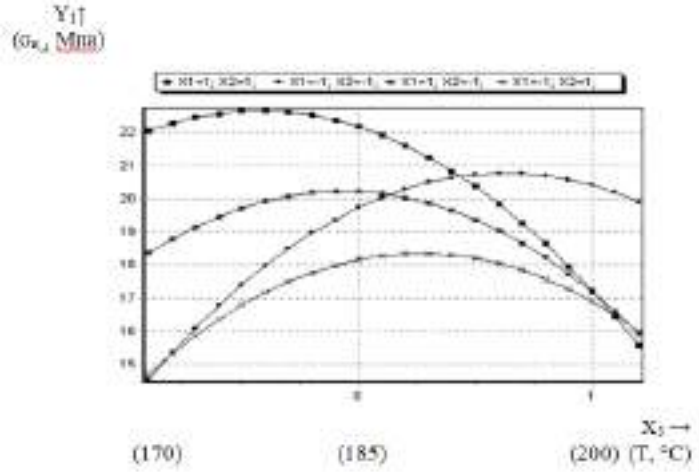
Это объясняется тем, что при медленном прессовании при невысокой температуре успевают сформироваться прочные клеевые связи между специальной стружкой и более низкокачественной станочной стружкой. А при быстром прессовании при высоких температурах начинает работать фактор большей деформированности станочной стружки, в результате уменьшается число клеевых связей (больше связующего впитывается в поврежденные древесные клетки). Сказывается также и фактор деструкции связующего при высокой температуре.



а



б



в

Рисунок – Зависимости прочности плит при статическом изгибе $\sigma_и$ ($У_1$):
а – от удельной продолжительности прессования (X_1); б – от доли добавки станочной стружки (X_2); в – от температуры прессования (X_3)

3. При максимальной доле добавки станочной стружки в наружные слои и максимальной продолжительности прессования максимум прочности достигается при меньших значениях температуры прессования. Затем начинает снижаться. При минимуме добавки станочной стружки в наружные слои и максимальной продолжительности прессования прочность на изгиб сначала возрастает, затем начинает снижаться. При данных сочетаниях факторов увеличение температуры прессования сначала приводит к росту степени поликонденсации связующего, а затем к преобладающим процессам деструкции клеевых связей. Для минимальных значений продолжительности прессования максимум прочности на статический изгиб сдвигается в область более высоких температур.

4. При всех сочетаниях уровней варьирования факторов доли добавки станочной стружки в наружные слои и температуры прессования с увеличением удельной продолжительности прессования сопротивление выдергиванию шурупов из пласти возрастает и достигает максимума в пределах диапазона варьирования. Это объясняется увеличением степени поликонденсации связующего. Затем начинают преобладать деструктивные явления, и сопротивление выдергиванию шурупов из пласти уменьшается.

При всех сочетаниях уровней факторов удельное сопротивление выдергиванию шурупов из пласти больше нормы по ГОСТ10632-2007 для плит марки П-А.

Выполненное исследование позволило разработать технологические рекомендации для производства ДСтП с добавкой станочной стружки.

Исходя из высоких показателей прочности на статический изгиб и удельного сопротивления выдергиванию шурупов из пласти, принято решение выбрать такое сочетание факторов, при котором удельное сопротивление на растяжение отвечает требованиям ГОСТ10632-2007.

Это требование обеспечивается при следующем сочетании факторов:

$X_1 = -1$, т. е. удельная продолжительность прессования $\tau' = 0{,}18$ мин/мм;

$X_2 = -0{,}67\ldots -1$, т. е. доля добавки к специальной стружке наружных слоев мягких отходов $D = 0\ldots5$ %;

$X_3 = 0$, т. е. температура прессования $T = 185$ °С.

Добавка станочной стружки-отходов к специальной стружке внутреннего слоя рекомендуется на постоянном уровне, принятом в данном исследовании – 10 %.

В работе выявлена интересная закономерность: рекомендации в научной литературе по возможности неограниченной добавки станочной стружки хвойных пород в наружные слои плит справедливы только при максимальной продолжительности прессования и минимальной температуре прессования плит. А если интенсифицировать режим – уменьшить время прессования, то с увеличением добавки станочной стружки в наружные слои прочность резко падает.

Таким образом, в данной работе предложено сочетание технологических факторов производства плит с добавкой станочной стружки, которое обеспечивает высокие прочностные показатели продукции и дает возможность повысить эффективность использования вторичных отходов древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вахнина Т.Н., Поспелова М.К.Исследование свойств плит с добавкой станочной стружки // Материалы 61-й межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству». – Кострома : КГТУ, 2009. – С. 169 – 170.

2. Малышева Г.В. Прогнозирование ресурса клеевых соединений // Клеи. Герметики. Технологии, 2013. – № 8. – С. 31–34.

3. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит: пер. с англ. – М. : Лесная промышленность, 1982. – 416 с.

4. Титунин А.А., Вахнина Т.Н. Обоснование режимов производства древесных композиционных материалов с использованием вторичного древесного сырья // Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий для экономики региона: материалы междунар. науч.–тех. конф. (Лен – 2010) 7– 8 окт. 2010 г. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2010. – С. 216 – 217.

5. Титунин А.А. Научные основы получения конкурентоспособных строительных материалов из низкосортной древесины и древесных отходов : автореферат дис. … докт. технич. наук : 05.23.05 / Титунин Андрей Александрович. – Иваново : ИГАСУ, 2011. – 36 с.

6. Титунин А.А., Каравайков В.М., Вахнина Т. Н.Эколого-экономические аспекты безотходных технологий переработки лесных ресурсов. – М. : Новые технологии, 2007. – 60 с.

7. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: МГУЛ, 2001. – 340 с.

8. Угрюмов С.А., Кожевников Д.А. Плитные композиционные материалы на основе совмещенных наполнителей // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2011. – № 11. – С. 15–17.

УДК674.8–036.61.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ С ДОБАВКОЙ ОТХОДОВ СТОЛЯРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Федотов Александр Андреевич, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома,* aafedotoff@yandex.ru

Предложена добавка станочной стружки во внутренний слой трехслойных древесно–стружечных плит на основе карбамидоформальдегидного связующего. Приведены результаты оценки прочностных свойств древесно-стружечных плит на основе лиственных пород древесины при изменении удельной продолжительности прессования и доли добавки станочной стружки.

Ключевые слова: древесно-стружечные плиты, прочность, удельная продолжительность прессования, станочная стружка.

STUDY STRENGTH CHARACTERISTICS OF PARTICLE BOARDS WITH ADDITION OF WASTE JOINERY PRODUCTION

Fedotov A.A.

Additive machining chips in the inner layer of three–layer particle boards on the base of urea–formaldehyde binder is proposed. Results evaluation strength properties of particle boards on the base of hardwoods during the changeof specific duration of pressing and proportion of the additive machining chips are given.

Keywords: particle boards, strength, specific duration of pressing, machining chips.

Введение. Исходя из растущего потребления древесины и, зачастую, нерационального ее использования остро стоит вопрос переработки низкосортной древесины и отходов деревообработки. Производство древесных плит позволяет не только получать конкурентоспособный конструкционный материал с рядом желаемых свойств, но и комплексно использовать древесину и утилизировать древесные отходы. Согласно «Прогнозу развития лесного комплекса России до 2030 г.» [3] потребность в качественных древесно-стружечных плитах сохранится в ближайшие полтора десятилетия, а объемы их производства вырастут более чем в 2 раза, при этом вопросам совершенствования прочностных характеристик древесно–стружечных плитбудет уделяться повышенное внимание.

Известно, что прочность древесно-стружечных плит зависит от многих факторов: породы древесного наполнителя и геометрии частиц [10,12,16], применения модифицированных и новых альтернативных связующих [2,4,6,7,13,14,15], использования новых наполнителей [1,11], применения добавок вторичного древесного сырья [9] и т.д.

Одним из перспективных способов повышения прочности древесно–стружечных плит является добавка в древесно–стружечные плиты некоторого количества станочной стружки. Известно, что такая добавка способна повысить предел прочности плит при растяжении перпендикулярно к пласти до 20 % при одновременном сохранении предела прочности при статическом изгибе [5,8]. Использование добавки наряду с повышением прочности плит позволяет снизить их себестоимость и частично решить проблему утилизации отходов деревообрабатывающих производств.

Материалы и методы исследования. Анализ результатов предварительно проведенных экспериментов показал, что на прочность плит наиболее существенное влияние оказывают следующие факторы: удельная продолжительность прессования и доля добавки станочной стружки во внутренний слой. Эти факторы в данном эксперименте приняты в качестве управляемых.

Для изготовления образцов древесно–стружечных плит использовалась специальная резаная стружка фракции 10/2 для внутреннего слоя и 2/0,5 – для наружных слоев, а также станочная стружка фракции –/5 – в качестве добавки во внутренний слой плиты. Для осмоления древесных частиц использовался клей на основе карбамидоформальдегидного олигомера КФН–66П с добавкой отвердителя – хлористого аммония (1,5 % – для внутреннего

слоя, 1 % – для наружных слоев). Изготовление образцов плит проводилось в лабораторном гидравлическом прессе П100-400при следующих постоянных факторах:

– толщина плит 16 мм;

– расчетная плотность плит 750 кг/м^3;

– температура плит пресса 180°С;

– расход связующего в наружных слоях 12 %, во внутреннем слое 10,8 %.

Уровни варьирования управляемых факторов представлены в таблице 1. В качестве выходных величин приняты прочность плит при статическом изгибе, прочность плит при растяжении перпендикулярно к пласти. Отбор образцов и проведение испытаний осуществлялись по ГОСТ 10633–78, ГОСТ 10635–88, ГОСТ 10636–90.

Таблица 1 – Управляемые факторы и уровни их варьирования

Наименование фактора	Обозначение фактора		Уровни варьирования			Интервал варьирования
	натуральное	кодированное	–1	0	+1	
1.Удельная продолжительность прессования, мин/мм	τ	X_1	0,18	0,27	0,36	0,09
2.Доля добавки станочной стружки во внутренний слой, масс.ч.	Д	X_2	0	10	20	10

Результаты исследования. Полученные уравнения регрессии в кодированных обозначениях имеют вид:

– для предела прочности при статическом изгибе:

$$Y_1 = 17{,}678 + 0{,}89X_1 – 0{,}072X_2 + 0{,}017X_1^2 – 1{,}298X_2^2 + 0{,}087X_1X_2;$$

– для предела прочности при отрыве перпендикулярно к пласти:

$$Y_2 = 0{,}463 + 0{,}037X_1 – 0{,}017X_2 + 0{,}003X_1^2 – 0{,}098X_2^2 + 0{,}027X_1X_2.$$

На рисунке 1–4 представлены основные графические зависимости выходных величин от управляемых факторов.

Обсуждение результатов. Полученные уравнения и графические зависимости показывают, что при увеличении удельной продолжительности прессования предел прочности при статическом изгибе увеличивается, при увеличении доли добавки станочной стружки от 0 до 10 масс.ч. предел прочности плит при статическом изгибе динамично растет, при увеличении доли добавки стружки свыше 10 масс.ч. начинает снижаться. Это связано с тем, что станочная стружка не обладает хорошей прочностью на изгиб (в отличие от специальной резаной стружки), поэтому увеличение ее количества в плите способствует динамичному снижению прочности.

Рисунок 1 – График зависимости предела прочности плит при статическом изгибе от удельной продолжительности прессования

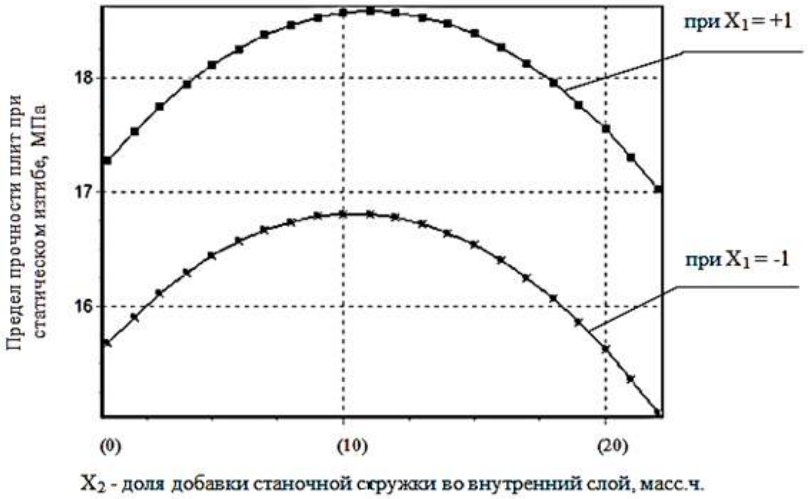


Рисунок 2 – График зависимости предела прочности плит при статическом изгибе от доли добавки станочной стружки во внутренний слой

Рисунок 3 –. График зависимости предела прочности плит при растяжении перпендикулярно к пласти от удельной продолжительности прессования

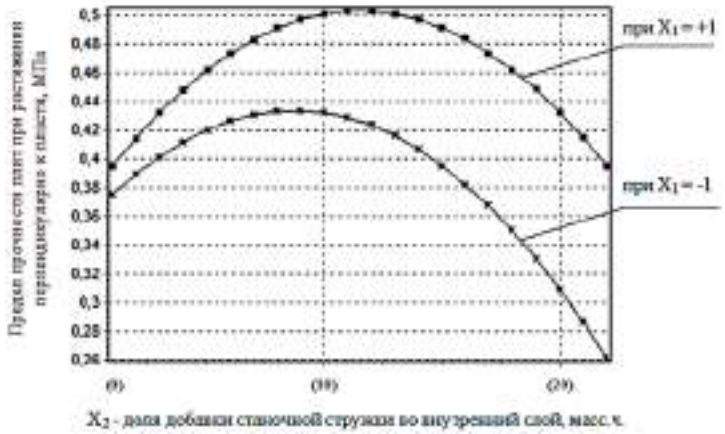


Рисунок 4–. График зависимости предела прочности плит при растяжении перпендикулярно к пласти от доли добавки станочной стружки во внутренний слой

При повышении удельнойпродолжительности прессования предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти плит растет, при этом его более динамичный рост наблюдается при добавке станочной стружки на уровне 20 масс.ч. Значения предела прочности при растяжении перпендикулярно к пласти динамично растут у плит с добавкой станочной стружки до уровня 10 масс.ч., при дальнейшем увеличении доли добавки начинают снижаться. Это связано, по–видимому, с тем, что станочная стружка увеличивает число клеевых контактов в объеме плиты, одновременно заполняя пустоты, поэтому при небольшой доле добавки стружки прочность плит растет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баурова Н.И. Определение устойчивости полимерных композиционных материалов к длительному воздействию многоциклового нагружения // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2013. –№4. –С. 16–21.

2. Баурова Н.И.,Зорин В.А., Приходько В.М. Описание сценариев перехода материала из работоспособного состояния в неработоспособное с использованием уравнения теории катастроф «складка» // Клеи. Герметики. Технологии, 2014. – № 8. –С.33–37.

3. Беляев А. Тенденции. Нереализованный потенциал // Лесная индустрия. – 2012. – № 5. – С. 6–10.

4. Вахнина Т.Н. Формирование свойств древесных плитных материалов для использования в строительных конструкциях // Строительные материалы, 2009, № 6. – С. 10 – 12.

5. Демидов Ю.М. Измельчение древесины для производства древесно–стружечных плит. – М. : Лесн. пром–сть, 1974. – 144 с.

6. Малышева Г.В. Прогнозирование ресурса клеевых соединений // Клеи. Герметики. Технологии, 2013. –№ 8. –С.31–34.

7. Муранов А.Н., Малышева Г.В., Нелюб В.А., Буянов И.А., Чуднов И.В., Бородулин А.С.Исследование свойств полимерных композиционных материалов на основе гетерогенной матрицы // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2012. –№ 4. – С.2–6.

8. Отлев И.А. Интенсификация производства древесно–стружечных плит. – М. : Лесн. пром–сть, 1989. – 192 с.

9. Титунин А.А., Вахнина Т.Н. Исследование эксплуатационных показателей древесных композиционных материалов с использованием вторичного древесного сырья // Научно–технический журнал Вестник МГСУ. – 2011. – №7 – С. 641–645.

10. Угрюмов С.А. Фурановые олигомеры в производстве фанеры и древесных плит // Клеи. Герметики. Технологии, 2008. – № 10. – С. 14–16.

11. Угрюмов С.А., Кожевников Д.А. Плитные композиционные материалы на основе совмещенных наполнителей // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2011. – № 11. – С. 15–17.

12. Угрюмов С.А., Федотов А.А. Оценка влияния технологических факторов на свойства древесно–стружечных плит на основе фурановой смолы // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование»: научный журнал. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. – № 2(16). – С. 36–42.

13. Угрюмов С.А., Цветков В.Е. Повышение эксплуатационных характеристик костроплит путем модификации карбамидоформальдегидного связующего поливинилацетатной дисперсией // Клеи. Герметики. Технологии, 2008. – № 5. – С. 20–23.

14. Федотов А.А. Исследование свойств древесно–стружечных плит с использованием совмещенных смол // Клеи. Герметики. Технологии. – М. : Наука и технологии, 2013. – № 9. – С. 15–18.

15. Федотов А.А., Угрюмов С.А. Исследование влияния фенолформальдегидных связующих, модифицированных фурановым олигомером, на свойства древесно–стружечных плит // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной Вестник. – М. : МГУЛ, 2014. – № 2(101). – С. 122–127.

16. Федотов А.А., Угрюмов С.А. Эффективные способы повышения эксплуатационных свойств древесно-стружечных плит // Вестник КГТУ, 2012. – № 1(28). – С. 74–77.

УДК 674.812-419

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АРМИРОВАННОЙ КОМПОЗИЦИОННОЙ ФАНЕРЫ

Угрюмов Сергей Алексеевич, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, ugr-s@yandex.ru*

Шеин Андрей Вячеславович, *студент, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, ugr-s@yandex.ru*

Изучены физико-механические свойства композиционной фанеры на основе шпона и с внутренним слоем на основе древесных отходов с армированием поверхностных слоев стеклотканью. Установлено, что армированная композиционная фанера обладает повышенной прочностью и может эффективно использоваться в качестве конструкционного материала

Ключевые слова: композиционная фанера, лущеный шпон, армирование, стеклоткань, древесно-клеевая композиция, прочность, структура пакета.

USE WASTE OF WOODWORKING IN PRODUCTION OF REINFORCED COMPOSITE PLYWOOD

Ugriumov S.A,. Shein A.V.

Physic-mechanical properties of composite plywood on the base of veneer and inside layer on the basy of wood waste with reinforcing of blankets fiber glass fabric are studied. It is established that reinforced composite plywood possesses the increased durability and can effectively be used as a constructional material.

Key words: composite plywood, rotary cut veneer, reinforcing, fiber glass fabric, wood and glue composition, durability, structure of a package.

Введение. В настоящее время в период острой конкуренции перед фанерными предприятиями остро стоит задача рационального расходования древесного сырья. Эффективная утилизация образующихся отходов с выпуском продукции позволяет снижать общие материальные затраты, так как в общей стоимости фанеры доля сырьевых материалов занимает первое место - 40…45 % [5,12].

При производстве фанеры неизбежно образуются древесные отходы – опилки при раскрое кряжей на чураки, шпон-рванина и обрезки кускового шпона при лущении, отходы при форматной обрезке плит. Возвратное использование их в фанерном производстве позволяет снизить расход сырья и себестоимость единицы продукции.

Весьма эффективна технология производства композиционной фанеры с внутренним слоем на основе измельченных древесных отходов (шпона-рванины, отходов от форматной обрезки и др.) [13]. В структуре данного материала основу листа составляет лущеный шпон, располагаемый по наружным пластям, а центральный слой состоит из композиции на основе древесных частиц с клеем.

Композиционная фанера обладает высокими эксплуатационными характеристиками [13,14]. Однако прочностные показатели композиционной фанеры уступают фанере общего назначения, что объясняется наличием «слабого» внутреннего слоя из древесно-клеевой композиции.

В целях упрочнения материала при формировании пакета композиционной фанеры листы шпона необходимо использовать как армирующие слои и располагать на поверхности композиционного материала для предотвращения разрушения от касательных напряжений, поскольку шпон обладает большей прочностью при изгибе по сравнению со слоями из древесно-клеевой композиции [2,3,4]. Целесообразно также использовать в наружных слоях армирующие прослойки, например из стеклоткани. Армирующие слои обеспечивают особую структуру материалу, передачу напряжений, а также стойкость к различным внешним воздействиям [1,10,11].

Представляет практический интерес оценка прочностных характеристик композиционной фанеры с введением в ее структуру армирующих прослоек из стеклоткани.

В данной работе методом прямого эксперимента оценены физико-механические характеристики композиционной фанеры, изготовленной по различным схемам сборки, определены рациональные конструкции с технологической точки зрения, а также в зависимости от сферы применения данного материала.

Методика проведения эксперимента. В работе оценены свойства композиционной фанеры, изготовленной по схемам сборки, представленным на рисунке 1.

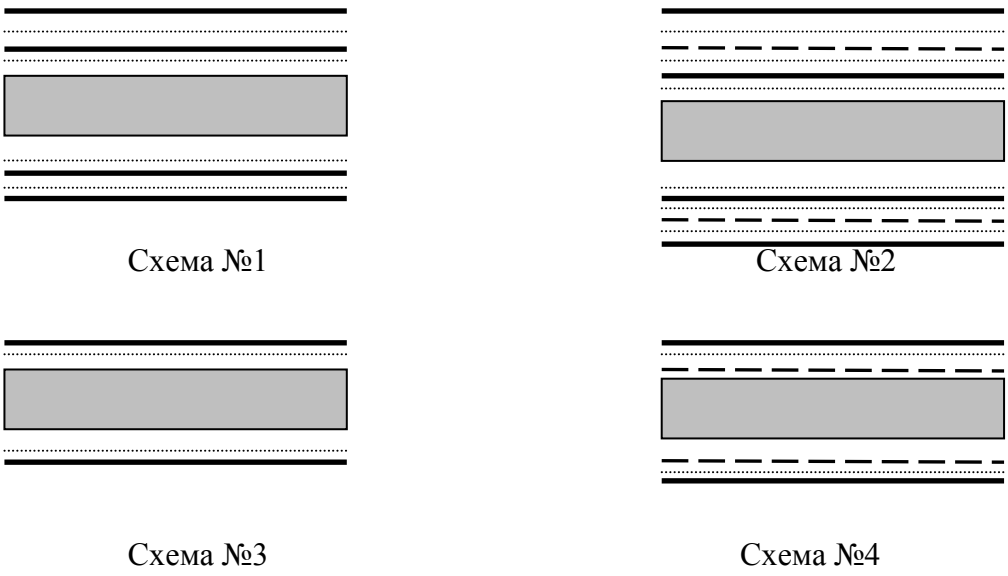


Рисунок 1 – Схемы сборки пакетов композиционной фанеры:
слои шпона; ..... клеевая прослойка;
древесно-клеевая композиция; — — стеклоткань

Для производства образцов композиционной фанеры использовался лущеный березовый шпон номинальной толщиной 1,5 мм и клеевая композиция на основе древесной резаной стружки и фенолформальдегидной смолы марки СФЖ-3014. Общая номинальная толщина образцов составляла 12 мм, формат образцов 400×400 мм^2.

При расчете компонентов для внутреннего слоя был использован принцип расчета составляющих, применительно к производству древесностружечных плит. Расчетная плотность внутреннего слоя была принята на уровне 700 кг/м^3 (средняя плотность плитных конструкционных материалов). Для изготовления внутреннего слоя в состав клеевой композиции был введен клей из расчета 12 % от массы абсолютно сухой стружки. При поверхностной намазке нужных листов шпона технологический расход клея составлял 120 г на 1 м^2 поверхности.

Прессование образцов велось в гидравлическом прессе П100-400 с применением ограничительных прокладок для фиксации толщины при следующих режимах:

- температура плит пресса – 135°С;
- удельное давление прессования – 2 МПа;
- продолжительность выдержки под давлением – 6 мин.

После выгрузки фанеры из пресса и ее нормализации в течение одних суток проводился ее раскрой на образцы для определения физико-механических свойств в соответствии действующими стандартами [6,7,8,9].

Результаты исследования. В таблице 1 приведены обобщенные сравнительные физико-механические характеристики композиционной фанеры, изготовленной по различным схемам сборки.

Таблица 1 – Сравнительные свойства композиционной фанеры

Номер схемы сборки	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти, Мпа	Предел прочности при адгезионном отрыве, МПа	Разбухание по толщине, %	Объемное разбухание, %	Водопоглощение, %	Потеря массы при горении, %
1	88,5	0,60	1,62 (по границам смежных листов шпона)	10,314	11,715	31,15	13,8
2	98,2	0,62	2,22 (по границе наружного листа шпона и стеклоткани)	11,74	11,3	24,256	9,1
3	79,7	0,58	1,36 (по границе наружного листа шпона и древесно-клеевой композиции)	11,548	10,98	29,365	14,5
4	87,8	0,58	2,11 (по границе наружного листа шпона и стеклоткани)	11,3	11,8	25,6	10,18

В результате анализа разрушения образцов при статистическом изгибе было отмечено, что в схемах №1 и 3 (без армирующих слоев) происходит комплексное разрушение образцов от нормальных напряжений, а также межслойного сдвига, вызванного доминирующими касательными напряжениями. В схемах № 2 и 4 (с армирующими слоями) происходит разрушение образцов, вызванное доминирующими нормальными напряжениями, при этом разрушения от касательных напряжений по границам слоев шпона, армирующей прослойки и древесно-клеевой композиции не наблюдается. Таким образом, наличие армирующего слоя приводит к значительному упрочнению материала.

Разрушение при отрыве перпендикулярно к пласти происходит в основном по древесно-клеевому слою или по граничным слоям армирующей прослойки и древесно-клеевой композиции со значительным вырывом древесных частиц, что свидетельствует о высокой адгезионной связи армирующего слоя, слоев шпона и древесно-клеевой композиции.

При адгезионном отрыве наружного слоя шпона наблюдается когезионный характер разрушения с захватом шпона или древесно-клеевой композиции, что также свидетельствует о высокой прочности связывания армирующего слоя с листами шпона и древесно-клеевой композицией.

Разбухание и водопоглощение композиционной фанеры находится на уровне традиционных древесно-плитных материалов, изготовленных на основе водостойкой синтетической смолы.

При введении армирующей прослойки несколько снижается потеря массы при горении, так как наличие стеклоткани препятствует распространению открытого огня и повышает огезащищенность материала.

Вывод. Организация производства армированной композиционной фанеры позволяет утилизировать отходы сопутствующего фанерного производства, экономить древесный шпон с выпуском плитного материала с высокими эксплуатационными свойствами, который

может эффективно использоваться в качестве конструкционного материала в различных сферах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров И.А., Малышева Г.В., Нелюб В.А., Буянов И.А., Чуднов И.В., Бородулин А.С. Механизм разрушения микроуглепластиков на основе эпоксидных связующих // Энциклопедия инженера-химика, 2012. – №4. – С. 24-30.
2. Баурова Н.И. Определение устойчивости полимерных композиционных материалов к длительному воздействию многоциклового нагружения // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2013. – №4. – С. 16-21.
3. Баурова Н.И. Числовая оценка случайных погрешностей измерения прочности полимерных композиционных материалов // Энциклопедия инженера-химика, 2013. – №9. –С. 47-51.
4. Баурова Н.И., Сергеев А.Ю. Структурные исследования механизма разрушения клеевых соединений после испытаний методом pullout // Клеи. Герметики. Технологии, – 2014. –№4. – С. 24-28.
5. Волынский В.Н. Технология клееных материалов: Учебное пособие для вузов. – Архангельск: Издательство АГТУ, 2003. – 280 с.
6. ГОСТ 10636 – 90. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 6 с.
7. ГОСТ 15867-79 (с изм.1 1983) Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочного материала. – М.: Издательство стандартов, 1999. – 7 с.
8. ГОСТ 9621-72. Древесина слоистая клеёная. Методы определения физических свойств.- М.: Издательство стандартов, 1978. – 6с.
9. ГОСТ 9624-93. Древесина слоистая клеёная. Методы определения предела прочности и модуля при статическом изгибе.- М.: Издательство стандартов, 1982. – 4с.
10. Журавлева К.В., Шевцова М.А., Малышева Г.В. Расчет элемента конструкции крыла самолета, изготовленного из полимерных композиционных материалов // Энциклопедия инженера-химика, 2013. –№ 8. – С. 27-30.
11. Муранов А.Н., Малышева Г.В., Нелюб В.А., Буянов И.А., Чуднов И.В., Бородулин А.С.Исследование свойств полимерных композиционных материалов на основе гетерогенной матрицы // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2012. –№ 4. – С. 2-6.
12. Справочник по производству фанеры / Веселов А.А., Галюк Л.Г., Доронин Ю.Г. и др.: по ред. Н.В.Качалина. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 432 с.
13. Угрюмов С.А. Исследование свойств композиционной фанеры с внутренним слоем из древесной стружки // Вестник КГТУ: Периодический научный журнал. – Кострома: КГТУ, 2005. – №11. – С. 110-111.
14. Угрюмов С.А., Свешников А.С. Оценка адгезионной прочности и межфазного взаимодействия в структуре фанеры с внутренними слоями из древесно-клеевой композиции // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2014. –№ 1 (21). – С. 53-61.

УДК 674.812-419

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСТРЫ ЛЬНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Угрюмов Сергей Алексеевич, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, ugr-s@yandex.ru*

Рассмотрены возможные способы использования отходов льноперерабатывающей промышленности (костры льна) в деревообработке с выработкой плитных композиционных материалов конструкционного назначении. Установлено, что применение костры льна способствует эффективной ее утилизации и снижению производственных затрат.

Ключевые слова: костра льна, плитный композиционный материал, костроплита, композиционная фанера, осмоление, смачивание.

USE FLAX FIRES IN PRODUCTION OF SLABBY COMPOSITE MATERIALS

Ugriumov S.A

Possible ways use waste of processing flax (flax fires) in woodworking with production of slabby composite materials constructional appointment are considered. It is established that application fires of flax promotes its effective utilization and decrease of production expenses.

Key words: flax fire, slabby composite material, plate on a base of flax fires, composite plywood, resinification, wetting.

Введение. Одной из важнейших задач, стоящих перед деревообрабатывающей промышленностью, является снижение себестоимости продукции. В фанерном и плитном производствах рациональное использование сырья позволяет снижать общие материальные затраты, так как в общей стоимости фанеры и древесностружечных плит доля сырьевых материалов занимает первое место. Древесина, как основное сырье и синтетические связующие в основном определяют их свойства и являются мощным экономическим рычагом в современных рамках работы предприятий. В данном производстве в среднем около 50 % затрат на изготовление единицы продукции приходится на сырье и материалы [8,9]. Отсюда глобальными задачами промышленности по производству плит является снижение материалоемкости, расходов сырья и материалов на изготовление 1 $м^3$ продукции. Кроме этого, вопрос снижения себестоимости продукции с сохранением или повышением ее качества является актуальным в связи с вступлением Росси в ВТО и необходимостью внедрения конкурентоспособной продукции на внешний рынок.

Вовлечение в производство плитных композиционных материалов материалов всех возможных отходов лесопиления, деревообработки, лесозаготовок, и перерабатывающих производств сельского хозяйства, которые, как правило, не дороги по стоимости, также способствует снижению себестоимости продукции и позволяет эффективно утилизировать образующиеся отходы.

Сельскохозяйственные отходы, например, костра льна, не находят широкого применения в производстве клееных материалов. Как правило, они сжигаются для производства теплоэнергии, или вывозятся на поля запахивания. В то же время они являются дешевым сырьем для производства плит для мебельного производства и других прессованных материалов высокого качества.

В настоящее время проблемам углубленной переработки льна и эффективной утилизации отходов льнопроизводства уделяется серьезное внимание на государственном уровне. В соответствии с «Основами политики Российской Федерации в области развития науки и технологий» глубокая переработка льна является важным направлением отечественных технологических разработок, на реализацию которых должна быть сделана основная ставка государственных и частных инвесторов [2]. В связи с этим во многих регионах нашей страны в последние годы наблюдается существенный рост производства и переработки льна, что влечет повышение объемов костры, подлежащей утилизации.

Возможные способы использования костры льна в производстве питных композиционных материалов. Производство костроплит – основное направление эффективной пе-

реработки льняной костры. Костра по химическому строению сходна с древесиной, она содержит много стойких химических соединений - лигнин, целлюлозу, высокополимерные пентозаны, поэтому может склеиваться с применением клеев на основе традиционных смол, применяемых в деревообработке [5]. Частицы костры образуют фракцию, пригодную для использования в плитном производстве без дополнительной обработки. Начальная влажность костры, поступающей с льноперерабатывающих заводов, составляет от 12 % до 30 %, что позволяет снизить затраты на сушку в сравнении с производством древесностружечных плит.

Отличие древесностружечной плиты от плиты из льняной костры – в наполнителе. Костра льна – это оболочка растения, которая выполняет в основном защитные функции растения от агрессивных сред и механических воздействий, поэтому возможно получение плит из костры с повышенной водостойкостью [7].

На основе костры возможно изготовление конструкционных строительных и мебельных плит плотностью от 600 кг/м^3 и теплоизоляционных плит плотностью порядка 300 кг/м^3. Данная технология разработана и освоена в Чехии, Польше, России [1]. Недостатками данной технологии является необходимость отделения из костры пылевидной фракции и волокна с целью снижения расхода связующего и повышения физико-механических свойств плит.

Экспериментально установлено, что прочностные показатели костроплит, изготовленных по традиционным технологиям, примерно на 20…40 % ниже чем у древесностружечных плит, что обусловлено, главным образом, особенностями адгезионного взаимодействия костры с клеевым составом [12]. При осмолении костры синтетическим связующим сложно достичь равномерного его распределения по поверхности всех частиц. На поверхности готовой костроплиты, как правило, наблюдаются участки с повышенным содержанием связующего в виде пятен и участки мало осмоленные. Неравномерность осмоления костры приводит к нестабильности свойств по толщине и формату плиты, что негативно отражается на качестве продукции.

Улучшение качественных показателей клееных материалов, произведенных с применением костры, невозможно без модифицирования клеевых композиций, обеспечивающих полное и равномерное смачивание частиц наполнителя. Данный практический вопрос эффективно решается путем модификации традиционных синтетических связующих поверхностно-активными веществами, например, спиртами (бутиловым, этиловым, амиловым, гексиловым, изопропиловым и др.) [1,2,14].

Модификация клеев поверхностно-активными веществами - это технически простой, экономически выгодный и эффективный способ повышения эксплуатационных характеристик материалов на основе костры льна, позволяющий повысить прочностные свойства костроплит до уровня древесностружечных марки П-А.

Костроплиты при меньших затратах на их производство легко поддаются механической обработке, облицовываются и отделываются, поэтому могут с успехом конкурировать с древесностружечными плитами.

Наибольший удельный вес в объеме партии костры приходится на фракции с наибольшим размером частиц от 7 до 0,5 мм (порядка 80…85 % от всего объема). Длина частиц разная, в среднем 15 мм, при малой толщине, порядка 0,2 мм [12]. С точки зрения формирования структуры плитного материала применение частиц различного размера дает более сплошную их упаковку, а незначительная толщина способствует образованию большего количества клеевых мостов и формированию мелкоструктурной поверхности.

Костра может использоваться в комбинированных древесностружечных плитах. При этом основу прочности плите будет придавать внутренний слой из древесной стружки, желательно плоской резаной, а наружные слои на основе костры льна будут создавать мелкоструктурную поверхность. При данном способе сокращаются затраты на поверхностную обработку плит (шлифование) и уменьшается количество образующихся отходов. Возможно изготовление комбинированных плит строительного назначения [6].

Эффективным направлением возможно использование костры льна в производстве композиционной фанеры [10], наружные слои которой состоят из взаимно перпендикулярных слоев лущеного шпона, а внутренним заполнением является клеевая композиция на основе костры льна. Основу прочности данному материалу придают слои шпона, при этом их расход на единицу продукции существенно снижается. Чем больше толщина композицион-

ной фанеры и меньше толщина шпона в наружных слоях, тем меньше себестоимость материала.

При изготовлении композиционной фанеры необходимо создание комплекса оборудования, на котором по конвейерной технологии будет происходить формирование пакетов и их горячее прессование. Целесообразно участки производства композиционной фанеры организовывать на отдельных участках в рамках действующих фанерных предприятий [13].

Результаты опытных запрессовок и испытаний показали, что композиционная фанера на основе березового лущеного шпона и заполнителя на основе костры льна обладает высокими физико-механическими свойствами [11]. Варьируя толщиной и плотностью внутренней прослойки, схемами сборки, количеством связующего и другими факторами можно получать материал с желаемым комплексом свойств. Поэтому композиционная фанера может найти широкое применение в мебельной промышленности, строительстве, авто-, вагоно- и контейнеростроении и других сферах.

Вывод. Производство плитных композиционных материалов с использованием костры льна позволяет снизить себестоимость продукции за счет меньшей стоимости сырья и некоторых изменений в технологическом процессе. При этом возможно получение конкурентоспособных материалов с необходимым комплексом свойств в соответствии со сферами их потребления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплект оборудования по производству плит из костры льна [Электронный ресурс]. (http://www.vsz.ru/product).
2. Коньков П.А., Морыганов А.П., Стокозенко В.Г., Захаров А.Г. Глубокая переработка льна в России: исторические аспекты и перспективы [Электронный ресурс] (http://pandia.org/text/78/403/63382.php).
3. Малышева Г.В. Прогнозирование ресурса клеевых соединений // Клеи. Герметики. Технологии, 2013. – № 8. – С.31-34.
4. Малышева Г.В. Физическая химия адгезивных материалов // Материаловедение, 2005. – № 6. – С.38-40.
5. Марков А.И., Суслов Н.Н. Первичная обработка лубяных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1983. – 245 с.
6. Патент 1825734 РФ, МПК [5] B27N3/04,3/02 Способ изготовления плит из стеблей однолетних растений / С.С. Негматов, И. Абдираимов, Б.Н. Хван, Д.Э. Маллаев, Б.Т. Казаков: заявитель и патентообладатель Ташкентский политехнический институт им. А.Р. Бируни - № 4789913/15; заявл. 13.11.1989; опубл. 07.07.1993; Бюл. №25. – 4 с.
7. Плита влагостойкая из льняной костры. [Электронный ресурс]. (http://www.old.kryshavel.by/Docs/pk-1.htm).
8. Справочник по производству древесностружечных плит / И.А. Отлев. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 384 с.
9. Справочник фанерщика / А.В. Волков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 486 с.
10. Угрюмов С.А. Использование костры льна в производстве композиционной фанеры // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – М.: МГУЛ, 2005. – №6. – С. 63-65.
11. Угрюмов С.А., Свешников А.С. Комплексное исследование свойств композиционной фанеры // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2010. – № 6. – С. 163-165.
12. Угрюмов С.А. Применение костры льна в производстве клееных материалов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2002. – № 2. – С. 186-188.
13. Угрюмов С.А., Смирнов А.А. Организация технологического процесса производства композиционной фанеры.// Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. –М.: МГУЛ, 2006. – № 3. – С. 123-126.
14. Угрюмов С.А., Цветков В.Е. Применение основных положений теории адгезии для расчета поверхностного натяжения костры льна // Деревообрабатывающая промышленность, 2008. – № 1. – С. 22-23.

УДК 694.1

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСТРЫ ЛЬНА В КАЧЕСТВЕ УТЕПЛИТЕЛЯ ДЕРЕВЯННОГО КЛЕЕНОГО БРУСА

Зайцева Ксения Владимировна, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, kseniya_zaiceva@mail.ru*

В работе представлена новая конструкция утепленного клееного бруса, с внутренним слоем из костры льна и непрядомого волокна, которая соответствует жестким требования по теплопроводности. Данная конструкция обладает всеми достоинствами деревянного клееного бруса, при этом выполнена только из экологически чистых материалов и

Ключевые слова: утепленный клееный брус, костра льна, экологически чистый утеплитель, коэффициент теплопроводности

ABOUT THE POSSIBLE USE FLAX BROME AS A HEATER WOOD LAMINATED VENEER LUMBER

Zaitseva KV

New construction of insulated laminated veneer lumber, with an inner layer of the flax brome and fiber, which meets the strict requirements for thermal conductivity is represented in work. This design possesses all advantages of wood laminated veneer lumber while is made only from ecologically clean materials.

Keywords: the warmed glued bar, fire flax, organicinsulation, coefficient of heat conductivity

Введение. Обзор последних статистических данных российского строительного рынка показал, что более 40 % рынка малоэтажных жилых зданий составляют дома, построенные из дерева. В тройке лидеров находятся дома, возведенные из клееного бруса. Профилирование бруса и выборка пазов «замков» в нем, позволяет легко и быстро производить монтаж домов без дополнительной подгонки и зарубки на строительной площадке [4].

Для тогочтобы соответствовать современным жестким требованиям по теплоизоляции ограждающих конструкций, в настоящее время все больше набирает популярность так называемый «утепленный клееный брус». Этот новый вид строительного материала позволяет значительно сэкономить материальные затраты, ведь при его производстве часть ламелей из древесины заменяют слоями из более дешевогоутеплителя. Чаще всего используют два типа теплоизоляционных материалов: жесткий пенополиуретан и экструдированный пенопласт. Но обаэти утеплителя – это утеплители на синтетической основе. Потенциальные покупатели домов из утепленного клееного бруса наряду с хорошими техническими и эксплуатационными характеристиками данного материала стен, хотели бы, чтобы их будущий дом был выполнен на 100 % из экологически чистыхматериалов, т.е. материалов природного происхождения.

В данной работе в качестве утепленного клееного бруса предлагается брус, изготовленный из ламелей сосны с внутренним слоем из костры льна и непрядомого волокна.

Материалы и методы исследования. В настоящий момент в домостроении широко используют различные утеплители, использование которых позволяет снизить расход основных строительных материалов и уменьшить массивность фундамента, т.е. сократить материальные расходы. Но при установке утеплителя возникают дополнительные трудозатраты. Отсюда возникает потребность в утеплителе, который снизит эти затраты. Решением этой проблемы является установка утеплителя при самом производстве деревянного клееного бруса. Всем этим требованиям как раз и отвечает утепленный клееный брус.Применение теплоизоляции существенно экономит расходы на отопление объектов, эксплуатацию зданий и сооружений. Утеплитель − важнейший элемент в строительстве, его задача снизить потери тепла в холодный период года и обеспечить относительное постоянство температуры в помещениях в течение суток. Применяя для теплоизоляции эффективный утеплитель, можно существенно уменьшить толщину и снизить массу ограждающих конструкций и таким обра-

зом сократить расход основных стройматериалов (кирпича, цемента, блоков) и увеличить допустимые размеры сборных элементов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что для снижения себестоимости деревянной клееной конструкции, необходимо внутри ее использовать недорогой, но в тоже время эффективный и экологически чистый утеплитель.

Одним из таких утеплителей может служить эко утеплитель из костры льна и непрядомого волокна.Льняная костра по химическому строению сходна с древесиной, она содержит много стойких химических соединений - лигнин, целлюлозу, высокополимерные пентозаны[4], поэтому может склеиваться с применением клеев на основе традиционных смол, применяемых в деревообработке. Начальная влажность костры, поступающей с льноперерабатывающих заводов, составляет от 12 % до 30 %, что позволяет снизить затраты на сушку. На основе костры возможно изготовление конструкционных строительных и мебельных плит плотностью от 600 кг/м^3 и теплоизоляционных плит плотностью порядка 300 кг/м^3. Данная технология разработана и освоена в Чехии, Польше, России [1, 5].

С 1985 г. начали производиться тепло-звукоизоляционные плиты малой плотности и с малым содержанием связующего – плиты сухого формования (MDF). Они состоят из разволокненных частиц костры с добавлением до 8 % смолы и 1 % парафина. Выпуск таких плит освоен в Тайланде, Великобритании и Канаде [1]. При производстве плит MDF костра не требует предварительной очистки, измельчения и сортировки. Эта технология очень проста и заключается в разволокнении увлажненной костры на дефибрилляторе и приготовлении однородной кострово-клеевой массы. После структурной гомогенизации смеси идет легкое формование плит нужной конфигурации. Плиты обладают высокой структурной однородностью, мелкоструктурной поверхностью и необходимой формой.

Самым главным показателем всех теплоизоляционных материалов является коэффициент теплопроводности λ,Вт/м·°С. Для утеплителей на основе костры льны значения данного коэффициента отсутствуют, поэтому были проведены эксперименты по его определению на кафедре ЛДП КГТУ по уже отработанной методике [4].Схема установки датчиков в образце утеплителя изображена на рисунке 1.

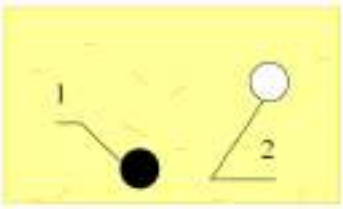


Рисунок 1 – Схема установки датчиков:
1 – датчик, измеряющий температуру нагревательного элемента;
2 – датчик, измеряющий температуру утеплителя

При проведении опыта использовался экспериментальный образец утеплителя, при производстве которого использовались костра и непряденое волокно с плотностью 40 кг/м^3.

Результаты измерений температуры заносились в таблицы и отображались графически. Далее по значению температур датчиков и значению мощности нагревателя в стационарном режиме необходимо вычислить коэффициент теплопроводности материала по формуле:

$$\lambda = \frac{\theta \cdot \ln(l/r)}{2\pi L(t_1 - t_2)}, \qquad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности испытуемого материала, Вт/ (м·^{0}С);Q – мощность нагревательного элемента, Вт; L – длина нагревательного элемента, м;r – радиус нагревательного элемента, м;l – расстояние от середины элемента до места приложения термосопротивления, м;t_1, t_2 – температуры нагревательного элемента и точки бруса, для которой рассчитывается коэффициент теплопроводности, ^{0}С.

Экспериментальные значения λ, полученные при различных температурах, пересчитывались на стандартную температуру среды – 20^0С. Для этого была использована справочная таблица для переводного коэффициента K_t[4].

Определив коэффициент теплопроводности данного вида утеплителя, необходимо рассчитать его толщину в утепленном брусе. Для этого используют стандартное значение сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R, $м^2 \cdot {}^oС/Вт$, которое определяется по формуле

$$R=\delta/\lambda, \qquad (1)$$

гдеδ – толщина слоя, м;λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала, $Вт/(м \cdot {}^oС)$.

Толщина утеплителя для многослойной ограждающей конструкции находится по формуле:

$$\delta_{ут} = \left[R - \left(\frac{1}{\alpha_в} + \frac{1}{\alpha_н} + \frac{\delta_{др}}{\lambda_{др}} \cdot 3 \right) \right] \cdot \lambda_{ут}, \qquad (2)$$

где R – требуемое сопротивление теплоотдаче ограждающих конструкций, м·°С/Вт; $\alpha_{вн}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по СНиП 23-02-2003 [2]; $\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих стены, принимаемый по СНиП [2].

Далее производится расчет толщины всей конструкции из деревянного клееного бруса с утеплителем из костры и непрядомого волокна по формуле:

$$\delta_{ст} = \delta_{ут} + 2 \cdot \delta_{др}, \qquad (3)$$

гдеδ$_{ст}$ – толщина стены, м;δ$_{ут}$ – толщина утеплителя, м;δ$_{др}$ – толщина клееной древесины, м.

Результаты исследования. В результате серии экспериментов средний коэффициент теплопроводности утеплителя из костры и непрядомого волокна λ =0,115 Вт/м·°С. С учетом переводного коэффициента, учитывающего температуру окружающей среды, коэффициент теплопроводности эко утеплителя из костры λ = 0,101 Вт/м·°С.

Исходя из имеющихся данных, толщина утеплителя из костры и непрядомого волокна производится по формуле(2)

$$\delta_{ут} = \left[3{,}49 - \left(\frac{1}{8{,}7} + \frac{1}{23} + \frac{\delta_{др}}{0{,}244} \cdot 3 \right) \right] \cdot 0{,}101 = 0{,}253 м^3$$

Расчет толщины конструкции из деревянного клееного бруса с утеплителем из костры и непрядомого волокна производится по формуле(3)

$$\delta_{ст} = 0{,}253 + 2 \cdot 0{,}025 = 0{,}303 \ м^3$$

Таким образом, из расчетов принимаем сечение деревянного клееного бруса с утеплителем из костры и непрядомого волокна (плотность утеплителя 40 $кг/м^3$) равным 300×300 мм, сечение утеплителя составит 250×250 мм. Брус соответствует всем строительным нормам для центральной климатической зоны.

Обсуждение результатов. Данный вид термобруса состоит на 30,56 % из пиломатериалов хвойных пород древесины и 69,44 % из утеплителя. Утеплитель планируется брать с предприятий текстильной промышленности, т.к. костра и непрядомое волокно являются отходами первичной обработки льна, чем и объясняется его дешевизна.

Утеплитель (костра и непрядомое волокно) производятся из отходов промышленной переработки льна, доставляется на предприятие автомобильным транспортом. Далее костра и непрядомое волокно перемещается на ленточном конвейере, в процессе движения она осмоляется клеем. Осмоление осуществляется посредством распыления клея.Утеплитель осмоляется для того, что бы в процессе длительной эксплуатации он не оседал и не спрессовывался внутри бруса, а оставался монолитной устойчивой и долговечной конструкцией.

Многокамерный клееныйбрус получают при склеиванииламелей из хвойных пород древесины, как показано на рисунке 2, друг с другом.Ламели склеиваются сердцевиной наружу, т.к. именно такая технология склеивания позволяет существенно минимизировать трещины в древесине. Кроме того, в области сердцевиныменьше всего дефектов, что дает большое преимущество для продукции в эстетическом смысле.

Далее брус склеивается в ваймо-кондукторе (рисунок 3). Время склеивания составляет 15 минут. При этом вовнутрь бруса закладывается утеплитель из костры льна.

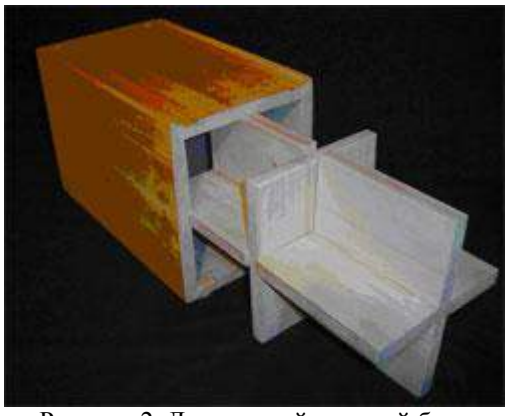


Рисунок 2. Деревянный клееный брус

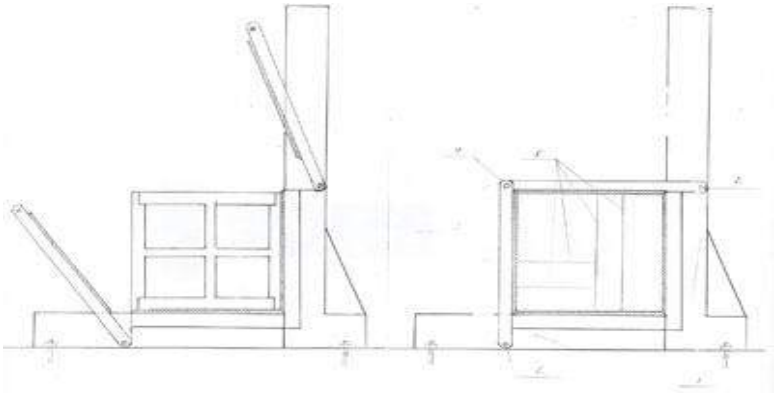


Рисунок 3 – Принцип работы ваймо-кондуктора

Высокое качество обработки поверхностей позволяет использовать этот брус без дополнительной обработки стен. Отсутствие остаточных напряжений в древесине после сушки практически исключает коробление отдельных брусьев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. –М.: Информ-Знание, 2002. – 400 с.
2. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, 2003.
3. Термобрус – материал для строительства пассивного дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа :http://octopus-spb.ru/new/termobrus-material-dlya-stroitelstva-passivnogo-doma.html (Дата обращения 30.12.2014).
4. Титунин, А.А. Проектирование и производство строительных материалов из древесины. Комплексный подход: монография / А. А. Титунин, К.В. Зайцева ; отв. ред. А. М. Ибрагимов. – Кострома: Изд-во Костромского гос. технол. ун-та, 2009. – 185 с. 11,81 / 9,31 п.л.
5. Угрюмов С.А., Боровков Е.А., Щербаков А.Е., Абрамов Е.А., Даншин П.Ю. Костральна, как сырье для производства композиционных материалов. (КГТУ, г. Кострома, РФ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа :http://science-bsea.narod.ru/2006/les_2006/ugrumov_kostra.htm (Дата обращения 30.12.2014).

УДК 694.1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КЛЕЕНОГО БРУСА

Титунин Андрей Александрович, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, titunin62@mail.ru*

Зайцева Ксения Владимировна, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, kseniya_zaiceva@mail.ru*

В статье проанализированы технология и структура затрат производства клееного деревянного бруса, на основании чего можно утверждать, что направления исследований, направленные на снижение затрат на материалы, являются актуальными. Исходя из этого, предложена новая конструкция клееного бруса с внутренним слоем из природного материала на основе растительных или древесных волокон, с поперечными перегородками, изготовленных из отходов, получаемых в процессе раскроя пиломатериалов.

Ключевые слова: строительство домов, клееный брус, внутренний слой, экологичность, природный утеплитель, перегородки, отходы деревообрабатывающих производств

TECHNOLOGICAL BASES OF USE OF WASTE PRODUCTS IN THE MANUFACTURE OF LAMINATED VENEER LUMBER

Titunin A.A., Zaitseva K.V.

Technology and structure of expenses of production of laminated wooden beams are analyzed in the article, on the basis of which it could be argued that research aimed at decrease of expenses for materials are relevant. New construction of laminated veneer lumber with an inner layer of a material based on natural vegetable or wood fibers with transverse partitions made of waste produced during the cutting of lumber is proposed.

Keywords: building houses, glued bar, the inner layer, ecology, natural insulation, walls, waste of woodworking productions

Введение. Древесина была и остается для России традиционным строительным материалом, основным поставщиком которого для строительной индустрии являются предприятия лесопромышленного комплекса (ЛПК) и деревообрабатывающей промышленности. В деревянном домостроении при возведении домов древесина широко используется в виде несущих и ограждающих конструкций, при изготовлении оконных и дверных блоков, полов, лестниц, материалов внутренней отделки, деталей интерьера и других строительных конструкций. Насущные требования повышенной комфортности, экологические приоритеты, технико-экономические преимущества и другие факторы обусловливают увеличение спроса на строительные материалы из древесины, в том числе – получаемые в результате механической и механо-физической обработки. Возросший интерес к таким материалам объясняется наличием значительных сырьевых ресурсов, превосходством древесины перед традиционными материалами по ряду эксплуатационных показателей [4].

В последнее время все более популярным при строительстве домов становится клееный брус, состоящий из склеенных между собой слоев (ламелей). Технология изготовления клееного бруса на сегодняшний день разработана и эффективно используется на производстве.

Конечно, этот материал имеет и ряд недостатков, главным из которых является высокая стоимость. Розничная цена за 1 $м^3$ клееного бруса поперечного сечения 200х200 мм в зависимости от региона и от фирмы-производителя варьируется от 19000 до 25000 руб.

Материалы и методы исследования. Была проанализирована структура затрат при производстве клееного бруса и выявлено, что основные затраты в себестоимости продукции приходятся на сырьё и материалы – 88,14 %. При этом на древесное сырьё приходится до 74,52 %. То есть можно с уверенностью утверждать, что производство клееного бруса явля-

ется в первую очередь материалоёмким. Поэтому актуальным направлением исследований является снижение затрат именно на материалы.

Одним из вариантов снижения затрат является применение деревянного клееного бруса с внутренним слоем из утеплителя, так называемый утепленный клееный брус или клееный термобрус [5]. Данный материал является действительно уникальным благодаря качественным клеевым составам и новым технологиям обработки древесины. В термобрусе сочетаются высочайшие теплоизоляционные свойства и свойства традиционного клееного бруса. Подобные конструкции уже производятся в России на нескольких предприятиях, например на ООО «Брус», ООО «Термобрус» и другие (рисунок 1).

Рисунок 1 –. Внешний вид бруса с внутренним слоем из утеплителя

Для сохранения одного из главных качеств клееного бруса – экологичности, желательно использовать в качестве внутреннего утеплителя так же природный материал на основе растительных или древесных волокон. На рынке строительных материалов имеется большое количество таких утеплителей, которые постепенно вытесняют синтетические и полимерные материалы.

Утеплители, сделанные из экологического натурального сырья, обладают рядом безусловных преимуществ: экологической чистотой, абсолютной безопасностью для здоровья человека, долговечностью, низкой теплопроводностью. Для изготовления такого теплоизоляционного материала используются растительные или древесные волокна. Благодаря своей экологичности, природный утеплитель можно использовать для утепления внутренней поверхности помещения. Такие материалы способны «дышать» и даже выводить наружу конденсат или лишнюю влагу, скапливающуюся внутри. Наиболее популярные натуральные утеплители – целлюлозная вата, древесноволокнистые плиты, пробка, лен, конопля, камка, камышит, торфяные блоки пакля, мох, торфяные теплоизоляционные плиты, костроплиты [3].

Все эти природные материалы отлично выполняют функцию утепления деревянного дома, т.к. обладают низким коэффициентом теплопроводности 0,03–0,093 Вт/м·°С [2, 3] при средней плотности в зависимости от степени прессования 10−400 кг/м^3. Эти материалы очень легкие, поэтому легко монтируются.

Природные утеплители благодаря капиллярной структуре своих волокон способны накапливать и отдавать влагу в зависимости от внешней влажности, обладают бактерицидными свойствами, препятствуют появлению грибка, так же обладают звукоизолирующими свойст-

вами. Некоторые из них, например, пробка, защищает людей от воздействия радиации и никогда не покрывается плесенью. Природные утеплители – одни из самых дешевых теплоизоляционных материалов. Не проводят электрический ток и не накапливают статическое электричество.

Недостатками эко утеплителей являются загнивание при увлажнении, так же они не держат гвозди, способны возгораться, некоторые подвержены порче грызунами. Основной их недостаток – это высокое водопоглощение.

Эти недостатки можно уменьшить путем их пропитки антисептиками, оштукатуриванием или использованием только внутри строительных конструкций.

Результаты исследования и обсуждение результатов. Клееные деревянные конструкции с внутренним слоем из эко утеплителя обладают огромным недостатком – при большой длине бруса сложно обеспечить прочность конструкций из-за напряжений сдвига [1]. Поэтому предлагается применение в конструкции бруса поперечных перегородок, изготовленных из отходов, получаемых в процессе раскроя пиломатериалов и вырезки недопустимых по техническим условиям отрезков с пороками и дефектами обработки. По традиционной технологии такие отрезки, как правило, сжигаются в котельной предприятия или перерабатываются на технологическую щепу.

Перегородки устанавливаются в брус соединением «ласточкин хвост» через каждые 600 мм. Внешний вид клееного бруса с внутренним слоем из утеплителя представлен на рисунке 2.

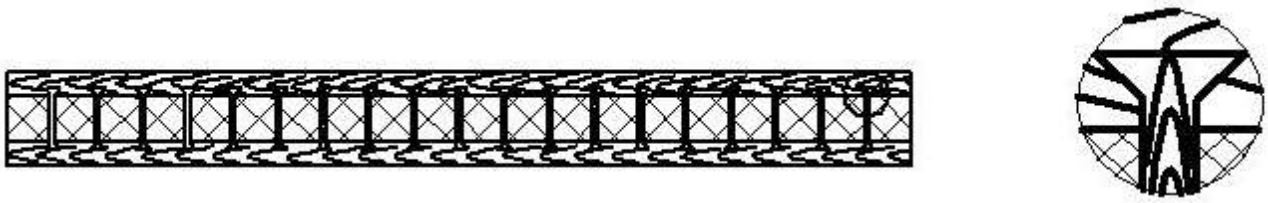


Рисунок 2 – Внешний вид клееного бруса

При производстве клееного бруса до 40 % сырья являются неизбежными потерями на таких операциях, как калибрование ламелей и уже склеенного бруса, а также на вырезке дефектных мест.

На операции торцевания и вырезки дефектных мест количество отходов может доходить до 15–20 % в зависимости от сорта используемых пиломатериалов. Для оптимального использования отходов после вырезки дефектных мест необходимо предусматривать их торцевание в размер, фрезерование и последующую установку в брус.

По результатам анализа возможных вариантов организации технологии производства клееного комбинированного бруса с использованием короткомерных отходов деревообработки, была разработана структурная схема, представленная на рисунке 3.

В отличие от традиционно применяемой схемы технологического процесса по предлагаемому варианту, за счет вовлечения в переработку короткомерных отрезков и применения утеплителя в качестве внутреннего слоя бруса, можно обеспечить снижение расхода качественных пиломатериалов на 1 м^3 готовой продукции с 1,7 до 0,9 м^3.

Таким образом, широкое вовлечение в процесс создания строительных материалов отходов деревообрабатывающих производств обеспечивает комплексное решение проблемы использования древесных отходов с учетом экономических, социальных и современных экологических требований. Кроме снижения материальных затрат при создании строительных материалов для малоэтажного деревянного домостроения наряду с рациональным использованием потенциала древесных ресурсов обеспечивается экономия живого труда и электроэнергии на более ранней стадии производственного цикла.

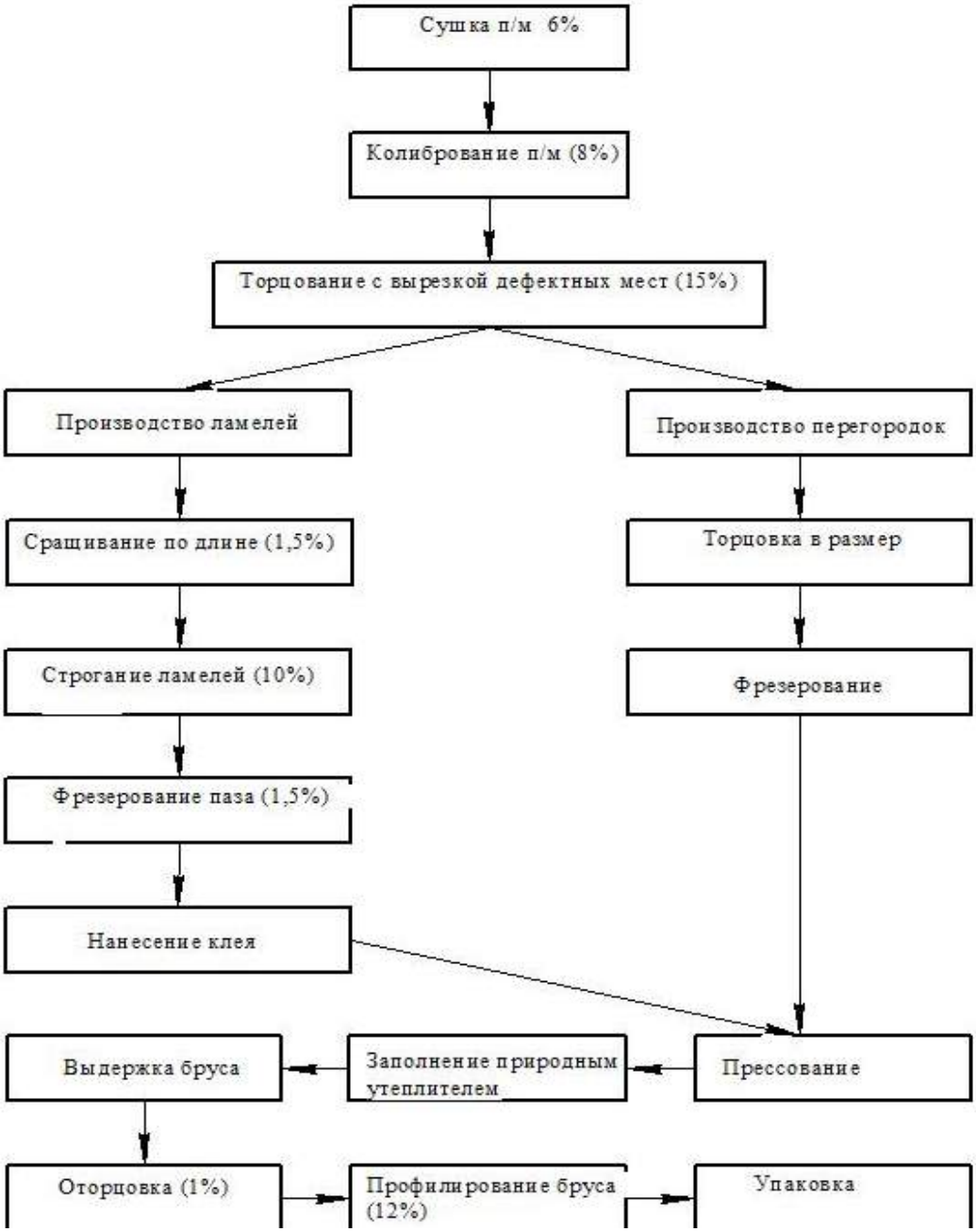


Рисунок 3 – Структурная схема изготовления клееного бруса
с внутренним слоем из утеплителя

ЛИТЕРАТУРА

1. Бызов В. Е. Оценка прочности брусьев для строительных конструкций // Деревообрабатывающая промышленность. – 2008. – №1. – С. 16–18.

2. Зайцева К.В. Теплопроводность клееного бруса, используемого в деревянном домостроении : дис. …… канд. тех. наук.: 05.21.05: защищена 2009 г. – Москва: Московский государственный университет леса, 2009. – 132 с.

3. Натуральный утеплитель для дома: разнообразие выбора [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://pro-uteplenie.ru/vybor/333-naturalnyj-uteplitel (Дата обращения 30.12.2014).

4. Тацюн М.В. Современное состояние ЛПК России и пути его развития. – Дерево. RU. – 2006 – № 4. – М.: РИА Пресс, 2006. – С. 24–27.

5. Термобрус – материал для строительства пассивного дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://octopus-spb.ru/new/termobrus-material-dlya-stroitelstva-passivnogo-doma.html (Дата обращения 30.12.2014).

УДК 573:574:621.311

ПЕРСПЕКТИВЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО БИОТОПЛИВА

Родькин Олег Иванович, *кандидат биологических наук, РУП «Бел НИЦ «Экология», **Республика Беларусь,** г. Минск, aleh.rodzkin@rambler.ru*

Биоэнергетика является одним из наиболее перспективных направлений получения энергии на возобновляемой основе для регионов с континентальным климатом. Источниками твердого возобновляемого топлива в аграрном секторе является древесина, полученная с плантаций быстрорастущих древесных культур, в частности ивы, и остатков сельскохозяйственных культур. Существует ряд проблем, в том числе экологического характера, не способствующих активному внедрению биоэнергетики. Экспериментальные исследования показали, что решение этих проблем позволяет не только стабилизировать, но и улучшать экологическую ситуацию в агроландшафтах. Остатки сжигания биомассы могут использоваться как минеральные удобрения для сельскохозяйственных культур. Плантации ивы служат естественными фильтрами на водосборах, что позволяет выводить из экосистем элементы, стимулирующие эвтрофикацию. Древесина ивы и солома являются нейтральным топливом относительно парниковых газов.

Ключевые слова: биоэнергетика, экология, биотопливо, аграрное лесоводство, ива, солома.

THE PERSPECTIVES AND ENVIRONMENTAL BASIS FOR PLANT RESIDUES USING AS A SOURCES OF RENEWABLE BIOFUEL

Rodzkin O.I.

Bioenergy is one of the most perspective directions for renewable energy production for regions with continental type of climate. The sources of hard renewable biomass in agrarian sector are wood from plantations of fast growing trees like willow and agricultural residues. There are some problems that limit introduction of bioenergy. The results of experiments shown that solving of these problems let us not only stabilize but even improve environmental situation in agrarian landscape. It is possible to use ash after biomass firing as fertilizer for agricultural crops. Willow trees may be used as vegetative filters on watershed for carrying out from ecosystems some elements that may stimulate eutrofication. Willow wood and straw is neutral type of fuel concerning greenhouse gases.

Key words: bioenergy, ecology, biofuel, agroforestry, willow, straw.

Введение. Развитие возобновляемой энергетики является одним из приоритетных направлений ближайшего будущего, определяющим энергетическую безопасность страны. Возобновляемые источники энергии имеют различное происхождение и их эффективное и рациональное использование во–многом связано с климатическими условиями региона. В странах с морским климатом, характеризующимся наличием постоянных и устойчивых ветров приоритет имеет ветровая энергетика. Например, суммарная мощность ВЭУ установленных в Германии составляет около 25,8 ГВт. [6].

Для регионов с континентальным климатом предпочтительным направлением является развитие биоэнергетики, которая основана на выработке энергии из биотоплива различных видов.

Производство твердого биотоплива связано с лесным или аграрным сектором экономики. Конечно, использование древесины для получения энергии при прямых рубках леса нельзя отнести к возобновляемым источникам. Как о возобновляемом биотопливе можно говорить о щепе, опилках, коре, а так же специальных быстрорастущих посадках. Одним из перспективных направлений, как с экономической, так и с экологической точки зрения является сельскохозяйственное лесоводство, которое основано на использовании специальных быстрорастущих древесных насаждений. Они обеспечивают максимально эффективный выход биотоплива на 3–4 год с начала закладки производственной плантации, до 12–15 тонн древесины в пересчете на год и 10 % влажность. Интерес к быстрорастущим древесным насаждениям в немалой степени обуславливается их высоким природоохранным потенциалом (сохранение биологического разнообразия, защита почв от водной и ветровой эрозии, снегоза-

держание, утилизация биогенных элементов и другие цели).В этой связи особый интерес вызывает ива, как растение способное произрастать в условиях повышенной увлажненности, на разных типах почв, в том числе характеризующихся низким уровнем плодородия и напротив высоким содержанием органических и минеральных загрязнителей. Однократно заложенная плантация может быть использована для получения 5–6 урожаев древесины без значительного снижения продуктивности [9].

Источником твердого возобновляемого биотоплива в аграрном секторе так же является солома и другие остатки сельскохозяйственных культур [1]. Масштабному использованию указанных источников в энергетических целях препятствует ряд обстоятельств, как глобального, так и регионального характера [7,8]. К проблемам регионального масштаба относятся: недостаточная освоенность инновационных технологий возделывания и переработки биомассы, отсутствие адаптивных сортов ивы и обоснования объемов соломы которые можно выделить для энергетических целей, вопросы расчета экономической эффективности получения энергии из твердых источников, а так же образования и использования отходов.

Исследования по обозначенным проблемам рассматриваются в данной публикации.

Материалы и методы исследования.Наши исследования по обоснованию и перспективе внедрения плантажных посадок ивы в Республике Беларусь проводятся с 2005 года, в различных экологических условиях страны. Разработана и внедрена адаптивная технология возделывания, созданы сорта быстрорастущей ивы сербско–белорусской селекции, проведена экономическая оценка получения энергии из древесины ивы и соломы [2,3]. В рамках данной публикации более подробно рассматриваются экологические аспекты. В 2011–2014 годах проводились исследования по влиянию влажности соломы на содержание в ней ряда химических элементов. Образцы соломы отбирались в поле после уборки комбайном методом в расстил.

Результаты исследования и их обсуждение.При использовании золы образующейся в результате сжигания биомассы необходимо учитывать такие факторы как количество образующейся золы и наличие в ней тяжелых металлов, дальнейшее попадание которых в почву и сельскохозяйственную продукцию может иметь отрицательные последствия для окружающей среды.

Результаты исследований по объемам образования золы представлены на рисунке 1.

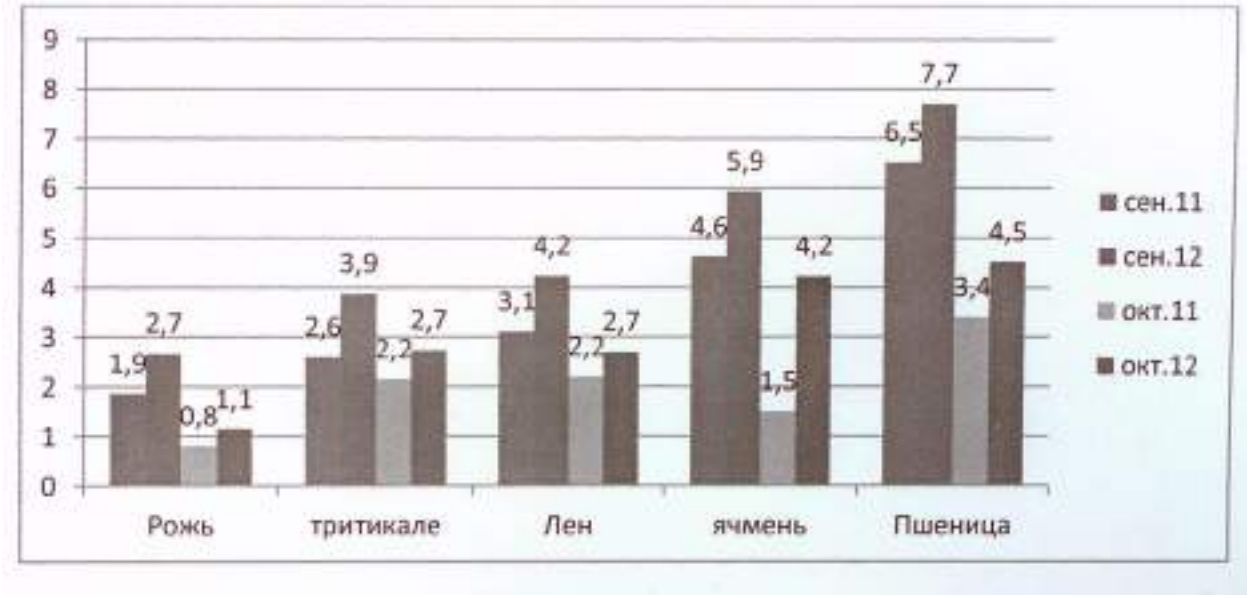


Рисунок 1 –. Объемы золы в образующиеся при сжигании биомассы соломы, %. 2011–2013 годы**.**

Можно констатировать, что объемы образующейся золы, несомненно, зависят от состава соломы, который в свою очередь варьирует в зависимости от погодных условий сложив-

шихся в тот или иной год, так же как и от вида культуры и изменяется от 1 до 6 % по отношению к биомассе. Зольность биомассы ивы составляет около 0,5 % для древесины и 12 % для листьев.

Полученные результаты измерения зольности согласуются с данными других исследователей [1,9].

Результаты исследования зольности имеют практическое значение, так как растения ивы потенциально могут выращиваться не только для производства древесины, но и рекультивации почв загрязненных, например радионуклидами или тяжелыми металлами. В этом случае неизбежно накопление загрязнителей в древесине и золе ивы в той или иной концентрации и соответственно утилизация больших объемов золы становится серьезной экологической проблемой.

Одной из основных проблем при использовании соломы в качестве биотоплива является высокий процент содержания в ней соединений хлора и калия, что, в свою очередь, связано с использованием минеральных удобрений. Это вызывает ряд технических проблем при эксплуатации энергоустановок, таких как интенсивная коррозия поверхностей нагрева и т.д. Установлено, что снижение содержания этих элементов в образцах соломы в расчете на сухую биомассу происходило по мере экспозиции соломы в поле и возрастании ее влажности.

Статистическая обработка подтвердила, что имеет место высокий коэффициент корреляции величины влажности соломы и содержания в ней таких элементов как сера и хлор (рисунок 2).

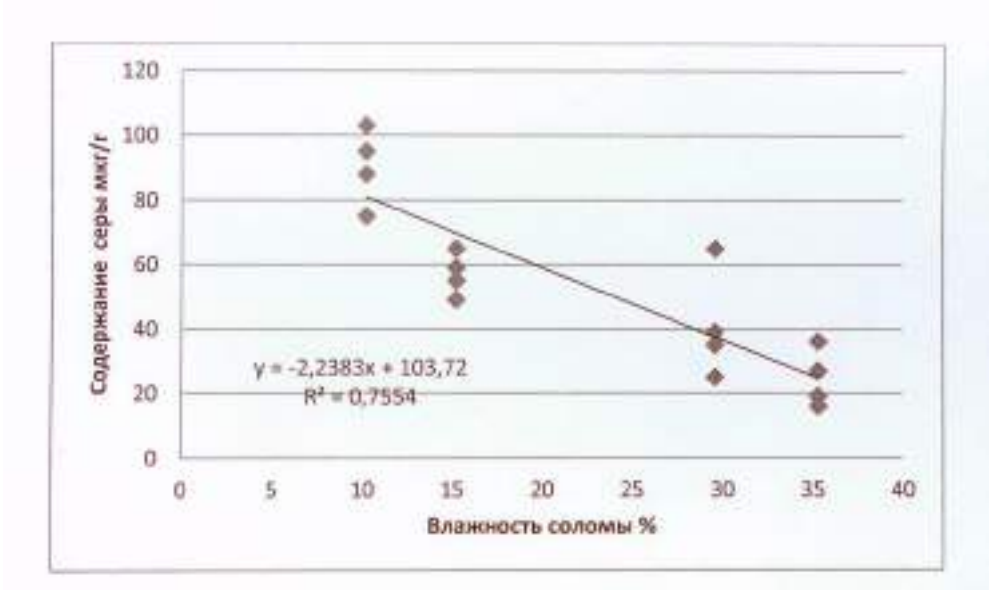


Рисунок 2 – Зависимость содержания серы от влажности соломы ржи.

Для таких элементов как калий и рубидий означенная тенденция выражена в меньшей степени.

Вопросы продуктивности и перехода элементов в биомассу растений при внесении золы в качестве удобрения изучались в вегетационных и полевых условиях. В вегетационных экспериментах дополнительное внесение золы в оптимальных дозах (до 1 тонны в расчете на гектар) стимулирует рост и развитие ячменя. Увеличение дозы внесения в расчете до 1,5 тонн на гектар приводит к относительному торможению ростовых процессов, что возможно объясняется более активной аккумуляцией таких тяжелых металлов как хром, никель, кадмий в биомассе растений.

В полевых условиях изучались вопросы влияния золы на продуктивность и некоторые физиологические характеристики картофеля и ивы. Варианты опыта включали контроль, варианты с нормой внесения золы – 0,5 тонны (В–1), 1 тонна (В–2) и 1,5 тонны (В–3).

Установлено, что внесение золы в почву способствует росту продуктивности растений картофеля. Достоверные прибавки урожая клубней картофеля получены при внесении 1 и 1,5

т/га золы: 21,2 т/га и 24,2 т/га соответственно. Внесение золы не оказывает значительного влияния на интенсивность транспирации картофеля, но стимулирует водоудерживающую способность растений. Как результат улучшается эффективность использования воды, что в том числе положительно влияет на синтез хлорофилла и увеличение его содержания в листьях. Содержание нормируемых тяжелых металлов в клубнях картофеля позволяет использовать их как на продовольственные, так и на кормовые цели, при нормах внесения золы не превышающих одну тонну на гектар. Более высокие нормы внесения обуславливают превышение нормативов содержания кадмия, свинца и мышьяка.

Дополнительное внесение золы не оказывает существенного влияния на водный режим растений ивы. Вместе с тем с увеличением доз внесения золы наблюдалась тенденцию к росту содержания хлорофиллов a и b в листьях ивы, а так же к увеличению концентрации таких элементов как цинк, медь и марганец. Коэффициенты биологического накопления в биомассе ивы кадмия, цинка и никеля не зависели от доз внесения золы, по меди и свинцу имели тенденцию к снижению, а по марганцу к росту.

Данные по влиянию золы на параметры роста растений ивы представлены в таблице.

Таблица – Влияние золы на морфометрические параметры быстрорастущей ивы. Клон «Волмянка»

Вариант	Год	Морфологические параметры		
		Высота растения, см	Диаметр ствола у основания, мм	Количество стеблей
Контроль	2012	222	12,8	3,2
	2013	405	25,2	–
B1	2012	233	13,2	3,2
	2013	413	26,3	–
B2	2012	229	13,6	3,3
	2013	432	28,4	–
B3	2012	225	13,6	3,3
	2013	428	26,9	–

В первый год выращивания ивы внесение золы практически не оказывает влияния на рост растений ивы. Определенная тенденция прослеживается относительно диаметра ствола. По–видимому, это связано с тем, что зола вносилась дополнительно к фону минеральных удобрений для всех вариантов плантации ивы ($N_{30}P_{30}K_{60}$). Дополнительное внесение золы на второй год вегетации положительно сказалось как на высоте растений ивы, так и на диаметре стеблей.

Внедрение плантаций ивы в аграрных ландшафтах позволяет снижать экологическую нагрузку на водные системы. Одним из эффективных методов контроля эвтрофикации является внедрение специальных вегетативных фильтров на территории водосбора, вследствие чего такие макроэлементы как азот и фосфор выносятся за пределы данного ландшафта вместе с биомассой, тем самым не поступая в водные объекты. Плантации ивы на энергетические цели убираются с интервалом один раз в три года. Было установлено, что содержание в листве ивы N (азота) варьирует от 1,8 до 2,6 %, P (фосфора) от 0,16 до 0,21 %, в стволовой древесине и ветках соответственно от 1,6 до 2,0 % и от 0,15 % до 0,20 % в зависимости от клона. При продуктивности надземной биомассы ивы достигнутой в наших экспериментах около 16 т/га в расчете на год и средней по клонам величины содержания биогенов величина выноса N составит около 250 кг, и P – 25 кг. Биогенные элементы, которые накапливаются в листьях, (азот – 7,7 кг. и фосфор 0,67 кг.) возвращаются в экосистему в конце вегетационного сезона.

В соответствии с решениями Киотского протокола древесина, так же как и солома считается нейтральным топливом по отношению к парниковым газам. Вместе с тем, производство биотоплива на основе древесины ивы требует использования определенного количества топлива. Таким образом, то количество парниковых газов, которое выбрасывается в окружающую среду при условии замещения ископаемого топлива на древесину нельзя рассматривать как полностью сэкономленную для страны квоту. В соответствии с технологией воз-

делывания ивы, за весь срок эксплуатации плантации в расчете на 30 гектар выбросы, связанные с потреблением дизельного топлива суммарно составят 734 тонны, а положительный баланс CO_2 при сжигании древесины– 11733 тонн. При сложившемся рынке в Системе европейского союза по торговле выбросами (EU ETS), стоимость одной тонны диоксида углерода составляет около 10 евро Таким образом, замещение древесиной ивы ископаемого топлива в качестве энергоносителя потенциально позволит получить дополнительно около 3900 евро с каждого гектара плантации ивы за весь срок ее эксплуатации [4].

Заключение. Источниками твердого возобновляемого топлива в аграрном секторе являются древесина, полученная с плантаций быстрорастущей ивы и остатки сельскохозяйственных культур. Производство такого биотоплива не вызовет роста нагрузки на окружающую среду.

Образующаяся после сжигания биомассы зола может быть использована как удобрение для культур севооборота. При оптимальных дозах внесения золы не происходит значительное накопление тяжелых металлов в продукции, вместе с тем урожайность культур стимулируется, что подтверждается результатами физиологических исследований.

Оптимизация экологической ситуации при введении плантаций быстрорастущей ивы на сельскохозяйственных угодьях достигается в результате выноса с биомассой макроэлементов обуславливающих эвтрофикацию водных объектов за пределы экосистем.

Древесина ивы, так же как и солома являются нейтральным топливом по отношению к парниковым газам, что обеспечивает дополнительные экологические и экономические преимущества.

ЛИТЕРАТУРА

1.Производство энергии из соломы. Положение, технологии и инновации в Дании 2011 – Agro Business Park A/S, Niels Pedersens Allé 2, 8830 Tjele, 2011. – 39 с.

2. Родькин, О.И. Производство возобновляемого биотоплива в аграрных ландшафтах: экологические и технологические аспекты: монография.– Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011.– 212 с.

3. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии: учебно–методическое пособие / О.И.Родькин, О.А. Кучинский, И.И. Матвеенко, С.П. Кундас, Н.Н. Вайцехович, С.С. Позняк; под общ. ред. С.П. Кундаса // Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. – 160 с.

4. Энергоэффективность и торговля квотами на выбросы. // Секретариат энергетической хартии. – ПЭЭСЭА, 2006. – 52 с.

5. Keolian, G.A.,Volk T.A. Renewable energy from willow biomass crops: life cycle energy, environmental and economic performance. // Critical Reviews in Plant Sciences. 2005, 24: P. 385–406

6. Renewables 2010. Global Status Report // Renewable Energy Policy Network for the 21st Century // REN21 [Electronic resource]. – 2010. – Mode of access: http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR_2010_full_revised %20Sept2010.pdf. – Date of access: 01.05.2011.

7. The Challenge of Hunger: Focus on the Crisis of Child Undernutrition. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ifpri.org/pressroom/briefing/. – Дата доступа: 15.10.2010

8. The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind / Meadows D. L. [et al.] // New York: Universe Books, 1972.– 211 p.

9. Willow Biomass Producer’s Handbook / L. P. Abrahamson [et al.]. – State University of New York. – 2002, – 32 p.

УДК 663.97.0048:631.86

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ТАБАЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ, НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Плотникова Татьяна Викторовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий,* ***Россия****, г. Краснодар, vniitti1@mail.kuban.ru*

Мурзинова Ирина Ивановна, *ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий,* ***Россия****, г. Краснодар, vniitti1@mail.kuban.ru*

Приведен обзор исследований по использованию отходов табачной промышленности в качестве органического удобрения. Представлены экспериментальные данные по влиянию табачной пыли и растительных остатков табака на агрохимические свойства почвы в условиях выщелоченного чернозёма Кубани.

Ключевые слова: промышленные отходы, табачная пыль, утилизация, органическое удобрение, влагоудерживающая способность, биологическая активность почвы.

INFLUENCE OF INDUSTRIAL TOBACCO WASTES UTILIZED AS ORGANIC FERTILIZER ON AGROCHEMICAL SOIL PROPERTIES

Plotnikova N.D., Murzinova I.I.

Review of researches on tobacco wastes utilization as organic fertilizer is given. Experimental data on correlation of agrochemical soil properties with tobacco dust and tobacco plant residuals utilization in conditions of Kuban leached black earth are presented.

Key words: industrial wastes, tobacco dust, utilization, organic fertilizer, water-retaining property, biological activity of the soil.

Введение. За последние 25-30 лет в Краснодарском крае отмечается устойчивая тенденция сокращения площадей пашни и многолетних насаждений из-за повышения уровня грунтовых вод, засоления, закисления и других процессов деградации почв [12]. Стоит отметить, что немалую роль в загрязнении окружающей среды и, следовательно, усилении процессов деградации почв играют промышленные отходы. Проблемы, связанные с образованием, обезвреживанием и переработкой отходов производства и потребления, актуальны практически для всех регионов России. В этих условиях важной задачей является не только сокращение сбрасывания в природную среду всех видов промышленных отходов, но и создание безотходных технологий их утилизации. Особо значимы в этих условиях разработки, которые возможно использовать при получении органической продукции. В системе органического сельского хозяйства разрешается использовать севооборот, органические удобрения, биологические средства защиты и др.

Табачные отходы, получаемые при производстве табачных изделий – это прежде всего органическое вещество, которое при правильном подходе может использоваться именно в органическом земледелии.

Технологический процесс на табачных фабриках состоит из трех потоков – подготовки табачного сырья, изготовления сигарет и папирос. Он сопровождается накоплением большого количества отходов. В табачной отрасли РФ при ежегодном производстве порядка 410 млрд шт. сигарет промышленных отходов образуется свыше 13 тыс. тонн. Основными видами отходов являются табачная пыль, срезы жилок табачного листа, короткие волокна резанного табака и фарматура [4,7,8,16].

Фарматура, или обрывки табачных листьев размером до 20 см^2, а также волокно после переработки брака сигарет и штранга могут быть возвращены в производство без дополнительной обработки и называются возвратными отходами. К невозвратным относят срезы главной жилки листа, мелочь и пыль. Основную долю (около 87 %) в структуре невозвратных отходов табачной промышленности занимает табачная пыль [8].

Производство восстановленного табака для повторного применения в изготовлении сигарет на специально построенном заводе в г. Елец Липецкой области частично решило

вопрос использования отходов, т.к. на завод принимаются только возвратные отходы. Основная часть невозвратных отходов – пыль, имеющая в своём составе до 50 % минеральных примесей, приёмке не подлежит [13,17].

Для этих отходов предлагаются различные методы утилизации: бесполигонная – применение в качестве инсектицида, удобрения или источника биоэнергии; захоронение на полигонах [18].

Согласно действующим на территории РФ нормативным документам табачная пыль относится к 3 классу опасности – умеренно опасное вещество. Захоронение таких отходов производится на специальных полигонах ТБО, однако из-за повышенной взрывоопасности при больших скоплениях размещение её ограничено [17].

Все перечисленные выше методы до конца не решают проблему утилизации табачных отходов в России. В связи с этим продолжаются исследования по изысканию и внедрению безопасных способов переработки пыли.

В настоящее время известно множество направлений использования табачной пыли. Одним из перспективных направлений - в качестве органического удобрения, как посредством биокомпостирования, так и в чистом виде.

Первые упоминания по использованию табачных отходов в качестве удобрения датируются тринадцатым годом прошлого столетия. Табачная пыль применялась как добавочное удобрение к навозу в дозе 2,4-3,2 т на 1 га [5].

В 1978 - 1980гг. для проверки действия табачной пыли в качестве удобрения под табак был проведен вегетационный опыт с помощью песчаной культуры. В контрольном варианте питательной средой служила смесь Гельригеля, а в опытных вариантах – исходная табачная пыль (ТП) и экстрагированная водой (ТПЭ). В результате этих экспериментов было установлено, что явным преимуществом в качестве удобрения обладали отходы ТПЭ [14,15].

На кафедре агрохимии Кубанского сельскохозяйственного института были проведены полевые опыты по изучению удобрительного действия табачных отходов. Внесение табачной пыли в качестве органического удобрения в норме расхода 20-40 т/га позволило повысить урожайность озимой пшеницы и сахарной свеклы на 20-30 % без ухудшения качества продукции [19].

В данном случае табачная пыль может рассматриваться как источник биогенных элементов. Содержание азота (1,84-2,3 %), фосфора (0,24-0,37 %) и калия (2,14-3,72 %) в пыли сопоставимо с содержанием в подстилочном навозе на соломенной основе. Наличие в пыли токсикантов (свинец, кадмий, цинк и медь) при традиционных нормах внесения не влияет на изменение баланса этих элементов в почве с учётом показателей ПДК и ОДК. Последние из перечисленных веществ являются необходимыми для нормальной жизнедеятельности живых организмов [6].

Получены данные по токсикологической оценке табачной пыли "методом проростков". При проращивании семян в вытяжке из табачной пыли в различной концентрации 1:100 и 1:1000 (соотношение вода/табачная пыль) биометрические показатели по длине проростков и корешков, массе проростков были получены положительные результаты с небольшим стимулирующим эффектом на развитие корневой системы. Отмечена также закономерность в снижении токсичности табачной пыли по мере хранения [6].

Есть утверждение, что табачная пыль в течение одного вегетационного сезона разлагается незначительно – не более 10 %. Без полной деструкции в почве последующее применение табачного отхода не допустимо, в противном случае произойдёт сильная интоксикация почвы, что приведёт к гибели полезной биоты и в дальнейшем деградации агроценоза. Предлагается для получения ценного органического удобрения трансформировать табачную пыль с помощью процесса биокомпостирования вместе с торфом и почвой [3].

Однако исследованиями установлено, что при использовании табачной пыли при выращивании рассады табака в дозах (200-500 г/м^2) с заделкой в питательную смесь рассадника с увлажнением, за две недели до проведения посевных работ повышает нитрифицирующую и целлюлозоразрушающую активность и увеличивает в сравнении с контролем содержание в питательной смеси подвижных форм азота: аммонийной формы – NH_4 (на 8-26 %), нитратной формы – NO_3 (на 28-33 %), фосфора (12-15 %), обменного калия (146 %) [9]. Данный факт говорит о том, что в данных дозах при определённых условиях пыль за короткое время полностью разлагается.

В настоящее время во ВНИИТТИ продолжается работа по изучению влияния табачной пыли на агрохимические свойства почвы с целью использования её в качестве удобрения в чистом виде.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследований являлись табачный агроценоз, почва, табачная пыль, соответствующее лабораторное оборудование. Исследования проводились на опытно-селекционном участке института (г. Краснодар). Почва участка - чернозём выщелоченный. Испытаны различные дозы внесения табачной пыли – 2, 5 и 8 т/га. Образцы отбирали в слое почвы 0-20 см через месяц после внесения пыли. Для определения влияния табачных растительных остатков на почву, пробы брали с участков, где выращивали табак в предыдущем (2012г.) и в текущем году - 2013г. (т.е. непосредственно под растениями табака). Контролем в опыте служила почва с участка, на котором табак не выращивался длительное время. За период от внесения табачной пыли в почву до отбора образцов выпало 15 мм осадков.

В почвенных образцах определяли влажность весовым методом и биологическую активность: нитрифицирующую способность по Кравкову (1972), целлюлозоразрушающую активность по Федорову (1963), интенсивность выделения CO_2 из почвы – дыхание по Штатнову (1952) [3,10,11]. Для характеристики питательного режима почвы определяли содержание нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что биологическая активность почвы является одним из критериев оценки направленности почвообразовательных процессов и позволяет судить о состоянии её плодородия [2].

В связи с этим были проведены исследования по изучению важнейших показателей биологической активности почвы после внесения в неё табачной пыли в качестве органического удобрения, а также содержание основных питательных элементов и сохранение влажности почвы.

Одним из основных условий в обеспечении растений доступными формами питательных элементов является влажность. Как видно из таблицы, она остается на уровне 15,2-17,6 % и только при внесении табачной пыли в дозе 5 т/га влагообеспеченность увеличилась на 44 % и составила 25,3 %.

Таблица – Содержание подвижных форм питательных элементов в почве и её биологическая активность

Вариант	Влажность, %	Содержание, мг/100 г			Нитрифицирующая способность, мг NO_3^- на 100 г почвы	Активность целлюлозы, %	Интенсивность дыхания почвы, мг CO_2 на кг в сутки
		NO_3	P_2O_5	K_2O			
Контроль	17,6	5,0	5,5	23,0	7,0	10,9	41,8
Табак 2013г.	15,5	5,3	5,0	15,5	8,3	32,4	33,0
Табак 2012г.	15,2	7,1	5,5	20,0	7,7	57,2	33,0
Пыль 2 т/га	17,0	11,4	8,0	22,3	17,8	66,2	44,0
Пыль 5т/га	25,3	11,6	6,0	20,8	18,1	80,0	44,0
Пыль 8 т/га	17,2	6,0	8,5	31,3	18,5	29,1	35,2

Невысокое содержание влаги в почве в период роста табака связано с недостаточным пополнением ее запасов за счет атмосферных осадков. Достаточно высокое, по сравнению с другими вариантами, содержание влаги при использовании табачной пыли в дозе 5 т/га можно объяснить высокой удерживаемостью её почвой вследствие повышения всех изучаемых показателей, в том числе и повышения активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов, способных улучшать структуру почвы.

Одним из определяющих показателей почвы является содержание основных питательных элементов в ней. Что касается соединений азота, то обычно значительная его часть в почве представлена подвижными, легкодоступными формами. В этом случае азот находится в почве преимущественно в органической форме (белковые вещества и продукты их распада, гумусовые вещества). Минерального азота в почве мало (аммиачные формы, нитраты). Поступает азот в растения исключительно в минеральной форме. Исследования, проведённые с почвой табачного севооборота, показали, что она бедна минеральными формами азота. Внесение табачной пыли в дозах 2 т/га и 5 т/га предопределяет некоторое накопление нитратов до 11,4 – 11,6 мг/100 г.

В сокращении нитратов под растениями хотя и имеют место процессы поглощения, денитрификации и восстановления до аммиака, но по своим размерам они настолько малы, что не играют существенной роли в потерях азота. А.А. Шмук (1925 – 1926 гг.) объяснял это явление специальным действием ферментов, способствующих редукции нитратов.

Превращение фосфора в почве во многом определяется деятельностью высших растений и особенно микроорганизмов, участвующих в процессах перевода фосфора из минеральных труднорастворимых фосфатов в подвижные, превращения минеральных фосфатов в органические соединения, в процессах минерализации последних с образованием усвояемых форм.

По данным таблицы, почва опытно-селекционного участка характеризуется крайне низким содержанием подвижных фосфатов, растворимых в 0,5 % - ной уксусной кислоте, отличающихся низкой динамичностью и зависящих от доз внесения удобрений.

Исследования показали, что пахотный слой чернозёма выщелоченного характеризуется средним содержанием обменного калия по всем вариантам опыта (15,5 - 23,3 мг/100г). Исключение составляет табачная пыль в дозе 800 г/м^2 (31,3 мг/100г). В данном случае табачная пыль характеризуется большей дисперсностью и значительным содержанием минеральных примесей, в том числе калия – до 2-3 %, за счёт чего и увеличивается его содержание в почве, а также за счёт биологической аккумуляции его в результате деятельности корневой системы.

Биологическая активность почвы – это интенсивность всех биологических процессов, протекающих в ней. Она характеризует размеры и направления процессов превращения веществ и энергии в экосистемах, интенсивность переработки органических веществ. С биологической активностью тесно связаны ее физические, химические свойства, такие как гумусовое состояние, структура, щелочно – кислотные условия, окислительно – восстановительный потенциал и др.

Чернозем выщелоченный характеризуется весьма значительной биологической активностью. Интенсивность процесса нитрификации (способность почвы превращать аммонийные соли в нитратные, которые являются преобладающей формой питания растений) была одинаково высокой на всех вариантах с внесением табачной пыли и составляла от 17,8 -18,5 мг NO_3 на 100 г почвы. Наименьший уровень мобилизации минерального азота (7,0 мг/100г почвы) отмечен на контроле (без внесения субстрата), где созданы менее благоприятные условия для деятельности бактерий, усваивающих минеральные формы азота.

В аэробных условиях разложение целлюлозы ведут микроорганизмы разных таксономических групп: бактерии, в том числе актиномицеты и грибы. Наиболее ярко это выражено у целлюлозоразлагающих бактерий (ЦРБ), которые в результате воздействия на углеводы создают питательные вещества для других микробов. Характер деятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов в опыте связан в основном с обогащением почвы клетчаткой. При внесении табачной пыли в дозах 2 т/га и 5 т/га активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов составила 66,2 – 80,0 %, на делянках с наличием растительных остатков (там, где был табак в предыдущие годы) – 32,4 – 57,2 %. Самая низкая активность отмечена в контрольном варианте – 10,9 %.

Процесс выделения углекислоты почвой обусловлен дыханием корневой системы растений, микроорганизмов, разложением органических остатков, газообменом между почвой и атмосферой. Дыхание почвы, являясь характеристикой общей её биогенности, достаточно точно отражает уровень эффективного плодородия.

Максимум продуцирования углекислоты в почве отмечен при внесении табачной пыли в дозе 2 и 5 т/га и составляет 35,2 – 44,0 мг CO_2 на кг почвы в сутки, затем следует почва участка, где не выращивался табак – 41,8 мг/кг. Меньше всего продуцируется углекислоты в почве, где табак выращивался в 2011 и 2013 гг. – 33 мг/кг.

Таким образом, исследования показали, что внесение в чистом виде табачной пыли в почву в качестве органического удобрения в дозе 5 т/га за месяц до высадки или посева сельскохозяйственных культур с обязательным её увлажнением, приводит к повышению влагоудерживающей способности, увеличению содержания в питательной смеси подвижных форм азота, фосфора, повышению нитрифицирующей активности, целлюлозоразрующей способности и интенсивности выделения углекислоты почвой ("дыхания").

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 56 с.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение. – М., 2006. – С. 117-120.
3. К методике определения биологической активности // Доклады ВАСХНИЛ. – М., 1952. – Вып. 6. – С. 27-30.
4. Колмакова Е.А. Использование отходов табачного производства / Е.А. Колмакова, Я.И. Фисенко, Е.В. Антонова // Проблемы функционирования рынка товаров и услуг: матер. VII региональной науч. - практ. конф. молодых учёных (29 ноября - 06 декабря 2006 г). - Иркутск: ИГУ, 2006. - С. 45-47.
5. Котельников, Г.Н. Приёмы возделывания табака-махорки в условиях Полтавской губернии. – Спб., 1913. – 74 с.
6. Кротов В.Г., Кротова Е.А. Возможность использования табачной пыли в качестве источника органических удобрений в сельском хозяйстве // Tobacco-РЕВЮ. – 2007. – № 4. – С. 18-30.
7. Остапченко И.М. Отходы табачного производства. Табачная пыль [Электронный ресурс]. – Режим доступа - http://toblabexpert.blogspot.ru/2012/08/blog-post.html
8. Плотникова Т.В., Дон Т.А., Миргородская А.Г. Биологическая и экологическая эффективность использования отходов табачного производства в качества инсектицида // Современное состояние естественных и технических наук: матер. VI Междунар. научно-практ. конф. (20.03.2012г.). – М.: «Спутник+», 2012. – С.127-130.
9. Плотникова Т.В., Сидорова Н.В. Возможность использования отходов табачного производства в качестве органического удобрения // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: матер. III Междунар. науч. эколог. конф. (20-21 марта 2013г.). – Краснодар: КГАУ, 2013. – С.167-173.
10. Практикум по агрохимии // под. ред. В.Г.Минеева. – М.: Изд. МГУ, 1989. – 303с.
11. Практическое руководство по почвенной микробиологии. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 615 с.
12. Природа России / Национальный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа - http://www.priroda.ru/regions/earth/detail.php?SECTION_ID=&FO_ID=556&ID=6302
13. Саломатин В.А., Филипчук О.Д., Миргородская А.Г. Современные технологии утилизации табачных отходов // Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. "Современные биотехнологии переработки сельскохозяйственного сырья и вторичных ресурсов" (8-11 сент. 2009г.) / РАСХН. – Углич, 2009. – С.192-195.
14. Сичинава Р.Б. Использование табачных отходов // Сб. НИР ВИТИМ. – Краснодар, 1978. – Вып. 168. – С. 58-59.
15. Сичинава Р.Б. Исследование комплексной схемы переработки табачных отходов: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Сухуми, 1980. – 21 с.
16. Скиба Г.М., Сологубов Г.И. Ферментация и переработка табака. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 302 с.
17. Филипчук О.Д. Способы утилизации отходов табачной промышленности / О.Д. Филипчук // Труды Кубанского государственно университета. – Краснодар, 2012. – Вып. № 2 (35). – С. 305-307.
18. Филипчук О.Д., Тонконог М.Д. Эффективность органического удобрения из отходов табачной промышленности // Агро XXI. – 2014. - №7-9. – С.30-31.
19. Филипчук, О.Д. О проблеме утилизации табачных отходов // Tobacco-РЕВЮ. – 2008. - №2. – .44-46.

УДК 633 11 «321»: 631. 811. 98 (571.15)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАННЫХ ОТХОДОВ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Мальцев Михаил Ильич, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет», **Россия**, Барнаул, uoshs@mail.ru*
Калюта Елена Владимировна, *кандидат химических наук, ФГОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет», **Россия**, Барнаул,, kalyuta75@mail.ru*
Александрова Татьяна Николаевна, *аспирант, ФГОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет», **Россия**, Барнаул,, tatka210690 @mail.ru*

Установлено положительное действие препаратов из карбоксиметилированного растительного сырья (половы овса, лузги подсолнечника, опилок сосны) как на начальный рост (полевую всхожесть), так и на урожайность яровой пшеницы.
Ключевые слова: утилизация, карбоксиметилирование, полова овса, лузга подсолнечника, регуляторы роста, полевая всхожесть, яровая пшеница.

RESEARCH KARBOKSIMETILIROVANNYKH OF WASTE OF PRODUCTION OF PLANT GROWING AS REGULATORS OF GROWTH OF CROPS

Maltsev M.I., Kalyuta E.V., Alexandrova T.N.

Found a positive effect of karboksimetilirovannogo plant material (chaff oats, sunflower husks, pine sawdust) as the initial height (field germination), and the yields of spring wheat.
Keywords: utilization, karboksimetilirovaniye, polova of oats, sunflower pod, growth regulators, field viability, spring-sown field.

Введение. Практически все предприятия, перерабатывающие сельскохозяйственную продукцию, сталкиваются с серьезной проблемой утилизации отходов производства. Одним из возможных путей решения данной проблемы является химическая переработка растительного сырья с получением водорастворимых полимерных продуктов, содержащих в своем составе карбоксиметилированные основные структурные компоненты (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлозы), обладающие комплексом полезных свойств, в т.ч. и способностью активизировать рост растений [1,3,7].

Широкое применение регуляторов роста растений – одно из быстро развивающихся направлений в мировой практике растениеводства. Биостимуляторы позволяют без существенных затрат увеличивать продуктивность и улучшать качество сельскохозяйственных культур [4,6,8].

Работа проводится в творческом сотрудничестве с учёными Алтайского государственного университета (АГУ). На кафедре органической химии АГУ запатентован способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов [5]. Полученные таким образом препараты проявляют росторегулирующие свойства, что подтверждено нашими совместными исследованиями в лабораторных условиях [4]. Цель исследований заключается в разработке технологии применения карбоксиметилированных продуктов, полученных из отходов переработки растительного сырья, в качестве регуляторов роста сельскохозяйственных культур.

В работе приводятся результаты полевых исследований 2013-2014 г. по росторегулирующему влиянию карбоксиметилированных композиций, полученных на основе растительного сырья (опилки древесины сосны, половы овса, лузги подсолнечника) без предварительного разделения на отдельные компоненты исходного материала.

Методы и условия проведения исследований. В качестве карбоксиметилированных отходов растительного сырья использовали: натрий – карбоксиметилцеллюлозу (Na-КМЦ); опилки древесины сосны (Na-КМД); полову овса (Na-КМО); лузгу подсолнечника (Na-

КМП). Препараты представляют собой порошки от светло-желтого до черного цвета с растворимостью в воде 47-75 % (в зависимости от исходного растительного сырья).

Изучали действия препаратов, внесённых как в сухом виде в почву при посеве пшеницы (1,0 г/ 0,15 м^2 и 10 г/ 0,15 м^2), так и в виде предпосевной обработки семян раствором (0,6 %) карбоксиметилированных композиций с препаратом Сценик Комби.

Для проведения эксперимента использовали яровую мягкую пшеницу Омская 36 и Памяти Азиева. Норма посева пшеницы – 5 млн. всхожих зёрен на 1 га.

Эксперимент проводили на территории учебно-опытной сельскохозяйственной станции АГАУ и в полевых условиях Первомайского района.

Схема опыта №1

1. Контроль
2. Na-КМЦ (раствор) + Сценик Комби
3. Na-КМО (раствор) + Сценик Комби
4. Na-КМП (раствор) + Сценик Комби
5. Na-КМО (раствор)
6. Na-КМП (раствор)
7. Na-КМО (сухое вещество,1 г/ 0,15 м^2)
8. Na-КМП (сухое вещество,1 г/ 0,15 м^2)

Схема опыта № 2

1. Контроль
2. Na-КМП (сухое вещество,1,0 г/ 0,15 м^2)
3. Na-КМО (сухое вещество,1,0 г/ 0,15 м^2)
4. Na-КМД (сухое вещество,10,0 г/ 0,15 м^2)
5. Na-КМЦ (сухое вещество,10,0 г/ 0,15 м^2)

Расположение вариантов в четырехкратной повторности, систематическое со смещением. Площадь делянок 1м^2.

Результаты исследований. Исследования по изучению ростостимулирующего действия при внесении сухих продуктов карбоксиметилированного растительного сырья и в виде предпосевной обработки семян на рост и развитие яровой пшеницы показали, что изучаемые препараты в условиях вегетационного периода 2014 года оказывали различное влияние. Максимальный эффект на повышение полевой всхожести пшеницы оказали варианты с применением Na-КМП (сухое вещество) и Na-КМЦ (раствор)+ Сценик Комби, всхожесть соответственно увеличивалась на 12,3 и 11,5 %. На варианте Na-КМО(раствор)+Сценик Комби отмечалось снижение полевой всхожести от контроля на 1,2 % (таблица1).

Таблица 1 – Влияние карбоксиметилированных композиций на полевую всхожесть , 2014 г.

Вариант	Полевая всхожесть	
	% от посева	% ± от контроля
1.Контроль	87,6	-
2.Na-КМЦ(раствор)+Сценик Комби	99,1	11,5
3.Na-КМО(раствор)+Сценик Комби	86,4	-1,2
4.Na-КМП(раствор)+Сценик Комби	92,4	+4,8
5.Na-КМО (раствор)	94,9	+7,3
6.Na-КМП (раствор)	92,8	+5,2
7.Na-КМО(сухое вещество,1г/0,15 м^2)	93.7	+6,1
8.Na-КМП(сухое вещество,1г/0,15 м^2)	99.9	+12,3

Исследования по изучению влияния дозы внесения сухих продуктов карбоксиметилированного растительного сырья на массу 1000 зерен яровой пшеницы показали, что все препараты оказывали влияние на данный показатель. Установлено, что продукты, в зависимости от дозы их внесения, обладают как ростостимулирующим, так и ингибирующим действием. Что вполне понятно и согласуется с общепринятой теорией. При дозе внесения 1 г на 0,15 м^2 все карбоксиметилированные продукты давали увеличения массы 1000 зерен в сравнении с контрольным вариантом (без препаратов). Максимальный эффект отмечался на варианте с

применением Na-КМП, прибавка массы зерна составила 8,7 %, минимальный на варианте Na-КМЦ – 3,9 % (таблица2). При увеличении дозы в 10 раз все изучаемые продукты ингибировали рост яровой пшеницы, и было отмечено снижение массы 1000 зерен от 1.5 до 5,7 %.

Таблица 2 – Влияние продуктов карбоксиметилированного растительного сырья на массу 1000 зерен яровой пшеницы, 2013 г.

Вариант	Доза внесения препарата, г/0,15м^2			
	1		10	
	масса зерна, г	± к контролю, %	масса зерна, г	± к контролю, %
Контроль	38,9	-	38,9	-
Na-КМП	42,3	+8,7	37,0	-4,9
Na-КМО	41,0	+5,4	37,5	-3,6
Na-КМД	40,5	+4,1	36,7	-5,7
Na-КМЦ	40,4	+3,9	38,3	-1,5

Таким образом, полученные результаты исследований показали положительное действие препаратов из карбоксиметилированных отходов растительного сырья (половы овса, лузги подсолнечника, опилок сосны) как на начальный рост (полевую всхожесть), так и на массу 1000 зерен яровой пшеницы.

Результаты исследования дают основания для продолжения и углубления изучения водорастворимых полимерных продуктов карбоксиметилированного растительного сырья, полученных из лузги подсолнечника и мякины овса, на рост и развитие зерновых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базарнова Н.Г., Катраков И.Б., Маркин В.И., Верещагина Т.В., Жилина И.Н., Уткова Е.А., Борисова Г.И., Семенков А.А. Росторегулирующие полимерные композиции на основе химически модифицированного растительного сырья для выращивания овощных культур, производимых тепличными технологиями // Вестник алтайской науки. 2013. № 1.- С. 39–42.

2. Калюта Е.В., Мальцев М.И., Маркин В.И., Катраков И.Б., Базарнова Н.Г. Исследование влияния карбоксиметилированного растительного сырья на активность прорастания мягкой яровой пшеницы // Химия растительного сырья. 2013. №3.- С. 249–253.

3. Маркин В.И. Карбоксиметилирование растительного сырья. Теория и практика: монография [Текст]. – Барнаул: Изд-во Алт.ун-та, 2010. – 167 с.

4. Панина Н.В. Новый регулятор роста – бензихол // Защита и карантин растений.-№ 12.-2005.- С.26.

5. Патент 2130947 (РФ). Способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов / Галочкин А.И., Маркин В.И., Базарнова Н.Г., Заставенко Н.В., Крестьянникова Н.С.

6. Фаттахов С.Г. Мелафен – регулятор роста растений нового поколения // Защита и карантин растений. 2011. №11.- С. 50.

7. Феллер С.В., Маркин В.И., Базарнова Н.Г. Росторегулирующее свойство карбоксиметилированной древесины сосны // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб.статей V межд.науч.-практ.конф.: в 3 кн. Барнаул, 2010. Кн.2.- С. 119 - 122.

8. Шаповал О.А. Новый регулятор роста растений – Люрастим // Плодородие. 2010. №4.- С. 10–12.

УДК 579.69

ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОФАЗНЫХ МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПЕРИОДИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ ПОДАЧИ СУБСТРАТА

Волченко Никита Николаевич, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар*, volchenko.n@mail.ru

Самков Андрей Александрович, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар,* andreysamkov@mail.ru

Шеуджен Тимур Мугдинович, *студент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар, sheujen@inbox.ru*

Шеремет Владислав Викторович, *студент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар,* sheremet-vlad-bio@yandex.ru

Отходы используются в качестве субстрата для получения электрической энергии путем их окисления микроорганизмами с превращением биохимической энергии, запасенной в молекулах субстрата, в электрическую. Микробные топливные элементы могут быть актуальны в качестве компонента системы доочистки сточных вод для пищевой промышленности, для очистки рыбохозяйственных водоемов; для частичной переработки органических твёрдых бытовых отходов (ТБО), в том числе агропромышленного комплекса и индивидуальных хозяйств. Способ экономичен и выгоден. Для создания высокоэффективных МТЭ, необходимо вести исследования в направлении совершенствования установок по техническим и биологическим параметрам. Конструкция твердофазного МТЭ была оптимизирована путем размещения катодного материала по всей плоскости целлюлозной протонселективной системы и заменой дорогостоящей мембраны Nafion 117 на целлюлозный материал с отрицательной стоимостью (отход). Одним из лимитирующих факторов мощности МТЭ являются окислительные процессы на катоде.

Ключевые слова: микробные топливные элементы (МТЭ), электрогенез, окислительные процессы.

RESEARCHES OF SOLID MICROBIAL FUEL CELLS WITH BATCHWISE MODE SUPPLY OF SUBSTRATE

Volchenko N.N., Samkov A.A., Sheudzhen T.M., Sheremet V.V.

Wastes using as a substrate for producing electrical energy through oxidation of microorganisms with the transformation biochemical energy stored in molecules of a substrate into electrical energy. Microbial fuel cells (MFC) may be relevant as a component of system of tertiary sewage treatment for the food industry, for clean fishery ponds; for partial processing of organic solid domestic waste, including agroindustrial complex and individual farms. The method is economical and profitable. For creating highly efficient microbial fuel cells need to conduct research into the improvement of facilities for technical and biological parameters. Construction of solid MFC was optimized by placing the cathode material over the entire plane of the cellulose selective sestems and the replacement of expensive membrane Nafion 117 on cellulosic material with negative value (the waste). One of the limiting factors of power MFC is oxidation processes at the cathode.

Keywords: microbial fuel cells (MFC), electrogenesis, oxidative processes.

Введение. Одной из перспективных технологий альтернативной энергетики является переработка органических отходов в микробном топливном элементе (МТЭ). Они используются в качестве субстрата для получения электрической энергии путем их окисления микроорганизмами с превращением биохимической энергии, запасенной в молекулах субстрата, в электрическую. С конструкционной точки зрения биотопливный элемент представляет собой электрохимическое устройство, схожее с гальваническим элементом, с той разницей, что источником тока в МТЭ являются живые клетки. Технически МТЭ состоит из трех основных элементов: анодной и катодной камер, а также разделяющей их ионоселективной системы, пропускающей протоны из анодной камеры в катодную. В камерах располагаются электроды: анаэробный биоанод, контактирующий с клетками микроорганизмов и абиотический аэрируемый катод [1,2].

Микробные топливные элементы могут быть актуальны в качестве компонента системы доочистки сточных вод для пищевой промышленности, для очистки рыбохозяйственных водоемов; для частичной переработки органических твёрдых бытовых отходов (ТБО), в том числе агропромышленного комплекса и индивидуальных хозяйств. Производительность

МТЭ относительно традиционных источников энергии относительно низка на сегодняшний день, составляя до 6-9 Вт/м^3, [4] поэтому большинство действующих установок являются лишь лабораторными моделями. Для создания высокоэффективных МТЭ, способных обеспечить весомую энергетическую и очистительную функцию, необходимо вести исследования в направлении совершенствования установок по всем параметрам, прежде всего техническим и биологическим. Следующими этапами в реализации данной цели может стать использование методов генной инженерии для создания электрогенных микроорганизмов, способных генерировать электроэнергию, расщепляя органику в усиленном во много раз режиме, улучшить физические и физико-химические параметры установок и т.д.

Одним из интересных направлений развития технологии МТЭ являются элементы с твердофазной анодной камерой. Их особенностью является отсутствие жидкой фазы, в анодной камере содержится водопроницаемый материал, через который дренируется топливный субстрат. В лаборатории кафедры генетики, микробиологии и биотехнологии КубГУ проводились исследования МТЭ с твердофазной анодной камерой..

Материалы и методы. Нами были изготовлены оригинальные конструкции твердофазных МТЭ, близких к «soil-based MFC» [3] на основе низкобюджетных материалов. МТЭ были реализованы в виде кубических и цилиндрических ячеек с ионселективной системой на основе целлюлозы. Емкость заполнялась мелкодисперсным наполнителем на основе угольных и нейтральных минеральных материалов. Источником углерода служила меласса, растворенная в модельной сточной воде следующего состава (г/л): $NaHCO_3$ – 480, NH_4Cl – 95,5, K_2HPO_4 - 10,5, KH_2PO_4 – 5,25, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$– 63,1, $MgSO_4$ $7H_2O$ – 19,2.

Среда подавалась самотеком и равномерно распределяясь по всей анодной камере нисходящим током, проходя сквозь толщу наполнителя. Электрогенные микробные ассоциации для системы были взяты из образца анаэробного ила из озера Карасун. Основными измерительными приборами служили прецизионный цифровой мультиметр АКТАКОМ АМ-1038 и потенциостат-гальваностат ЭЛИНС Р8. На приборах устанавливались время и частота дискретизации, в нашем случае приборы фиксировали напряжение и силу тока каждые пять секунд. Во внешнюю электрическую цепь в качестве сопротивления был установлен резистор 5 кОм.

В работе конструкция твердофазного МТЭ была оптимизирована путем размещения катодного материала по всей плоскости целлюлозной протонселективной системы. Таким образом, была достигнута оптимизация контакта катода с водой через возможность прохождения воды снизу вверх капиллярным путем даже в случае ее низкого уровня в системе. Также ячейка имела углеродсодержащую фазу в качестве адгезионной основы для электрогенных микроорганизмов и органических соединений раствора, пропускаемого через систему. Дно заполнялось песком в качестве элемента физической доочистки воды на выходе и предотвращения выноса наполнителя анодной камеры. Была предусмотрена возможность регулировки тока раствора в системе и, при необходимости, принудительного заполнения анодной камеры.

Большое значение имеет тот факт, что мы заменили дорогостоящую мембрану Nafion 117 западного производства на целлюлозный материал с отрицательной стоимостью (отход). Из литературных данных известно [6,7], что запуск работы МТЭ возможен путём развития естественной электрогенной микрофлоры, попадающей в систему со сточными водами и др. С целью сравнения эффективности инокуляции один из двух МТЭ кубической конструкции не был инокулирован илом, была пропущена лишь модельная сточная вода.

Результаты и обсуждения эксперимента. Были изготовлены две модели кубической формы, одна из них была инокулирована естественной микрофлорой ила через пропускаемый раствор, другая – нет. Дополнительно была изготовлена аналогичная конструкция в форме вытянутого цилиндра. Такая компоновка обеспечивала иное соотношение площади протонселективной системы и объема анодной камеры. Динамика напряжения представлена на рисунке 1.

Исходный уровень напряжения в 1-2-е сутки составлял 7-30 мВ и к 4-5-м суткам медленно повышался до 50-100 мВ в инокулированных МТЭ и упал до нуля в неинокулированной (кубической) ячейке. Вероятно, это связано с окислением растворенной органики, попавшей в МТЭ вместе с иловой вытяжкой инокулята.

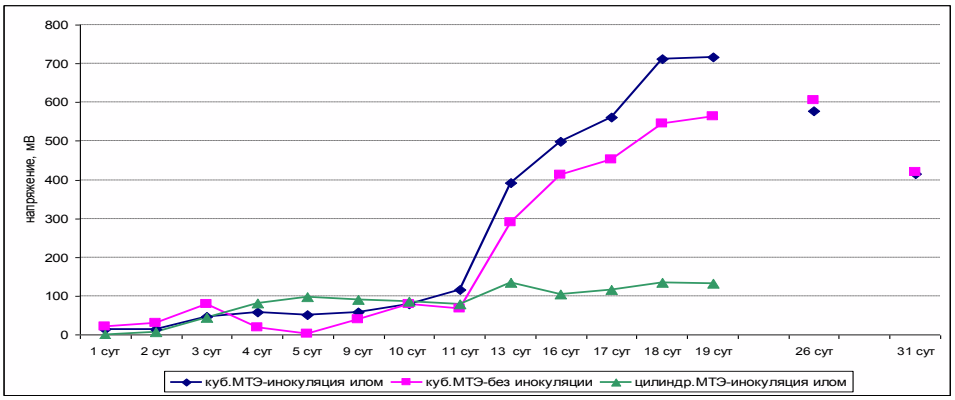


Рисунок 1 – Динамики напряжения за 31 сутки после начала эксперимента

Дальнейшее отсутствие роста электрогенеза, несмотря на внесение мелассы как источника углерода, заставило предположить о наличии физико-химического лимитирующего фактора. Показано, что таковым являлась низкая эффективность воздушного катода и целлюлозной “мембраны” между электродами – уровень их увлажнения за счет естественного капиллярного поднятия воды был недостаточен. После заполнения на 10-е сутки катодной камеры дистиллированной водой, с 11-х на 13-е сутки опыта произошел пятикратный рост напряжения в обоих МТЭ кубического типа. В МТЭ цилиндрической компоновки наблюдался рост в 1,7 раз с последующей стабилизацией значений на уровне 120-130 мВ. МТЭ кубического типа инокулированный анаэробной микрофлорой далее показывал напряжение в среднем на 20-30 % выше, чем без внесения инокулята. Вероятно, это связано с более стремительным образованием специфических анаэробных Redox-сообществ и, в том числе, анодофильной электрогенной микрофлоры. Максимальная мощность в инокулированном МТЭ кубической конструкции была достигнута на 19 сутки и далее снижалась, в неинокулированном – на 26-е, что, вероятно, связано с более слабым потреблением модельной сточной воды с мелассой. К концу эксперимента (31 сутки) их значения сравнялись, вероятно, вследствие исчерпания компонентов питательной среды.

Таблица – После окончания эксперимента были выяснены мощностные характеристики для каждого из твердофазных МТЭ:

Конструкция МТЭ	Максимальная мощность, мВт	Удельная мощность к площади анода, мВт/м^2	Удельная мощность к объёму анодной камеры, мВт/м^3
МТЭ кубической конструкции инокулированный	0,103	2,3	20
МТЭ кубической конструкции инокулированный	0,073	1,7	14
МТЭ цилиндрической конструкции инокулированный	0,004	0,7	1,3

Было показано, что наряду с классическими МТЭ, функционирующими с заполнением анодной камеры жидкостью (биоанод с окружающим его анолитом) системы с твёрдой фазой также способны к электрогенезу. Сконструированные модели МТЭ отличались от иных прототипов, созданных в сторонних лабораториях:

1) особенностями компоновки, заключающимися в расположении катодной камеры внутри анодной;

2) отсутствием классической протонселективной мембраны, замененной на аналог из целлюлозы;

3) вертикальным воздушным или жидкостным принудительно аэрируемым катодом;

4) заполнением анодного пространства дренируемым наполнителем с большой поверхностью раздела фаз для повышенной адгезии микроорганизмов.

Показано, что твердофазные МТЭ способны к электрогенезу, однако их мощность относительно невысока. Одним из лимитирующих факторов являются окислительные процессы на катоде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дебабов В. Г. Производство электричества микроорганизмами // Микробиология. 2008. – Т. 7. – № 2 – С. 149–157.

2. Киреева А. Н. Биотопливный элемент как альтернативный источник энергии. // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Опыт прошлого – взгляд в будущее». М., 2013.– С. 267–268.

3. Enhanced anaerobic degradation of organic pollutants in a soil microbial fuel cell/ De-Yin Huang., [et all]// Chemical Engineering Journal. – 2011.

4. Mu Chiao, Kien B Lam, and Liwei Lin. Micromachined microbial and photosynthetic fuel cells //Journal of micromechanics and microengineering. – 2006. – V 16. – P. 2547–2553.

5. Feng Y., Sin V., Logan B. [et.al.]. Brewery wastewater treatment using air-cathode microbial fuel cells //Applied Microbiology and Biotechnology. – 2008. – V.78. – P. 1-3.

6. Jaecheul Yu. Electricity generation and microbial community in a submerged-exchangeable microbial fuel cell system for low-strength domestic wastewater treatment // Bioresource Technology. – 2012. – V. 117. – P. 172–179.

7. Logan, B.E., Hamelers B., Rozendal R. (at. Al.), Microbial Fuel Cells: Methodology and Technology // Environ. Sci. Technol. – 2006. – V. 40. – No.17.– P. 5184.

УДК 628.4.03

РАЗВИТИЕ МЕСТНЫХ ИНИЦИАТИВ ДЛЯ УСПЕШНОГО РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ОБРАЩЕНИЯ С ТБО В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Голик Юрий Степанович, *кандидат технических наук, профессор, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка,* ***Украина****, г. Полтава, golik38@rambler.ru*

Ильяш Оксана Эдуардовна, *кандидат технических наук, доцент, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка,* ***Украина****, г. Полтава, iloks25@yandex.ru*

Администрация Полтавщины и Шишацкого района приняли решение о создании специализированного районного коммунального предприятия, главным предназначением которого станет осуществление всех основных операций обращения с ТБО. Успешная реализация намеченных решений возможна при научно-обоснованном планировании и профессиональной организации сферы обращения с ТБО, для чего был разработан проект «Развитие местных инициатив в сфере безопасного и рационального обращения с твердыми бытовыми отходами в Шишацком районе Полтавской области». Проект разбит на ряд логично связанных этапов. базисом этой системы должна стать схема новых управленческих взаимоотношений с созданием структуры районного специализированного коммунального предприятия, деятельность которого должна объединить интересы местных жителей, местной власти и бизнеса в сфере обращения с ТБО.

Ключевые слова: ТБО, Шишацкий район, проект безопасного и рационального обращения с ТБО, раздельный сбор. Экологический образовательный уровень населения.

DEVELOPMENT OF LOCAL INITIATIVES FOR SUCCESSFUL SOLUTION ISSUE OF TREATMENT OF MSW IN RURAL AREAS

Golik Yu.S., Ilyash O.E.

Administration of Poltava and Shishatskaya district decided to establish a specialized utility company of the district, the main purpose of which will be the implementation of all basic solid waste management operations. Successful implementation of the planned solution is possible with evidence-based planning and professional organization of the treatment of MSW, for which was developed by the project "Development of local initiatives in the sphere of the safe and sound management of solid waste in Shishatskaya district, Poltava region." The project is divided into a number of logical steps related. The basis of this system should be a scheme of new management relationship with creation of structure specialized utility company of the district, whose activities should unite the interests of local residents, local authorities and business in the sphere of solid waste management.

Keywords: MSW, Shishatskiy area, project safe and sound management of solid waste, separate collection, environmental education level of the population

Введение. Проблема накопления твердых бытовых и промышленных отходов превращается в весомый опасный фактор, влияющий на качество жизни людей, и становится одной из реальных угроз экологической безопасности. Как показывает существующая ситуация в

Украине, решение проблем, связанных с отходами, напрямую зависит от местной хозяйственной, социально-экономической и экологической специфики, а также в значительной степени от готовности, стремления и взаимопонимания местных жителей, органов власти и бизнеса в вопросах обращения с отходами. Но все же наибольшее влияние на решение проблем в сфере твердых бытовых отходов (ТБО) оказывает позиция местных властей и самих граждан [1,4].

На сегодня практически в каждом регионе Украины есть положительные примеры и активные местные инициативы, направленные на эффективное решение вопросов в сфере обращения с ТБО. Полтавщина имеет свой достаточно весомый положительный опыт решения этих вопросов на местном уровне: город Миргород (более 5 лет существует опыт раздельного сбора, сортировки и дальнейшего использования ТБО, который реализован на европейском уровне), г. Кременчуг, пгт. Пирятин, пгт. Хорол (начаты и успешно развиваются системы раздельного сбора и сортировки ТБО) [1,2]. Однако положительного опыта решения вопросов обращения с ТБО в масштабах районов, т.е. преимущественно на территориях сельской местности в Полтавской области и в Украине нет.

Материалы и методы исследования. Полтавская область известна своим историческим наследием и определенной экологической стабильностью. Одним из уникальных является Шишацкий район как культурно-историческая и экологическая жемчужина Полтавщины, с которой связана жизнь таких выдающихся людей, как В.И. Вернадский, академик, философ, естествоиспытатель, мыслитель, основатель геохимии, биогеохимии и радиогеологии, космизма; всемирно известный писатель Н.В. Гоголь; выдающийся писатель и общественный деятель В.Г. Короленко; выдающийся кинорежиссер А.П. Довженко. Сейчас Шишацкий район - это территория с широкой, многоотраслевой туристической инфраструктурой, является одним из перспективных туристическо-рекреационных зон Полтавского региона.

В Шишацком районе проживает до 23 тысяч населения, в процессе жизнедеятельности которого ежегодно образуется около 25 тыс. $м^3$ ТБО. В последние годы наблюдается общая тенденция роста объема образования ТБО, а также ежегодный рост количества ТБО на душу населения, что является характерным и для всей Полтавской области. Поэтому сейчас в районе функционирует 13 санкционированных свалок и 1 полигон твердых бытовых отходов. Однако централизованный сбор бытовых отходов осуществляется только в четырех населенных пунктах района. В остальных населенных пунктах население самостоятельно вывозит мусор, и поэтому существует постоянная проблема с возникновением стихийных свалок в лесопосадках, оврагах, балках, на обочинах дорог, что, безусловно, ухудшает общее экологическое состояние территорий района [4]. В то же время Шишацкая земля остается на сегодня одним из самых живописных уголков Полтавщины.

В настоящее время для решения проблем обращения с ТБО Шишацкий районный совет, районная государственная администрация совместно с поселковым и сельскими головами приняли решение о создании специализированного районного коммунального предприятия, главным предназначением которого станет осуществление всех основных операций обращения с ТБО в рамках Шишацкого района. Следующими важными шагами местных властей стало решение о поэтапной ликвидации существующих в районе несанкционированных и действующих санкционированных свалок ТБО (большинство из которых не соответствуют нормам экологической безопасности) и надлежащее обустройство полигона ТБО вблизи смт. Шишаки с целью перевода его в статус единого районного полигона ТБО.

Однако успешная реализация намеченных решений возможна при научно обоснованном планировании и профессиональной организации сферы обращения с ТБО, для чего был разработан проект «Развитие местных инициатив в сфере безопасного и рационального обращения с твердыми бытовыми отходами в Шишацком районе Полтавской области» [3]. Проект разбит на ряд логично связанных этапов, в рамках которых выделены следующие основные задачи:

- *в рамках I этапа:*

−создание специализированного коммунального предприятия для осуществления организационно-технической деятельности в сфере обращения с ТБО на территории Шишацкого района;

−организация системы комплексного сбора ТБО (смешанного и раздельного) в селе Яреськи (экспериментальная часть проекта в рамках района) и ее отработка для переноса опыта на другие населенные пункты района;

−осуществление просветительских мероприятий среди населения, начиная с с.Яреськи, направленных на повышение уровня осведомленности и сознания относительно ТБО и проведение учебно-образовательных мероприятий среди детей и подростков по раздельному сбору ТБО;

−создание схем и организация мест размещения контейнерных площадок для смешанного (унитарного), а в перспективе раздельного сбора ТБО в рамках шести наиболее крупных населенных пунктов района;

−закупка и установка необходимого количества контейнеров для смешанного сбора ТБО в выделенных населенных пунктах;

−разработка логистических маршрутов обслуживания выделенных шести населенных пунктов мусороуборочной техникой;

−разработка системы договоров по оплате за услуги по сбору ТБО между специализированным коммунальным предприятием и частными лицами с определением величины платежей за сбор и вывоз ТБО и системы санкций через штрафы за загрязнение мусором территорий;

−приведение в соответствие действующим законодательным требованиям санитарных и организационно-технических условий эксплуатации действующего полигона ТБО пгт. Шишаки с целью перевода его в статус единого районного полигона отходов;

- *в рамках II этапа:*

−внедрение системы раздельного сбора ТБО в районном центре пгт. Шишаки с учетом полученного опыта в рамках с. Яреськи;

−проведение просветительско-агитационных мероприятий по повышению уровня заинтересованности и понимания правил раздельного сбора ресурсоценных компонентов ТБО населением пгт. Шишаки;

−организация системы смешанного сбора ТБО (контейнерного типа) в дополнительных 8 населенных пунктах Шищацкого района;

−создание системы информационного учета отходов на районном уровне;

−создание на территории полигона ТБО смт.Шишаки мусоросортировочной станции.

Перспективы внедрения проектных мероприятий подтверждаются результатами анкетирования, в котором приняли участие 570 жителей Шишацкого района (405 женщин и 165 мужчин возрастного интервала от молодежи до пожилых людей). Анкетирование проводилось по 12 вопросам, главные из которых были нацелены на определение степени желания, готовности и ответственности людей участвовать в проектных мероприятиях, направленных на организацию поэтапного раздельного сбора мусора. В целом из опрашиваемых около 82 % выразили свою активную позицию в отношении поддержки и участия в проекте, около 16 % имеют сейчас некоторую неуверенность относительно своей позиции и на уровне 2 % респондентов обнаружили четкое нежелание участвовать в мероприятиях проекта.

Данный проект является одним из первоочередных этапов стратегической программы развития Шишацкого района и имеет четкую целевую направленность, которая выражается в охвате и взаимном сочетании интересов всех представителей района:

−*местное население* в результате поэтапной реализации проектных мероприятий будет иметь возможность улучшения своих экологических условий жизни и санитарного состояния территорий населенных пунктов и прилегающих зон;

−*дети и молодежь* будут иметь возможности повышения культурного, экологического и общего образовательного уровня путем непосредственного участия в образовательно-просветительских мероприятиях и тренингах проекта и в дальнейшем через самостоятельно организованные мероприятия, направленные на повышение экологического сознания местных жителей;

−*местные власти* на определенных этапах реализации проекта будут иметь возможность через систему организационно-экономических стимулирующих мер привлекать в местные бюджеты дополнительные финансовые поступления и использовать их на реализацию дальнейших этапов стратегической программы развития Шишацкого района;

−*бизнес-структуры (предпринимательство)* будут иметь возможности реализовывать свои бизнес-интересы при организации партнерских взаимоотношений с создаваемым районным специализированным коммунальным предприятием и в результате организации системы раздельного сбора ресурсоценных компонентов ТБО и их переработки.

Результаты исследования. Ожидаемые результаты от реализации проекта имеют несколько аспектов:

- экологический − уменьшение объемов захоронения отходов, снижение загрязнения окружающей среды и повышение уровня экологической безопасности;
- экономический − изъятие ресурсоценных компонентов ТБО, их переработка и на этой основе поэтапное развитие местного рынка вторичных ресурсов, поступление дополнительных средств в местный бюджет;
- социально-психологический − формирование экологического сознания населения,
- историко-культурный − создание предпосылок для развития историко-экологического туризма и экопоселений.

Главным исполнителем проекта является Шишацкий районный совет и районная администрация. Но успешность данного проекта зависит от ее эффективного сотрудничества с организациями-партнерами проекта: Полтавским областным советом; сельскими советами; государственным департаментом нефти и газа, промышленности, экологии и природных ресурсов в Полтавской области; Полтавским национальным техническим университетом им. Юрия Кондратюка; Общественным Экологическим советом Полтавщины; Яреськивским комбинатом коммунальных предприятий.

Запланированный объем средств проекта составляет около 200 тыс.$. Основными источниками финансирования мероприятий проекта являются:

−государственный бюджет, который дал стартовую поддержку проекту на уровне 10 % (от общего объема средств в ценах 2012г.);

−районный бюджет – на уровне 30 %;

−финансирование организаций партнеров, а именно, фонда охраны окружающей природной среды в Полтавской области и бюджетов сельских советов предполагается на уровне до 30-40 %;

−средства бизнес-структур – до 20-30 %.

Главным результатом данного проекта и его дальнейшей реализации в рамках всего Шишацкого района является создание рациональной, экономически мотивированной и экологически безопасной системы обращения с твердыми бытовыми отходами на местном уровне. Однако базисом этой системы должна стать схема новых управленческих взаимоотношений с созданием структуры районного специализированного коммунального предприятия, деятельность которого должна объединить интересы местных жителей, местной власти и бизнеса в сфере обращения с ТБО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обращение с отходами на Полтавщине. Экологическая библиотека Полтавщины. Выпуск 5 (укр.). – Полтава: Полтавский литератор, 2009. – 292 с.

2. Окружающая среда Полтавщины. Монография (укр.) / Под общей редакцией Голика Ю.С., Ильяш О.Е. – Полтава: Копи-центр, 2014. – 256 с.

3. Проект «Развитие местных инициатив в сфере безопасного и рационального обращения с твердыми бытовыми отходами в Шишацком районе Полтавской области», Полтава-Шишаки, 2012. – 185 с.

4. Региональная программа охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности с учетом региональных приоритетов Полтавской области на 2012-2015 годы (укр.). – Полтава, ПолтНТУ, 2012. – 164 с.

УДК 664

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ АПК

Шаталов Максим Александрович, кандидат экономических наук, доцент, АНОО ВПО «*Воронежский экономико-правовой институт», **Россия** г. Воронеж, mista2007@rambler.ru*
Мычка Светлана Юрьевна, АНОО ВПО «*Воронежский экономико-правовой институт», **Россия** г. Воронеж, svetlana_mychka@mail.ru*

В статье рассматриваются способы переработки отходов пищевых производств АПК, предлагаются наиболее целесообразные технологии переработки отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности в условиях Воронежской области.
Ключевые слова: пищевая промышленность, отходы, переработка отходов, Воронежская область.

FORMATION OF DEEP PROCESSING WASTE FOOD PRODUCTION AIC

Shatalov M.A., Mychka S.Y.

Abstract: The article considers the recycling of food production agriculture, offered the most appropriate technology for the processing of waste of agriculture and processing industry in the Voronezh region.
Keywords: food industry, waste, recycling, Voronezh region.

Проблема охраны окружающей среды имеет глобальный характер и поэтому должна решаться не только применительно к конкретному предприятию или производственному циклу, но в масштабах отдельных городов и промышленных центров, регионов, всей территории страны, группы стран, отдельных континентов и всего земного шара.

Воронежская область – крупный индустриально-аграрный центр России, располагающий значительным природно-экономическим потенциалом. Главное богатство Воронежской области – ее земельные ресурсы, среди которых преобладают черноземные почвы. Земельные ресурсы региона представлены 4,1 млн. га сельскохозяйственных угодий, в т.ч. 3 млн га пашни на высокопродуктивных черноземах. Сегодня в сельском хозяйстве Воронежской области создается более 11 % валового регионального продукта, в сельской местности проживают 36 % общей численности населения, что заметно превышает среднероссийский показатель (27 %).

В многоотраслевой структуре агропромышленного комплекса области функционирует около 600 сельскохозяйственных предприятий, более 4,0 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств и 400 тыс. личных подсобных хозяйств граждан, более 200 предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности. Пищевая и перерабатывающая промышленность – одна из стратегических отраслей экономики, призванная обеспечить устойчивое снабжение населения необходимыми качественными продуктами питания. Предприятия пищевой промышленности перерабатывают огромное количество продуктов сельского хозяйства, речного и морского промысла.

Предприятия, перерабатывающие продукцию сельского хозяйства (консервные, спиртовые, молокозаводы, мясокомбинаты и др.), оборудованные, как правило, примитивными очистными сооружениями, а во многих случаях не имеющие вообще никаких сооружений, вносят значительный вклад в загрязнение окружающей среды [4]. В последние годы из-за общего спада производства переработка отходов практически не производится. В связи с этим в зонах расположения перерабатывающих заводов в период сезона большое количество отходов и испорченного сырья загрязняет окружающую среду. Основной экологической задачей всех производств на современном этапе является сохранение на соответствующем уровне качества окружающей природной среды.

Решение проблемы, связанной с загрязнением окружающей среды отходами производства (жидкие, газообразные, твердые), лежит, несомненно, в необходимости проведения экологизации производств, а именно, в разработке и внедрении маловодных, бессточных технологических процессов, замкнутых по отношению к окружающей среде [2].

Малоотходные и безотходные технологии позволяют с одной стороны – максимально и комплексно извлекать все ценные компоненты сырья, превращая их в полезные продукты, а

с другой – устранять или уменьшать ущерб, наносимый окружающей среде в результате выбросов производства.

В настоящее время перевод производства на замкнутые циклы рассматривается как одно из фундаментальных направлений в решении вопросов рационального использования природно-сырьевых ресурсов и охраны окружающей среды. Организация производства в рамках замкнутой технологической цепочки «сельское хозяйство - перерабатывающая промышленность-торговля» возможна, в частности, в рамках создания вертикально-интегрированных агропромышленных структур: агрокомбинатов, холдингов и т.д. [5].

Утилизация отходов и глубокая переработка производства приобретают все большее экономическое значение, поскольку влияют на повышение себестоимости выпускаемой продукции. Это обстоятельство будет и в дальнейшем негативно сказываться на конкурентоспособности перерабатывающих предприятий АПК вследствие наметившейся тенденции к ужесточению государственного контроля за соблюдением природоохранного законодательства, а также общего усиления конкуренции на рынке.

При этом вступление России в ВТО и возрастающие требования современного рынка диктуют необходимость создания и внедрения в производство технологий с низкой энерго-, ресурсо- и капиталоемкостью, позволяющих выпуск качественной и конкурентоспособной продукции [3].

Вместе с тем, отходы агропромышленного комплекса - привлекательное сырье для получения тепловой и электрической энергии, прямого использования в сельском хозяйстве, а также производства материалов [1].

Значительную часть отходов АПК (более 80 %) составляют отходы сельского хозяйства, то есть растениеводства и животноводства. Некоторые виды сельскохозяйственных отходов (солома колосовых, навоз КРС, свиной навоз, птичий помет) целесообразно перерабатывать для получения тепловой и электрической энергии.

Так, в частности, в 2014 году общий объем выращенных в растениеводстве культур Воронежской области (зерновые, технические, кормовые и овощные) составил 10130 тыс.т. В растениеводстве и промышленности по переработке продукции растениеводства ежегодно образуется около 20 млн. т отходов. Из них около 60 % - первичные отходы, образующиеся после сбора урожая, и 40 % - вторичные отходы, получаемые в результате технологических процессов превращения целевого сырья в пищевую продукцию.

В 2013 году общее поголовье животных (рогатый скот, лошади, свиньи, птица, кроли) на предприятиях Воронежской области составило более 1300 тыс. голов. Ежегодно в животноводстве и промышленности по переработке продукции животноводства образуется до 300 тыс. т отходов. Из них первичные отходы (навоз и помет) составляют около 97 % всей массы отходов животноводства.

Следовательно, наиболее целесообразными технологиями переработки отходов сельского хозяйства в условиях Воронежской области являются:

• сжигание, преимущественно для сухих материалов (содержание сухого вещества более 40 %);

• анаэробное сбраживание с получением газообразного топлива - для влажных материалов (содержание сухого вещества менее 12 %).

• применение в качестве подстилки для животных;

• переработка и использование в качестве полезных кормовых добавок для животных;

• применение в качестве органических удобрений;

• производство вторичных материалов.

Для принятия решения о внедрении проектов по переработке отходов, образующихся на предприятии АПК, нами предлагается следующий алгоритм (рисунок).

Вместе с тем, существенный прогресс в сфере вторичной переработки отходов с условиях дефицита оборотных средств у сельхозтоваропроизводителей может быть достигнут лишь за счет привлечения средств крупного бизнеса. При этом необходима централизованная комплексная система организации управления отходами, включающая:

- анализ эколого-экономической деятельности промышленных предприятий с выдачей рекомендаций по минимизации отходов на стадии образования;

- проработку инвестиционных возможностей, а также имеющихся и разрабатываемых научными коллективами инновационных технологий с целью более глубокой переработки сельскохозяйственного сырья;

- способы совмещения нескольких видов отходов при использовании (производстве новых композиций) их в качестве вторичных материальных ресурсов;

- разработку и внедрение в пищевую промышленность ресурсосберегающих и безотходных технологий;

- профессиональную подготовку специалистов и руководителей предприятия в области обращения с отходами.

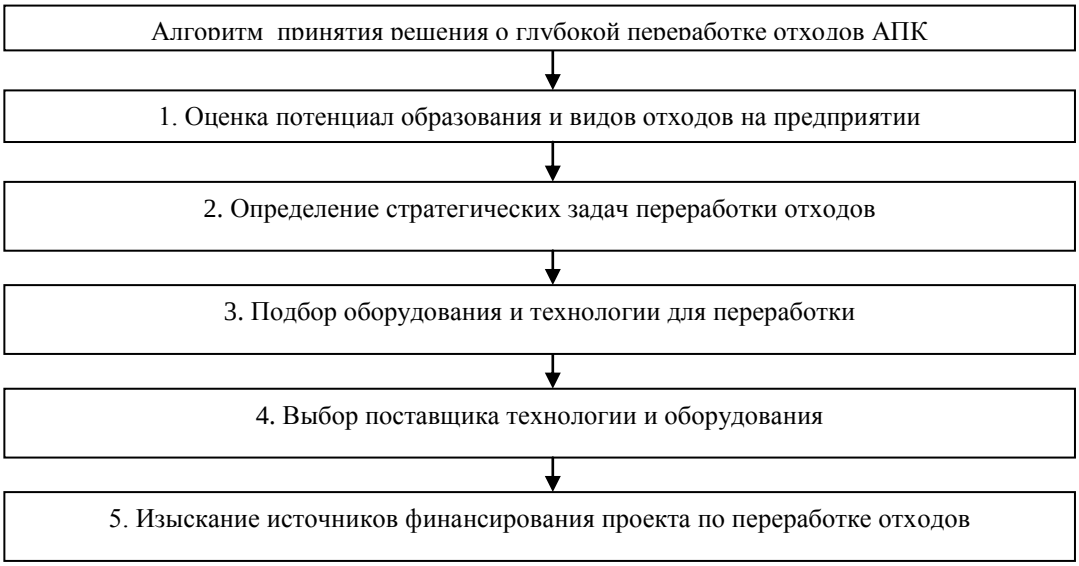


Рисунок – Алгоритм принятия решения о глубокой переработке отходов АПК

Таким образом, предлагаемая система управления глубокой переработкой отходов в АПК должна быть устойчиво направлена на:

- рациональный выбор технологий, обеспечивающий выполнение всех поставленных задач;

- тщательную синхронизацию технологий в единый, хорошо функционирующий технологический поток;

-обеспечение стабильности каждой из сопряженных технологий как подсистемы комплекса;

- обеспечение целостности системы в целом и определение ее эффективности при решении поставленных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баутин В.М., Овсянников С.В., Шаталов М.А. Государственная поддержка инвестиционной деятельности в АПК Воронежской области// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. –Т. 2. – № 18-1. – С. 136-137.

2. Васенков О.Г. Эколого-экономические аспекты организации системы управления в сфере обращения отходов // Экономика природопользования. ВИНИТИ. – 2000 – №3 – С. 51 – 54.

3. Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности АПК России и охрана окружающей среды: Справочник. Под общей ред. акад. РАСХН Е. И. Сизенко. М.: Пищепромиздат, – 1999 – 468 с.

4. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 96 с.

5. Шаталов М.А., Овсянников С.В., Шаталов С.А. Основные направления развития корпоративных структур в пищевой промышленности// Наука и бизнес: пути развития. – 2010. – № 2. – С. 16-17.

УДК 534-8

МНОГОЧАСТОТНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭКСТРАКТОР ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

Хмелев Владимир Николаевич, *доктор технических наук, профессор, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова,* ***Россия****, г. Бийск, vnh@bti.secna.ru*

Цыганок Сергей Николаевич, *кандидат технических наук, доцент, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова,* ***Россия****, г. Бийск, grey@bti.secna.ru*

Шакура Владислав Анатольевич, *аспирант, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова,* ***Россия****, г. Бийск, shakura.va@bti.secna.ru*

Статья посвящена особенностям конструирования ультразвукового оборудования для интенсификации процесса экстракции при помощи одновременного использования разночастотного ультразвукового воздействия и возможностям его применения в составе ультразвуковой технологической линии.

Ключевые слова: многочастотный ультразвук, экстракция, технологическая линия, интенсивность, кавитация.

MULTIFREQUENCY ULTRASONIC EXTRACTOR FOR AGRICULTURAL WASTE PROCESSING

Khmelev V.N., Tsiganok S.N., Shakur V.A.

The article is devoted to the creation of intelligent ultrasonic device for an intensification of the extraction process, using simultaneous treatment by different ultrasonic frequencies, and its possible applications in ultrasonic technological line.

Key words: multifrequency ultrasound, extraction, technological line, intensity, cavitation.

Введение. Ультразвуковые технологии в настоящее время нашли широкое применение в сельскохозяйственной отрасли. В частности в процессах переработки органических отходов и изготовлении компостов.

Ультразвуковое воздействие на органические материалы изменяет структуру материала, тяжелые металлы из органических отходов переходят в водный раствор. Посредством кавитации происходит распад крупных частиц и молекул на более мелкие составляющие, высвобождаются и активируются ферменты, улучшая тем самым выщелачивание органического материала, что приводит к ускорению переработки и уменьшению остаточного шлама. Это приводит к увеличению производительности автоклавного оборудования для экстракции полезных компонентов из органических отходов.

Одной из наиболее эффективных (по производительности и качеству получаемых материалов) технологий является экстракция с применение механических колебаний ультразвуковой частоты. В результате многочисленных исследований установлено, что применение ультразвука позволяет ускорить процесс экстракции в 10…1000 раз по сравнению с традиционными методами экстрагирования [1-3].

Поскольку современные производства и потребители требуют все больших производительностей и увеличения выхода полезных веществ в процессе экстрагирования различного сырья, существует постоянная потребность интенсификации процесса. Поскольку очевидный путь повышения эффективности ультразвукового воздействия, связанный с повышением интенсивности вводимых в обрабатываемые среды ультразвуковых колебаний неприемлем из-за возможного разрушения полезных свойств экстрагируемых веществ, возникает необходимость поиска иных путей повышения эффективности воздействия для увеличения скорости протекания процесса ультразвукового экстрагирования.

Одним из возможных путей решения проблемы является реализация одновременного воздействие на процесс экстракции ультразвуковыми колебаниями различных частот. Практическое применение данного эффекта охватывает многие области производства. Один из

возможных вариантов – использование многочастотного модуля в линии по производству экстрактов. Данная технологическая линия, помимо многочастотного модуля экстракции, включает в себя несколько узкоспециализированных ультразвуковых технологических аппаратов, позволяющих достичь синергетического эффекта [4].

Конструктивные варианты исполнения многочастотного модуля экстракции. Возможность повышения эффективности одновременного ультразвукового воздействия ультразвуковыми колебаниями различных частот в настоящее время доказана и реализуется на практике при ультразвуковой очистке (мойке). Определенная комбинация одновременно используемых ультразвуковых частот, позволяет существенно повысить эффективность и качество удаления частиц с обрабатываемой поверхности объекта, и ускорить сам процесс [6]. Механизм повышения эффективности связан с одновременной реализацией кавитационных процессов на различных частотах, т.е. с формированием и захлопыванием кавитационных парогазовых пузырей различного размера, создающих различные по мощности и размерам ударные волны и коммулятивные струи.

Развитие многочастотного направления ультразвуковой техники началось в 50-х годах 20 века. Оно обуславливалось необходимостью снижения негативных эффектов от формирования стоячих (стационарных) волн в резервуарах, стремлением увеличить диапазон размеров частиц, удаляемых ультразвуком, в случае ультразвуковой очистки, а так же желанием повысить интенсивность проводимых процессов.

Понимая возможности повышения эффективности многочастотного ультразвукового воздействия можно предположить, что формирование кавитационнных пузырей различного размера и их колебания с различной частотой у оснований различных по продольным и поперечным размерам капилляров при экстрагировании растительного сырья с капиллярно – пористой структурой обеспечат существенное ускорение процессов, способствующих экстрагированию.

На практике возможна практическая реализация многочастотного ультразвукового воздействия двумя основными видами многочастотных ультразвуковых аппаратов.

Первый из используемых аппаратов подразумевает одновременное применение нескольких ультразвуковых колебательных систем, каждая из которых работает на своей рабочей частоте и подключен к собственному электронному генератору. На рисунке 1 представлена схема ультразвукового аппарата данного типа, способного работать на трех различных частотах *f1, f2* и *f3*. Следует отметить, что количество ультразвуковых колебательных систем и электронных генераторов, а, следовательно, и рабочих частот, не ограничивается примером, представленным на рисунке, и может быть как большим, так и меньшим.

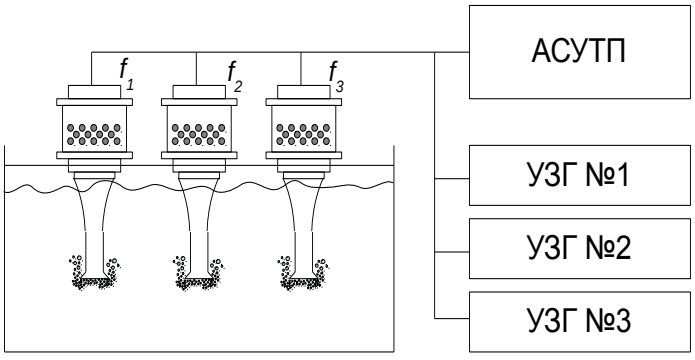


Рисунок 1 – Схема многочастотного ультразвукового аппарата с набором разночастотных ультразвуковых колебательных систем.

На рисунке 2 представлена форма распространяемых в обрабатываемой среде ультразвуковых колебаний, создаваемых многочастотным аппаратом первого варианта исполнения, работающего на трех рабочих частотах [6].

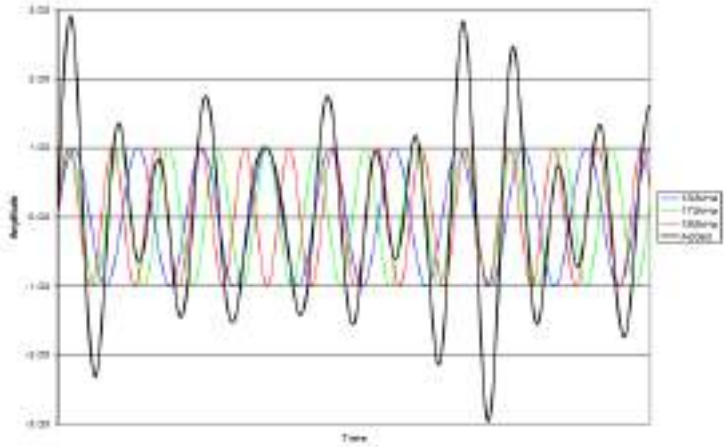


Рисунок 2 –. Форма колебаний многочастотного аппарата первого варианта исполнения

Так же на рисунке 2 показан аддитивный эффект, достигаемый, когда все ультразвуковые колебательные системы работают одновременно.

К основным недостаткам такого варианта реализации УЗ аппарата следует отнести менее устойчивый процесс кавитации, в сравнении с одночастотными системами той же суммарной мощности, по причине возникновения эффекта интерференции ультразвуковых колебаний различных частот. Кроме того, практическая реализация обуславливает необходимость оборудовать каждую колебательную систему персональным электронным генератором. Это приводит к значительному увеличению издержек на производство, что негативно сказывается на себестоимости.

К преимуществам следует отнести конструктивную простоту исполнения, надежность. Выход из строя одного из комплектов – генератора и ультразвуковой колебательной системы – в данном случае не подразумевает прекращение работы всей установки, а лишь означает некоторое снижение эффективности ее работы.

Второй вариант исполнения подразумевает под собой конструкцию аппарата, ультразвуковая колебательная система которого является универсальной, и способна работать в определенном частотном диапазоне, а электронный генератор, в свою очередь, может быть, либо, так же универсальным, либо состоять из нескольких разночастотных генераторов. Схемы многочастотных ультразвуковых аппаратов приведены на рисунке 3 и 4.

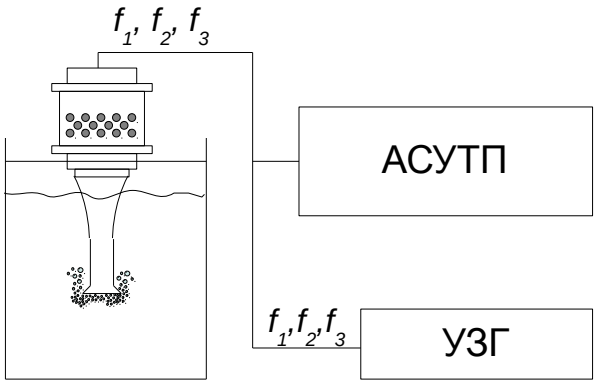


Рисунок 3 –. Схема многочастотного ультразвукового аппарата с универсальной ультразвуковой колебательной системой и универсальным генератором

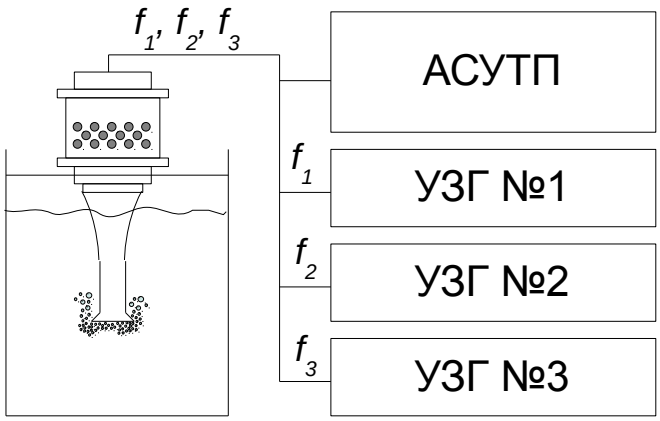


Рисунок 4 –. Схема многочастотного ультразвукового аппарата с универсальной ультразвуковой колебательной системой преобразователем и одночастотными генераторами.

На рисунке 5 представлены колебания, формируемые многочастотным аппаратом второго варианта исполнения [6].

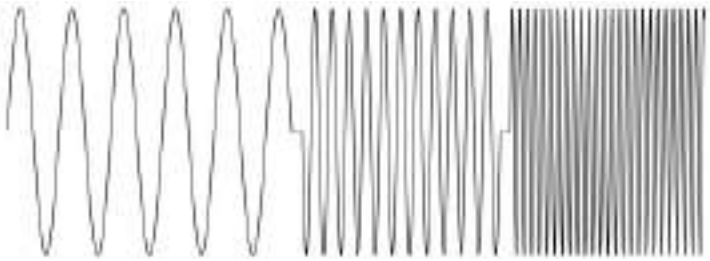


Рисунок 5 – Форма колебаний многочастотного аппарата второго варианта исполнения

Одним из преимуществ использования такого варианта исполнения аппарата, является высокая плотность выдаваемой мощности для каждой отдельной частоты. Аппарат при подобном исполнении будет иметь меньшие габаритные размеры.

Недостатком аппарата является снижение времени ультразвуковой обработки каждой из частот в отдельности, так как при наличии *n* частот, время обработки на каждой из них будет определяться по следующей формуле:

$$Tfi = Tобр/n, \quad (1)$$

где *Тобр* – общее время обработки.

Оба вида предлагаемых ультразвуковых технологических аппаратов могут быть реализованы на основе имеющейся элементной базы разработанных конструктивных и принципиальных схем и созданных практических конструкций пьезоэлектрических колебательных систем.

Многочастотный экстрактор в составе технологической линии. Технологическая линия предназначена для экстракции растительного сырья с целью извлечения полезных веществ в порошкообразном или жидком виде, упакованных в герметичную тару. Предполагается, что она будет состоять из различных ультразвуковых аппаратов специализированного назначения и вспомогательного оборудования.

Многочастотный экстрактор может исполняться в любом из вариантов рассмотренных ранее. На конструктивной схеме процессе производства экстракта, представленной на рисунке 6, приведен вариант с универсальной ультразвуковой колебательной системой, универсальным генератором и отдельной АСУТП.

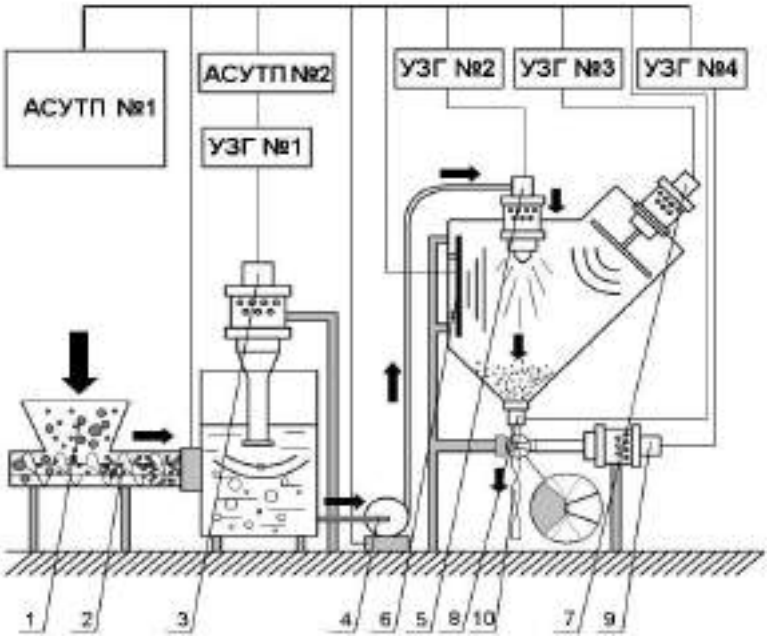


Рисунок 6 – Конструктивная схема линии производства экстрактов
с применением ультразвуковых технологий.

Растительное сырье вместе с экстрагентом (1), измельчается при помощи шнека (2). Смесь поступает в многочастотный модуль ультразвуковой экстракции (3).

АСУТП модуля анализирует поступающую смесь и среду обработки, затем, на основании полученных данных, предлагает оператору определенный набор частот для обработки, что позволит еще значительнее интенсифицировать процесс и повысить качество итогового продукта. Так же возможен выбор позиций из заранее составленного списка соответствий набора частот и параметров среды.

Получаемый жидкий экстракт, содержащий полезные извлеченные вещества, при помощи насоса (4) подается в колонну для сушки. Аэрозоль создается при помощи ультразвукового распылителя (5). Температура для испарения экстрагента создается и поддерживается нагревателем (6). Для ускорения процесса сушки получаемый аэрозоль находится в знакопеременном акустическом поле, создаваемом ультразвуковым излучателем (7). Получаемый порошкообразный продукт, содержащий полезные извлеченные вещества, поступает в дозатор (8). Упаковка в герметичную тару осуществляется при помощи аппарата для ультразвуковой сварки (9) и получается готовый упакованный продукт (10). Конечный продукт может использоваться в качестве технологического оборудования для перерабатывающей промышленности, например: пищевой, фармацевтической, химической.

Рекомендуемые к использованию в линии технологические аппараты [5] и другие особенности данной линии более подробно рассмотрены в соответствующей статье [4].

Заключение. Анализ современного состояния проблем экстрагирования природного сырья и необходимость дальнейшего повышения эффективности процесса экстракции позволил выявить возможность ускорения процесса применением ультразвукового воздействия на нескольких частотах. Понимание возможных механизмов повышения эффективности процесса при использовании колебаний различных частот позволило предложить конструктивные схемы реализации УЗ технологических аппаратов для многочастотного ультразвукового воздействия. Анализ предложенных схемных решений позволил установить их основные достоинства и недостатки.

Проведенные исследования подтвердили необходимость разработки практических конструкций многочастотного ультразвукового экстрактора, проведение сравнительных экспериментальных исследований для определения экономической целесообразности производственного применения многочастотных ультразвуковых экстракторов, а также возможность применения многочастотного модуля экстракции в соответствующей технологической линии

ЛИТЕРАТУРА

1. Гавинский Ю.В., Мисовец А.Н. "Исследование возможности применения ультразвука в фармации", ЗАО "Эвалар", Бийск, 1997. – 24 с.
2. Молчанов Ультразвук в фармации. – М., Медицина. – 1980. – 176 с.
3. Хмелев В.Н., Ламберова М.Э., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н. Создание малогабаритного ультразвукового экстрактора и исследование методических особенностей его применения. Общие проблемы естественных и точных наук: региональный аспект. Бийск, НИЦ БиГПИ, 1998.
4. Хмелев В.Н., Цыганок С.Н., Шакура В.А., "Линия производства экстрактов с применением ультразвуковых технологий", Южно-Сибирский научный вестник. – 2014. – №1. – С. 111–113. – Режим доступа: http://s-sibsb.ru/images/articles/2014/1/26_111-113.pdf.
5. Центр ультразвуковых технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.u-sonic.com.
6. John Fuchs F., William Puskas L. Application of Multiple Frequency Ultrasonics. Blackstone-ney Ultrasonics – 2005.

УДК 619:615.663.26

СВЯЗЫВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ СТРОНЦИЯ СОРБЕНТОМ ХЖ-90, ПРОИЗВЕДЕННЫМ ИЗ ОТХОДОВ ВИНОДЕЛИЯ, В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ

Крюков Николай Иванович, *доктор биологических наук, ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт», **Россия**, г. Краснодар, krasnodarnivi@mail.ru*

Бударков Виктор Алексеевич, *доктор биологических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной вирусологии и микробиологии», **Россия**, г. Покров*

В статье изучается способность ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90, произведенного из отходов виноделия (берлинской лазури), сорбировать радионуклиды стронция в желудочно-кишечном тракте животных. При этом снижается переход радионуклидов стронция из кормов в продукцию животноводства.

Ключевые слова. Ферроцианидно-бентонитовый сорбент ХЖ-90, радионуклидыстронций, белые крысы, овцы.

SORPTION OF RADIONUCLIDES OF STRONTIUM HZH-90 SORBENT AT ANIMALS MADE FROM WINEMAKING WASTE

Kryukov N.I., Budarkov V.A.

In article ability of a ferrotsianid-bentonid sorbent of HZH-90 made from winemaking waste (the Berlin azure) to occlude strontium radionuclides in a digestive tract of animals is studied. Thus transition of radionuclides of strontium from forages in production of animal husbandry decreases.

Keywords: ferrotsianid-bentonid sorbent HZH-90, strontium, white rats, sheep.

Введение. Радиационные аварии на Урале (1957) и в Чернобыле (1986) привели к загрязнению больших площадей сельскохозяйственных угодий России. Особое значение, с радиологической точки зрения, имеют ^{137}Cs и ^{90}Sr, которые мигрируют по пищевым цепочкам «почва-растения-животное» и накапливаются в молоке и мясе, потребляемых населением, проживающем в загрязненных районах [1].

Свойства различных материалов связывать в прочный комплекс радионуклиды наиболее полно исследованы при решении проблемы дезактивации жидких радиоактивных отходов. Так появились селективные сорбенты наиболее опасных в биологическом отношении радионуклидов цезия и стронция [3]. Параллельно шла работа по созданию антидотов против отравления этими изотопами человека. Были разработаны сорбенты цезия медицинского на-

значения и внедрены в практику ферроцин – сорбент цезия и альгисорб – сорбент стронция [2]. Значительно меньше исследований проведено по созданию сорбентов ветеринарного назначения.

Разработка средств и способов, снижающих переход изотопов цезия, стронция из кормов в продукцию животноводства, в настоящее время является одной из важнейших народно-хозяйственных проблем в регионах ВУРСа и Чернобыльского следа. Дополнительное загрязнение продукции животноводства тяжелыми металлами может усилить негативное влияние радионуклидов на здоровье человека. Считается возможным снизить содержание токсикантов в мясе и молоке путем введения в организм животных веществ, прочно связывающих токсиканты в желудочно-кишечном тракте. При этом происходит снижение поглощения токсикантов и ускорение выведения их с фекалиями [4, 5]. Предварительными опытами in vitro нами выявлены сорбционные свойства у ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 по отношению к ^{90}Sr.

Целью настоящих исследований явилось изучение влияния ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 на переход ^{90}Sr из кормов в организм животных.

Материал и методы исследований. В эксперименте использованы растворы азотнокислого стронция, ферроцианидно-бентонитовый сорбент ХЖ-90 и диоксид марганца (ДМТ). Сорбент ХЖ-90 – смесь калий – железо (III) гексацианоферрата (II) и бентонитовой глины. Изготавливается из отходов виноделия, образующихся при осветлении и деметаллизации виноматериалов. Неорганический сорбент марки ДМТ является селективным сорбентом стронция, изготовлен институтом физической химии РАН.

Исследования проведены на 28 белых крысах живой массой 280 ± 12 г, разделенных на 7 групп по 4 животных в каждой. Раствор нитрата ^{90}Sr вводили с помощью металлического зонда в количестве 197 кБк/животное, а сорбенты – виде суспензии в 1,5 % крахмальном геле. Через 3 суток животных убивали путем декапитации и отбирали пробы костной ткани для радиометрии на установке УМФ-1500.

В экспериментах на продуктивных животных использовано 9 овец породы Прекос живой массой 26-29 кг, которые были разделены на 3 группы. Животные ежедневно во время утреннего кормления получали с рационом ^{90}Sr в суточной дозе 75,3 кБк/кг (первые 12 дней) и 188,3 кБк/кг (последующие 15 дней). Овцы 1-й группы получали сорбент ХЖ-90 в суточной дозе 50 г/животное; 2-й группы – диоксид марганца в дозе 5 г/животное; 3-й группы – рацион без сорбентов. Через 25 суток у овец была отобрана венозная кровь для измерения в ней концентрации ^{90}Sr.

Результаты исследований и их обсуждение. Условия эксперимента и полученные данные приведены в таблице.

Таблица – Концентрация ^{90}Sr в скелете белых крыс после введения ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 и диоксида марганца (M ± m; n = 28)

Сорбент		% от введенного количества изотопа	Эффективность, %
вид	количество, мг/жив.		
Контроль	-	20,3 ± 4,2	0
ХЖ-90	40	17,8 ± 4,2	12,9
ХЖ-90	80	4,6 ± 0,8	40,9
ХЖ-90	120	9,7 ± 0,8	52,6
ДМТ	20	17,4 ± 2,8	14,6
ДМТ	40	5,2 ± 1,2	31,8
ДМТ	80	6,9 ± 0,9	68,7

Как видно из полученных данных, введение сорбентов снижало переход ^{90}Sr из желудочно-кишечного тракта в скелет белых крыс. При введении сорбента ХЖ-90 и диоксида марганца в минимальных дозах отложение изотопа в костной ткани было примерно одинаковым. Эффективность диоксида марганца после использования в дозах 40 и 80 мг соответственно была в 2,5 и 1,3 раз выше, чем при таких же дозах сорбента ХЖ-90.

Исследованиями установлено, что через 25 суток концентрация ^{90}Sr в крови овец, получавших ХЖ-90, составляла 800 ± 100 Бк/л, диоксид марганца – 520 ± 90 Бк/л, в контроле – 1270 ± 30 Бк/л, т.е. абсорбция ^{90}Sr снижается по отношению к контролю в 2,1 и 2,4 раза соответственно.

Таким образом, исследованиями, выполненными на лабораторных (белые крысы) и сельскохозяйственных (овцы) животных, подтверждена возможность использования феррацианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90, изготовленного из отходов виноделия (берлинской лазури), что способствует снижению перехода радионуклидов стронция из кормов в продукцию животноводства.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Алексахин, Р.М. Радиоэкология XXI века // Вестник Российской Академии наук – 2010. – Т.80, № 4. – С. 321-328.

2. Иванников А.Т., Алтухова Г.А., Парфенова И.М., Попов Б.А. / Влияние альгисорба на уровень накопления радиоактивных изотопов циркония, рутения, йода и цезия у крыс // Радиац. биол. Радиоэкология. – 1996. – Т.36. – № 3. – С. 427-433.

3. Милютин В.В., Гелис В.М., Пензин Р.А. Сорбционно-селективные характеристики неорганических сорбентов и ионообменных смол по отношению к цезию и стронцию // Радиохимия – 1993. – № 3. – С. 76-82.

4. Giese W. Uber die Verabreichung hocher Dosen Ammonium Eisen – Hexacyanoferrat "NH4Fe[Fe(CN)6] in Schafe – Tierarztliche Hochschule, Hannover – 1986. – P. 61.

5. Hove K. Reduction of radiocesium cransfer to animal products using sustained release boli with Ammonium (II) – Hexacyanofferate (II). // Acta. Vet. Scand, 1993. – Vol. 34 – P. 287-297.

УДК 628.4.032

О РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В МЕГАПОЛИСЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Мусина Айтжамал Слямхановна, *доктор технических наук, доцент, Казахский государственный женский педагогический университет,* ***Республика Казахстан****, г. Алматы, mussina_as@mail.ru _*

Елеусизов Мэлс Хамзаевич, *Экологический союз ассоциаций и предприятий Казахстана «ТАБИГАТ»,* ***Республика Казахстан,*** *г.Алматы, tabigat@nets.kz*

Разработан *с*пособ сортировки твердых бытовых отходов и создан комплекс для его осуществления.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, сортировка, переработка, вторичное сырье.

ABOUT SOLVING THE PROBLEMS OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE MEGALOPOLIS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Musina A.S., Eleusizov M.X.

Develop a method of sorting of municipal solid waste and set up a complex for its implementation.

Keywords: municipal solid waste, sorting, processing, secondary raw materials.

Введение. Во всем мире проблема управления твердыми бытовыми отходами (ТБО) является одной из приоритетных,занимая всистеме городского хозяйства второе место по затратам иинвестициям после сектора водоснабжения и канализации [2].

Существуют большие проблемы хранения иепереработки бытовых отходов, основными из которых являются: рост объёмов производимых инакапливаемых ТБО; отсутствие необходимого количества мусороперерабатывающих заводов; организация и эксплуатация полигонов ТБО без соблюдения технических и санитарных норм; сбор и хранение всех видов ТБО без разделения и сепарации, включая медицинские и опасные отходы; отсутствие на полигонах мероприятий по дезинфекции, дезинсекции и дератизации; отсутствие контроля запредотвращением возврата сполигонов ряда компонентов ТБОвгород ввиде товара исырья [6].Для сокращения отходов и их вовлечения в переработку должны применяться экономические рычаги стимулирования.

У Казахстана ситуация с утилизацией отходов по-прежнему находится на уровне 90-х годов.Восстановление вторичных материаловиз смешанных ТБО планируется внедрить лишь в нескольких городах, да и то без биоразлагаемых отходов. Вся эта зловонная масса взрывоопасна, загрязняет грунтовые и поверхностные воды, а также оказывает влияние на изменение климата; полигон международного класса имеется пока лишь в Астане.Несмотря на закрытие по экономическим причинам ряда промышленных предприятий, концентрация опасных для здоровья веществ в атмосфере города по-прежнему превышает в несколько раз допустимые нормы. При этом, как отмечено экспертами, наиболее опасные вещества - мелкие твердые частицы, канцерогены, тяжелые металлы, не измеряются и не контролируются. А ведь известно, что краткосрочное воздействие мелких твердых частиц увеличивает заболеваемость и смертность населения.

Президентом Республики Казахстан Н.А. Назарбаевым поставлена цель:вближайшее десятилетие войти вчисло пятидесяти наиболее развитых государств мира, и за это время придется решать множество взаимосвязанных проблем; среди них - важнейшая проблема, имеющая экономические, экологические и социальные аспекты -проблема управления отхода-ми. Высокоразвитая страна -это, прежде всего, страна высоких технологий ивысокой культуры, где отходам уделяется надлежащее внимание [4,5].

В работе [3] особое внимание уделяется проблеме изученияпроцессов образования, транспортировки, накопления и управления отходами потребления, выявлению существующих недостатков и разработке мероприятий по их устранению. В связи сэтим нам кажется уместным обратить внимание на один из подходов к проблеме твердых бытовых отходов (ТБО)-концепцию Комплексного управления отходами (КУО).Этот подход принимает во внимание следующие положения, подтвержденные мировым опытом: во-первых, не существует какой-то одной технологии, способной без вреда для человека и окружающей среды переработать весь поток отходов; во-вторых, даже комплекс технологий способен привести крешению проблемы отходов только тогда, когда он применяется вместе срядом экономических и социальных инструментов [5].

Следовательно, решение этой проблемы является важной, актуальной задачей современности, в результате чего можно предотвратить негативные последствия деятельности городских инфраструктур и общества в целом.

После Всемирной конференции по окружающей среде (Рио-де-Жанейро, 1992г) во всех промышленно развитых странах, странах с переходной экономикой и во многих развивающихся странах стали разрабатываться стратегии устойчивого развития, составной частью которых являются природоохранные аспекты. Во многих странах разрабатываются национальные, региональные и местные планы окружающей среды, важным компонентом которых являются проблемы управления отходами, в том числе и ТБО.

Существующая система по обращению сбытовыми отходами создавалась под прежнюю систему хозяйствования, ориентированную на централизованную государственную систему. Старая система коммунального хозяйства, структурно ориентированная на дотации из бюджета, не смогла быстро перестроиться на рыночные отношения.

Низкая рентабельность и низкая техническая оснащенность предприятий, занимающихся обращением с отходами, вызвана низкими тарифами. Население не приучено к сепарированию мусора на начальном этапе формирования ТБО непосредственно в квартире, у себя дома [3]. Казахстан имеет возможность получать определенные выгоды от развития этого рынка, имея в виду как экологические, так и экономические аспекты вопроса. За счет правильной организации рынка по утилизации отходов, за счет применения новых технологий можно минимизировать вредное влияние на экологию. При этом компании, занятые в этой сфере, посредством применения передовых технологий могут повысить качество собственной работы, что в свою очередь, скажется на повышении их конкурентоспособности на данном рынке.

Материалы и методы исследования Для проведения исследований был выбран участок в черте города Алматы размером 21-24 м, названный экспериментальным участком глубокой сортировки ТБО и построены специальные помещения, предназначенные для отдыха рабочих (две комнаты с душевой и сан. узлом.); помещение для складирования отсортированных ТБО по видам; склад инструментов для спасательных работ инвентаря и аптечек на случай ЧС. Установлены: кран-балка для подъема и перемещения контейнеров с ТБО; пресс-машина, которая производит упаковку макулатуры; 7 евроконтейнеров емкостью 1,1м^3, стол для сортировки мусора.Предусмотрен пункт по приёму стеклотары и макулатуры.

Результаты исследования и обсуждение. В современный период развития независимого Казахстана актуальными вопросами являются обеспечение экологической безопасности, экологического просвещения населения, выработки у населения привычки к упаковочным стандартам, перевозки, хранения, учета и утилизации ТБО, неукоснительное соблюдение Экологического кодекса РК предприятиями и населением Казахстана.

Для этого, по нашему мнению, необходимо определить нормы накопления ТБО по районам города; внедрить систему государственного учёта и контроля сбора, транспортировки и складирования ТБО; внедрить систему раздельного сбора отходов с привлечением населения, организаций торгового сектора и предприятий; обеспечить поддержку предпринимательства, связанного с переработкой отходов; развивать рынок вторичного сырья и её продукции.

Например, основными проблемами сбора и захоронения ТБО в Алматы является: обеспечение поддержания санитарных условий для предотвращения возникновения и распространения различных эпидемий; низкая культура населения, как на производстве, так и в быту по соблюдению элементарной чистоты и непонимание вредности накопления ТБО для всеобщего здоровья из-за загрязнения почвы, воды, воздуха.

Подсчитано, что в год на каждого жителя городов приходится в среднем 200-300 кг ТБО (около 1м^3). По последним данным в г. Алматы проживает~2 млн.чел.. В итоге жители нашего города оставляют после себя 480 000 тонн отходов в год.К тому же, каждый год отходы растут на 4-6 %, что в три раза больше увеличения рождаемости в стране. В скором времени, нам просто некуда будет сваливать мусор.

А ведь переработка отходов – очень прибыльное дело, особенно если подойти к нему с умом. Например, ТБО с успехом используют в качестве вторсырья.В существующей схеме движения твёрдых отходов, к сожалению, не предусмотрено использование твердых бытовых отходов в качествевтор-сырья. Кроме того, мусорный полигон, созданный в глубоком овраге и находящийся в 30 км от города, где складируется основная масса мусора, 97 % которых не соответствует требованиям природоохранного и санитарного законодательства РК, наносит большой вред окружающей среде. Вредные вещества выносятся дождевыми и паводковыми водами в реки. В летнее время свалка самовозгорается и весь вредный дым несёт на город. Рекультивация свалки не производится.Гниющие остатки пищевых отходов распространяют зловоние и отравляют воздух, привлекая мух крыс и других разносчиков заразы.

Всё это приводит к выводу, что существующие технологии по бытовым отходам не позволяют предложить децентрализованные способы переработки на месте и поэтому основные направления по решению проблемы могут сводиться, только к*предварительной сортировке отходов с целью повторного их использования и переработки*.

Таким образом, мы приходим к выводу, чтонеобходимо вводить жесткие меры, а не уповать на огромные пространства и сжигание отходов. Проведение исследований по раздельному сбору ТБО и изучению морфологического состава отходов позволило **Экосоюзу «Табигат»,** по договорённости с кооперативом собственников квартир **«Элем»**, начать внедрение нового метода раздельногосбораТБО. Была разработана схема движения ТБО (рисунок 1), где промежуточной ступенью является внедрение созданного М.Х. Елеусизовым мусоросортировочного комплекса (рисунок 1), защищенный Инновационным патентом РК [1].

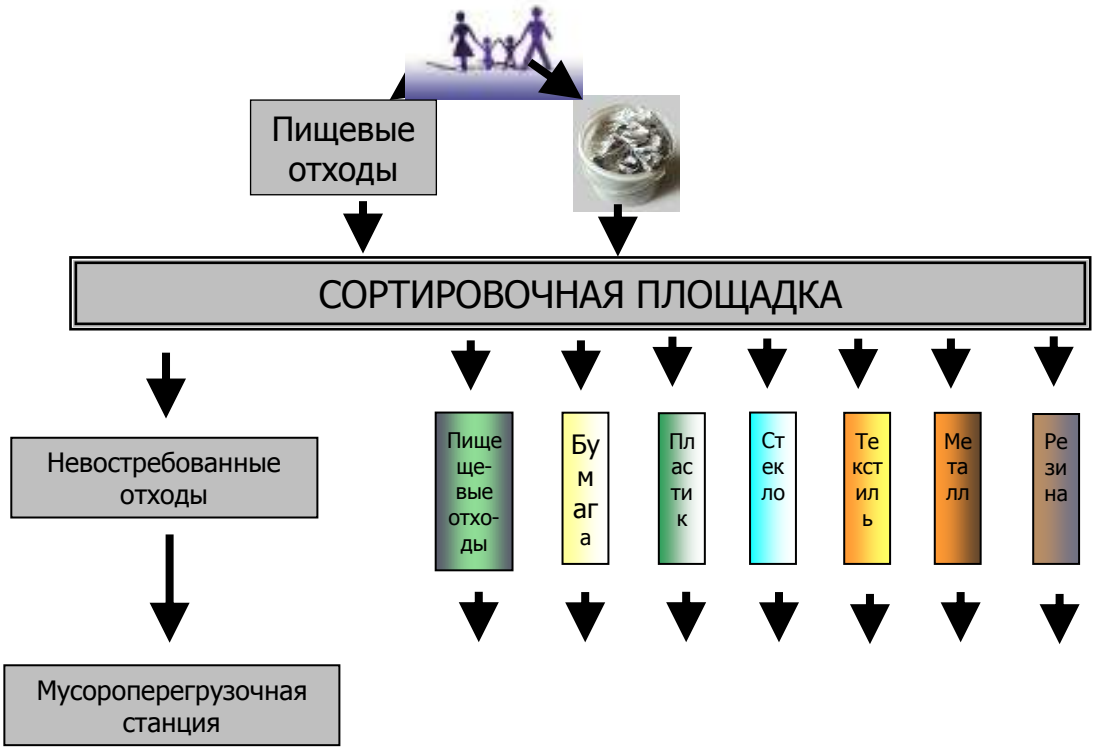


Рисунок 1 – Предлагаемая схема передвижения бытовых отходов

Из-за смеси органических отходов с неорганическими – бумагой, полимерными отходами и др. теряется ценность вторичного сырья, увеличивается стоимость технологий на его очистку, мойку. Поэтому в жилых комплексах рационально сортировать отходы на органическую и неорганическую фракции. Мусоросортировочный комплекс разделяет неорганические отходы на бумагу, пленку, ПЭТФ бутылкии т.д.

Таким образом, жителям не нужно будет накапливать несколькопакетов для разных видов отходов – их будет всего два. Затраты на очистку вторичного сырья снизятся, будет больше возможностей его реализовать по выгодной цене.

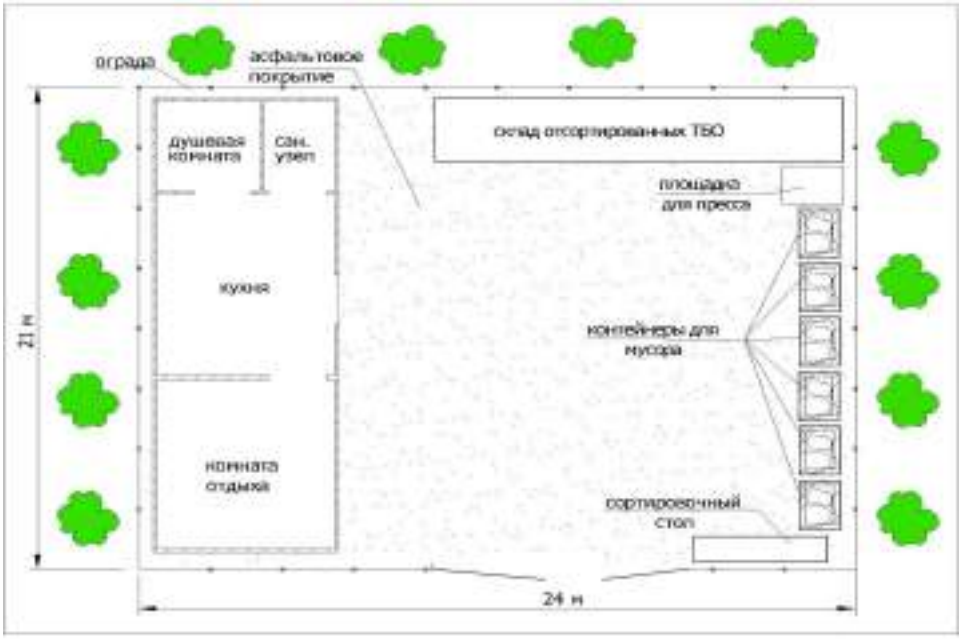


Рисунок 2 – Мусоросортировочный комплекс

Мусоросортировочный комплекс находится по адресу Сатпаева-Руднева. Площадка с навесом заасфальтирована, огорожена и имеет удобный подъезд для крупногабаритных машин (рисунок 2).

В процессе проведения работ по сортировке бытовых отходов, ориентировочно установлен их морфологический состав (таблица 1) и определен список предприятий по переработке вторсырья (таблица 2).

Проведённый эксперимент по раздельному сбору ТБО и изучение их морфологического состава в течение 8 лет подтверждает возможность сбора твёрдых отходов в городе предложенным способом и получения значительного количества вторичного сырья для последующей переработки.

Создание таких мест сортировки ТБО позволяет решить следующие существующие проблемы: *очистить город от бытового мусора – улучшить экологическую обстановку; развить промышленную переработку вторичного сырья – экономить природные ресурсы (газ, лес, химикаты); наладить производство новых видов промышленной продукций на основе использования инновационных технологий; создать импортозамещающие производства (различные виды бумажных изделий).*

Всё собранное вторсырьё реализуется в приёмные пункты (рисунок 3).

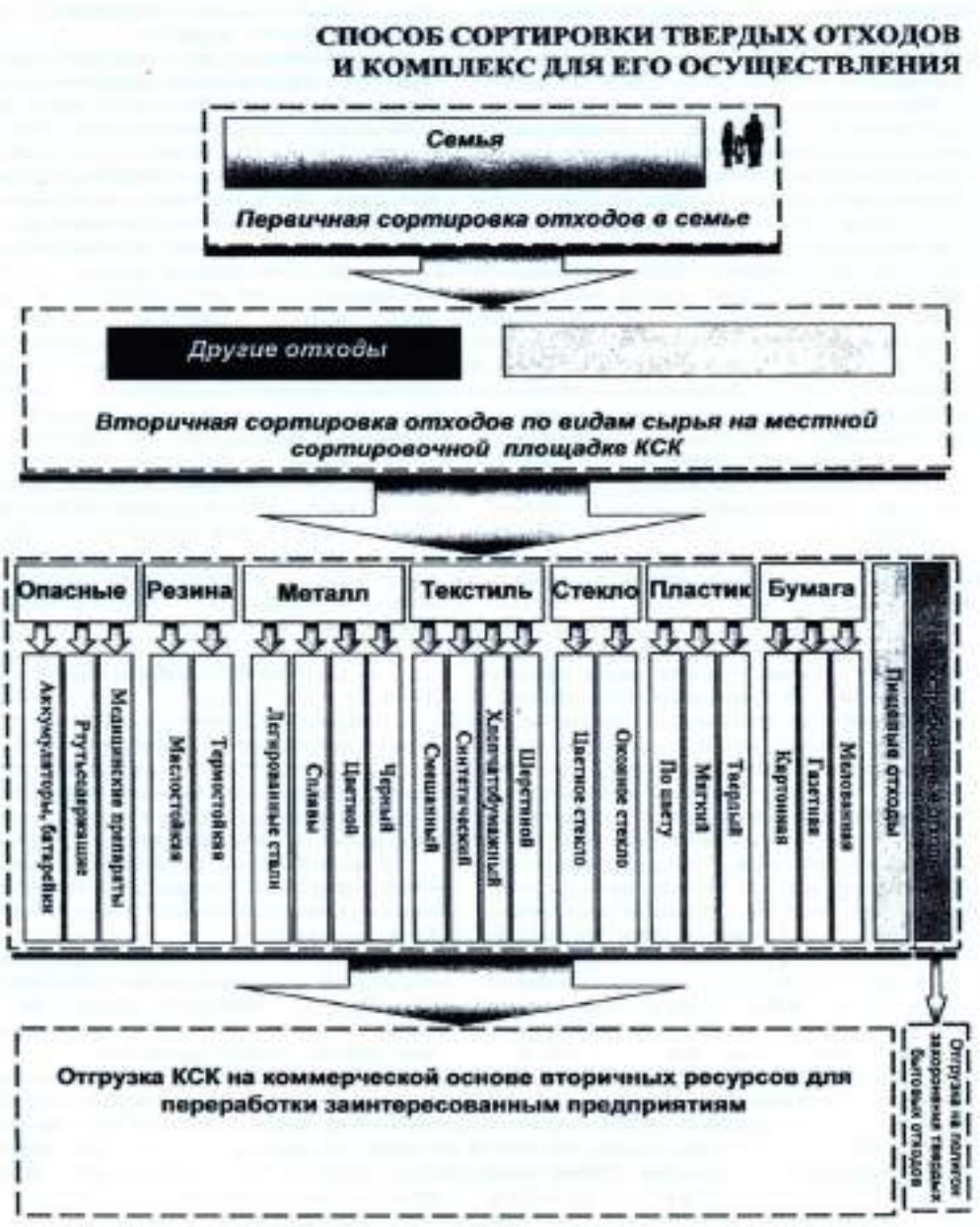


Рисунок 3 – Общая схема комплекса сортировки твердых отходов [1].

Таблица 1 – Морфологический состав отходов

№ пп	Наименование отходов	%	Удельное поступ. кг/чел. сут.	Удельное поступ. кг/чел. в год	Общая числен. в млн. чел	Объем поступл. млн. кг/год
1	Бумага	0,094	23	34,25	0,2	6,85
2	Пищевые отх.	0,102	25	37,25	0,2	7,45
3	Полиэтилен	0,009	2	3,3	0,2	0,66
4	Пластмассы	0,0099	3	3,6	0,2	0,72
5	Металлы	0,0049	1	1,8	0,2	0,36
6	Текстиль	0,0099	3	3,6	0,2	0,72
7	Стекло	0,051	14	18,63	0,2	3,67
8	Мелкий мусор	0,083	24	30,34	0,2	6,07
9	Пенопласт	0,0049	1	1,8	0,2	0,36
	Всего:	0,3785	100	138,17	0,2	27,58

Данные по объемам мусора приведены по показателям работы экспериментального участка в течение 1 месяца.

Таблица 2 – Список основных предприятий в г. Алматы, занимающихся переработкой вторсырья

Наименование	Вид деятельности
АО «Вторма»	макулатура
ОАО «Алматыстоксервис»	макулатура
АО «Парасат»	макулатура
СВК ОАО КазНИИ Энергетика им. Чокина	макулатура, крагиус, картон
ДХ ТОО «Бумажный завод» (ТОО ИП Компания Малион)	производство туалетной бумаги
СП papyrus	производство туалетной бумаги
АО «Казторчермет»	черн. металл
АО «Вторцветмет»	цвет.металл
ТОО «Алматывторцветмет»	цвет.металл
ТОО «ЛИД»	цвет.металл
ЗАО «Бирлесу»	производство ковраланов
АО «Сункар»	пластмасса
ТОО «Обис»	пластмасса
ТОО «Полимертара»	полиэтилен
Корпорация Цаф «CAV»	стеклобой

На макроуровне работа системы сбора отходов должна выглядеть следующим образом:

1. Организации, использующие в своём производстве или торговле тару и упаковочные материалы, производят отчисления в экологический налог в размере законодательно установленной ставки за каждую тонну тары в зависимости от материала (пластмасса, жестебанки, макулатура, стекло и т.д.).

2. Организации, занятые в обращении отходов, собирают или заготавливают у населения и предприятий вторичные ресурсы и поставляют их перерабатывающим организациям.

3. Собранные средства, за исключением потраченных на рекламу раздельного сбора отходов и орграсходов, выделяются в виде дотаций (из фонда охраны природы) заготовительным организациям прямо пропорционально объемам заготовки и переработки вторичного сырья.

4. Благодаря такой прозрачной организации распределения денежных средств, включается механизм конкуренции между организациями, осуществляющими раздельный сбор и заготовку вторсырья, так как увеличение объемов сбора ведет к увеличению дотаций и прибыли.

5. Сборщики, заготовщики и переработчики должны иметь возможность брать беспроцентные кредиты из штрафного экологического фонда, а не в банках, когда стремятся развивать свою деятельность.

6. Сумма дотаций должна покрыть издержки от сбора, а полученную при-быль направлять на приобретение спецконтейнеров, прессового оборудования, гидравлические контейнеры, баков для раздельного сбора, спецтехника и т.д.

7. Сборщик должен иметь возможность самостоятельно решать и приобретать то, что ему необходимо.

В результате, выделение финансовых средств без учета вклада заготовительных организаций приводит к иждивенчеству организаций-получателей, отсутствию у них заинтересованности в увеличении объемов заготавливаемого вторичного сырья, повышении его сортности и экономичности самого процесса.

Существующий подход к распределению финансовых средств должен учитывать интересы организаций, осуществляющих сбор, и организаций, осуществляющих заготовку, которые остро нуждаются в средствах на техническое перевооружение и внедрение новых технологий.

Необходимо сделать также различие между сбором (заготовкой) и переработкой, как между оптовой и розничной торговлей.

В системе ЖКХ существуют две системы, которые функционируют независимо друг от друга, но при этом делают одно общее дело. Одна занимается вывозом мусора, а другая его обезвреживает (проводит захоронение), т.е. каждый должен делать своё дело, одни собирать, а другие перерабатывать.

Процесс переработки – это экономически обоснованная услуга, где все затраты компенсирует или поставщик (если из поставляемого сырья), или потребитель.

Рециклинг в своей основе – это не «доходы из отходов», а материальный круговорот, где основная цель – ресурсосбережение и защита природы от отходов.

Таким образом, используя предлагаемый разработанный способ предварительной сортировки ТБО в созданном комплексе для его осуществления и правильной организации рынка по утилизации твердых бытовых отходов, за счет применения новых технологий можно минимизировать их вредное влияние на экологию. При этом компании, занятые в этой сфере, посредством применения передовых технологий могут повысить качество собственной работы, что в свою очередь скажется на повышении их конкурентоспособности на данном рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гринин А.С., Новиков В.Н.. Промышленные и бытовые отходы. // Хранение, утилизация и переработка. Изд-во торговый дом ГРАНД, 2002.

2. Елеусизов М.Х. Способ сортировки твердых отходов и комплекс для его осуществления// Инновационный патент РК №21894 от 29.06.2009.

3. Кусаинов А. Управление отходами приносит доход/ «IV Форум поставщиков работ и услуг по утилизации отходов производства и внедрению прогрессивных технологий мало- и безотходного производства» Каз. Правда 19.05.10 г.

4. Назарбаев Н.А. О Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы: Указ Президента Республики Казахстан от 14 ноября 2006 года №216 // Собрание актов Президента РК и Правительства РК. – Астана, 2006, № 44. – С. 85-116.

5. Назарбаев Н.А. Эпицентр мира. – Астана: Елорда, 2001. – 294 с.

6. Нуркеев С.С., Арганчеева А.Г., Утегулов Н.И., Кембаев Б.А., Ергужиева Г.Б., Карабаев Ж.А. Проблемы обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов: Аналитический обзор. Алматы, 2005.

УДК 541.128.3: 542.924: 547.535-39

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА БИОМАССЫ

Писаренко Леонид Михайлович, *доктор химических наук, ФГБНУ «Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН», **Россия**, г. Москва, pissarenkolm@mail.ru*

Касаикина Ольга Тарасовна, *доктор химических наук, профессор, ФГБНУ «Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН», **Россия**, г. Москва, okasai@yandex.ru*

Зиновьев Игорь Викторович, *инженер-исследователь, ФГБНУ «Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН», **Россия**, г. Москва, kasaikina@chph.ras.ru*

Храмеева Нинель Павловна, *кандидат химических наук, ФГБНУ «Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН», **Россия**, г. Москва, khrameeva-np@mail.ru*

Катализатор на основе оксидов железа (III), полученный путем гидролиза соли Fe (3+) в воде с добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ) активно разлагает H_2O_2 и катализирует окислительную деструкцию лигносодержащей биомассы при атмосферном давлении и умеренных температурах 60–70^{o}C под действием H_2O_2 и O_2. В результате термоокислительной деструкции биомасса (древесные опилки, торф, оливковый жом, рисовая и овсяная солома) перерабатывается в низкомолекулярные продукты окисления лигнина, целлюлозы, липопротеидов и сахаров; твердый остаток представляет собой целлюлозу и ее производные. Выход твердого остатка зависит от природы биомассы, соотношения концентраций реагентов (биомасса, катализатор, пероксид водорода) и времени проведения деструкции. Обнаружена высокая каталитическая активность рисовой соломы в распаде H_2O_2.

Ключевые слова: лигносодержащая биомасса, оксиды железа (III), пероксид водорода, каталитическое окисление, трансформация катализатора, целлюлоза, органические кислоты, рисовая солома

THERMOOXIDATIVE CATALYTIC TREATMENT OF BIOMASS

Pisarenko L.M., Kasaikina O.T., Zinoviev I.V., Khrameeva N.P.

The catalyst based on iron(III) oxides, obtained by hydrolysis of Fe(III) salts in water in the presence of surfactants, decomposes H_2O_2 actively and catalyzes the oxidative destruction of lignobiomass under atmospheric pressure at mild temperature 60-70^{o}C under the influence of H_2O_2 and O_2. The oxidative destruction of biomass (wood sawdust, peat, olive press cake, rise and oat straw) results in low molecular oxidation products derived from lignin, cellulose, lipoproteins and sugars; the solid product constitutes of cellulose and its derivatives. The yield of solid depends on biomass nature, reagents concentration ratio (biomass, catalyst, hydrogen peroxide), and oxidation process duration. Rise straw was found to demonstrate a high catalytic activity in H_2O_2 decomposition.

Key words: lignobiomass, iron(3+) oxides, hydrogen peroxide, catalytic oxidation, cellulose, organic acids, rise straw

Введение. Переработка органических отходов и биомассы является важной научно-технической задачей [6,7]. В настоящее время применяют прямое сжигание, наиболее изученное и коммерчески развитое, разрабатываются технологии термохимической переработки биомассы газификация и пиролиз. Для переработки и утилизации биомассы с высокой влажностью используют биохимические процессы - анаэробную переработку, этанольную и ацетонобутанольную ферментации. В результате этих процессов получают биогаз, органические кислоты, этанол, ацетон, бутанол. В последние десятилетия большое внимание уделяется химической переработке биомассы в биотопливо. Это направление развивается, несмотря на обоснованные возражения, что производство биотоплива из биомассы принципиально нерентабельно, т.к. требует больших затрат энергии и увеличивает, в конечном счете, продукцию CO_2; поэтому предпочтительнее утилизировать биомассу путем прямого сжигания или переработки ее на нужные в химическом и фармацевтическом производстве товарные продукты [21].

В природе лигносодержащая биомасса перерабатывается микроорганизмами, для развития, размножения и функционирования которых необходимым условием является наличие воды, содержащей ионы металлов [13,19]. При этом в механизм ферментативного окисли-

тельного расщепления вовлекаются пероксид водорода и кислород воздуха [8,9]. В последние годы высокодисперсные гетерогенные катализаторы, основанные на оксидах железа, разрабатывают для процессов окисления и доокисления органических загрязнений в воде как кислородом воздуха, так и с использованием экологически безопасного окислителя пероксида водорода [13,20,22].

Анализ этих фактов послужил отправным пунктом для создания на основе оксидов железа экологически безопасного катализатора окислительной деструкции органических растительных остатков с использованием H_2O_2 и/или кислорода воздуха в качестве окислителя [2,3,4,8,9,18]. Катализатор получали путем гидролиза соли Fe(3+) в воде с небольшими добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ) и последующей пептизации. Катализатор активно разлагает H_2O_2; его активность в этом процессе нелинейно и немонотонно изменяется с ростом исходной концентрации соли Fe(III), взятой для синтеза. Полученный в оптимальных условиях катализатор демонстрирует высокую активность на уровне самых активных катализаторов распада H_2O_2.

В данной работе представлены результаты исследования каталитической термоокислительной переработки лигносодержащей биомассы в полезные продукты. Основное внимание обращено на безотходность и экологичическую безопасность процесса, а также на взаимное влияние катализатора и биоматериала и на особенности термоокислительной переработки рисовой соломы в сравнении с переработкой древесных опилок, исследованной ранее

Материалы и методы исследования. Катализатор получали путем гидролиза хлорида железа (III) в воде с добавкой ~1 % спирта по методике [4,10,18]. Для синтеза использовали хлорид железа $FeCl_3x6H_2O$ (Merck KGaA, Германия). По данным просвечивающей электронной микроскопии размеры частиц катализатора находятся в нанометровом диапазоне, и наночастицы имеют склонность к агрегации.

В качестве окислителя использовали 30 % пероксид водорода (ч.д.а., Реахим, Усольехимпром). В сравнительных исследованиях окислительную деструкцию биомассы проводили следующим образом: в термостатированный при 60^{o}C стеклянный сосуд, снабженный магнитной мешалкой и обратным холодильником, помещали биомассу, водный раствор H_2O_2 и полученный катализатор. Объем реакционной смеси составлял, как правило, 100-120 мл, концентрация H_2O_2 1,1 – 1,3 М, количество биомассы (древесные опилки, торф, оливковый жом, овсяная и рисовая солома) ~4-5 г, количество катализатора составляло в пересчете на ионы железа 1 - 15 мМ. По ходу реакции отбирали пробы, в которых определяли концентрацию H_2O_2 (йодометрическим методом) и кислот (титрованием спиртовым раствором КОН), а также контролировали выход в объем водной фазы ионов Fe(III) и Fe(II) по специфическим качественным реакциях с тиоцианатом калия, желтой и красной кровяной солью соответственно. Твердые продукты реакции отделяли от водного раствора центрифугированием с последующей сушкой в токе воздуха. Водорастворимые нелетучие продукты окислительной деструкции выделяли из раствора оксидата выпариванием в токе теплого воздуха. Спектры ИК продуктов реакции записывали на спектрометре Perkin-Elmer FTIR-1725, снабженном специальной приставкой для записи спектров в диффузном отражении. Исследование размерных характеристик коллоидного катализатора и влияния промывки на поверхность рисовой соломы исследовали с помощью просвечивающей электронной микроскопии на JEOL JEM 3010.

Обсуждение полученных результатов. В результате гидролиза $FeCl_3x6H_2O$ в условиях приготовления катализатора ионы Fe(3+) практически полностью переходят в коллоидный осадок и не обнаруживаются в водной фазе после его отделения центрифугированием. При добавлении к биомассе катализатор локализуется на поверхности перерабатываемого субстрата, поскольку частицы катализатора, полученного путем гидролиза солей Fe(3+) имеют, как правило, положительный заряд, а волокна и частицы биомассы, как и клеточные мембраны, заряжены отрицательно [11,17]. При добавлении H_2O_2 катализатор, адсорбированный на поверхности биомассы, реагирует с пероксидом. Этот процесс протекает, по-видимому, по смешанному радикально-молекулярному механизму, включающему каталити-

ческий распад H_2O_2 на свободные радикалы и их реакцию с компонентами биомассы, а также возможное цепное окисление органических материалов с участием кислорода воздуха. В работе [2] на примере окисления природного олефина лимонена было показано, что коллоидный железооксидный катализатор ускоряет окисление углеводородов кислородом по цепному свободно-радикальному механизму путем увеличения скорости инициирования радикалов при взаимодействии катализатора с гидропероксидами, первичными продуктами окисления.

При использовании H_2O_2 в качестве окислителя катализатор, локализованный на поверхности биомассы, резко увеличивает скорость генерирования радикалов, которые реагируют с макромолекулами биомассы и инициируют их деструкцию. Известна способность H_2O_2 образовывать оксо- и пероксо-комплексы с соединениями железа и меди, способные гидроксилировать органические соединения [1,5,14]. Каталитическое окисление биомакромолекул облегчает биодеструкцию. Возможные пути каталитической окислительной деградации лигнина рассмотрены в обзоре [16]. Отмечается, что металлокомплексные катализаторы (органометаллы) в сочетании с H_2O_2 окисляют лигнин до хинонов, кислот и их производных. Окисление может происходить с раскрытием ароматического цикла и образованием γ-лактонов, деметилированием и окислением боковых алкильных цепей.

1 2

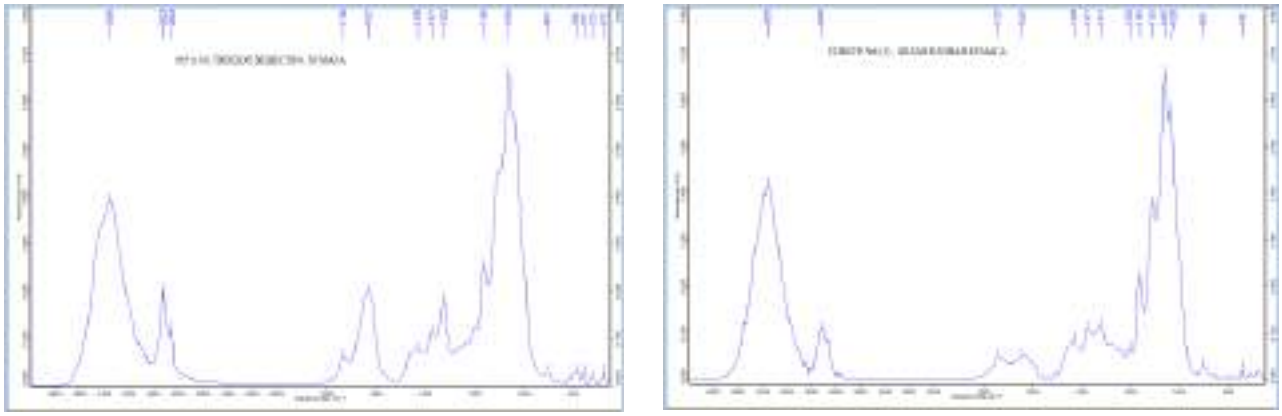


Рисунок 1 – ИК- спектры твердого остатка после каталитической обработки 1 – рисовой соломы, 2 – еловых опилок

В результате деструкции получаются растворимые в воде продукты окисления лигнина и целлюлозы, а также остается твердый продукт, который в зависимости от времени обработки, количеств катализатора и пероксида водорода является целлюлозой или целлюлозой с примесями лигнина, карбоксицеллюлозы и карбонильных производных целлюлозы. В качестве примера на рисунке*1* представлены ИК-спектры белого твердого продукта каталитической окислительной деструкции рисовой соломы (1) и еловых опилок (2), которые близки к библиотечному ИК-спектру чистой хлопковой целлюлозы. Водная фаза представляет собой раствор относительно низкомолекулярных продуктов окисления лигнина и целлюлозы, в основном, карбоновых кислот, сложных эфиров органических кислот и эфиров полиоксисоединений. В ходе окислительной деструкции в оксидате накапливаются кислоты; pH уменьшается от 6.5 до 2.5 -2.0.

Влияние природы биомассы на эффективность окислительной деструкции с использованием H_2O_2 и нанокатализатора иллюстрирует таблица1, в которой сопоставлены данные, характеризующие окислительную деструкцию разных органических материалов (древесные опилки, торф, овсяная и рисовая солома, остатки оливковых косточек после извлечения масла) в одинаковых по температуре и концентрациям реагентов условиях.

Таблица 1 – Влияние природы биомассы на скорость каталитической термоокислительной деструкции (Биомасса ~5 г, катализатор ~5 мМ Fe(3+), H_2O_2 ~ 6 г, объем реакционной смеси 100 мл, время реакции 7 час, 60°С)

Параметры процесса	Опилки	Торф*	Косточки оливок	Овсяная солома	Рисовая солома
Время проведения опыта, час.	7	7	40	40	9
Начальная скорость расходования H_2O_2, моль/(л·с)	$2.5\ 10^{-5}$	$14\ 10^{-5}$	$1.5\ 10^{-5}$	$4.4\ 10^{-5}$	$14\ 10^{-5}$
Масса твердого остатка (%)	42	31	15,4	26,6	29
Масса водорастворимых продуктов (%)	32	37	50	20	20
Количество кислот (в водной фазе), моль	0.03	0.05	0.02	0.015	0.075

- Объем реакционной смеси 200 мл

Видно, что деструкция H_2O_2 при переработке торфа и рисовой соломы происходит интенсивнее и с большим выходом органических кислот, чем деструкция древесных опилок и овсяной соломы. Начальная скорость распада H_2O_2 в случае торфа в несколько раз выше, чем при обработке остальных образцов. Из данных таблицы видно, что в присутствии биомассы активность катализатора в разложении H_2O_2 изменяется и существенно зависит от ее природы. Иными словами, на поверхности биомассы нанокатализатор перенастраивается в зависимости от типа органического сырья.

При переработке рисовой соломы обнаружены некоторые особенности. На рисунке2,(кривая.1) показано, что при добавлении H_2O_2 к исходной соломе происходит быстрое разложение пероксида без образования кислот (кривая 3) и видимой деструкции соломы. Оказалось, что в случае рисовой соломы расходование H_2O_2 с выделением кислорода наблюдается и в отсутствие катализатора. Древесные опилки и овсяная солома не влияют на распад H_2O_2. В таблице 2 приведены данные, характеризующие влияние предварительной обработки на сокращение потерь H_2O_2 при контакте с соломой. Видно, что замачивание и промывка рисовой соломы водой уменьшают потери, но только кипячение в течение 2 часов полностью дезактивирует солому по отношению к распаду H_2O_2. Рисунок 3 демонстрирует влияние обработки на морфологию внутренней и внешней поверхности стеблей соломы по данным ПЭМ. Видно, что при обработке снимается верхний глянцевый слой и прорисовывается фибриллярная структура. Кривая 2 на рисунке2 характеризует расходование H_2O_2 в процессе каталитической окислительной деструкции предварительно прокипяченной рисовой соломы, а кривая 4 – накопление растворимых в воде кислот. Нами также обнаружено, что рисовая солома содержит до 8 % оксида кремния, который образует в оксидате устойчивую тонко дисперсную взвесь.

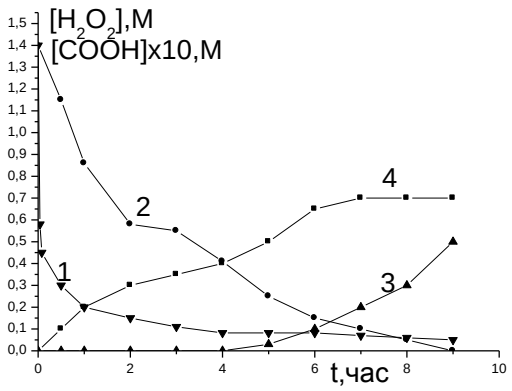
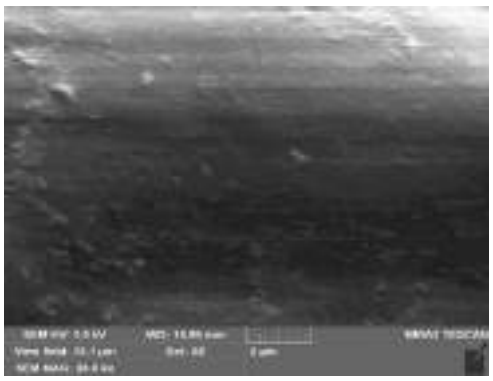
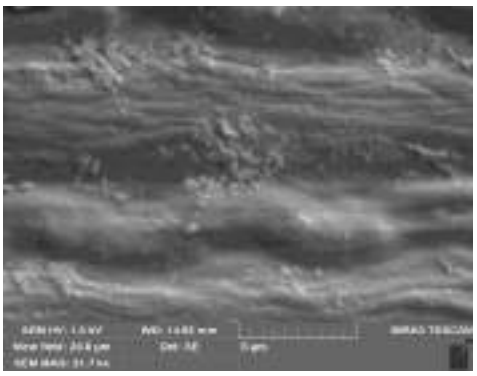


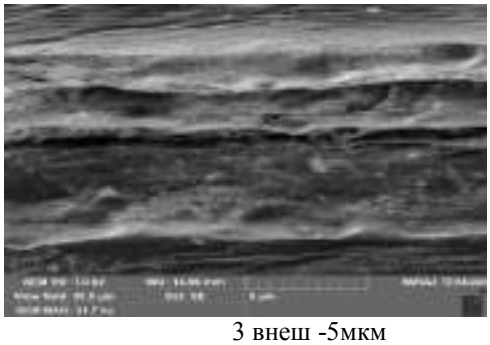
Рисунок 2 – Кинетические кривые расходования H_2O_2 (1 и 2)и накопления кислот (3,4) при каталитической обработке рисовой соломы пероксидом водорода 1,3 – исходная солома; 2,4 – предварительно очищенная кипячением; температура 60°С.



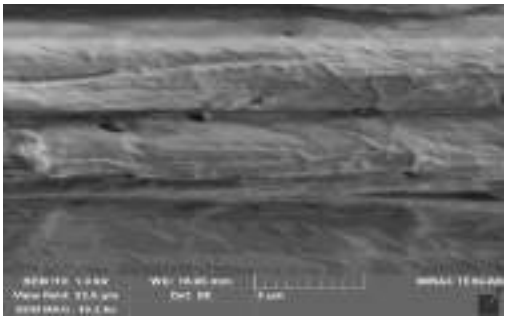
1 внеш -2мкм



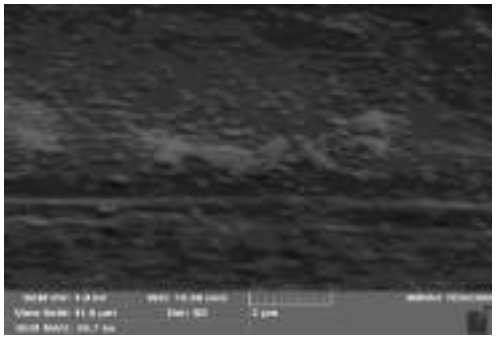
2 внеш -5мкм



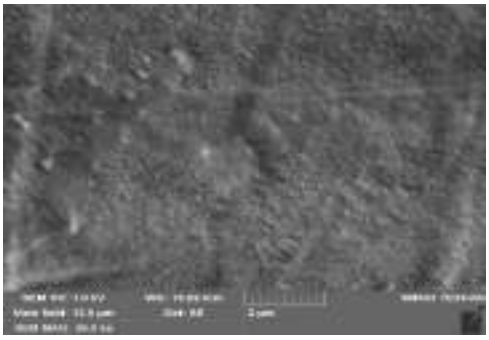
3 внеш -5мкм



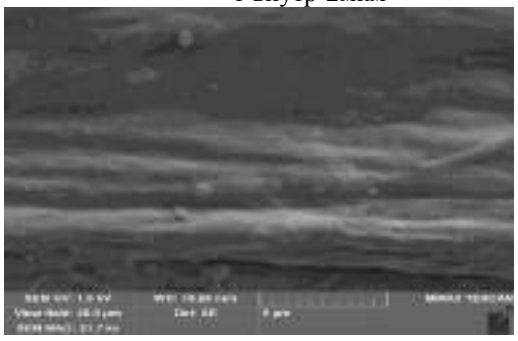
4внеш-5мкм



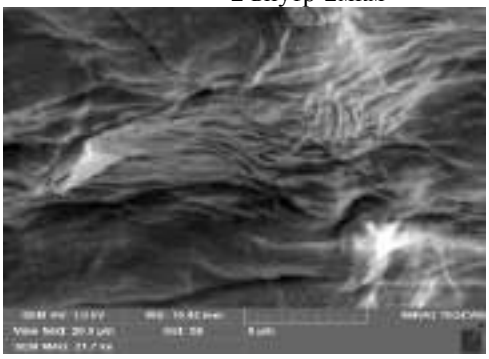
1 внутр-2мкм



2 внутр-2мкм



3внутр-5мкм



4внутр-5мкм

Рисунок 3 – Данные просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) для образцов рисовой соломы разной степени очистки см.Таблицу 2 (получены на JEOL JEM 3010)

Таблица 2 – Влияние обработки рисовой соломы на потери H_2O_2 (без катализатора)

Номер образца	Обработка рисовой соломы	Потери H_2O_2, за 30 минут , %	Потери H_2O_2, за 4 часа , %
1	Исходный образец	45	52
2	Замачивание (20 часов) в 20- кратном объеме воды	34	41
3	Замачивание (20 часов) в 40- кратном объеме воды	18	36
4	Кипячение 2 часа	0	0

Необходимо отметить, что каталитическое расходование H_2O_2 включает «полезное направление» - окислительную деструкцию природных полимеров лигнина и целлюлозы, входящих в состав древесины, и «бесполезное направление» - тривиальный распад пероксида

(по Фентону), катализированный ионами железа [16]. В результате окислительной деструкции окисляется и вымывается лигнин, частично окисляется целлюлоза, поставляя в раствор полиспирты, гидроксикислоты, олигосахариды, эфиры. Уменьшение скорости каталитического распада H_2O_2 в водных средах в присутствии органических соединений обычно связывают с подавлением индуцированного распада H_2O_2 [16]. В [12] отмечается, что гетерогенизированный на полимерном носителе металлокомплексный катализатор приводит к более полной переработке лигнина при участии H_2O_2, что, по мнению авторов, обусловлено снижением объемного «сверхокисления» (over-oxidation) – окисления первичных продуктов деструкции олигомеров и низкомолекулярных соединений. В случае окисления биомассы можно полагать, что наиболее эффективно действует катализатор, адсорбированный на поверхности, которая, в свою очередь, может влиять на состав, структуру и активность катализатора. В ходе окисления образуются кислоты, низкомолекулярные фенольные соединения, которые способствуют переходу ионов железа в водную фазу и «растворению» изначально гетерогенного катализатора. После израсходования всего добавленного пероксида в водной фазе обнаруживаются как ионы Fe(3+), так и Fe(2+).

Заключение. Полученные результаты каталитическая термоокислительная переработка растительного сырья с использованием пероксида водорода и воздуха в качестве окислителя и коллоидного катализатора на основе оксидов железа (3+) является достаточно универсальным экологически безопасным и безотходным способом переработки растительной биомассы в полезные продукты. Органические кислоты необходимы при заготовке кормов для с/х животных. В настоящее время кислоты закупаются в Финляндии и Германии. Твердый остаток переработки биомассы, как правило, представляет собой целлюлозу, которая является пищевой добавкой Е 460 и находит применение в фармацевтической и пищевой промышленности, а также используется как компонент строительных материалов (шпатлевки, цементы, полимерные композиты). Примеры использования жидкой части оксидата после удаления твердого остатка (целлюлозы) для обработки семян и создания почвогрунта представлены в статье настоящего сборника.

Авторы выражают благодарность д.х.н. К.З.Гумаргалиевой и А.Г.Филатовой за содействие в ПЭМ исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елизарова Г.Л., Матвиенко Л.Г., Пармон В.Н., Кинетика и катализ. – 2000. – № 41(6). – С. 839.
2. Касаикина О.Т., Писаренко Л.М., Лесин В.И., Кол. журн., 2012. – № 74(4). – С. 503.
3. Касаикина О.Т., Писаренко Л.М., Зиновьев И.В Пат. 2488445 РФ, 2013
4. Касаикина О.Т., Писаренко Л.М., Зиновьев И.В.Пат. 2515319 Р Ф, 2014
5. Кисленко В.Н., Берлин Ад.А., Успехи химии. – 1991. – № 50(5). – С. 949.
6. Козлов Ю.Н., Гонзалез-Куэрво Л., Зюсс-Финк Г., Шульпин Г.Б., ЖФХ, 2003. – № 77(4). – С. 652.
7. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. – М.: Мир, 2006. – 504 с.
8. Кузнецов Б.Н., Сорос. Обр. журнал, 1996. – №12. – С. 47.
9. Лесин В.И., Писаренко Л.М., Касаикина О.Т. Патент РФ 2425715, 2011.
10. Лесин В.И., Писаренко Л.М., Касаикина О.Т., Кол. журн., 2012. – № 74(1), 1.
11. Писаренко Л.М., Лесин В.И., Касаикина О.Т.. Изв. АН. Сер. Хим. – 2014. – №3. – С. 688.
12. Смолин А.С., Шабиев Р.О., Яккола П., Химия растительного сырья, 2009. – № 1. – С.17.
13. Boeran W., Ralph J., Baucher M., Annu. Rev. Plant Biol., 2003. – № 54. – P. 519.
14. Carvalho Jr A.H., Antunes O.A.C., Applied catalysis A: General., 2006. – № 305. – P. 140.
15. Cuzzola A., Bertini M., Salvadori P., Appl. Catal. B., 2002. – № 36. – P. 231.
16. Franco Gozzo, J. Mol. Cat. A: Chem., 2001, 171, Catalysis Today. – 2010. – № 156.– P. 8.
17. Gregor Cevc. Phospholipids Handbook, Marvel Dekker Inc., New York, 1993.
18. Kasaikina O.T., Lesin V.I., Pisarenko L.M. // Catal.Sustain.Energy //-2014-Vol. 1 – P.21-27
19. Kirk T.K. In Microbial Degradation of Organic Compounds, ed. Gibson D.T., Marcel Dekker, Inc., New York . 1984. – № 13 – P. 399.
20. Lin S.S., Gurol M.D., Environ. Sci. Technol.. – 1998. – № 32. – P. 1417.
21. Michel H., Angew. Chem. Int. Ed., 2012. – № 51(11). – P. 2516.
22. Zelmanov G., Semiat R., Water Res., 2008. – № 42. – P. 492.

УДК 338.43 : 664.1

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПОДКОМПЛЕКСА В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Салтык Иван Петрович, *доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова», **Россия**, г. Курск, Saltyknich@gmail.com*

Косулин Геннадий Степанович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Российский НИИ сахарной промышленности», **Россия**, г. Курск, rniisp@rambler.ru*

Болохонцева Юлия Ивановна, *кандидат экономических наук, ФГБОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова», **Россия**, г. Курск, Saltyknich@gmail.com*

Для достижения показателей мирового уровня интенсификации сахарного производства нужно резко поднять технический уровень российских заводов, проведя их техническое перевооружение и реконструкцию, Задача эта капиталоемкая. Она может быть решена лишь в течение многолетней целенаправленной работы в рамках единой программы технического перевооружения, сбалансированной с программой развития сырьевой зоны предприятия. Вопросы повышения эффективности функционирования свеклосахарного комплекса должны рассматриваться и в контексте проблемы защиты окружающей среды. В XXI веке в связи с интенсивным развитием промышленного и сельскохозяйственного производства экологические проблемы становятся еще более актуальными, а снижение техногенного влияния на окружающую среду превращается в стратегическое направление развития общества.

Ключевые слова: свеклосахарный подкомплекс, материально– техническая база, техническое перевооружение и реконструкция, новые энергосберегающие технические средства и технологии, натуральный свекловичный сироп и пищевые волокна, фильтрационный осадок, экологические проблемы, дефекат, водные ресурсы, приоритетные направления научно– технического прогресса.

QUESTIONS INCREASING OF FUNCTIONING OF SUGAR BEET SUBCOMPLEX IN THE CONTEXT OF THE PROBLEMS WASTE REWORKING AND PROTECT THE ENVIRONMENT

Saltykov I.P., Kosulin G.S., Bolohontseva Y.I.

For achieving OF indicators world-class of intensification of sugar production need to sharply raise the technical level of Russian factories, spending their modernization and reconstruction. This problem is capital intensive. It can be solved only in long-term purposeful work within a unified program of modernization, balanced with program of development of raw zone of the enterprise. Questions of increase efficiency of functioning of sugar beet industry should be considered in the context of problems of environmental protection. In the XXI century due to the intensive development of industrial and agricultural production ecological problems become even more actual, reduction of anthropogenic impact on the environment transforming in strategic direction of development of society.

Keywords: sugar beet subcomplex, material and technical base, modernization and reconstruction, new energy-saving techniques and technologies, natural beet syrup and dietary fiber, filtration sludge, ecological problems, defecat, water resources, priority directions of scientific and technical progress.

Практический опыт подтверждает, что у российского свеклосахарного подкомплекса есть все предпосылки для того, чтобы поднять на более высокий уровень производство и переработку сахарной свеклы. Более того, сейчас возникла настоятельная необходимость не просто выводить материально-техническую базу свеклосахарного подкомплекса из экономического кризиса, а настало время ставить принципиально новые задачи и в повышении технического уровня отечественного сахарного производства. К главным из них относится решение целого ряда сугубо технических задач, состоящих в следующем:

– увеличении коэффициента извлечения сахара из свеклы до 0,82–0,85 % за счет уменьшения его потерь в производстве до 0,70–0,75 % и содержания в мелассе 1,5–1,6 % к массе свеклы;

– уменьшении расхода условного топлива до 3,5–4,0 % к массе свеклы;

– уменьшении расхода известнякового камня на технологические нужды до 4,5–5,0 % к массе перерабатываемой свеклы;

– трудозатраты на переработку 100 т свеклы – не более 3 ч [2].

Для российских заводов должен стать нормой и европейский стандарт качества сахара.

Естественно, что очередность и объемы работ по техническому перевооружению и реконструкции сахарных заводов напрямую зависят от понимания этих проблем их владельцами – торгово-промышленными компаниями. Однако лишь немногие из них приступили к выполнению крупномасштабных программ технического перевооружения своих заводов, разработанных по результатам комплексного обследования (технического аудита) предприятия.

Таким образом, для достижения показателей мирового уровня интенсификации сахарного производства нужно резко поднять технический уровень российских заводов, проведя их техническое перевооружение и реконструкцию, найти для этих целей инвесторов. Преобразования в сахарном производстве, на наш взгляд, связаны в первую очередь с повышением эффективности его функционирования за счет привлечения инвестиций для модернизации производства на основе современных достижений научно– технического прогресса. Вывод свеклосахарного подкомплекса на новый технический уровень – это задача капиталоемкая. Она может быть решена лишь в течение многолетней целенаправленной работы в рамках единой программы технического перевооружения, сбалансированной с программой развития сырьевой зоны предприятия.

Свеклосахарный подкомплекс Центрально– Черноземного региона располагает мощным научным потенциалом. На его территории расположены научно– исследовательские учреждения Россельхозакадемии, высшие и средние специальные сельскохозяйственные учебные заведения, которые решают задачи научного обеспечения свеклосахарного производства. И его нужно использовать в полной мере.

Важнейшим направлением развития свеклосахарного подкомплекса является создание новых энергосберегающих технических средств и технологий, позволяющих безотходно перерабатывать сырье. Благодаря особенностям технологии переработки свеклы свеклосахарное производство является крупным источником образования вторичных сырьевых ресурсов и отходов. Так, в последние годы в целом по отрасли отходы свеклосахарного производства составили без малого 60 млн. т в год (включая сточную воду) [4].

При среднем выходе сахара 10– 12 % к массе переработанной свеклы образуется около 83 % свежего свекловичного жома, 5,4 % мелассы, 12 % фильтрационного осадка, 15 % транспортерно– моечного осадка, 1,4 % отсева известнякового камня, до 350 % сточных вод, около 3 % свекловичного "боя" и хвостиков.

Интенсификация переработки сырья предусматривает также «принципиально новые технологии, обеспечивающие минимальное количество отходов. Усиление роли вторичных ресурсов как сырья для изготовления различных видов продукции позволит приблизиться к реализации безотходного производства» [1].

К сожалению, вторичные сырьевые ресурсы сегодня используются преимущественно в качестве сырьевых средств. Проводимая в настоящее время структурная и инвестиционная политика государства не стимулирует переработку вторичных сырьевых ресурсов. Поэтому решаться эти вопросы (а они направлены на повышение экономической эффективности производства) должны преимущественно внутри самих свеклосахарных агрообъединений. Для этого на сахарных заводах должна быть налажена комплексная переработка сахарной свеклы. Она позволяет получить из нее ряд ценных продуктов пищевого и кормового назначения.

Несмотря на высокую потребность народного хозяйства в пектине, производство его в нашей стране не налажено. Пектин покупается за рубежом, причем объемы импорта его постоянно увеличиваются. В связи с этим актуальность создания эффективной рентабельной технологии производства пектиновых веществ очевидна.

Сегодня, к сожалению, значительная часть ВСР и отходов используется нерационально. Только до 10 % свекловичного жома высушивают, до 35 % скармливают животным в свежем виде, остальной используют в кислом виде, при этом теряется до 50 % питательных веществ и значительно ухудшается его качество. Меласса в основном используется для производства спирта, притом что в ее состав входят такие ценные вещества, как сахароза, мо-

лочная и уксусная кислоты, аминокислоты глютаминовая и бетаин, и другие полезные питательные компоненты.

Отходы сахарного производства: фильтрационный осадок, бой и хвостики свеклы, отсев известнякового камня, жомопрессовая и сточные воды используются также неэффективно.

Лишь небольшая часть фильтрационного осадка применяется в сельском хозяйстве в качестве удобрения и для подщелачивания кислых почв. Основная же его масса направляется на поля фильтрации, а затем в отвалы, занимая большие земельные площади и являясь одним из основных источников загрязнения окружающей среды в зоне сахарного завода. И это при том, что фильтрационный осадок, содержащий до 80 % солей кальция, а также органические и минеральные вещества, можно использовать как кормовую добавку [4]. Ученые РНИИСП разработали такую технологию. В СКНИИССиС разработана технология получения натурального свекловичного сиропа и пищевых волокон, которые с успехом могут быть использованы в других отраслях.

Современное оборудование позволяет отжимать фильтрационный осадок до 70 % сухих веществ, затем высушивать и далее использовать по двум направлениям: расфасовывать и продавать потребителю или обжигать в специальных печах до образования оксида кальция и CO_2.

В то же время фильтрационный осадок, содержащий до 80 % солей кальция, а также органические и минеральные вещества, может использоваться как кормовая добавка. Учеными Российского научно– исследовательского института сахарной промышленности предложена технология использования фильтрационного осадка в качестве кормовой добавки. А в Северо– Кавказском научно– исследовательском институте сахарной свеклы и сахара (СКНИИССиС) разработана технология переработки сахарной свеклы с получением натурального свекловичного сиропа и пищевых волокон, которые могут быть использованы в других отраслях. Наряду с твердыми и жидкими отходами свеклосахарное производство является источником пыле– и газообразных отходов (пыль, углекислый газ, аммиак и др.).

В последние годы в связи с повышением уровня механизации уборочных и погрузочно-разгрузочных работ значительно возросла повреждаемость свеклы и увеличилось количество боя (обломков) и хвостиков. Часть боя и хвостиков используется в качестве корма вместе с жомом, а остальной бой оказывается в отвалах, на полях фильтрации, на свалках.

Сброс на поля фильтрации большого количества сточных вод (до 350 % к массе переработанной свеклы) вызывает необходимость использования свежей воды, дефицит которой испытывают многие предприятия. Более того, есть основание считать, что главным фактором, определяющим экологичность сахарного производства, является организация системы водного хозяйства сахарного завода, лимитирующая количество сточных вод и, соответственно, размеры земельных площадей, занятых под очистные сооружения [5].

В настоящее время известен целый комплекс мероприятий по усовершенствованию технологии и водного хозяйства сахарных заводов, позволяющих существенно уменьшить техногенное влияние свеклосахарного производства на окружающую среду. Расчеты показывают, что совершенствование водного хозяйства может снизить потребление свежей воды и, соответственно, объем сточных вод более чем в 10 раз. Устранение недостатков в системах водоиспользования в ближайшие годы позволит получить и существенный экономический эффект.

Фильтрационный осадок, являющийся также отходом сахарного производства, образуется в процессе очистки диффузионного сока. Фильтрационный осадок содержит до 2 % (от сухих веществ) сахарозы, 1,7 % пектиновых веществ, около 15 % органических веществ, углекислого кальция 79–80 %, влаги – 50 %. Уровень вовлечения фильтрационного осадка в оборот не достигает и 20 %. Основная масса осадка, разбавленная пятикратно, выводится на поля фильтрации в смеси с другими сточными водами. Осадок накапливается в отвалах, занимая значительные земельные площади, которые исключены из– за этого из активного землепользования. Кроме того, часть осадка смывается весенними водами в реки, загрязняя их, а на некоторых заводах имели место случаи открытого сброса неочищенных вод в открытые водоемы.

Значительные земельные площади, занятые под поля фильтрации, на ряде предприятий обусловлены отсутствием должного уровня эксплуатации очистных сооружений. В

последние годы в целом по отрасли с полей фильтрации вывозилось только 30–40 % осадка, который после естественной подсушки использовался в качестве ощелачивающего средства для кислых почв.

Широко используется в хозяйствах и дефекат. Он представляет собой ценное удобрение, содержащее известь, необходимую для раскисления почв. Внесение его под свеклу в норме 16–25 т/га повышает урожайность корнеплодов на 2,5–3,5 т/га.

Вопросы повышения эффективности функционирования свеклосахарного комплекса должны рассматриваться и в контексте проблемы защиты окружающей среды. В связи с планируемым увеличением объемов переработки свеклы следует ожидать в ближайшее десятилетие серьезного обострения экологических проблем в отрасли. В XXI веке в связи с интенсивным развитием промышленного и сельскохозяйственного производства экологические проблемы становятся еще более актуальными, а снижение техногенного влияния на окружающую среду превращается в стратегическое направление развития общества.

В связи с планируемым увеличением объемов переработки свеклы следует ожидать в ближайшее десятилетие серьезного обострения экологических проблем в отрасли. В XXI веке в связи с интенсивным развитием промышленного и сельскохозяйственного производства экологические проблемы становятся еще более актуальными, а снижение техногенного влияния на окружающую среду превращается в стратегическое направление развития общества.

Усугублению экологических проблем будет способствовать и рост стоимости использования природных ресурсов, особенно таких, как вода и земля. Источников загрязнения окружающей среды на предприятиях достаточно – это основное производство с использованием большого количества вод разной категории, работа известково– газового хозяйства, жомосушильного отделения, ТЭЦ и других. Загрязнение почвы может быть следствием несоблюдения технологии (сроков, способов, доз) и техники внесения удобрений, использования компонентов регулирования почвенной реакции, защиты растений, низкого качества применяемых средств, нарушения системы обработки почвы, вызывающего ухудшение ее структуры, отрицательно влияющего на микрофлору [3].

Отрицательная экологическая обстановка отражается на качестве продовольственной культуры – сахарной свеклы, ботвы, которая является кормом для сельхозживотных. Через этот корм — на качестве продукции животноводства и в завершение цепочки – на качестве продуктов питания. Таким образом, проблема экологии в свеклосахарном подкомплексе превращается в проблему безопасности жизнедеятельности человека.

В XXI в. экологические проблемы производств становятся настолько актуальными, что создание безотходных и малоотходных технологий во многих странах рассматривается как стратегическое направление рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Это тем более актуально, что производственная деятельность сахарных и крахмалопаточных заводов оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Уровень загазованности выбросами вредных веществ, загрязняющих атмосферу (оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, аммиак), превышает предельно допустимые концентрации, сточные воды производства содержат значительное количество органических веществ, их очистка в естественных условиях связана с определенными трудностями, требует значительных земельных площадей.

Таким образом, промышленная экология сахарного производства остается крайне актуальной проблемой. Техногенное воздействие предприятий отрасли наиболее отрицательно сказывается на водных ресурсах, поскольку по расходу воды на единицу выпускаемой продукции свеклосахарная промышленность занимает одно из первых мест среди отраслей экономики страны.

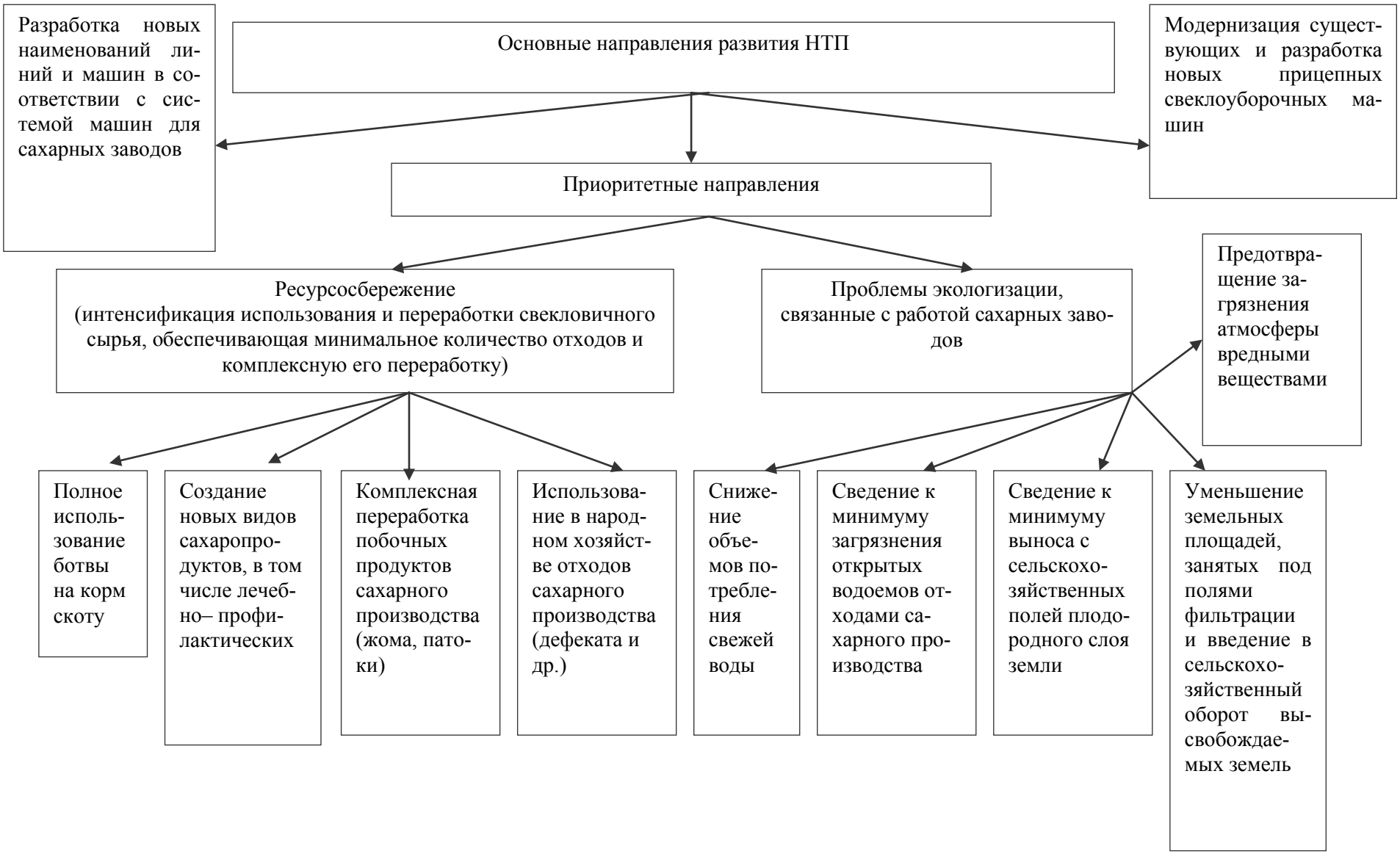


Рисунок 1 – Основные направления научно– технического прогресса в свеклосахарном подкомплексе

При реконструкции существующих и строительстве новых заводов предусматриваются мероприятия, направленные на охрану поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения, снижение расхода речной и артезианской воды на технологические нужды, сокращение площадей сельскохозяйственных угодий, отчуждаемых под поля фильтрации. Все сточные воды заводов подвергаются очистке.

Ухудшение экологической обстановки и увеличение загрязненности продуктов питания радионуклидами, токсичными химическими соединениями, биологическими агентами негативного отражаются на состоянии здоровья населения. В связи с этим перед отечественной наукой ставится задача – создать продукты нового поколения с высокой пищевой и биологической ценностью.

Поэтому актуальной проблемой остается промышленная экология сахарного производства. Техногенное воздействие предприятий отрасли наиболее отрицательно сказывается на водных ресурсах, поскольку по расходу воды на единицу выпускаемой продукции свеклосахарная промышленность занимает одно из первых мест среди отраслей экономики страны. В связи с этим необходима реализация новых схем оборотного водоснабжения, позволяющих, свести к минимуму использование в производственном цикле свежей воды и сброс сточных вод.

Итак, суммируя вышесказанное, можно сделать вывод об основных экологических проблемах свеклосахарного производства:

– большой объем потребления свежей воды;

– большое количество образующихся сточных вод и неиспользуемых отходов, требующих значительных затрат энергии на перекачку их на поля фильтрации, и сопряженный с этим большой риск попадания загрязнений в открытые водоемы при нарушении работы очистных сооружений;

– большой объем неиспользованных отходов;

– выведение из хозяйственного оборота значительных земельных площадей под поля фильтрации и отвалы;

– вынос с сельскохозяйственных полей плодородного слоя земли;

– загрязнение водоемов отходами производства;

– загрязнение атмосферы пылью, углекислым и другими вредными газами.

Осуществление этих и других технических и организационных мероприятий позволит сократить вредные выбросы в атмосферу и сбросы сточных вод до уровня ниже предельно допустимых концентраций.

Приоритетные направления научно–технического прогресса в свеклосахарном подкомплексе представлены на рисунке 1.

Россия с ее просторами, прекрасными почвами – традиционно свеклосахарная страна. Она должна не только полностью обеспечить свои внутренние потребности в этом продукте, но и все активнее выходить со своим сахаром на международный рынок. А это возможно лишь на основе реализации в производстве новых ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каминская М.Е. О перспективах развития свеклосахарного комплекса: по материалам научно-практической конференции на тему "Научные основы повышения технического уровня свеклосахарного производства" [Текст] // Сахарная свекла. – 1993. – № 4. – С. 30-31.

2. Северин В.М. Перспективы развития отечественной свеклосахарной отрасли [Текст] // Сахарная свекла. – 1999. – № 11. – С. 2-4.

3. Система ведения агропромышленного производства Воронежской области до 2010 года / Под общей редакцией академика РАСХН И.Ф. Хицкова [Текст]. Воронеж: Изд-во «Центр духовного возрождения Черноземного края», 2005. – 464 с.

4. Союз сахарников и свекловодов [Текст] // Сахарная свекла. – 1998. – № 11. – С. 2-3.

5. Сушков М.Д. Работает Межрегиональный сортосеменоводческий союз по сахарной свекле [Текст] // Сахарная свекла. – 2000. – № 10. – С. 10-11.

УДК 663.543

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И ОТХОДОВ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ОТРАСЛЯХ АПК

Косулин Геннадий Степанович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Российский НИИ сахарной промышленности», **Россия**, г. Курск, rniisp@rambler.ru*

Рыжкова Евгения Петровна, *ФГБНУ «Российский НИИ сахарной промышленности», **Россия**, г. Курск, rniisp@rambler.ru*

Сысоева Татьяна Ивановна, *ФГБНУ «Российский НИИ сахарной промышленности», **Россия**, г. Курск, rniisp@rambler.ru*

Николаева Екатерина Сергеевна, *ФГБНУ «Российский НИИ сахарной промышленности», **Россия**, г. Курск, rniisp@rambler.ru*

В статье рассмотрены образующиеся в свеклосахарном производстве побочная продукция и отходы – жом, меласса, фильтрационный осадок. Приведены возможные способы применения их в отраслях агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, свеклосахарное производство, побочные продукты, свекловичный жом, фильтрационный осадок, меласса, отходы.

USE OF BY-PRODUCTS AND WASTES OF SUGAR BEET PRODUCTION IN THE AGRICULTURAL INDUSTRIES

Kosulin G.S., Ryzhkova E.P., Sisoeva T.I., Nikolaeva E.S.

By-products and wastes generated in the production of sugar beet - bagasse, molasses, filter sludge are discussed in the article. Possible ways of their application in agro-industries are given.

Keywords: agriculture, beet-sugar industry, byproducts, bagasse of sugar beet, filter sludge, molasses, waste.

Единственной сельскохозяйственной культурой в России, служащей сырьём для производства сахара, является сахарная свекла – уникальная техническая культура умеренного климата с высоким потенциалом продуктивности. В связи с этим свеклосахарная промышленность по праву может быть отнесена к отраслям, обеспечивающим получение энергоресурсов и химических веществ из возобновляемого растительного сырья.

В процессе уборки сахарной свеклы остаются полевые отходы – листья, верхушки головок, тонкие хвостики корнеплодов, которые являются ценным кормом для сельскохозяйственных животных. При урожае сахарной свеклы в 30 т/га сбор листьев равен 10-20 т/га и более, их кормовые достоинства не уступают зелёной массе сеяных трав, давая 2-4 тыс.. кормовых единиц с 1 га. Листья свеклы скармливаются животным в свежем виде и в виде силоса; такой корм способствует повышению молочной продуктивности дойных коров и ускорению роста молодняка. Однако при использовании зарубежной уборочной техники сбор свекловичной ботвы не представляется возможным. Но и в этом случае ее положительная роль проявляется в качестве легкодоступного для растений органического удобрения.

В процессе переработки сахарной свеклы, кроме основного продукта – сахара, образуются побочные – жом, меласса, фильтрационный осадок, являющиеся ценными вторичными сырьевыми ресурсами.

Жом, объемы образования которого составляют 83 % к массе переработанной свеклы, используют в основном в качестве корма: в свежем виде – 45 %, в сушеном – около 40 %, остальные 15 % остаются невостребованными, вывозятся в отвал, что крайне вредно для окружающей среды. Жом – ценный и хорошо усвояемый корм, он содержит в 100 кг сухих веществ 20 кг клетчатки, 30-35 кг гемицеллюлозы, столько же пектиновых веществ, 8–10 кг белков, 2 кг сахара, около 2 кг минеральных веществ и витаминов. В настоящее время, когда поголовье крупного рогатого скота снизилось в 2,7 раза по сравнению с 1990г. (всего голов КРС 21 млн, коров – 9 млн, свиней – 18 млн), масштабы использования его в свежем виде еще более сократились. Вместе с тем имеются примеры ранее существующей практики использования жома в откормочных пунктах при сахарных заводах и близлежащих специализированных хозяйствах по откорму крупного рогатого скота там, где сохранилась такая практика (в зоне сахарного завода ОАО “Лискисахар”).

Наиболее рациональным способом сохранения питательных веществ жома и повышения его транспортабельности является высушивание и сдабривание различными органоминеральными добавками: питательность сухого жома повышается в 7-8 раз, чем свежего, а затраты на его перевозку сокращаются, более чем в 5 раз. Сушеный рассыпной и гранулированный жом используют на корм сельскохозяйственным животным, по питательности он близок к пшеничным отрубям, придает приятный сладкий вкус комбикорму, что способствует интенсивному его потреблению животными. Своеобразный состав из большого количества прекрасно усваиваемых углеводов делает его идеально подходящим для молочного и мясного скота. В сочетании с другими кормами сушеный жом может заменить в рационах крупного рогатого скота до 50 % ячменя или овса, обеспечивая повышение прироста их массы или надоев молока. Сушеный жом можно использовать непосредственно в кормлении, предварительно замочив в воде в соотношении 1:3 или в составе комбикорма до 10 %. Свекловичный сушеный жом хорошо переваривает не только крупный рогатый скот, но и другие виды сельскохозяйственных животных, его используют как отдельный компонент для прямого кормления в свиноводстве, овцеводстве и при выращивании домашних животных.

Сушка и гранулирование жома расширяют рынок его сбыта, в том числе и зарубеж: в 2013 г. в России, например, было произведено 931 тыс. т сушёного рассыпного жома, 781 тыс. т сушеного гранулированного жома, 710 тыс. т из них ушло на экспорт.

Одним из способов использования жома может служить применение его в качестве органического удобрения на землях сельскохозяйственного назначения. Для этого следует провести подготовительные работы: выполнить ряд мероприятий по агрохимическому обследованию почв, разработке схемы внесения жома, исходя из его химического состава, а также рекомендаций, согласно которым в дальнейшем должно осуществляться внесение жома в почву. Но сахарные заводы в производственный сезон, как правило, просто вывозят жом на поля, складируют в кучах, при этом жом под воздействием осадков, разлагаясь и окисляясь, наносит ущерб экосистеме, для восстановления которой потребуется не менее трех лет.

Перспективным направлением использования жома является применение его в качестве сырья для получения биогаза. В 2012 г. в России запущена промышленная биогазовая станции “Лучки” в Белгородской области, мощностью 2,4 МВт, которая способна потреблять в качестве биотоплива практически любую побочную продукцию АПК, преобразуя ее в электрическую и тепловую энергию в промышленных объемах. Эксплуатация станции позволяет получать органические удобрения, богатые азотом, калием и фосфором, а также решать экологическую проблему накопления веществ, используемых в качестве биотоплива. Применение свекловичного жома, являющегося хорошим органическим источником энергии достаточно низкой стоимости взамен силоса, позволило сократить затраты на производство энергии на 30 %.

Следующий побочный продукт свеклосахарного производства – меласса, которой при сложившихся объемах переработки сахарной свеклы в стране образуется 1,1…1,2 млн т. Благодаря наличию большого количества сбраживаемых углеводов, а также во многом сбалансированному составу минеральных, азотистых веществ, витаминов свекловичная меласса традиционно является сырьем для производства этилового спирта, лимонной, молочной кислот, хлебопекарных дрожжей, т.е. тех продуктов, образование которых связано с протеканием микробиологических процессов.

Поскольку меласса представляет собой хорошую питательную среду для роста микроорганизмов, то это ее свойство в совокупности с особенностями некоторых микроорганизмов, используется для получения витамина B_{12}, пенициллина, других антибиотиков, в качестве питательной среды меласса используется и в производстве лизина, а также при микробиологическом синтезе глутаминовой кислоты.

В химической промышленности мелассу используют в производстве пластмасс, красок, различных ПАВ-содержащих композиций, моющих средств, глицерина, бутанола, ацетона, бутиленгликоля, глюконовой, фумаровой, щавелевой и уксусной кислот.

Меласса используется при производстве мелассированного жома, кормовых дрожжей, кормового белка, лизина, бетаина, добавок в корм скоту [1]. Ценность мелассы как корма основана, главным образом, на содержании в ней сахара (около 50 %). И хотя по кормовым единицам меласса проигрывает другим кормам (меласса – 770, жом сушёный – 840, зерно кукурузы – 1340, овёс – 1000), в кормлении скота она используется и как самостоятельное кормовое средство, и как составная часть кормовых смесей и мелассированного жома. До-

бавление в корм мелассы дает следующие преимущества – получение экономичного корма высокого качества; питательное возмещение недостатка протеина в зеленом корме; улучшение вкусовых качеств сырого корма; уравновешивание соотношения питательных веществ в кормах; экономия дробленной кукурузы, овощных и зерновых кормов при откорме свиней; предупреждение болезней, вызываемых недостатком микроэлементов; устранение разрыва в естественном сельскохозяйственном кругообороте – поле-корм-животное-навоз-поле и связанное с этим лучшее использование навоза, т.к. минеральные соединения, микроэлементы и другие вещества, необходимые для высоких урожаев, возвращаются в почву.

Меласса является источником потерь сахарозы, поэтому в технологическом потоке стремятся как можно полнее обессахарить мелассу, но истощение свекловичной мелассы до содержания сахарозы менее 43 % по принятой технологии получения сахара не представляется возможным. Для полного извлечения сахарозы за рубежом применяется метод обессахаривания мелассы, основанный на ее хроматографическом извлечении. В 2010 г. в России введена в действие первая линия по обессахариванию мелассы мощностью переработки 300 т в сутки на ОАО “Ольховатский сахарный завод” Воронежской области. В перспективе она позволит снизить издержки основного производства, а в 2013 г. на ее основе запущена линия по производству до 14 т бетаина в сутки. Необходимость введения новой линии обусловлена востребованностью бетаина на российском рынке: он используется при производстве лекарств, косметики, кормов для домашних животных и др.; ранее бетаин закупали за рубежом.

Крупнотоннажным отходом сахарного производства является фильтрационный осадок, которого при сложившихся объемах переработки сахарной свеклы на сахарных заводах России ежегодно образуется до 3-4 млн т: основная масса его выводится на поля фильтрации в смеси с другими сточными водами [2]. Накапливаясь в отвалах, осадок занимает значительные земельные площади, часть его смывается весенними талыми водами в реки, загрязняя их. В настоящее время уровень использования фильтрационного осадка не достигает и 20 %.

Фильтрационный осадок свеклосахарного производства содержит 75…80 % углекислого кальция и 20…25 % органических и минеральных несахаров, поэтому наиболее перспективным методом утилизации фильтрационного осадка является использование его в сельском хозяйстве в качестве мелиорирующего средства для раскисления почв. Основным препятствием в решении вопроса утилизации фильтрационного осадка до самого последнего времени было несовершенство аппаратурного оформления схем его выделения, при котором осадок получался нетранспортабельным, малопригодным для механизированного применения из-за высокой влажности. Проводимая модернизация сахарных заводов с установкой пресс-камерных фильтров позволяет получать фильтрационный осадок в полусухом виде, что делает его пригодным к применению. Примерами может служить опыт ОАО “Лискисахар”, ООО “Сахар Золотухино”, где после установки камерных фильтров в течение ряда лет была проведена целенаправленная работа с сельхозпредприятиями, и сегодня весь осадок находит применение на сельскохозяйственных полях, что для сахарного завода приводит к снижению площадей полей фильтрации и общих затрат в производстве, а для сельского хозяйства – к повышению плодородия почв.

Фильтрационный осадок может также успешно использоваться вместо молотого мела в качестве минеральной подкормки для сельскохозяйственных животных и птицы как источник кальция, фосфора, микроэлементов, белка, сахаров, а также в виде добавки при производстве комбикормов и сухого жома. Учитывая, что сухой фильтрационный осадок по своему химическому составу близок к костной муке, возможна замена 50 % костной муки осадком в комбикормах для кур-несушек без снижения показателей продуктивности, воспроизводительной способности птиц.

Таким образом, перерабатывая растительное сырье, свеклосахарное производство системно связано с отраслями растениеводства, животноводства, птицеводства, стимулируя и подпитывая развитие одних, предоставляя кормовую базу другим, а в целом его продукция является элементами возобновляемой трофической цепи человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егорова М.И. Свеклосахарная меласса – сырье для производства кормопродуктов / М.И. Егорова // Сахар. – 2010. – № 2. – С. 19–22.

2. Егорова М.И. Оценка экологичности технологий производства сахара [Текст] / М.И. Егорова, Л.Н. Пузанова, Е.П. Рыжкова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 10. – С. 8-11.

УДК 633.88:631.861(477.7)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕФЕКАТА ПОД РАСТОРОПШУ ПЯТНИСТУЮ В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

Гамаюнова Валентина Васильевна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Николаевский национальный аграрный университет,* ***Украина****, г. Николаев, gamajunova2301@gmail.com*

Дёмин Александр Владимирович, *аспирант, Николаевский национальный аграрный университет,* ***Украина****, г. Николаев, gamajunova2301@gmail.com*

В статье приведены данные по использованию дефеката при раздельном и совместном применении с минеральными удобрениями под расторопшу пятнистую сорта Панацея при возделывании ее на капельном орошении и без полива в южной Степи Украины.

Ключевые слова: расторопша пятнистая, дефекат, минеральные удобрения, урожайность семян, фон питания.

EFFICIENCY OF APPLICATION DEFECATE UNDER SILYBUM MARIANUM IN SOUTHERN UKRAINE

Gamayunova V.V., Demin A.V.

The article presents data on the use defecate at separate and combined with the use of fertilizers under thistle varieties Panacea in cultivating its drip irrigation and without irrigation in the southern steppe of Ukraine.

Keywords: milk thistle, defecation, fertilizers, seed yield, food background.

Известно, что при переработке сахарной свеклы в качестве отхода накапливается дефекат, который можно использовать для удобрения сельскохозяйственных культур. Влияние дефеката на плодородие почв и продуктивность отдельных сельскохозяйственных культур достаточно широко изучено [2,4,5]. Вместе с тем большинство исследований с дефекатом проведено на разных типах почв, преимущественно в свеклосеющих районах, и применяли это удобрение прежде всего под сахарную свеклу. Предыдущими опытами установлено, что систематическое внесение минеральных удобрений без органических и особенно в повышенных дозах в зерносвекловичных севооборотах приводит к подкислению почв. Как известно, при повышенной кислотности коэффициенты использования элементов питания, содержащихся в почве и удобрениях, существенно снижаются, что способствует уменьшению урожайности и ухудшению качества сельскохозяйственных культур. Вследствие этого на почвах, имеющих повышенную кислотность, а также в связи с экономической ситуацией отходы сахарных заводов в земледелии практически не используют, несмотря на полученные данные исследований их эффективности [1,3].

Вместе с тем в последние годы имеет место значительное ухудшение плодородия почв, их физико-химических свойств, структуры, содержания гумуса и основных элементов питания. Связано это, прежде всего, с нарушением основных законов земледелия, несоблюдением чередования сельскохозяйственных культур в севообороте и возврата NPK , т.е. закона сохранения плодородия. Удобрений применяют все меньше и меньше, особенно это касается органических, традиционного навоза нет в наличии, так как резко сократилось поголовье животных. В этой связи внимания заслуживают их нетрадиционные виды, которые положительно сказываются на сохранении плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур. Одним из таких удобрений является дефекат. В Николаевской области есть Засельский сахарный завод, который имеет значительное количество этого удобрения. Широкого применения на юге Украины дефекат пока еще не нашел, к тому же его никогда не использовали при возделывании лекарственного растения расторопши пятнистой. Это перспек-

тивная лекарственная культура, требующая теплого и влажного климата, родиной которой является южная атлантическая Европа. Несмотря на известные целебные свойства в засушливых условиях юга Украины расторопшу до настоящего времени практически не возделывают.

Спрос на ценное лекарственное сырье расторопши пятнистой в последние годы возрастает как на мировом, так и внутреннем рынке. Используют ее и как ценную кормовую культуру. Шрот, полученный при производстве масла, является качественным кормом с высоким содержанием жиров и флаволигнинов, что значительно увеличивает диапазон использования расторопши в сельском хозяйстве.

В этой связи увеличение производства расторопши пятнистой и выделение её в культуру на юге Украины в качестве лекарственного и хозяйственно – ценного растения является актуальным.

Цель и задачи исследований заключаются в адаптации влаголюбивого растения расторопши к засушливым условиям южной Степи Украины. Определить зависимость продуктивности расторопши пятнистой, возделываемой без полива и на капельном орошении, от применения дефеката в качестве удобрения.

Материалы и методы исследования. Объект исследований – процессы роста, развития и формирования урожайности семян расторопши. Полевые опыты с расторопшей пятнистой – сорт Панацея проведены в течение 2013–2014 гг. на черноземе южном в условиях Октябрьской сорто-исследовательской станции, что расположена в черте г. Николаева (Николаевский р-он, Николаевская обл.). Опыт двухфакторный: фактор А – фон питания: без удобрений (контроль), $N_{60}P_{60}K_{60}$ (оптимальная рекомендованная доза), дефекат в дозах 5 и 10 т/га как отдельно, так и совместно с полным минеральным удобрением; фактор В – фон орошения: без полива, капельное орошение. Схема опыта приведена в таблицах.

В качестве органического удобрения использовали дефекат Засельского сахарного завода с массовой долей сухого вещества 99,51 %, золы 67,0 %, а органического вещества – 33,0 %. В дефекате содержалось общих форм азота 0,056 %, фосфора – 0,19 %, калия – 0,08 %, углерода 1,33 %, кальция ($CaCO_3$) – 77,9 %, магния ($MgCO_3$) – 2,53 %. pH водное – 7,95 (анализ дефеката выполнен согласно нормативной документации в лаборатории органических удобрений и гумуса национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского» НААН Украины).

Технология возделывания расторопши пятнистой была общепринятой для условий юга Украины. Высевали её в третьей декаде марта с шириной междурядий 70 см. Площадь посевной делянки 50,4 $м^2$, учетной – 18,9 $м^2$, повторность опыта трехкратная.

Постановка проблемы. Несмотря на ценность расторопши пятнистой как лекарственного растения, на юге Украины её возделывают на очень малых площадях. Вследствие этого значительное количество эфирных масел из разных растений в т.ч. и расторопши пятнистой в Украину ввозят, импортируют, стоимость их для населения остается высокой. Вместе с тем известно, что условия юга страны подобны и близки к известным зонам культивирования лекарственных растений в мире. Основное отличие заключается преимущественно в меньшем количестве атмосферных осадков, однако этот недостаток можно исключить применяя орошение.

Разработка и усовершенствование технологии возделывания расторопши в условиях южной Степи Украины будет способствовать включению этой культуры в севообороты, что в свою очередь позволит заменить и значительно удешевить импортные лекарственные препараты и парфюмерно-косметические изделия на более дешёвые отечественные.

Ранее проведенными исследованиями на юге Украины в условиях Херсонской области установлено, что одним из наиболее влиятельных факторов на уровень урожая и качество семян расторопши пятнистой, является фон питания [6]. Авторы определили, что урожайность расторопши на 39,2 % зависит от удобрений, на 26,2 % – от срока сева, на 5,3 % – от ширины междурядий, на 3,3 % – от способа обработки почвы, остаток процентов приходится на взаимодействие факторов.

Учитывая выше приведенные результаты исследований, а также важность увеличения площадей под расторопшей пятнистой – ценной лекарственной культурой, мы взяли её на изучение. В качестве удобрения нами взят на исследование отход свекловичного производства, его фильтрационный осадок – дефекат, ценность и достоинства которого обоснованы многими авторами (об этом уже упоминали), и который нуждается в утилизации.

Основные результаты исследований. Нами установлено, что расторопша пятнистая положительно реагирует на применение удобрений, как минеральных в исследуемой рекомендованной дозе – $N_{60}P_{60}K_{60}$, так дефеката в дозах 5 и 10 т/га, внесенных отдельно как органического удобрения, так и совместного их применения (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность семян расторопши пятнистой в зависимости от фонов питания и орошения в годы исследований, т/га

Вариант удобрения (Фактор А)	Вариант орошения (фактор В)					
	Без полива			Капельное орошение		
	2013г.	2014г.	2013–2014гг.	2013г.	2014г.	2013–2014гг.
Без удобрений (контроль)	0,28	0,42	0,35	0,77	0,89	0,83
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,42	0,60	0,51	1,13	1,31	1,22
Дефекат 5 т/га	0,39	0,58	0,49	0,97	1,18	1,08
Дефекат 10 т/га	0,45	0,65	0,55	1,11	1,29	1,20
Дефекат 5 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	0,48	0,64	0,56	1,25	1,42	1,34
Дефекат 10 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	0,42	0,58	0,50	1,33	1,51	1,42
$НСР_{05}$ по фактору А по фактору В по фактору АВ	 0,03 0,06 0,08	 0,04 0,08 0,11				

В большей степени удобрения повышают урожайность расторопши пятнистой, конечно же, при обеспеченности растений в течение вегетации оптимальным количеством влаги. Приведенные данные свидетельствуют, что при выращивании расторопши пятнистой на капельном орошении урожайность культуры формируется стабильной и менее существенно снижается в неблагоприятные по увлажнению и температурному режиму годы. Так, 2013 год характеризовался значительно меньшим количеством осадков и очень высокими температурами – в полуденные часы температура верхнего слоя почвы в наиболее ответственный период формирования семян превышала 50°С. Это отрицательно сказалось на уровне урожая даже при выращивании расторопши пятнистой на орошении. Без полива урожайность семян сформировалась совсем низкой, без удобрений в контрольном варианте получили только 0,28 т/га, а на удобренных фонах она возросла до 0,39–0,48 т/га, тогда как в следующем более благоприятном 2014 году эти показатели составили соответственно 0,42 и 0,58–0,64 т/га. Даже при выращивании растений расторопши пятнистой на орошении в менее благоприятном 2013 году урожайность семян была ниже по сравнению с 2014 годом (таблица 1).

Применяемые удобрения по–разному влияли на уровень урожайности семян расторопши пятнистой. Так, при выращивании ее без полива по фону высоких доз удобрений продуктивность культуры практически не увеличивалась или даже несколько снижалась по сравнению с меньшими дозами удобрения. Например, в варианте внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ прирост урожайности семян составил в среднем за два года 0,16 т/га или 45,7 % по сравнению с неудобренным контролем, от применения дефеката в дозе 5 т/га эти показатели составили 0,14 т/га и 40 0 %, а в дозе 10 т/га – 0,20 т/га и 57,1 % соответственно. При совместном применении дефеката с полным минеральным удобрением, а именно 5 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$ семян расторопши сформировано больше на 0,21 т/га или на 60 %, а 10 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,15 и 42,9 % соответственно (таблица 2). То есть от совместного действия по сравнению с внесением указанных видов удобрений отдельно урожайность не увеличивалась. Связано это с недостатком влаги и особенно в период формирования семян. Известно, что растения при выращивании на фоне оптимальной обеспеченности их элементами питания требуют значительно большего количества влаги по сравнению с обедненными на питательные вещества почвами. Ведь вегетативная масса при оптимизации питания накапливается значительно большей и требует

соответственно и большего количества воды на испарение и дальнейший рост и функционирование генеративных органов.

Иначе влияли удобрения на урожайность семян расторопши пятнистой при возделывании на капельном орошении, а именно: чем большее количество элементов питания вносили, тем более высокой она и формировалась. Максимальной урожайность семян оказалась при совместном применении дефеката 10 т/га с $N_{60}P_{60}K_{60}$ и составила в среднем за два года исследований 1,42 т/га, прирост ее от удобрений составил 0,59 т/га, или 71,1 % по сравнению с неудобренным контролем при орошении, а по сравнению с вариантом без полива – 0,92 и 262,9 % соответственно.

Таблица 2 – Приросты урожая семян расторопши пятнистой в зависимости от удобрений и орошения (среднее за 2013–2014 гг.)

Вариант удобрения	Урожайность семян, т/га		Прирост урожайности							
			от удобрений				от орошения		от удобрений и орошения	
	без полива	на капельном орошении	без полива		на орошении					
			т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Без удобрений (контроль)	0,35	0,83	0,00	0,0	0,00	0,0	0,48	237,1	0,00	0,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,51	1,22	0,16	45,7	0,41	49,4	0,71	239,2	0,87	348,6
Дефекат 5 т/га	0,49	1,08	0,14	40,0	0,25	30,1	0,57	220,4	0,73	308,6
Дефекат 10 т/га	0,55	1,20	0,20	57,1	0,37	44,6	0,65	218,2	0,85	342,9
Дефекат 5 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	0,56	1,34	0,21	60,0	0,51	61,4	0,78	239,3	0,99	382,9
Дефекат 10 т/га+$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,50	1,42	0,15	42,9	0,59	71,1	0,92	284,0	1,07	405,7

Следует отметить, что только от орошения урожайность семян без удобрений возросла с 0,35 т/га до 0,83 т/га или почти в 2,4 раза по сравнению с выращиванием культуры без полива. Данные, приведенные в таблице 2, показывают, что непосредственно от орошения урожайность семян расторопши пятнистой возрастала в пределах от 218,4 % до 284,0 %, а от совместного действия удобрений и орошения – в пределах от 308,6 до 405,7 %, то есть в среднем за годы исследований максимальное значение урожайности под влиянием удобрений и орошения увеличилось в 4 раза по сравнению с вариантом без орошения и без удобрений.

Таблица 3 – Основные элементы структуры урожая расторопши пятнистой в зависимости от факторов выращивания

Вариант удобрения (фактор А)	Количество корзинок на 1 растении, шт.			Масса семян из 1 корзинки, г		
	2013г.	2014г.	2013–2014гг.	2013г.	2014г.	2013–2014гг.
Без полива (фактор В)						
Без удобрения (контроль)	4,5	5,3	4,9	1,53	1,97	1,75
$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,3	6,2	5,8	1,98	2,42	2,20
Дефекат 5 т/га	5,3	6,1	5,7	1,93	2,38	2,16
Дефекат 10 т/га	5,4	6,1	5,8	1,95	2,68	2,32
Дефекат 5 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	5,4	6,2	5,8	2,22	2,58	2,40
Дефекат 10 т/га+$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,3	6,1	5,8	1,97	2,39	2,18
На капельном орошении (фактор В)						
Без удобрення (контроль)	7,3	8,2	7,8	2,63	2,71	2,67
$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,4	8,6	8,5	3,36	3,81	3,59
Дефекат 5 т/га	8,3	8,5	8,4	2,93	3,47	3,20
Дефекат 10 т/га	8,4	8,6	8,5	3,32	3,75	3,54
Дефекат 5 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	8,4	8,8	8,6	3,72	3,75	3,74
Дефекат 10 т/га+$N_{60}P_{60}K_{60}$	8,6	8,8	8,7	3,87	4,29	4,08

В годы исследований приросты урожая от орошения оказались значительно большими, чем от удобрений. Максимальной же продуктивность растений формируется при сочетании орошения и удобрений. Особенно остро стоит вопрос о включении данных элементов в технологии при возделывании не только расторопши пятнистой, а и большинства сельскохозяй-

ственных культур в последние годы, когда происходят изменения климата в сторону повышения температуры, уменьшения количества осадков и все возрастающей продолжительности бездождевых периодов, а площади орошаемых земель существенно уменьшаются.

Интересно было определить, какие же элементы структуры урожая в наибольшей степени влияют и определяют уровень урожайности культуры.

Нашими исследованиями установлено, что продуктивность растений расторопши пятнистой формировалась и зависела, главным образом, от количества образованных корзинок на 1 растении и выхода массы семян из одной корзинки (таблица 3). Эти показатели изменялись под влиянием фонов питания, орошения, погодных условий в годы исследований с такой же закономерностью, как и уровень урожайности.

Таким образом, на черноземе южном в условиях Степи Украины расторопша пятнистая способна формировать урожайность при выращивании на капельном орошении на уровне 1,1–1,4 т/га в зависимости от созданного путем применения удобрений фона питания. Без орошения урожайность семян значительно ниже, однако она также увеличивается под влиянием применения удобрений и составляет в среднем 0,5 т/га. Максимальный уровень урожайности достигается при совместном применении капельного орошения и внесения дефеката в дозе 5 или 10 т/га с полным минеральным удобрением $N_{60}P_{60}K_{60}$. Без полива продуктивность семян расторопши пятнистой при возделывании на фоне применения $N_{60}P_{60}K_{60}$, дефеката 5 т/га и дефеката 10 т/га практически одинакова.

То есть, учитывая высокую стоимость минеральных удобрений и практически отсутствие внесения органических веществ в почвы в последние годы, целесообразно использовать накопленный на сахароперерабатывающих заводах дефекат, являющийся побочным продуктом и требующим утилизации. К тому же эффективность данного вида органического удобрения определена исследователями на многих сельскохозяйственных культурах, в т.ч. и нами при выращивании расторопши пятнистой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заришняк А.С., Сыпко А.А. Химическая мелиорация почв и продуктивность сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2010. – № 1. – С. 21–24.

2. Кирейчева Л.В., Перегудов С.В., Шилова Е.Ю. Использование удобрительно-мелиорирующей смеси на основе отходов сахарного производства для повышения плодородия малопродуктивных почв //Агрохимический вестник. – 2010. – № 1. – С. 22–24.

3. Сипко О.А., Заришняк А.С., Герман Б.О., Стрілець О.П.Дефекат як меліорант під цукрові буряки // Цукрові буряки. – К., 2009. – № 5(71). – С.12–15.

4. Славянский А.А., Кирейчева Л.В., Пузанова А.Н.Отходы сахарного производства и их использование в сельском хозяйстве //Сахар. – 2009. – № 10. – С.48–49.

5. Трофимов И.Т., Макарычев С.В., Иванов А.Н. Использование дефеката для известкования почв Западной Сибири // Плодородие. – 2006. – № 4(31). – С.16–25.

6. Ушкаренко В.О., Федорчук В.Г., Філіпова І.М., Кіснічан Л.П. Оптимізація технології вирощування плодів розторопші плямистої (*Silybum marianum* (L.) gaertn) на поливних землях півдня України // Таврійський науковий вісник. – Вип. 88. – Херсон, 2014 – С. 191–194.

УДК 502/504

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Кофанова Елена Викторовна, *доктор педагогических наук, кандидат химических наук, профессор, Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", **Украина**, г. Киев, alexina555@gmail.com*

Кофанов Алексей Евгеньевич, *магистр, Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", **Украина**, г. Киев, alexina555@gmail.com*

Обоснована необходимость усовершенствования традиционных методов синтеза биодизельного топлива с целью ресурсосбережения и уменьшения антропогенного воздействия на окружающую среду. Рассмотрены способы экологизации технологии синтеза биодизельного топлива за счет вовлечения в производство отходов агропромышленного комплекса. Предложена и обоснована малоотходная технология производства биодизеля.

Ключевые слова: биотопливо, биодизельное топливо, реакция переэтерификации, отходы агропромышленного комплекса, жиросодержащие отходы

PROSPECTS OF USING WASTES AGROINDUSTRIAL COMPLEX THE PRODUCTION OF BIODIESEL

Kofanova E.V., Kofanov A.E.

The necessity of improvement of traditional methods of biofuel synthesis has been grounded. Increasing of environmental friendliness of diesel vehicles has been discussed. The reducing of anthropogenic impact on the environment and nature saving supply by using of agrotechnical industry wastes for biodiesel synthesis has been studied. The low waste technology of biodiesel synthesis has been proposed.

Keywords: biofuel, biodiesel, reaction of interesterification, wastes of agrotechnical industry, fat-containing wastes

Введение. Европейская экономическая комиссия планирует до 2020 г. довести потребление так называемой возобновляемой энергии в странах ЕС до 20 % и при этом перевести около 23 % автотранспорта на альтернативные источники энергии (в том числе 10 % − на природный газ, 8 % − на биогаз и 5 % − на водород) [26]. В связи с этим усовершенствование технологии производства биодизельного топлива из растительного сырья с учетом перспективы вовлечения в производство отходов агропромышленного комплекса относится к первоочередным и актуальным задачам современности.

Как биотопливо для дизельных двигателей используется в основном рапсовое масло и топлива на его основе, в частности метиловый эфир рапсового масла [22]. Семена рапса содержат до 45−50 % масла, то есть не менее, чем семена подсолнечника. По объемам производства рапсовое масло уже сегодня занимает третье место в мире после пальмового и соевого масел. Все больше внимания уделяется переработке рапсового масла на технические цели в Германии, Франции, Австрии, Голландии, а также в США, Канаде и Китае. За последние двадцать лет площади посевов рапса в мире выросли более чем в четыре раза и только в Европе − почти в десять раз [2,12].

В Украине была разработана и утверждена Программа развития производства биодизельного топлива на период 2007−2010 гг. [20]. Ее активное выполнение повлекло за собой резкое перераспределение площадей посевов в стране. По статистическим данным, представленным в таблице 1, можно оценить рост площадей посевов рапса в Украине за последние несколько лет [10]. При этом специалисты считают, что производство биодизеля в самой Украине нерентабельно из-за высокой цены на эту культуру [22].

Таким образом, переход на альтернативные источники энергии − биотопливо, а также использование отходов агропромышленного комплекса для производства биодизеля будет способствовать ресурсосбережению и, как следствие, уменьшению антропогенного влияния на окружающую природную среду.

Методы исследования. Повышенная вязкость и термическая нестабильность даже чистых растительных масел в определенной степени затрудняют их непосредственное использование в качестве моторного топлива. Поэтому при производстве биодизельного топлива (биодизеля), как правило, используют сложные, в основном метиловые, эфиры масел. Недостатком растительных масел с точки зрения использования их как моторного топлива для дизельных двигателей является также высокая температура застывания, обусловленная, главным образом, наличием в их составе остатков насыщенных жирных кислот. По оценкам специалистов, наилучшие низкотемпературные свойства имеют рапсовое и льняное ($t_з$ = -20 °С), хлопковое ($t_з$ = -18 °С) и подсолнечное ($t_з$ = -16 °С) масла [17,18].

Таблица 1 – Статистические данные о посевах рапса в Украине (2003−2010 гг.)

Показатель	Годы						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010
Площадь посевов, тыс. га	69	117	207	414	891	1700	1500
Доля к общей площади, %	0,21	0,36	0,63	1,27	2,74	5,23	5,4

В то же время температуры самовоспламенения растительных масел лежат в диапазоне $t_{св}$ = 280−320 °С и не слишком превышают температуру самовоспламенения традиционного дизельного топлива ($t_{св}$ = 230−300 °С). Цетановое число (ЦЧ) разных масел колеблется в пределах от 33 до 50 единиц, тогда как для традиционного дизельного топлива эта величина составляет ЦЧ = 40−55 [5,18]. Важно и то, что растительные масла хорошо совместимы друг с другом, а также с нефтепродуктами − бензином и дизельным топливом.

Вязкость биодизеля и содержание в целевом продукте воды определялась в соответствии с ГОСТ 52368-2005 "Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия". Количество щелочного катализатора в зависимости от массы взятого для переэтерификации жиросодержащего продукта рассчитывалась согласно методике, описанной в работе [23].

Процесс переэтерификации, на котором основано производство биотоплива, условно можно разделить на несколько этапов: фильтрование масла (масел, масло(жиро)содержащих отходов); нагревание смеси до температуры 50−60 °С; приготовление спиртового раствора щелочи; смешение масла со спиртовым раствором щелочи и далее седиментация, в данном случае − гравитационное разделение раствора на фракции сложного эфира и глицерина. Схема переработки растительных масел в биодизель показана на рисунке 1.

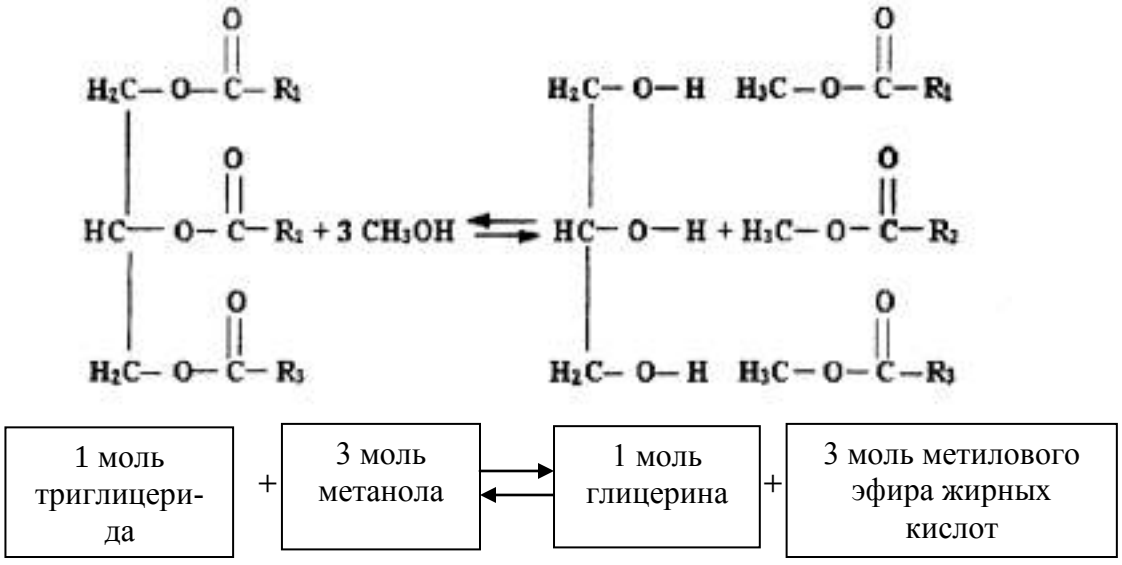


Рисунок 1 – Получение метилового эфира жирных кислот рапсового масла (R_1, R_2, R_3 – остатки жирной кислоты) [1,24]

Для обеспечения полноты прохождения реакции переэтерификации метанол подают в реакционную смесь в избытке. Согласно расчетам авторов работы [21], материальный баланс процесса производства биодизельного топлива: для получения 1000 кг (1136 дм^3) биодизеля необходимо 1040 кг (1143 дм^3) рапсового масла, 144 кг (182 дм^3) метанола (99,8 %-го) и 19 кг гидроксида калия (88 %-го раствора КОН), 105 кг воды. При этом тратится 50 кВт тепловой энергии и 25 кВт электрической энергии. Температура в реакторе составляет приблизительно +60 ^{o}C при атмосферном давлении, а кроме целевого продукта получают 117 кг водных стоков и 200 кг сырого глицерина, который можно использовать в фармацевтической промышленности [21].

Таким образом, цель исследования состоит в разработке усовершенствованной ресурсосберегающей и малоотходной технологии производства биодизельного топлива из сырья растительного происхождения, а также расширение сырьевой базы производства биодизеля за счет отходов агропромышленного комплекса.

Результаты исследования и обсуждение результатов. При производстве и использовании биодизельного топлива возникает достаточно много проблем, в том числе и экологического характера. Это, например, определенная нестабильность биодизеля, а также его предрасположенность к быстрому окислению и выпадению осадка, который существенно ухудшает физико-химические и экологические свойства биотоплива. Серьезным недостатком традиционной технологии производства биодизеля является также использование токсичного метанола, который по степени воздействия на организм человека относится к 3-му классу опасности (ГОСТ 12.1.005) [4]. А поскольку при производстве биодизеля берется избыток метанола, то в технологическом процессе образуется значительное количество токсичных промышленных отходов, в частности, смесь метанола с глицерином (по оценкам специалистов, до 15−20 %).

Как уже говорилось, производство биодизеля по традиционной технологии предусматривает нагревание реакционной смеси до температуры не менее 60°C и еще более сильный нагрев на стадии регенерации метанола и очистки глицерина. Это также отрицательно сказывается на эколого-экономических показателях процесса производства биодизельного топлива. Эти и многие другие эколого-экономические проблемы обуславливают необходимость усовершенствования технологии производства биодизельного топлива.

Как известно, растительные масла на 95−97 % состоят из триацилглицеридов − сложных эфиров высших жирных кислот и глицерина, а также в небольших количествах содержат различные моно- и диацилглицериды [24,25]. Эфиры в основном отличаются друг от друга содержанием углерода и уровнем насыщения жирной кислоты. Поэтому все растительные масла являются горючими и могут быть использованы как топлива для дизельных двигателей. Как сырье для производства биотоплив можно использовать и альтернативное природное сырье [2,3,7,8,12,19,22,23], например, животный жир, древесину, отходы лесоперерабатывающей промышленности, отходы сельского хозяйства, пищевой и рыбоперерабатывающей промышленности, водоросли и другие морские ресурсы.

Однако с позиции сохранения природного баланса биосферы и экономии ископаемых природных ресурсов наилучшим сырьем считаем отходы растительных масел масложиркомбинатов, предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности (в частности, некондиционные масла растительного происхождения, говяжий, свиной и куриный жир), отходы заведений общественного питания и др. Только в одной Одесской области образуется свыше 300 т таких отходов в год [19].

На основе проведенного анализа литературных данных и изучения мировых тенденций в сфере производства биотоплив [6,9,11,13,21] проанализирована принципиальная возможность замены в технологической схеме производства биодизеля токсичный реагент (метанол) на менее токсичный этанол или на достаточно дешевые продукты, которые образуются при производстве этилового спирта. Это, например, этиловый спирт с повышенным содержанием эфиров и альдегидов. Лабораторные испытания показали возможность использования такого

продукта как реагента в реакциях переэтерификации растительных масел и животных жиров [14].

Предлагаемая схема переработки растительных масел в биодизельное топливо показана на рисунке 2 [15,16].

Рисунок 2 – Предлагаемая схема переработки растительных масел в биотопливо

Таким образом, к основным преимуществам технологии можно отнести:

- возможность проведения реакции переэтерификации при комнатной температуре;
- использование стехиометрического соотношения компонентов реакции;
- увеличение выхода целевого продукта (биодизеля);
- сокращение отходов производства, в том числе токсичных,
- а также упрощение технологической схемы и снижение за счет этого энергозатрат и себестоимости целевого продукта без потерь его качества.

Кроме того, использование альтернативных сырьевых ресурсов для производства биодизеля позволяет не только получать высококачественное биотопливо, но и утилизировать отходы производства и потребления, что в современных условиях является не менее важной проблемой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаменко О.П., Височанський В.Р., Михайлів М.О. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії, – Івано-Франківськ: ІМЕ, 2001. – 432 с.

2. Азуркін В.О. Поліщук І.С., Дідур І.М. Сучасний стан і перспективи вирощування соняшнику та ріпаку у Вінницькій області // Збірн. наук. праць ВНАУ. Серія Сільськогосподарські науки. − 2012. − № 2(57). − С. 3−7.

3. Бузовський Є.А., Скрипниченко В.А., Лучник М.М. Інноваційний розвиток альтернативних джерел енергії. Науковий вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2009. – № 3. – С. 14-20.

4. Васюкова Г.Т. Екологія. 8.6. Контроль за станом навколишнього середовища. − Бібліотека українських підручників [Электронный ресурс]: [Сайт]. − Режим доступа: http://westudents.com.ua/glavy/12432-86-kontrol-za-stanom-navkolishnogo-seredovischa.html. − Название с экрана.

5. Внукова Н.В., Барун М.В. Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту // Енергозбереження, енергетика, енергоаудит. − 2011. − № 9(91). − 45−55.

6. Грабов Л.Н., Шматок А.И. Производство альтернативного биодизельного топлива и перспективы его развития // Пром. теплотехника. – 2008. – Т. 30. – № 1. – С. 60–65.

7. Давыдова Е.М., Хартен Б., Пасхин Н.Н. Развитие топливного рынка ЕС: биодизельное топливо – возобновляемый энергетический ресурс // Масложировая промышленность. – 2005. – № 4. – С. 22-24.

8. Девянин С.Н., Макаров В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельних двигателей. – Х.: Новое слово, 2007. – 452 с.

9. Долинский А.А., Грабов Л.Н., Шматок О.И. Получение биодизельного топлива и моторных топливных смесей методом направленного дискретно-импульсного влияния [Электронный ресурс] // Лаборатория гигротермических процессов ИТТФ НАНУ. − Режим доступа: http://www.htplab.kiev.ua/articles9.htm. − Название с экрана.

10. Друбич Е. "Второе пришествие" рапса [Электронный ресурс] // Новий день, 23.07 №78 (791). − Режим доступа: http://www.new-day.com.ua/?id=1896. − Название с экрана.

11. Друкований М.Ф., Бандура В.М., Друкована А.О. Нова технологія виробництва біодизелю // Вібрації в техніці та технологіях. − 2008. − № 3(52). − 69−73.

12. Жаленко О.М. Кравченко М.О. Перспективи виробництва та застосування біопалива на основі ріпакової олії в Україні [Электронный ресурс] // Збірн. наук. праць молодих вчених ф-ту менеджменту та маркетингу Нац. техн. ун-ту України "КПІ". − 2008. − Вип. 2. − Режим доступа: http://probl-economy.kpi.ua/ru/node/34. − Название с экрана.

13. Калетнік Г.М., Пришляк В.М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України: навч. посіб. − К.: "Хай-Тек Прес", 2010. − 312 с.

14. Кінетика переестерифікації соняшникової олії при різних температурах / [О.І. Василькевич, С.Г. Бондаренко, А.Р. Старостін та ін.] // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. − Харьков: Технологический центр, 2012. − № 2/14(56). − С. 21−23.

15. Кофанов А.Е., Степанов Д.Н., Кофанова Е.В., Василькевич О.И. Альтернатива углеводородному топливу // Тези IX Всеукр. наук. конф. студ., магістрів та аспірантів "Сучасні проблеми екології та геотехнологій", 5−7 берез. 2012 р.- Житомир: ЖДТУ, 2012. − С. 208.

16. Кофанов О., Степанов М., Василькевич О., Кофанова О. Удосконалення технологічного процесу добування біодизельного палива // Студентські наукові студії: збірн. наук. праць студ., [у 2 ч.]. − Ч. 2, − Херсон: Вид-во ХДУ, 2011. − С. 118−120.

17. Кулиев Р.Ш., Ширинов Ф.Р., Кулиев Ф.А. Физико-химические свойства некоторых растительных масел // Химия и технология топлив и масел. – 1999. – № 4. – С. 36−37.

18. Кюрчев В.М., Дідур В.А, Грачова Л.І.; Альтернативне паливо для енергетики АПК: посібник [за ред. В. А. Дідура]. – К.: Аграрна освіта, 2012. – 416 с.

19. Михайлюк О.Л. Агроекологічні і економічні аспекти виробництва біодизеля на півдні України // Науковий вісник. − 2011. − № 21 (146). − С. 119−127.

20. Про затвердження Програми розвитку виробництва дизельного біопалива. Постанова Кабінету Кабінету Міністрів України від 22 грудня 2006 р. № 1774 [Электронный ресурс]:[Сайт]. − Режим доступа: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1774-2006- %D0 %BF. − Название с экрана.

21. Рябцев Г.Л., Колосов О.Є., Сідоров Д. Е., Гладкова О.О.Аналіз сучасних технологій виробництва біодизельного палива // Вісник Нац. техн. ун-ту України. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. − К.: НТУУ "КПІ". − 2009. − Вип. 2(4). − С. 48−54.

22. Ряузова Т.В. Розвиток біопаливного сегмента ПЕК в Україні. Аналітичний огляд [Электронный ресурс] / Нац. ін-т. стратег. досліджень, Дніпропетровський філіал. – Режим доступа: http://www.db. niss.gov.ua. − Название с экрана.

23. Тхи Ч.Н., Мукатова М.Д., Киричко Н.А. Способ получение биодизеля из жиросодержащих рыбных отходов методом проведения реакции переэтерификации // Вестник АГТУ; Сер. Рыбное хозяйство. − 2011. − № 1. − С. 152−157.

24. Химическая энциклопедия (в пяти томах): Том 3 / Под ред. Н. С. Зефирова. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1995. – 639 с.

25. Химия жиров / [Тютюнников Б. Н., Бухштаб З. И., Гладкий Ф. Ф. и др.]. – М. : Колос, 1992. – 448 с.

26. European Commission [Электронный ресурс]:[Сайт]. − Режим доступа: http://ec.europa.eu/energy/renewables/index_en.htm. − Название с экрана.

УДК 631.4:633.51

ОТХОДЫ – РЕСУРС ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Холикулов Шоди Турдикулович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Самаркандский государственный университет,* ***Республика Узбекистан****, г. Самарканд, kholikulov48@mail.ru*

Пардаев Синдор Бердиёрович, *Самаркандский Сельскохозяйственный институт,* ***Республика Узбекистан****, г. Самарканд, pardayev78@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы утилизация отходов, использование компостов из органогенных отходов, повышение содержание органических веществ в почве. Анализируются вопросы технологии утилизации отходов, влияние компостов на содержание питательных веществ в почве. Определены состав, свойства твердых и жидких бытовых отходов, возможность их использования и охрана окружающей среды.

Ключевые слова: отходы, удобрения, навоз, хлопчатник, орошаемая почва, гумус, компост, осадки сточных вод, твердо-бытовые отходы, окружающая среда.

WASTES – RESOURCE ORGANIC FERTILIZERS

Holikulov Sh.T., Pardaev S.B.

The article discusses the problem of waste disposal, the use of compost from organic waste, increasing the content of organic matter in the soil. Examines the issues of waste disposal, the effect of composts on the content of nutrients in the soil and define the composition and properties of solid and liquid waste, the possibility of their use and environmental protection.

Keywords: wastes, fertilizers, manure, cotton, irrigated soil, humus, compost, sewage sludge, municipal solid waste, environment.

Введение. В Узбекистане хлопчатник является основной стратегической культурой. Поэтому увеличение производимого количества хлопка-сырца за счёт повышения урожайности хлопчатника в условиях ограниченной возможности расширения площади этой культуры имеет актуальное значение. В повышении урожайности хлопчатника решающую роль играют удобрения. Однако в последние время ощущается нехватка фосфорных и особенно калийных удобрений. Основное органическое удобрение – навоз дефицитен ещё в большей степени. Кроме того, с переходом на рыночную экономику минеральные удобрения становятся дорогими и требует рационального их использования. В связи с этим применение органических удобрений является актуальным. Это особенно важно в данное время, когда идет уменьшение гумуса орошаемых почв, в том числе сероземного пояса. Снижение содержания гумуса приводит к ухудшению свойств и режимов орошаемых почв сероземного пояса.

Уменьшение применения в последние годы органических удобрений, нарушение баланса питательных веществ, практическая монокультура привели к снижению содержания гумуса – главного источника энергетических ресурсов и плодородия почвы, ухудшению физических, биологических и агрохимических свойств почвы.

В связи с этим при нехватке навоза использование отходов путем приготовления компостов из них способствует решению проблемы снижения плодородия почв, оптимизации свойств и режимов орошаемых почв. Так как в данный момент накапливается огромное количество бытовых и промышленных отходов, их утилизация имеет не только экономическое, но и агрономическое значение.

Для условий Узбекистана, где ощущается дефицит органических удобрений, особое значение приобретает изучение влияния компостов, приготовленных из различных отходов сельского хозяйства и промышленности, минеральных удобрений на урожай и качество хлопка-сырца. Рост населения городов и промышленных поселений, а также изменение деловой жизни привели к резкому увеличению удельного веса отходов, образующихся в результате хозяйственно-бытовой деятельности. Значительную их часть составляют твердые бытовые отходы (ТБО) и канализационный ил. Решение вопросов утилизации отходов имеет

агрономическое, экологическое, научное, практическое и экономическое значение, а значение использования отходов для приготовления компостов возрастает в связи с уменьшением накопления органических удобрений и ростом цен на минеральные.

В мировой науке и практике широко изучаются вопросы приготовления компостов из различных отходов и применения их под сельскохозяйственные культуры. В условиях Узбекистана эта проблема остается одним из малоизученных вопросов и требует глубокого исследования.

Методы исследования. В различных органических отходах определяли азот общий – по Къельдалю, нитратный азот – дисульфофеноловой кислотой по Гранвальд-Ляжу, аммиачный азот в 0,05 н HCl – путем отгонки, общий фосфор – мокрым озолением смесью серной и хлорной кислот с последующим определением на ФЭК-М, общий калий– по этой же методике с определением на пламенном фотометре, тяжелые металлы – спектроскопически, углерод – по Тюрину, pH – потенциометрически, зольность – по общепринятой методике прокаливанием при t^0 400-500^{0}C [1].

На очистных сооружениях при очистке сточных вод образуются огромные объёмы осадков, для хранения которых требуется отчуждение значительных площадей земель. Так, на очистных сооружениях мощностью 500 тыс. м^3/сут. образуется 3000 м^{3}осадков в год, занимающих более 75 га. Твердобытовые отходы содержат в больших количествах органические вещества, богатые микрофлорой и способные разлагаться с выделением газообразных продуктов, что создает дискомфортные условия на значительной территории, примыкающей к местам складирования отходов. Загрязняют ТБО также поверхностные и грунтовые воды и, как показали санитарно-микробиологические исследования, представляют собой эпидемиологическую опасность.

Действующие в республике мусоросвалки в основном примитивные, без водонепроницаемого основания; на них не соблюдается технология складирования, не производится обезвреживание. В «Узгипро-коммунинжпроекте» разработаны проекты строительства и усовершенствования мусоросвалок для 25 городов, но они ещё не построены. Из общего количества ТБО на свалках предполагается складировать 236080 тыс. м^3.

Обсуждение результатов. К вопросу охраны окружающей среды от загрязнения бытовыми отходами привлечено внимание специалистов как у нас в стране, так и за рубежом, поскольку ежегодный прирост бытовых отходов составляет 3-10 % от общего количества. Широкое распространение получило сжигание ТБО, позволяющее уменьшить их объем почти в 10 раз. Снижается риск загрязнения почвы и воды. Получаемое при этом тепло используют для отопления или выработки электроэнергии.

Меньших капитальных вложений по сравнению с мусоросжиганием требует пиролиз, в результате которого получают газ, масла, смолы и твердый остаток. Этот способ имеет ряд преимуществ перед другими: процесс безотходный, полностью разрушаются все органические соединения, уничтожается болезнетворная микрофлора, меньше вредных примесей а продуктах, полученных при сжигании. Так как бытовые отходы содержат в основном органические вещества растительного и животного происхождения – углеводы, белки, лигнин и др., среди прочих направлений переработки представляет интерес возможность их утилизации в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения – компоста. В мировой практике биотермического обезвреживания бытовых отходов с переработкой их в компост использует два способа: полевое компостирование и механизированную переработку в промышленных установках. Отечественные и зарубежные исследование показывают, что получаемый в результате биотермического обезвреживания на мусороперерабатывающих заводах компост безвреден в санитарно-эпидемиологическом отношении и может быть использован в виде органического удобрения и биотоплива в пригородном сельском хозяйстве.

В разных странах разрабатывается способы ускоренной переработки мусора в компост, основанные на искусственной интенсификации процесса аэробного биотермического разложения его органической части.

Компост из ТБО положительно влияет на физико-химические и биологические свойства почв, повышает их плодородие и биологическую активность, предотвращает водную и ветровую эрозии. Компосты из бытовых отходов применяют под сельскохозяйственные (кукуруза, сахарная свекла, картофель, плодовые культуры, виноградники), декоративные, лесные и другие культуры. Удобрения способствуют росту, урожайности сельскохозяйственных культур, улучшению продуктивности пастбищных угодий и лесных массивов. Действие их сохраняется и в последующие годы.

Компосты, получаемые на мусороперерабатывающих заводах, часто содержат пластмассы, осколки стекла, камня и другие крупные включения. Из-за этого возникают трудности с реализацией, с чем в свое время столкнулся и Ташкентский мусороперерабатывающий завод.

Таким образом, применяемые у нас способы ликвидации ТБО – вывоз на свалки, сжигание – нецелесообразны как с экологической, так и с экономической точек зрения и могут рассматриваться как вынужденные, временные. Более эффективное использование этого источника вторичных ресурсов возможно при переработке на мусороперерабатывающих заводах с извлечением из них ценных компонентов.

У нас в стране и за рубежом разработаны также способы получения кормовых добавок из осадков сточных вод. Они содержат многие аминокислоты, витамины, микроэлементы и другие ценные компоненты, которые повышают продуктивность рационов сельскохозяйственных животных.

Наряду с питательными веществами бытовые отходы могут включать значительные количества тяжелых металлов, полициклических ароматических углеводородов и других токсичных веществ, загрязняющих окружающую среду. Поэтому необходим строгий контроль за содержанием вредных веществ в почве, удобрениях и растениях.

Для снижения нагрузки на сельскохозяйственные поля рекомендуют удобрения из осадков сточных вод и ТБО шире использовать для улучшения плодородия почв, отводимых для культуры непроизводственного назначения, пустошей, почв лесопарковых хозяйств, для рекультивации нарушенных земель.

В настоящее время в Узбекистане применение бытовых отходов в качестве удобрения носит в основном неорганизованный характер. Бесконтрольное их использование может привести к отрицательным последствиям. Опыт других регионов по утилизации ТБО в сельском хозяйстве нельзя механически переносить в условия республики (что связано со спецификой состава отходов, способов переработки, почвенно-климатических условий и др.), необходимо начать изучение и разработку рекомендаций по переработке и использованию ТБО и осадков сточных вод в Узбекистане. Утилизация обезвоженного компоста может служить резервом органических удобрений и кормов и способствовать решению экологической проблемы, связанной с загрязнением окружающей среды бытовыми отходами.

Коммунально-бытовые отходы (городской мусор) как удобрение несколько не уступает стойловому навозу среднего качества. Однако состав этих отходов чрезвычайно разнообразен, в связи с чем при повторном использовании их в народном хозяйстве требуется обязательная сортировка и очистка от содержащихся в них балластов, не имеющих ценности. Состав бытовых отходов следующий: бумага – 41,2; пищевые отходы – 26,3; текстиль – 3,4; металл – 4,5; стекло – 3,5; дерево – 1,8; кожа – 1,7; пластмасса – 1,6; прочие типы отходов – 16,0 %.

Как показали агрохимические анализы, коммунально-бытовые отходы содержат в составе органические вещества и минеральные элементы, ценные для питания растений. Однако использование в целях удобрения свежего отхода органами санитарного надзора не рекомендуется, так как в этих отходах могут быть источники распространения инфекционных заболеваний, что требует специальной обработки. Такая обработка осуществляется на Ташкентском экспериментальном заводе по переработке коммунально-бытовых отходов. В отходах, прошедших обезвреживание и зачастую переработку, гибнет патогенная микрофлора, яйца гельминтов, личинки и куколки мух. В конце процесса происходит минерализация ор-

ганического вещества, т.е. перевод питательных веществ из связанной в подвижную, легкодоступную для потребления растениями форму.

Полученная после переработки коммунально-бытовых отходов продукция имеет следующие физико-химические показатели (таблица) и отвечает требованиям технических условий, разработанных и утвержденных Министерством коммунального хозяйства и санитарных служб Узбекистана, и может быть использована в качестве дополнительных местных удобрений.

Таблица – Агрохимические показатели переработанных на заводе коммунально-бытовых отходов

Показатели	Согласно техническим условиям	Фактическое содержание
Органическое вещество не менее (% на сухое вещество)	25	30-40
Влажность не более %	50	40-45
Общий азот, %	0,8	0,8-1,0
Общий фосфор, %	0,5	0,4-0,8
Общий калий, %	0,4	0,3-0,4
Соотношение C:N не более	25:1	20:1
Сульфаты, хлориды не более, %	1,0	0,01-0,1
Реакция среды pH не менее	6,5	7,0-8,5
Размер частицы, не более, мм	25	10-20

Состав бытовых отходов может существенно различаться в зависимости от времени года и исходного материала, составляющего отходы, поэтому исходные данные могут меняться и в работе необходимо расценивать их как примерные, а не как общие действительные величины.

Таким образом, коммунально-бытовые отходы содержат в своем составе большое количество органического вещества, важнейшие питательные элементы и могут быть по своему составу отнесены к органоминеральным удобрениям.

В данный момент в Узбекистане ежегодно накапливается около 30 млн $м^3$ отходов. При организации мусороприёмников не учтены и не изучены географические, геологические, гидрогеологические и климатические условия местности, а процесс обезвреживания и компостирования проводится очень устарелыми неэффективными методами. В настоящее время в Республике имеются 125 мусороприёмников и они занимают более 5000 гектаров земли. ТБО накапливаются на 261 площадке для отходов, из которых 251 не отвечает санитарным требованиям. Пищевые отходы, бумага, древесина и другие отходы не отбираются и не перерабатываются, т.е. этот процесс не организован.

Проведенные сотрудниками НИИ Почвоведение и агрохимии исследования показали, что при внесении в почву навоза и отходов улучшается баланс гумуса и, наоборот, при использовании земель без применения удобрений постепенно разрушается органическое вещество почвы и снижается содержание в ней гумуса. Необходимо отметить, что систематическое внесение минеральных удобрений приостанавливает убыль гумуса почве, а внесение навоза и отходов способствует заметному увеличению гумуса по сравнению с минеральным фоном. Наряду с навозом и отходы положительно воздействуют на свойства почвы, её плодородие, увеличивают урожайность хлопчатника. Так, если на варианте без удобрения содержание гумуса в почве в начале опыта было 0,40 %, то в конце опыта, т.е. через два года, оно уменьшается до 0,36 %, а на минеральном фоне держится почти на одном уровне (0,32-0,30 %). Когда вносится навоз на фоне минеральных удобрений, содержание гумуса увеличивается до 0,59-0,62 % и более. Из испытуемых органических удобрений наибольшее влияние на содержание гумуса оказали навоз, коммунально-бытовые отходи и затем гидролизный лигнин. Применение минеральных и органических удобрений сопровождается накоплением гумуса и в нижних слоях почвы, тогда как без применения удобрений гумус сосредотачивается, главным образом в пахотном горизонте. Такое явление связано, с одной стороны, с вы-

мыванием его осадками и поливными водами из пахотного горизонта, с другой – образованием гумуса в нижних слоях почвы за счет разложения образовавшиеся там корней. Таким образом, внесение компостов, приготовленных из коммунально-бытовых отходов и лигнина в дозах 5-10 т/га в сочетании с минеральными удобрениями, способствует обогащению почвы органическим веществом в течение ряда лет [3].

Сотрудниками Самаркандского сельскохозяйственного института в 2005-2006 гг. проводились полевые опыты по изучению влияния компостов, приготовленных из табачного отхода сигаретной фабрики и фосфогипса – отхода химического комбината с навозной жижей. Этот компост улучшал питательный режим карбонатно-магниевых засоленных луговых почв. При этом повышалось содержание подвижных питательных веществ. Так, если в первый год опыта на неудобренном контрольном варианте содержание аммонийного азота в почве 20 апреля было 12,8 мг/кг, 1 мая – 14,6, 20 мая – 15,1, 4 июня – 14,0, то при внесении навоза соотственно – 18,1; 20,7; 22,8; 20,9 мг/кг, при использовании компоста – 17,7; 19,8; 22,1; 20,8 мг/кг. Внесение компостов на фоне минеральных удобрений ещё больше повышало содержание аммонийного азота. При этом компост действовал на этот фактор на уровне навоза. На фоне минеральных удобрений повышение дозы компоста с 30 т/га до 60 т/га заметно увеличивало содержание аммонийного азота в почве и обеспечивало самое высокое содержание аммония в почве. Компост увеличивал содержание нитратного азота в почве. При этом по этому показателю не наблюдалось существенного различия с действием навоза. Если в контроле содержание нитратного азота было 20 апреля 20,5 мг/кг, 1 мая – 24,8, 4 июня – 20,2, то при внесении 30 т/га навоза соответственно – 27,6; 31,3; 31,2 мг/кг и при применение компоста – 26,2; 29,3; 29,5 мг/кг. На фоне минеральных удобрений увеличение нормы компоста с 30 до 60 т/га существенно повышало содержание нитратного азота в почве. Такая закономерность наблюдалось в течении всего вегетационного периода. Компосты наряду с увеличением содержание минерального азота в луговых почвах повышали количество подвижного фосфора и обменного калия. Следовательно, компост по своему действует на питательный режим луговой почвы не уступает навозу [2].

В Узбекистане ежегодно образуется около 12 млн $м^3$ твердо-бытовых отходов, в очистных сооружениях накапливаются осадки объемом 0,5–1,0 % от поступающих сточных вод.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах, Т.: 1963. – 442 с.

2. Халикулов. Ш.Т.Оптимизация свойств и режимов орошаемых почв сероземного пояса путем внесения компостов при возделывании хлопчатника. Ташкент. Фан, 2006. – 119 с.

3. Эргашев А. Агрохимические свойства орошаемых почв Узбекистана и пути повышения их плодородия: Автореф. докт. дисс. Ташкент, 1993. – 43 с.

УДК 542.924: 547.535-39

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

Касаикина Ольга Тарасовна, *доктор химических наук, профессор, ФГБНУ «Институт химической физики РАН», **Россия**, г. Москва, okasai@yandex.ru*

Комиссаров Геннадий Германович, *доктор химических наук, профессор, ФГБНУ «Институт химической физики РАН», **Россия**, г. Москва, gkomissi@yandex.ru*

Писаренко Леонид Михайлович, *доктор химических наук, ФГБНУ «Институт химической физики РАН», **Россия**, г. Москва, pissarenkolm@mail.ru*

Апашева Людмила Магомедовна, *кандидат химических наук, ФГБНУ «Институт химической физики РАН», **Россия**, г. Москва, apasheva@mail.ru*

Лобанов Антон Валерьевич, *кандидат химических наук, ФГБНУ «Институт химической физики РАН», **Россия**, г. Москва avlobanov@mail.ru*

Зиновьев Игорь Викторович, *ФГБНУ «Институт химической физики РАН», **Россия**, г. Москва, kasaikina@chph.ras.ru*

Пероксид водорода – экологически безопасный окислитель, компонент реактива Фентона и других каталитических окислительных природных и синтетических систем. Пероксид водорода оказался эффективным антистрессовым препаратом, способствующим выживаемости растений в экстремальных стрессовых условиях. Воздействие пероксида водорода на растительные объекты стимулирует фотосинтез и инициирует глубокие изменения на клеточном уровне.

Ключевые слова: пероксид водорода, оксиды железа (III), каталитическое окисление, лигносодержащая биомасса, целлюлоза, почвогрунт, органические кислоты

APPLICATION OF HYDROGEN PEROXIDE IN THE TREATMENT OF WASTE BIOMASS

Kasaikina O.T., Komissarov G.G., Apasheva L.M., Lobanov A.V., Zinoviev I.V., Pisarenko L.M.

Hydrogen peroxide is ecology harmless oxidant; it is a constituent of Fenton reagent and other catalytic oxidative natural and synthetic systems. Hydrogen peroxide is clear antistress specimen promoting plant survival potential under extremely stress conditions. The influence of hydrogen peroxide on plants stimulates photosynthesis and deep changes on cell level.

Key words: Hydrogen peroxide, iron oxides, catalytic oxidation, lignobiomass, subsoil, organic acids rich fodder.

Введение. Благодаря своим сильным окислительным свойствам пероксид водорода (H_2O_2) нашёл широкое применение в промышленности и в быту. В природе органические загрязнения, в частности, древесные остатки и даже наиболее трудно химически расщепляемый лигнин, перерабатываются микроорганизмами [23]. Необходимым условием развития, функционирования и размножения микроорганизмов является наличие воды. Природная вода, как правило, содержит растворенные органические вещества – продукты окисления биомассы, пероксид водорода и соединения железа и других металлов, которые в определенной степени способствуют ее самоочищению [25]. Катализаторы на основе оксидов железа широко применяются для осуществления разнообразных химических процессов благодаря низкой токсичности и относительно низкой стоимости. В последние годы в связи с развитием и популярностью нанотехнологий высокодисперсные гетерогенные катализаторы, основанные на оксидах железа, испытывают для процессов окисления и доокисления органических загрязнений в воде как кислородом воздуха [16,19,27], так и с использованием экологически безопасного окислителя пероксида водорода [17,24,26]. В работе [29] показано, что катализатор на основе наночастиц оксида железа (3+) в сочетании с H_2O_2 позволяет очистить воду от фенола и этиленгликоля.

С другой стороны, пероксид водорода (H_2O_2) в природе имеет самостоятельное значение и активно влияет на рост и свойства живых организмов [13]. Некоторые ферменты, например глюкозоксидаза, образуют пероксид водорода, который может играть защитную роль

в качестве бактерицидного агента Активным участником природного фотосинтеза является H_2O_2 экзо- и эндогенного происхождения [12], а фотосинтез на 80 % и более определяет физиологические, биохимические процессы зеленых растений. H_2O_2 участвует в метаболизме растительной клетки как субстрат; как сигнальная молекула, он регулирует активность ферментов, определяет интенсивность процессов фотофосфорилирования и фотодыхания, стимулирует биосинтез хлорофилла и крахмала.

В настоящей статье представлен обзор исследований, проводимых в ИХФ РАН, по использованию пероксида водорода в каталитических процессах термоокислительной переработки растительной биомассы и непосредственного применения пероксида водорода в качестве регулятора роста и защитного средства для растений в стрессовых ситуациях, таких как пониженные температуры, дефицит влаги, засоление грунтов.

Результаты и их обсуждение. Наиболее простой функциональной моделью природных окислительных ферментов оксидаз является коллоидный нанодисперсный гидроксид железа, стабилизированный поверхностно-активными веществами. Синтез и свойства таких катализаторов описаны в работах [6,7,8,9,10,14,22]. В коллоидной форме катализатор может в мягких условиях выполнять функцию окислительной переработки растительного сырья в водной среде с использованием пероксида водорода и кислорода воздуха. Положительно заряженный коллоидный катализатор локализуется на биомассе, поверхность которой, как правило, несет отрицательный заряд. Это позволяет избежать бесполезного разложения H_2O_2 на воду и кислород в объеме реакционной смеси. Под действием переходных металлов H_2O_2 каталитически распадается с образованием активных гидроксильных радикалов, которые легко отрывают атом водорода от молекул большинства органических соединений и легко присоединяются к ненасыщенным связям с образованием радикальных продуктов. В присутствии кислорода образующиеся радикалы могут продолжать цепной процесс окислительной деструкции органических компонентов [18,21]. Коллоидный катализатор на основе оксидов железа продемонстрировал высокую активность в окислительной деструкции лигнин-целлюлозной биомассы древесных опилок, торфа, технического лигнина, овсяной и рисовой соломы, демонстрируя способность к «самонастройке» применительно к конкретному субстрату [15].

В таблице 1 представлены данные по содержанию основных компонентов в разных видах биомассы. Растительная биомасса содержит 30-50 % целлюлозы, 10-30 % лигнина, и зольные компоненты, по содержанию которых чемпионом является рисовая солома, содержащая большое количество соединений кремния.

Таблица 1 – Содержание основных компонентов в разных видах биомассы

Биомасса	Целлюлоза (%)	Лигнин (%)	Зола (%)
Древесные опилки	40-55	18-35	0,2-1,1
Тополь	49,9	18.1	0.5
Белый дуб	43.6	23.2	0.6
Красный дуб	43.4	25.8	0.5
Грецкий орех	46.2	21.9	-
Клен	44.9	20.7	0.4
Сахарный тростник	40.2	25.2	4.0
Пшеничная солома	38.2	23.4	10.3
Рисовая солома	34.2	11.9	16.1

Каталитическое окисление биомассы начинается с поверхности и в первую очередь окисляется лигнин. Возможные пути каталитической окислительной деградации лигнина рассмотрены в обзоре [11]. В результате деструкции получаются растворимые в воде продукты окисления лигнина и целлюлозы, а также остается твердый продукт, который в зависимости от времени обработки, количеств катализатора и пероксида водорода является наиболее стойкой к окислению микрокристаллической целлюлозой [22],. или целлюлозой с примесями лигнина, карбоксицеллюлозы и карбонильных производных целлюлозы. В ходе

окислительной деструкции в оксидате накапливаются кислоты; pH уменьшается от 6.5 до 2.5 -2.0.

Активность катализатора в отношении деструкции H_2O_2 нелинейно и немонотонно изменяется с ростом исходной брутто-концентрации Fe(3+). В сериях опытов с одинаковым начальным количеством H_2O_2 или биомассы и H_2O_2 относительную удельную активность катализатора (А) рассчитывали как отношение начальной скорости расходования H_2O_2 (W_0) к брутто-концентрации ионов Fe(3+): $A = W_0/[Fe(III)]_0$.

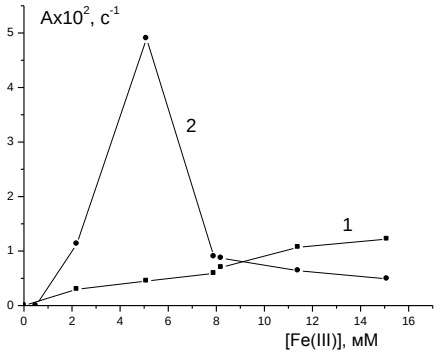


Рисунок 1 – Зависимость удельной активности катализатора в разложении H_2O_2 от брутто-концентрации Fe(III): 1 – в процессе термоокислительной деструкции опилок (биомасса ~5 г); 2 – в отсутствие биомассы; H_2O_2 ~ 6 г, 60°С

На рисунке*1* сопоставлены зависимости удельной активности катализатора от его брутто-концентрации для распада H_2O_2 в водном растворе (кривая 2) и при переработке опилок (кривая 1). Видно, что в обоих случаях зависимости нелинейные. Максимальные значения на кривых 1 и 2 приходятся на разные концентрации катализатора, и имеет место область оптимальных концентраций катализатора (6 – 9 мМ Fe(3+)) , при которых его активность в распаде H_2O_2 в присутствии биомассы меньше, чем в ее отсутствие.

Необходимо отметить, что каталитическое расходование H_2O_2 включает «полезное направление», приводящее к окислительной деструкции природных полимеров лигнина и целлюлозы, входящих в состав биомассы, и «бесполезное направление» - тривиальный распад H_2O_2 (по Фентону), катализированный ионами железа [20]. В результате окислительной деструкции окисляются гемицеллюлозы, и вымывается лигнин, частично окисляется целлюлоза, поставляя в раствор полиспирты, гидроксикислоты, олигосахариды, эфиры. Уменьшение скорости каталитического распада H_2O_2 в водных средах в присутствии органических соединений обычно связывают с подавлением индуцированного распада H_2O_2 [5,23]. В [11] отмечается, что иммобилизованный на полимерном носителе металлокомплексный катализатор приводит к более полной переработке лигнина при участии H_2O_2, что, по мнению авторов, обусловлено снижением объемного «сверхокисления» – окисления первичных продуктов деструкции олигомеров и низкомолекулярных соединений. В случае окисления биомассы можно полагать, что наиболее эффективно действует катализатор, адсорбированный на поверхности, которая, в свою очередь, может влиять на состав, структуру и активность катализатора. В ходе окисления образуются кислоты, низкомолекулярные фенольные соединения, которые способствуют переходу ионов железа в водную фазу и «растворению» изначально гетерогенного катализатора. При этом в водной фазе обнаруживаются как ионы Fe(3+), так и Fe(2+), которые в начале окисления были связаны с поверхностью биомассы и не переходили в раствор.

В отличие от существующих технологий переработки древесины рассмотренный способ окислительной каталитической переработки лигносодержащей биомассы в ценные продукты не использует агрессивные среды, высокие температуры и давления, и решает проблемы с лигнином, который также может перерабатываться каталитическим окислением. В качестве окислителя используются экологически безопасные пероксид водорода и кислород.

Этот способ позволяет получить целлюлозу и водорастворимые продукты из лигносодержащей биомассы разной природы и происхождения в мягких условиях. Кроме целлюлозы, сопутствующим продуктом является водный раствор органических кислот, витаминов, сахаров и т.д. пригодных для приготовления биодобавок и консервантов кормов для животноводства. Для сельского хозяйства возможно создание мобильных комплексов малых объёмов, используемых непосредственно потребителями этой продукции на местах её применения.

В ИХФ РАН на протяжении нескольких лет проводятся работы по влиянию пероксида водорода на рост растений в нормальных и стрессовых ситуациях, таких как пониженные температуры, дефицит влаги, засоление грунтов. Для изучения действия H_2O_2 в качестве тест-объектов было отобрано более 15 видов растений, представляющих интерес для сельского хозяйства – представителей злаковых, однодольных, сложноцветных, т.е. зерновых, овощных, ягодных культур. Рострегулирующую активность H_2O_2 определяли со стадии проростков: в течение 25 суток растения подращивали в опыте – на растворах H_2O_2 (концентрации $1\cdot 10^{-2}$ моль/л – $1\cdot 10^{-7}$ моль/л), в контроле – на воде при постоянном освещении. Учитывали скорость вступления растений в определенные фазы роста, морфологические признаки, жизнеспособность. Выявили оптимальные концентрации H_2O_2: $5\cdot 10^{-7}$моль/л – $5\cdot 10^{-5}$моль/л, при которых опытные растения опережали контроль по темпам развития в 5 и более раз.

Вдохновляющие результаты на стадии прорастания и начального роста были получены при использовании водной фазы оксидата, полученного при каталитической окислительной переработке древесной биомассы. На рисунке 2 сопоставлены проростки картофеля, помещенного для прорастания в почвогрунт, обработанный оксидатом, нейтрализованным аммиаком (К) и водой. Видно, что при добавлении оксидата проростки в несколько раз крупнее.

Рисунок 2 – Проростки картофеля, выросшие (К) – на крупных опилках, обработанных оксидатом, (0) – обработанных водой.

Большой урон растениям наносят внезапные заморозки и периоды затяжных похолоданий. Большинство криозащитных препаратов дороги и токсичны. Исследование возможностей применения пероксида водорода для повышения хоодостойкости растений показали следующее. Растворами H_2O_2 (концентрации $1\cdot 10^{-5}$ – $1\cdot 10^{-2}$ моль/л) и для сравнения водой обрабатывали семена, либо проростки зерновых культур, которые характеризуются разной степенью холодоустойчивости. Промораживание образцов вели в специальных морозильных камерах в течение 24 – 48 часов при температурах от -3^o до -10^{o}С. Затем образцы размораживали в течение 5 – 10 часов при температурах +2-+3^{o}С, далее их подращивали в культуральных сосудах при постоянном освещении в течение 10 суток на влажном песке. Наиболее показательны результаты опытов, где после промораживания от -5^o до -7^{o}С опытных проростков пшеницы количество живых растений было больше контрольных значений в три раза. При промораживании до -10^{o}С в контроле гибли все растения, в опыте часть растений оставалась жизнеспособной. Даже теплолюбивые растения сафлор, тетраплоидная гречиха и амарант выдерживали промораживание до -5^{o}С после обработки раствором H_2O_2; в контроле гибло до 80–90 % растений. Защитная роль H_2O_2 подтверждается при сравнении количества

живых растений, которое уменьшается при проморaживании от -3 до -5°С в пересчете потерь на 1°С. Например, в опытах с пшеницей потери на 1°С в контроле – 20 %, в опыте, лишь 7 % (рисунок 3). [1]

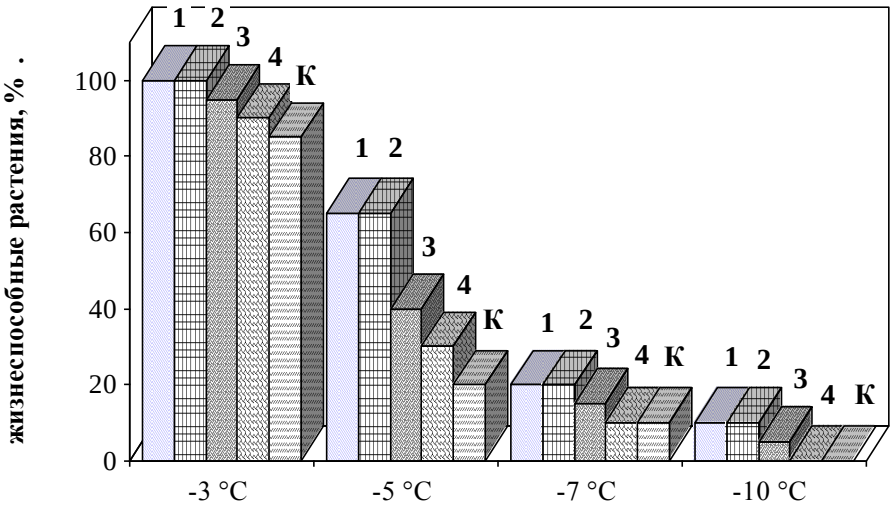


Рисунок 3 – Количество жизнеспособных растений пшеницы (сорт Инна) после обработки растворами H_2O_2 в концентрациях 1 – $5 \cdot 10^{-2}$ моль/л; 2 – $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л; 3 – $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л; 4 – $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л; К – контроль. Время экспозиции при отрицательных температурах (-3°С; -5°С; -7°С; -10°С) 48 часов.[1]

Интересные результаты получены при исследовании влияния пероксида водорода на выживаемость растений при дефиците влаги [4]. При этом использовали водные растворы H_2O_2 (концентрации $5 \cdot 10^{-4}$–$5 \cdot 10^{-3}$ моль/л) для обработки либо семян, либо надземной части растений на ранних стадиях вегетации, либо сочетали оба способа. В других вариантах опытов H_2O_2 в сочетании с гидрогелем добавляли в среду культивирования, в контроле добавляли гидрогель в сочетании с водой. Растения выращивали в условиях дефицита влаги. Засуху имитировали, используя прием начального однократного полива среды культивирования. Эксперименты продолжали до полной или частичной гибели растений на протяжении 30 суток. В опытных вариантах выживаемость растений была выше контрольных на 30 % – 60 %. При пикировании сельдерея, земляники в среду, которую однократно увлажняли в контроле водой, в опыте – раствором H_2O_2 и гидрогеля, выживаемость в опыте была выше, чем в контроле на 50 %.

Уникальные антистрессовые свойства H_2O_2 подтверждены в серии опытов, в которых растения выращивали в жестких условиях засоления грунта на фоне дефицита влаги. 2,3]. Культуральной средой был песок, однократно увлажняемый раствором хлористого натрия (4.5 – 7 г/л). Семена опытных растений, в частности, рапса обрабатывали раствором H_2O_2, в контроле – водой. Во втором варианте после обработки H_2O_2 семена после подсушивания дополнительно обрабатывали раствором окисленного крахмала, образующего на семенах устойчивую пленку. При тестировании учитывали степень развития и количество выживших растений на 20-30 сутки опыта. Например, к 20-м суткам все контрольные растения рапса погибали, в опыте оставалось живых до 22 %. Аналогичные результаты получены с растениями сафлора и др. Наиболее эффективным в качестве защитного метода можно считать применение композиции (H_2O_2 + окисленный крахмал или целлюлоза), которая повышает солеустойчивость растений. Показано, что содержащий олигосахариды препарат увеличивает скорость проникновения влаги внутрь семян и препятствует поступлению NaCl.

Введение H_2O_2 в контакт с растением или семенами возможно двумя способами: воздействовать водными растворами, когда поглощение происходит достаточно быстро, либо вводя H_2O_2 в полимер и уже этой композицией обрабатывать почву, семена либо растения. Для практического использования разработан и запатентован способ обработки семян перед

посевом пероксидом водорода, предварительно смешанного с поливинилпироллидоном (ПВП), который связывает 50-60 % H_2O_2 по массе. Использовали ПВП с М.В. 25000-30000, концентрация H_2O_2 $5 \cdot 10^{-4}$ - 510^{-3} моль/л. Стабильная композиция (ПВП + H_2O_2) легко наносится на семена и растения, обеспечивая пролонгированное поступление H_2O_2 в них [2].

Таким образом, пероксид водорода представляет собой экологически чистое и дешевое средство, обеспечивающее выживание растений в стрессовых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апашева Л.М., Душков В.Ю., Комиссаров Г.Г. Патент № 2264070, 20.11.05.
2. Апашева Л.М., Комиссаров Г.Г., Сахаров А.М., Сахаров П.А. Патент №2445759, 27.03.2012.
3. Апашева Л.М., Комиссаров Г.Г., Сахаров А.М., Сахаров П.А.. Патент №2445759, 27.03.2012.
4. Апашева Л.М., Комиссаров Г.Г.. Патент №2423013, 20.07.2011
5. Елизарова Г.Л., Матвиенко Л.Г., Пармон В.Н., Кинетика и катализ. – 2000. – № 41(6). – С. 839.
6. Лесин В.И., Писаренко Л.М., Касаикина О.Т., Кол. журн., 2012. – № 74(1), 1.
7. Лесин В.И., Писаренко Л.М., Касаикина О.Т. Патент РФ 2425715, 2011.
8. Касаикина О.Т., Писаренко Л.М., Зиновьев И.В Пат. 2488445 РФ,. 2013
9. Касаикина О.Т., Писаренко Л.М., Зиновьев И.В.Пат. 2515319 Р Ф, 2014
10. Касаикина О.Т., Писаренко Л.М., Лесин В.И., Кол. журн., 2012. – № 74(4). – С. 503.
11. Кисленко В.Н., Берлин Ад.А., Успехи химии. – 1991. – № 50(5). – С. 949.
12. Комиссаров Г.Г. Фотосинтез. Физико-химический подход. М., УРСС. – 2003. – 223 с.
13. Неумывакин И. П. Перекись водорода: мифы и реальность. 2-е перераб. издание – СПб.: «Издательство «ДИЛЯ», 2005. – 144 с.
14. Писаренко Л.М., Лесин В.И., Касаикина О.Т.. Изв. АН. Сер. Хим. – 2014. – №3. – С. 688.
15. Boeran W., Ralph J., Baucher M., Annu. Rev. Plant Biol., 2003. – № 54. – P. 519.
16. Arena F., Gatti G., Stievano L., Martra G., Coluccia S., Frusteri F., Spadaro I., Parmaliana A.// Catal. Today. 2006. – V.117. – P.75.
17. Cuzzola A., Bertini M., Salvadori P., Appl. Catal. B., 2002. – № 36. – P. 231.
18. Denisov E.T., Afanas'ev I.B. Oxidation and Antioxidants in Organic Chemistry and Biology. - Boca Raton: CRC Press, 2005.
19. Dondur V., Radic N., Grbic B., Drofenic M. // Mater. Sci. Forum. – 2006. – V. 518. – P. 85.
20. Franco Gozzo, J. Mol. Cat. A: Chem., 2001, 171, Catalysis Today. – 2010, – 156, 8.
21. Kamal-Eldin Afaf., D. B.Min. Lipid Oxidation Pathways. - Champain, Illinois: AOCS PRESS, 2008.
22. Kasaikina O.T., Lesin V.I., Pisarenko L.M. // Catal.Sustain.Energy. – 2014 (1) – P. 21
23. Kirk T.K. In Microbial Degradation of Organic Compounds, ed. Gibson D.T., Marcel Dekker, Inc., New York . 1984. – № 13 – P. 399.
24. Kwan W.P., Voelker B.M. // Environ. Sci. Technol. – 2002. – V. 36. – P.1467.
25. Latifoglu A., Kilic A. // Fresenius Environmental Bull. – 2002. – V.11. – №10B. – P. 894.
26. Lin S.S., Gurol M.D. // Environ. Sci. Technol. – 1998. – V. 32. – P. 1417.
27. Shin E.J., Miser D.E., Chan W.G., Hajaligol M.R.// Appl. Catal. B. – 2005. – V.61. – P. 79.
28. Zelmanov G., Semiat R. // Water Res. – 2008. – V. 42. – P. 492.

УДК 664.84.632

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОМИЦЕТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ

Ахмедова Захро Рахматовна, *доктор биологические наук, профессор, Институт Микробиологии Академии Наук Узбекистана, **Узбекистан**, г. Ташкент*

Ярашева Манзура Тураевна, *кандидат технический наук, Институт Микробиологии Академии Наук Узбекистана, **Узбекистан**, г. Ташкент*

Норкулов Файзулла Рахматжон угли, *стажер, Институт Микробиологии Академии Наук Узбекистана, **Узбекистан**, г. Ташкент*

Шонахунов Тулкин Эркинович, *стажер, Институт Микробиологии Академии Наук Узбекистана, **Узбекистан**, г. Ташкент*

Ферментативный гидролиз лигноцеллюлозных субстратов (древесные опилки, пшеничные отруби, барда после получения зернового спирта) в питательной среде используется в качестве источника углерода для выращивания грибов и актиномицетов, а также производства компонентов биологического стимулятора, который используется в сельском хозяйстве для выращивания хлопчатника. Были подобраны наиболее эффективные субстраты и их сочетания и концентрации, позволяющие оптимизировать рост и развитие грибов с целью получения дешевых биопрепаратов. Препарат обеспечивает увеличение продуктивности и снижение заболеваемости сельскохозяйственных культур .

Ключевые слова: отходы, грибы, актиномицеты, выращивание грибов, целлюлозолитические ферменты, фитопатогены, гидролиз.

OPTIMIZATION OF CULTIVATION CONDITIONS MICROMYCETES FOR PRODUCING OF THE BIOPREPORATION

Z.R. Akhmedova, M. T. Yarasheva, F.R. Norkulov, T.E. Shonakhunov.
Institute of Microbiology, Uzbekistan Academy of Sciences, 100128,
Tashkent, A. Kadiri Str. of 7^{B}

Enzymatic hydrolysis the lignocellulose substrates (wood sawdust, wheat bran, after spirit grain the bard), brought in a nutrient medium are given as a carbon source for cultivation of fungus and actinomycete, producers of making components of a bio stimulator which is used in agriculture for cultivation of cotton plant. It was established that among examinees of substrata spirit grain the bard in experimentally picked up concentration (10-50 %) it appeared a full-fledged substratum for the active growth developments and antibiotic enzymatic making with use to which can be prepared rather cheap and effective preparation is providing for increase in productivity and decrease in incidence of crops in agriculture.

Keywords: waste materials, fungus, actinomycete, optimization, fungi cultivation, cellulotitic enzymes, phytopathogens, hydrolysis, activity, preparation.

Introduction. At the current time using biological methods of cultivation and protection of environment is the most important link in cultivation of ecologically safe agricultural production. The bio method of protection of plants is recognized as the most resource-saving reception, allowing to protect plants from diseases, wreckers and to increase their efficiency without expenses of irreplaceable natural resources and without harmful emissions in environment [1,2]. The microorganisms used for production of microbic biological products, promote supply of plants not only elements of mineral food, but also physiologically active agents (enzymes, phytohormones, vitamins, etc.) [3].

Studying of enzymatic activity and efficiency of culture of fungus of *Pleurotus ostreatus UZBI-I 105*, *Aspergillus terreus 9*, and actinomycete *Streptomyces sp.166* on cheap the lignocellulose substrata for development of effective biotechnology of a biological product for increase in productivity and protection of crops against wreckers of phytopathogens was the purpose of the real work.

Materials and methods. Producers: *Pleurotus ostreatus UZBI-I 105*, *Aspergillus terreus* 9 and actinomycete *Streptomyces sp.166* which re provided from Institute of Microbiology of Science Academy of Uzbekistan.

Cultivation conditions: room temperature (20° C), shake-flask propagator, under sterility.

Medium: For bottom cultivation of *Pleurotus ostreatus* UZBI-I 105, *Aspergillus terreus* 9 and actinomycete *Streptomyces* sp.166 were taken rigid on character and structure substrata, such as wood sawdust, further a xylan a containing substratum – wheat bran and spirit grain the bard, with inclusion of the specified substrata in structure of the modified circle of Capek-Doksa where the main carbohydrate source (sucrose) was replaced with wood sawdust and junctures (1-3 %) and bardy (10-50 % which data are provided in the table.

Methods: Determination of cellulose activity defined at hydrolysis 1,0 solutions of N of the item KMTs, Sigma firms (USA). Xylanazny activity – determine modified by Somogyi-Nelson method in Feniksova R. This is based on hydrolysis of xylose by xylanase and determination of enzymatic products with use of reactants 1 and 2 as it is described above where as a substratum solution of a xylan of oats of Sigma firm (USA) served 1,0 %. For enzyme quantification applied the Lowry method [4].

Results and discussion. Taking into account the greatest distribution in agriculture gains enzymatic organic fertilizing bio stimulator developed by us in the way, containing enzymes, antibiotic substances and the phytohormones, being formed cultures of fungus of *Aspergillus terreus*, *Pleurotus ostreatus*, and also antibiotically active liquids soil actinomycete *Streptomyces sp. 166* [5].

In order to make Microzym-1 and Microzym-2, bellowed microbic producers cultivated in tree types of mediums like waste materials. For example, wood granules, wheaten bran and 40 % of the bardy. Equivalent of formation of enzymes are determined and provided as bar charts. Every medium's details are given individually.

Apparently given to the table xylotrophic *Pleurotus ostreatus* UZBI-N 105 possesses bigger cellulose and xylanazny activity, than, soil saprotrophic *Aspergillus terreus* 9 and actinomycete *Streptomyces* sp.166. Similar data were obtained for these cultures on the Wednesday with wheat bran where polysaccharide the xylan (hemicelluloses) prevailed before other polysaccharides (Table 1; 2).

Table 1.

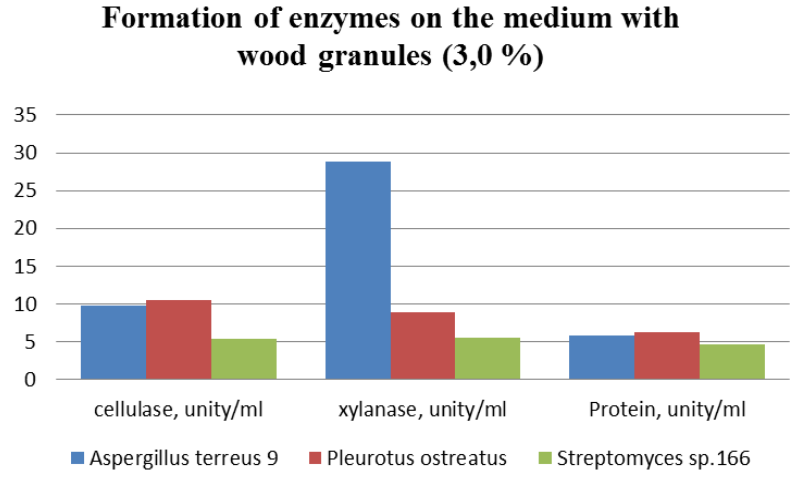
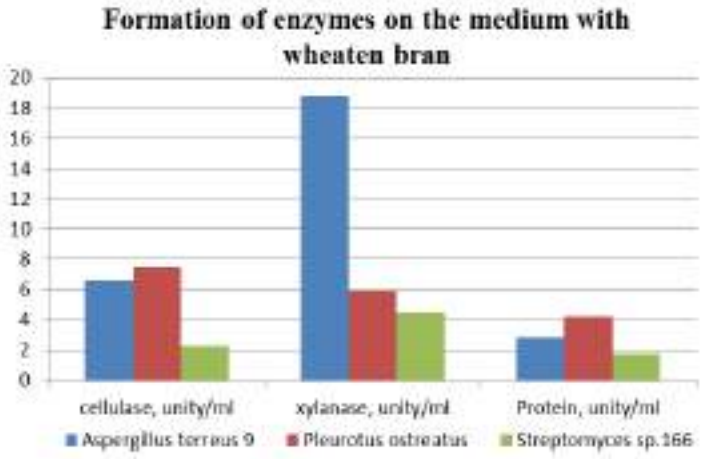
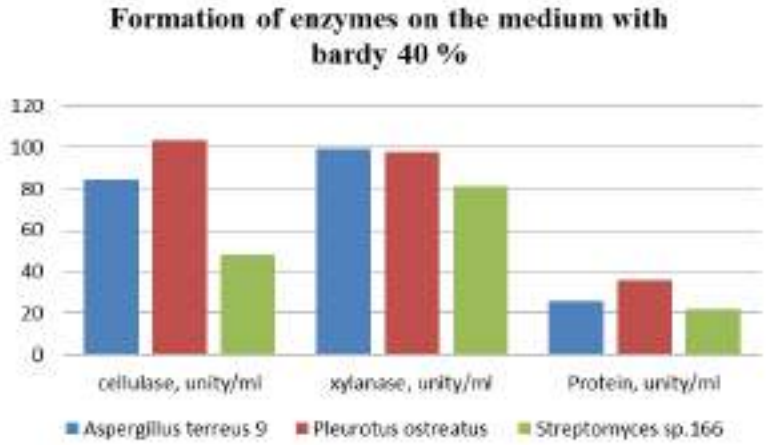


Table 2



It is obvious that, maximum quantity of cellulose and xylanazy is formed with 40 % of bardy's medium. Moreover, synthesis of protein is showed the highest quantity with this medium than others, respectively (table 3).

Table 3



Thus, uses the lignocellulose of production wastes with the greatest content of cellulose and xylan as separately and in a combination in various combinations for the active growth, development and a enzymatic making showed that for examinees of three cultures it was favorable a nutrient medium with introduction of 40 % grain bards. The maximum quantity of cellulose and xylanazy is formed for the 10th days of growth of fungus.

1 **2** **3**

Fig. 1. Antibiotic action of culture of S*treptomyces*. sp.166 (1), *Aspergillus terreus* 9 (2) and *Pleurotus Ostreatus* UZBI-I 105 (3) on growth and *Fusarium oxysporum* development.

Apparently from figure-1 actinomycete and *A. terreus* possessed bigger pernicious force, than *P. ostreatus* to what testifies zones of inhibition of growth of fungus.

1 **2** **3**

Antibiotic activity of cultures (fig. 1, 2) defined against widespread phytopathogenic fungus of *Fusarium oxysporum* and *Verticillium dahliae*. Sort *Fusarium* fungus as causative agents of diseases of a set of the highest plants, cotton and the leguminous cultures, striking plants most often in field conditions and at the time of their fructification.

Conclusions. Various intensity of biosynthesis of cellulose, xylanazy and antibiotic substances on Wednesdays with bran, wood sawdust or the grain bardy can, will be explained by the general nonspecific influence of carbohydrates on growth and developments of microorganisms.

As a result of this experiment showed that, bio technological companies are using from waste materials (like bardy, wheaten bran and wood granules) as essential ready materials of agriculture. It enables to protect our environment and create new non-waste technologies of industry.

With use of the above optimized structure of a nutrient medium and conditions the laboratory regulations of preparation enzymatic and antibiotically active cultural liquids from examinees of cultures for creation of enzymatic composition of "Microzym-1" and "Microzym-2" were developed.

REFERENCES

1. Minas W., Bailey J., E. Duetz W. Streptomyceses in microcultures; Growth, production of secondary metabolites, and this storage // Antonie van Leeuwenhoek, 2000. – V 78. – P. 297-305.
2. Akhmedova Z. R. Ecological safe biological products of a microbic origin and efficiency of their use in agriculture. International scientific conference "Ways of Development of Biotechnology in Turkmenistan". Ashkhabad, 2013.
3. Selivanov A.S. Complex processing the cellulose contained of waste of the wood-processing and agricultural enterprises on the basis of bioconversion. // Thesis report. Biotechnology at the turn of the century problems and prospects. Kirov. – 2001. – Page 89-91.
4. Lowry O.H., Rosenbrough N.C., Farr A.L., Randal F. Determination of the protein contens, J. Biol. Chem. 1951. – V. 193, river 265.
5. Nelson M.I., Kelsey R.G., Shafizaden F. Enhancement enzymatic hydrolyses by Simultaneous attrition of cellulosed substrates. // Biotechnol and Bioeng, 1982. – V. 24. – P. 293-298.

УДК 636.4, 502.5

ВНЕДРЕНИЕ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ НА СВИНОВОДЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ С ЦЕЛЬЮ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

Асфандиярова Лилия Рафиковна, *кандидат технических наук, доцент, Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет в г. Стерлитамак», **Россия**, г. Стерлитамак, asfand_lilya@mail.ru*

Юнусова Гузель Венеровна, *аспирант, Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет в г. Стерлитамак», **Россия**, г. Стерлитамак, yunusovagv@gmail.com*

Забиров Тимур Зульфукарович, *аспирант, Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет в г. Стерлитамак», **Россия**, г. Стерлитамак,*

Калашников Иван Александрович, студент, *Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет в г. Стерлитамак», **Россия**, г. Стерлитамак*

Алтынбаев Алик Рифович, студент, *Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет в г. Стерлитамак», **Россия**, г. Стерлитамак*

Проблема утилизации отходов промышленного животноводства является на сегодняшний день актуальной задачей, в частности свиной навоз, образующийся на свиноводческом предприятии, является одним из традиционных видов органического удобрения в связи с высоким содержанием в нем питательных и веществ. Целью данной работы является проектирование и внедрение установки утилизации отходов свиноводческого комплекса с получением биогаза. Помимо решения проблемы отходов, производство биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу. Захват метана – лучший краткосрочный способ предотвращения глобального потепления. Переработанный навоз применяется в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Утилизация отходов на биогазовой установке позволит для данного предприятия уменьшить закупку газового топлива и электроэнергии от сторонних источников и тем самым сократить расходы на энергоносители.

*Ключевые слова***:** биогаз, метан, органические удобрения, утилизация отходов, навоз, свиноводческий комплекс.

INTRODUCTION BIOGAS PLANTS PIG COMPLEX IN ORDER TO DISPOSAL OF WASTE

Asfandiyarova L.R., Yunusova G.V., Zabirov T.Z., Kalashnikov I.A., Altynbaev A.R.

The problem of waste disposal livestock industry is today an urgent task, in particular pig manure generated by pig farms, is one of the traditional types of organic fertilizers, due to its high content of nutrient substances. The aim of this work is to design and implement the installation pig farm waste to produce biogas. In addition, to solving the problem of waste, biogas production to prevent release of methane into the atmosphere. Capturing methane – the best short-term way to prevent global warming. Processed manure used as fertilizer in agriculture. Disposal of waste in biogas plant will allow the enterprise to reduce the purchase of fuel gas and electricity from third-party sources and thereby reduce the cost of energy.

Keywords. biogas, methane, organic fertilizers, waste, manure, pig farm.

Введение. В последнее время интерес к возобновляемым источникам энергии резко возрос практически во всех странах мира, это связано в первую очередь с надвигающимся энергетическим кризисом. На сегодня, по оценкам ученых, балансовые запасы нефти на планете составляют всего 400 млрд. т, а ежегодная ее добыча – около 3 млрд т. Таким образом, с учетом современных технологий разработки месторождений и при существующих ценах на нефть этих запасов хватит максимум на 50-75 лет. Аналогичная ситуация и с природным газом, и только поэтому запасов угля хватит примерно еще на 400-500 лет. Поэтому развитие возобновляемой энергетики является актуальной задачей в современном мире. Одним из перспективных направлений в этой области является переработка сельскохозяйственных отходов.

Основным недостатком природного топлива (природный газ, уголь) является его крайне медленная восполняемость. Существующие ныне запасы образовывались в течение десятки и сотни миллионов лет назад, в тоже время добыча топлива непрерывно увеличивается.

Истощение не грозит гидроэнергетическим ресурсам, так как в отличие от органического топлива они непрерывно возобновляются. Но посредствам лишь их использования невозможно получить энергии. Поэтому важнейшей проблемой энергетики стало проблема изыскание новых источников энергии, в частности ядерной энергии, энергии солнечного излучения, внутреннего тепла Земли.

Предлагается переработка отходов свиноводческих комплексов с целью получения биогаза, как одного из перспективных источников альтернативной энергии [1].

Объект исследования. Вид основной сельскохозяйственного предприятия – выращивание и откорм свиней.

На территории промышленной зоны свиноводческого комплекса располагаются следующие основные подразделения:

- корпуса по выращиванию и откорму свиней;
- биологические очистные сооружения с участком компостирования твердой фракции навоза (навозохранилище);
- участок приготовления кормов (кормосмесительные, склад комбикормов, агрегат витаминной муки).

Жидкая фракция навоза проходит систему отстойников, где происходит частичное отделение взвесей, и поступает в аэротенки. Аэротенки представляют собой проточный микробиологический культиватор, где проходят процессы окисления органических загрязнителей с образованием активного ила. На предприятии принята двухступенчатая система биологической очистки, на первой ступени идет переработка легко окисляемых, на второй – трудно окисляемых органических соединений. Часть образующегося активного ила возвращается в зону регенерации аэротенка, избыточный активный ил выводится из системы [6].

Избыточный активный ил и осадок первичных отстойников направляются в приемный резервуар иловой насосной станции, откуда перекачиваются на иловые площадки. Осадок иловых площадок вывозится на поля в качестве удобрения под вспашку. Осветленная сточная вода после аэротенков направляется на доочистку в пруды-накопители и биологические пруды. Осветленная и обезвреженная до требуемых норм сточная вода используется для орошения полей. Твердая фракция навозных стоков направляется в навозохранилище, где складируется в бурты по секциям.

В ходе хозяйственной и производственной деятельности предприятия образуются хозяйственно – бытовые и производственные сточные воды, которые подвергаются очистке на биологических очистных сооружениях. Сброс сточных вод в реку после очистки на биологических очистных сооружениях не осуществляется. Осветленные сточные воды отводятся в пруды – накопители.

Сооружениям биологической очистки отводится главная роль в общем комплексе сооружений станции. Для лучшего и непрерывного контакта они постоянно перемещаются сжатым воздухом, который подается через гидравлические эрлифтные аэраторы. Активный ил представляет собой биоценоз микроорганизмов-минерализаторов, способных сорбировать на своей поверхности и окислять в присутствии кислорода воздуха органические вещества сточной воды. Хороший активный ил имеет компактные хлопья средней крупности серого или коричневого цвета.

При выращивании и откорме свиней образуются следующие отходы:

- навоз от свиней свежий;
- отходы мяса, кожи, прочие части туши несортированные от убоя домашних животных (падеж).

Трупы животных направляются для переработки в цех мясокостной муки. Свежий навоз удаляется из корпусов в виде навозных стоков (сильно разбавленный водой за счет гидросмыва, уборки помещений, мытья кормушек).

Около 90 % отходов составляет навоз от свиней. На основании проводимой экологической оценки работы предприятия можно сделать вывод о том, что навозохранилище является источником загрязнения литосферы, и далее загрязнения подземных вод.

Таким образом, для уменьшения негативного воздействия свиноводческого агрокомплекса на окружающую природную среду нами предлагается установка по переработке отходов предприятия (свиной навоз) с получением биогаза.

Исследовательская часть. Для решения проблемы отходов данного свиноводческого комплекса предлагается внедрение технологии утилизации образующегося навоза посредствам его переработки, с получением биогаза. Благодаря этому становится реальным создание экологически чистых замкнутых циклов интенсивного сельскохозяйственного производства. В результате внедрения биоэнергетической установки, для переработки различных видов отходов сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности, в частности свиного навоза, возможно:

а) утилизация отходов и улучшения экологической обстановки в зоне производства;

б) получение энергетических ресурсов;

в) получение экологически чистых органических удобрений естественного типа;

г) получение кормовых добавок.

Биогазовая установка предназначена для микробиологической анаэробной конверсии навоза в биогаз в условиях животноводческих комплексов. Для равномерного перемешивания и нагревания биомассы в биогазовой установке предусмотрен многосекционный реактор, дно которого имеет уклон от узла загрузки к узлу выгрузки [4]. Мешалки, длина лопастей которых превышает уровень биомассы, расположены в каждой секции реактора и кинематически связанные с приводом узла загрузки. Узлы загрузки и выгрузки выполнены в виде винтовых конвейеров, состоящих из кожуха и вала со спиралью, вал конвейера узла загрузки выполнен полым и перфорированным, а кожух конвейера узла выгрузки снабжен герметичной цилиндрической емкостью, установленной выше уровня биомассы и образующей с ним кольцевую полость, сообщенную с полостью вала конвейера узла загрузки через водонагревательный котел и массонасос, при этом кожух в месте расположения емкости выполнен перфорированным.

Для удаления и утилизации навоза промышленной площадки по откорму и выращиванию свиней снабжены щелевыми полами. Щелевые полы применяются при бесподстилочном содержании свиней, которые имеют следующие основные преимущества: может быть внедрение для всех половозрастных групп свиней на всех фазах их воспроизводства, выращивания и откорма; снижение за счет отказа от использования подстилки затрат труда на ее заготовку, хранение и доставку, а также исключение опасность занесения с подстилкой инфекции. Помимо это позволяет механизировать навозоудаление, существенно улучшить условия труда, резко облегчить или исключить неприятные и трудоемкие ручные работы. Щелевые полы изготавливаются из металла, железобетона и дерева, на данном предприятии чугунные полы, которые наиболее полно соответствуют своему назначению по таким важным качествам, как отсутствие травмирования копыт свиней, хороший проход экскрементов через щели, долговечность, надежность. Недостаток полов – большая металлоемкость, что делает их тяжелыми и неудобными для монтажа и демонтажа, кроме того на них животные дольше ощущают холод при лежании, так как поверхность чугунной решетки долго разогревается (почти в 2 раза медленнее, чем деревянной) [2].

Для удаления навоза из помещений применяется гидравлическая секционная система периодического действия, основным преимуществом является надежность работы независимо от наличия подстилки [3].

Биореактор является газонепроницаемым, полностью герметичным резервуаром из стали или железобетона, его конструкция предусматривает теплоизоляцию, для поддержания в биореакторе температуры. Он снабжен мешалкой, для более гомогенного перемешивания смеси. Свежий навоз подают в биореактор небольшими порциями несколько раз в день. Для субстрата с использованием силоса 50:50 % средняя длительность гидравлического отстаивания внутри биореактора (в зависимости от субстратов) составляет, в среднем около 60 дней. В течение этого времени органические вещества внутри навоза метаболизируются микроорганизмами. В итоге на выходе получают следующие продукты: биогаз и субстрат

(компостированный и жидкий). Последний сохраняется в навозохранилище для удобрения. Полученный биогаз направляют в газгольдер, где выравниваются давление и состав газа. Непрерывная подача газа в газовый или дизельно-газовый двигатель-генератор, позволяет производить тепло и электроэнергию [5].

Результаты исследования. При внедрении биогазовой установки будут полностью утилизироваться отходы, сократиться выброс вредных веществ в атмосферу в 30 раз. Полученные результаты позволяют показать параметры биогазовой установки с учетом местных ресурсов биомассы и при использовании этой энергии сэкономить горючее топливо и электроэнергию, получить высококачественное удобрение и тем самым исключить зависимость от импортируемых энергоносителей.

В данном исследовании представлена технология утилизации отходов производства, с получением биогаза. Разработка данной технологии позволяет:

1) существенно снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, образующиеся при хранении отходов на открытых площадках навозохранилища;
2) полностью утилизировать отходы;
3) синтезировать биогаз в процессе утилизации отходов, который в дальнейшем возможно использовать для получения энергии;
4) получить биоудобрение, использование которого возможно на сельхозугодиях совхоза.

Таким образом, разработанная нами технология утилизации отходов свиноводческого комплекса является важным мероприятием, имеющим экологическую и энергетическую значимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асфандиярова Л.Р., Юнусова Г.В., Рафикова А.Р. Утилизация отходов свиноводческих комплексов с получением биогаза // Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Стерлитамак: Типография «Фобос», 2013. – С.272-273

2. Горбатюк О.В., Лившиц А.Б., Минько О.И. Утилизация биогаза полигонов твердых бытовых отходов. Проблемы больших городов // Обзорная информация МГЦНТИ. – М.: 1998. – 18 с.

3. Колесников С.И. Экологические основы природопользования. Учебник. Изд-во «Дашков и К», 2008. – 304 с.

4. Лившиц А.Б., Гурвич В.И. Утилизация свалочного биогаза – мировая практика, российские перспективы // Чистый город. 1999. №2. – С. 8-17

5. http: //www.transgaz-holding.ru/biogazovaya_ustanovka_na

6. http: //www.y10k.ru/books/detail273648.html

УДК: 631.361.022/033

НОВЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

Рахматов Орифжон, *кандидат технических наук, доцент, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан,*** *г. Гулистан, olimjon82@bk.ru*

Ботирова Лазиза Ахматовна, *кандидат биологических наук, доцент, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан,*** *г. Гулистан, laziza-botirova@mail.ru*

Рахматов Олимжон Орифжонович, *магистр, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан,*** *г. Гулистан, olimjon82@bk.ru*

Фирдавс Орифжон углы, *студент кафедры общей биологии, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан,*** *г. Гулистан, olimjon82@bk.ru*

Косимова Дилором Бахтияровна, *магистр, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан,*** *г. Гулистан, laziza-botirova@mail.ru*

Рахмонов Улугбек Турсункулович, *студент, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан,*** *г. Гулистан, olimjon82@bk.ru*

В статье предложена новая технология переработки лубяных культур, в частности, кенафа. По технологии зеленый луб кенафа экстрагируют в слабом растворе органических кислот, отделяют экстаргент, очищают, декантируют, вакуум–концентрируют и осаждают пектиновые вещества. Полученный пектин можно использовать в пищевой промышленности. Волокно кенафа обрабатывают на чесальной машине и используют для текстильных нужд, при этом он сохраняет все физико-механические свойства. Разработанная технология экологически частая и экономически целесообразная. Дополнительно можно получить для нужд Узбекистана около 1200 т пищевого пектина.

Ключевые слова: растительное сырье, зеленый луб кенафа, лен-долгунец, замочка, экстракция, пектиновые вещества, бильный барабан, осадочные воды, экология, загрязнение.

NEW ECOLOGICAL PURE METHOD OF RECYCLING OF FIBER CROPS

Rakhmatov O., Botirova L.A., Rakhmatov O.O., Firdavs O., Kosimova D.B., .Rahmonov U.T.

By the following there were offered a new technology of recycling of fiber crops, especially kenaf. Based on the technology green fiber of kenaf is extracted in the weak solution of organic acid, separates extraction, purifies, decants, vacuum-concentrates and precipitates pectin substances. Received pectin can be used in food industry. Kenaf fiber is worked out on combing machine and is used for textile needs, at the same time it reserves all physic-mechanical features. Designed technology is ecologically pure and economically specific. Additionally we can receive about 1200 tons of food pectin for the needs of Uzbekistan.

Keywords: Plant row, green crop of kenaf, long fiber flax, retting, extraction, pectin substances, percussive drum, sedimentary water, ecology, pollution.

Введение. Как известно, кенаф, джут индийский и лён-долгунец являются основными источниками луба, используемого в текстильной и лубо-прядильной отрасли. До настоящего времени эти виды растительного сырья заготавливаются в период зеленцового созревания стебля, когда оптимальным сроком уборки культуры является наличие одной сформированной коробочки не менее чем на половине растений и ланцетного листа на верхушке стебля, что предвещает наступление технической спелости и созревание волокна.

В Ташкентской области (Республика Узбекистан) наряду с основной технической культурой – хлопчатником выращивается кенаф, используемый в основном для производства мешковины, бечевки и подкладочного материала для линолеумных покрытий. Луб-сырец кенафа заготавливают в снопах массой по 6–9 кг и подвергают естественной сушке прямо в полевых условиях, укладывая их в виде «елочки» для лучшего вентилирования. После сушки снопы доставляют на кенафные заводы для промышленной переработки или складируют в большие скирды.

По существующей технологии снопы несколько дней (около недели) вымачивают в бетонированных бассейнах для придания структуре стеблей технологической гибкости и облегчения отделения луба от костры. Норма влажности луба-сырца кенафа для всех сортов после лубоотделительной машины составляет 14–20 %.

Нами при физико-техническом анализе луба-сырца кенафа районированных узбекских сортов были обнаружены в их составе до 4–4,2 % пектиновых веществ, которые по существующей технологии переработки попросту вымывались в сточные воды при тереблении луба в бальном барабане.

Цели и задачи. Данный факт побудило у авторов настоящей статьи цель – получение столь ценного для народного хозяйства полупродукта – природного растительного пектина.

В связи с этим в наши задачи входило:

* разработка принципиально новой технологической схемы переработки луба-сырца кенафа;

* обеспечение переработки вторичных сырьевых ресурсов (ВСР) с получением дополнительных ценных продуктов (пищевого пектина, дробленой клетчатки и гранулированного корма для КРС);

* уменьшение выброса промышленных отходов и оздоровление экологической обстановки в окружающей среде;

* обеспечение ресурсо- и энергосбережения.

Объект и методика исследований. Объектом исследований является зеленый луб-сырец кенафа в связках без костры.

Поскольку почти во всем растительном сырье содержатся в той или степени водорастворимые химические соединения: красители, сахара, белки, минеральные вещества, пектин и др., то принципы их извлечения обосновываются физико-химическими свойствами, межклеточной структурой растительной ткани, диффузионными характеристиками, гидродинамическими условиями процесса экстрагирования, составом экстрагента, гидромодулем и т.п. Во всяком случае необходимо учесть индивидуальные характеристики перерабатываемого сырья [2,4,5].

Общим классическим способом получения пектина из растительного сырья является гидролиз – экстрагирование слабыми растворами различных кислот или их смесей [2,4]. Наиболее известны и изучены способы получения пектина из сухих выжимок свекольного жома, яблочных отходов и шкурок цитрусовых [1,6].

Способ получения пектина из лубяных культур не является самоцелью, а лишь дополняет технологию переработки этого сырья, сохраняя при этом его текстильные качества. Этому предшествовали глубокий поиск и анализ существующих технических решений, на основе которых нами создана данная технология.

Лабораторные исследования. По разработанной технологии луб-сырец кенафа подвергают кислотному гидролиз-экстрагированию в равных объемах 0,05 %-ного раствора щавелевой кислоты с 0,01 %-ным раствором соляной кислоты. При этом экстрагирование проводили при гидромодуле 1:60 и температуре 50-52 ^{o}C в течение 15-20 мин. Затем гидролизат фильтровали через бельтинг и осветленный раствор вакуум-концентрировали до содержания 1,2–1,5 % пектиновых веществ и осаждали 96 %-ным этанолом, содержащим 0,1 % соляной кислоты. Коагуляцию проводили при малых скоростях вала мешалки в течение 10–15 мин., после чего осажденный пектин центрифугировали, отделяли и сушку проводили при температуре 38-42^{o}C в среде углекислого газа. После помола пектин представляет собой порошок светло-кремового цвета, без комков и посторонних примесей. Хорошо растворяется в воде с образованием вязкого раствора. Средняя молекулярная масса, определенная по вязкости – 52000 ± 5000.

Физико-технические свойства кенафного волокна при такой химической обработке не потерями основные прядильные качества. Волокна выдерживали предельную нагрузку на разрыв.

Теоретические выкладки. Таким образом, экспериментально доказана целесообразность комбинированного способа переработки луба кенафа, при котором побочно можно получить дополнительно полезный продукт – и обобщения результатов нами разработана принципиальная блок-схема переработки зеленого луба-сырца кенафа (рисунок 1). Эта схема приемлема также и при переработке лена-долгунца и индийского джута.

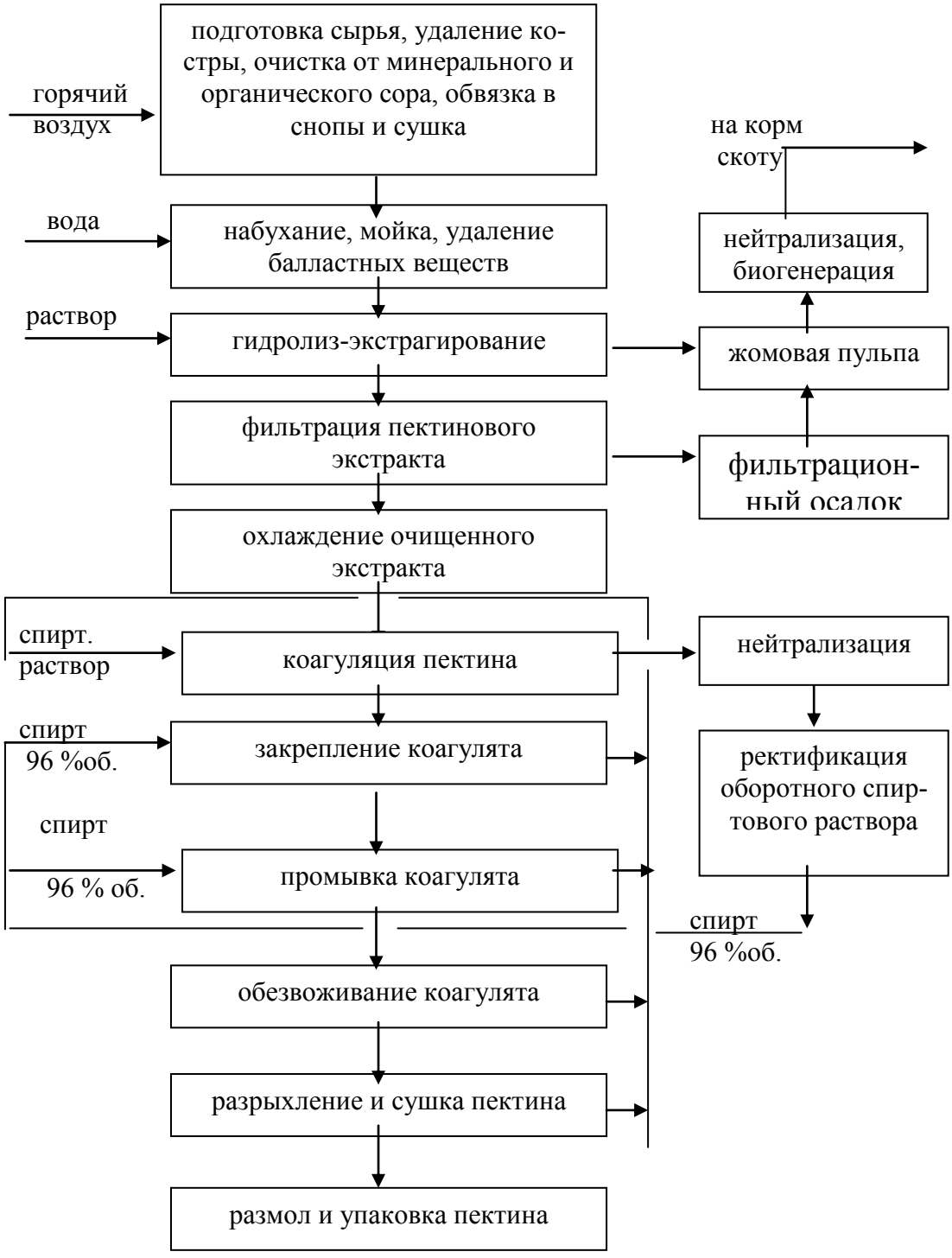


Рисунок 1 – Принципиальная блок-схема переработки зеленого луба-сырца кенафа

Технико-экономические расчеты на базе Жумабазарского кенафного завода (Ташкентская область, Республика Узбекистан) показали, что при производительности завода 30 000 т кенафа в год и режиме работы 300 дней в году, при среднем содержании пектина в зеленом лубе-сырце 4 %, можно получить около 1200 т.пищевого пектина, что из расчета 2 г пектина, необходимого для вывода из организма человека радионуклидов, вполне хватит на компен-

сацию части потребности нашей республики (Для справки: Минпищепром Республики Узбекистан для своих нужд закупает пектин цитрусовый по 12 $ США за кг).

Практическая апробация. Практическую апробацию и отработку технологических режимов проводили на полупромышленной пилотной установке с использованием некоторых стандартных аппаратов (рисунок 2).

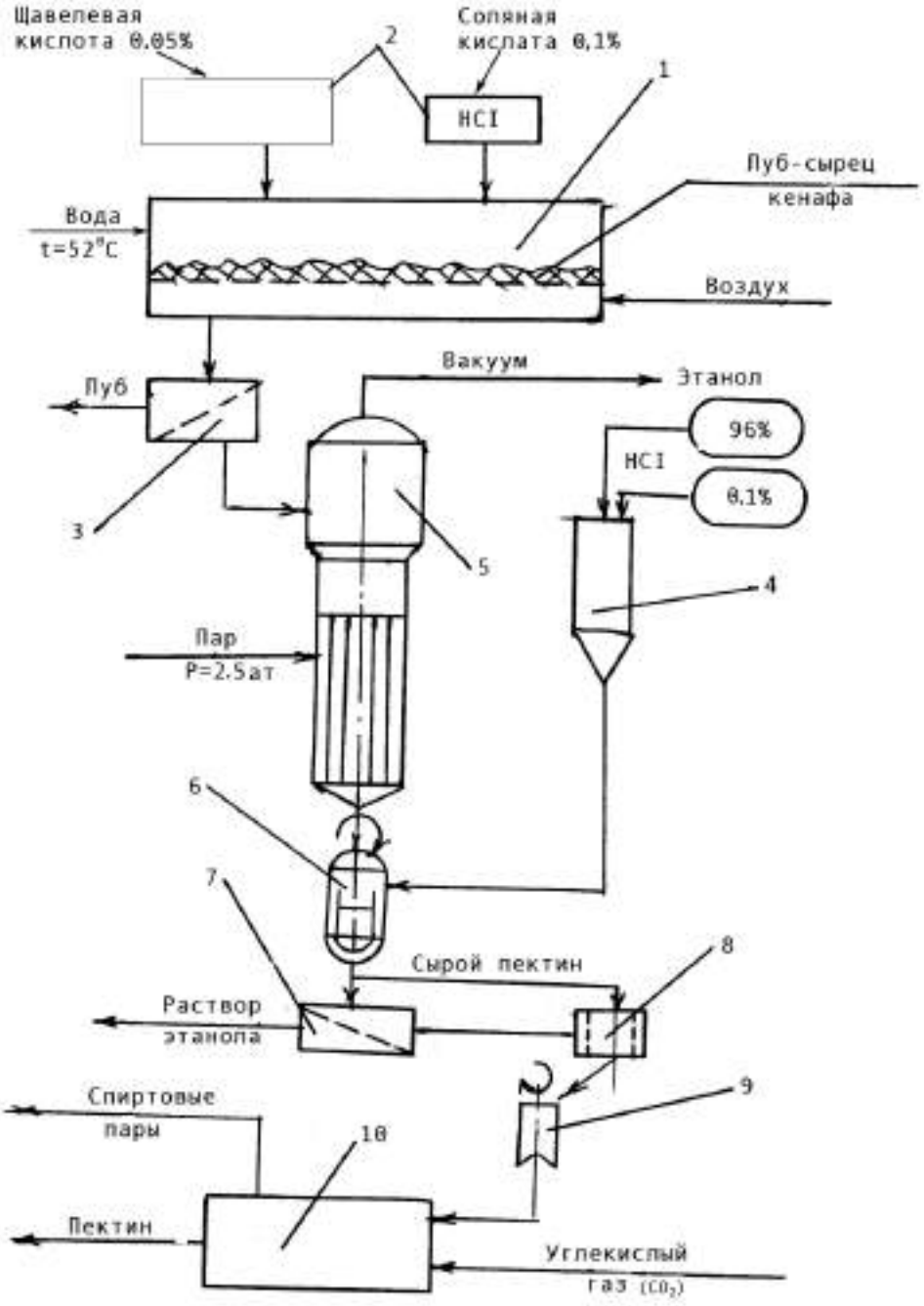


Рисунок 2 – Схема опытной установки для получения пектина из луба-сырца кенафа: 1 – реактор; 2 – мерники; 3 – отделитель экстрагента; 4 – мерник этанола; 5 – выпарная станция; 6 – кагулятор; 7 – нутч-фильтр; 8 – пресс 9 – разрыхлитель; 10 –сушильный шкаф.

Поскольку луб-сырец кенафа доставляется на перерабатывающий завод в связках (снопах), то мы в целях сохранения структуры волокна использовали реактор ванночного типа с ложным перфорированным днищем, применив эффект воздушно-динамической аэрации экстрагируемого материала. Установка включает реактор 1 (из нержавеющей стали Х18Н12 (ОТ), мерник щавелевой и соляной кислот 2, отделитель экстрагента 3, мерник этанола 4, выпарную станцию 5, коагулятор 6, нутч-фильтр 7, осадительный пресс 8, разрыхлитель 9 и сушильный шкаф 10.

В реактор емкостью 500 л укладывали 8 кг воздушно-сухого луба-сырца и заливали 480 л смешанного раствора 0,05 % щавелевой и 0,1 % соляной кислот в равном объеме, подогретых до 55 ^{0}С. Затем под ложное днище подавали воздух и создавали аэрофонтанирующий слой, который интенсифицировал процесс экстракции межмолекулярных веществ. На всем протяжении этого процесса температуру поддерживали в пределах 50-52 ^{o}С. По истечению 20 мин. экстракт сливали в отделитель и направляли в однокорпусную выпарную станцию, работающую под вакуумом за счет водокольцевого вакуум-насоса ВВН-3. Конечная концентрация сухих веществ в растворе, включая пектиновые, не превышала 1,5 %. Далее по классической технологии экстракт очищали, декантировали и осаждали в коагуляторе путем введения подкисленного 96 %-ного этанола. В результате получили 3,2 кг сырого пектина, с содержанием остаточного спирта 85 %. После сушки в камерной сушилке было получено 292 г волокнистого пектина.

Данные лабораторного анализа:

1.	Степень этерификации, %, не менее	– 50
2.	Содержание ацетильных групп, %, не более	– 0,35
3.	Содержание полигалактуроновой кислоты, %	– 75÷88
4.	pH 1 %-го раствора пектина в дистиллированной воде	– 3,2
5.	Прочность 2 %-го стандартного студня по прибору Сосновского, мм. рт. ст., не менее	– 530-540
6.	Влажность, %, не более	– 8,4
7.	Зольность, % не более	– 1,3
8.	Молекулярная масса, определенная по вязкости, не менее	– 52 000
9.	Объемный вес, г/см^3	– 0,170
10.	Внешний вид	– порошок однородного помола, без комков и посторонних примесей
11.	Цвет	– светло-кремовый
12.	Вкус и запах	– без постороннего запаха и привкуса

***Выводы*:**

- предложена принципиально новая конструктивная технология переработки луба кенафа;
- с учетом данной технологии получена дополнительно ценная продукция – пищевой пектин, сопоставимый со стандартным цитрусовым пектином;
- сохранены физико-механическая прочность и прядильные свойства кенафного волокна;
- производственные отходы: жомовая пульна и фильтрационный осадок после нейтрализации и биогенерации могут быть использованы при приготовлении комбикормов для КРС;
- до минимума сведен выброс промотходов в канализационные стоки, что можно отнести к разряду экологически чистых технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство № 1034690(SU) Способ получения свекловичного пектина. Карповия Н.С., Антонян Б.М., Донченко Л.В. и. др., 1983.

2. Авторское свидетельство № 1808179 (SU) Способ получения пектина из растительного сырья Юсупов А.М., Саломов Х.Т. Арифхожаев Х.А. и др. – опубл. в Б.И. 1990.

3. Заявка № JAP 20130470 «Способ получения пектина из зеленого луба-сырца» Рахматов О., Нуриев К.К., Юсупов А.М. – 2014 г.

4. Карпович Н.С. Пектин. Производство и применение. – Киев: Урожай, 1989. – 88 с.

5. Саломов Х.Т. Производство пектина из хлопковой створки. Ташкент: Фан., 1990. – 90 с.

6. Robenson Jordon L., The fractional extraction and quantitative determination of pectin substances in grapes and mists –Amtr. J. mol. and viticult, 1979. – V. 30. – №3. – P. 182-186.

УДК 631.862.027.32/33

БИОКОНВЕРСИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Нуриев Карим Катибович, *доктор технических наук, профессор, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан****, г. Гулистан, karim55@mail.ru*

Рахматов Орифжон, *кандидат технических наук, доцент, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан****, г. Гулистан, olimjon82@bk.ru*

Кадирова Роза Сражидиновна, *магистр, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан****, г. Гулистан, laziza-botirova@mail.ru*

Рахматов Олимжон Орифжонович, *магистр, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан****, г. Гулистан, olimjon82@bk.ru*

Фирдавс Орифжон углы, *студент, Гулистанский государственный университет,* ***Узбекистан****, г. Гулистан, olimjon82@bk.ru*

В статье рассматривается проблема переработки сельхозотходов биоконверсией с получением газообразного метана. Даны некоторые данные по переработке различных субстратов с указанием выхода метана и углекислого газа. Определены оптимальные сроки брожения некоторых видов отходов. Указан удельный выход метана и сравнительная теплотворность его по сравнению с другими видам топлива. Даны кривые зависимости биоконверсий субстрата от длительности брожения и определен выход метана на килограмм сухого вещества.

Ключевые слова: сельхозяйственные отходы, пшеница, злак, рисовая солома, биогаз, анаэробная ферментация, конверсия, бактерии, «мезофилл», метан, реактор.

BIOCONVERSION OF ORGANIC SCRAPS OF PLANTS IN THE CONDITIONS OF UZBEKISTAN

Nureyev K.K., Rakhmatov O.O., Kadirova R.S., Rakhmatov O., Firdavs O.

The following article studies the problem of recycling of agricultural bioconversions through receiving gaseous methane. There are given some data of recycling different substrates with indication of exiting methane and carbon dioxide. There were identified optimal dues of fermentation of some types of scraps. It is shown here the specific exit of methane and comparative calorific value of it in compare with other types of fuel. There are given graphic chart of bioconversion of substrate from length of fermentation and exiting of methane per kg of dry substance.

Keywords: agricultural scraps, wheat, cereal, rice straw, biogas, anaerobic fermentation, conversion, mesophile, methane, reactor.

Введение. Природно-климатические условия Узбекистана, разнообразный почвенный состав и наличие водных ресурсов позволяют в Республике выращивать и возделывать различные виды растительного сырья. Кроме главенствующих технических культур, таких как хлопок, кенаф, джут, топинамбур, шток-роза и др., большое внимание уделяется плодоовощной продукции: виноград, фрукты, бахчевые, корнеплоды, а также злаковым: пшеница, рис, кукуруза, сорго и т.п.

Все виды этого сырья подвергаются в той или иной степени промышленной переработке, при которой образуются в достаточном количестве отходы, классифицирующиеся как вторичные сырьевые ресурсы (ВСР). Так, при переработке плодоовощного сырья к ВСР можно отнести: семена томатов, косточки плодовых, кожуру и др, а при переработке хлопковых семян-образуются шелуха, линт, жмых, шрот, соапсток и многое другое, которые подвергаются дополнительной промышленной переработке с целью получения целевого продукта.

При выращивании зернобобовых сельскохозяйственными отходами являются солома, стебли, початки, которые после соответствующей обработки употребляются на корм крупному рогатому скоту (КРС). Часть пшеничной и рисовой соломы в виде измельченной массы используется для минералогического обогащения истощенных земель путем запахивания в почву. Все эти методы в достаточной степени изучены и нашли свое практическое воплощение в жизни.

Однако у проблемы утилизации органических отходов АПК есть и вторая сторона медали - получение газообразного метана методом биоконверсии. Исследованиями многих ученых подтверждена целесообразность переработки отходов АПК с получением биогаза как альтернативного нетрадиционного источника энергоресурсов. В основе биогенерационных технологий лежат сложные биохимические процессы разложения органических веществ без доступа воздуха [1,2,3].

Технология переработки органических отходов методом анаэробной ферментации известна с давних времен. Еще в 1776 г. великий физик Вольт сказал, что при метановом брожении остатков растений образуется до 65 % метана и 30 % углекислого газа. Но только сейчас, используя современное оборудование и материалы, инженерно-конструкторские решения, приборы контроля и автоматики, можно создать совершенные энергосберегающие биогазовые установки, работающие в замкнутом технологическом режиме.

Цель и задачи. Целью наших исследований является создание технологической линии для биоконверсии органических отходов с получением газообразного метана и определение условий его выхода в зависимости от длительности брожения. В задачу исследований входит нахождение оптимальных условий мезофильной конверсии от количественного состава субстрата, температурных условий протекания процесса, вида бактерии и др.

Объект исследования и материалы. Объектом исследования является ряд отходов сельскохозяйственных растений Узбекистана (солома рисовая, пшеничная и отходы животноводства от КРС), а также промотходы консервных производств.

Экспериментальная часть. На кафедре «Технология переработки сельскохозяйственной продукции» Гулистанского государственного университета была собрана экспериментальная установка по метановому брожению органических отходов АПК и животноводства. Она включает приемник отходов, измельчитель сырья, три блока биореактора, систему газоотведения и насосную станцию. Установка оснащена приборами контроля температуры, автоматикой и клапанной системой переключения газопровода.

Приготовленный субстрат помещали в биореакторы, добавляли специальные бактерии «Мезофил» и без доступа воздуха проводили мезофильную конверсию при температуре 29-39^{0}С. Биоконверсию субстрата производили на протяжении 20 дней и ежесуточно измеряли выход конверсионного газа при помощи газового счетчика. Содержание метана и углекислого газа определяли химическим способом. В таблице приведены некоторые данные по выходу и процентному содержанию биогаза при метановом сбраживании сельскохозяйственных и животноводческих отходов.

Таблица – Данные по выходу и процентному содержанию биогаза при метановом сбраживании сельскохозяйственных и животноводческих отходов

Органические отходы	Выход CH_4, м^3/кг сух. вещ.	Содержание CH_4, %	Содержание CO_2, %
Солома рисовая	0,240	54,6	25,2
Труха пшеничная	0,280	65,2	29,9
Солома пшеничная	0,248	58,0	26,7
Помет кур	0,358-0,365	54,3-55,4	25,5
Навоз КРС	0,208-0,210	55,0-55,6	25,6
Навоз КРС+солома	0,218-0,225	50,4-52,0	24,0
Навоз КРС+дынная патока	0,290+0,300	48,3-50,0	23,0
Отходы биолаборатории	0,54-0,56	65,2-68,0	31,3

На рисунке приведены кривые выхода биогаза от времени сбраживания некоторых субстратов: куриного помета, соломы пшеничной и соломы риса (шалы). Как видно из графиков, максимальный выход биогаза наблюдается на 10–15-е сутки, а затем биоконверсия угасает в связи с истощением препарата «Мезофилов»

Результаты и их обсуждения. Аналитические расчеты показали, что энергия 1 м^3 CH_4 эквивалентна 0,6 л жидкого топлива, или 1 кг угля, или 1,7 кг дров, или 1,3 кВт-ч электроэнергии. В среднем из 1 м^3 навоза КРС можно получить до 20 м^3 метана, птичьего помета – 40 м^3, отходов биолаборатории – 70 м^3, пшеничной трухи – до 150 м^3.

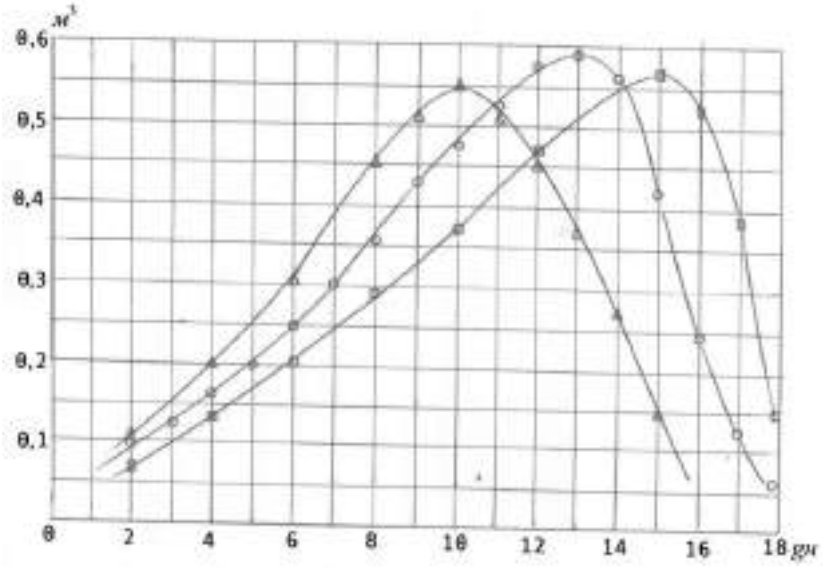


Рисунок – Суточный выход биогаза от времени сбраживания субстратов:
○-помет кур; Δ-солома пшеничная; □-солома риса.

В пересчете на среднюю мощность птицефабрики на 10 000 кур из 1 т птичьего помета можно выработать до 150 м^3 биогаза, которого хватило бы для обеспечения собственной котельной.

Таким образом, следует отметить, что одним из главных преимуществ биотоплива по сравнению с традиционными видами топлива (нефть, газ, уголь, дрова, торф и др.) является сокращение выбросов парниковых и выхлопных газов. Конверсионное биотопливо практически не содержит серы и экологически чисто. Нетрудно подсчитать экономическую эффективность от внедрения безотходных биоконверсионных технологий на животноводческих и сельскохозяйственных объединениях. Здесь одновременно решается вопрос экономической выгоды и экологические проблемы сохранения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюин А.М. Биоконверсия органических отходов // Тезисы докладов участников III международного конференция. – М., 1994.

2. Добрынина О.М.Технологические аспекты получения биогаза / Вестник Пермского государственного технического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – Пермь, 2010. – №1 – С. 46-50.

3. Форстер К.Ф., Дж.Вейз Д.А. Экологическая биотехнология, Ленинград. Химия, 1990. – 540 с.

УДК 911.3.63.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Чаплыгина Ольга Георгиевна, *кандидат географических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Курский государственный университет», **Россия**, г. Курск, ogchaplygina@mail.ru*

Рассматриваются особенности использования основных отходов при производстве сахара в виде продукции, которую можно получить из этих отходов.

Ключевые слова: сахарное производство, переработка, отходы, жом, меломасса, дефекат, карбокальк.

USE OF WASTES OF SUGAR MANUFACTURE

Chaplygin O.G.

Peculiarities of use of main waste during sugar production are considered.

Key words: sugar production; processing; waste

Одним из важнейших направлений современного производства является создание малоотходных и безотходных технологий, вовлечение в хозяйственный оборот вторичных сырьевых ресурсов. Данный подход реализуется в перерабатывающем секторе АПК, в структуре которого значимое место занимает сахарная промышленность. Для повышения эффективности и окупаемости сахарного производства необходимо развивать безотходный цикл.

При производстве сахара образуются побочные продукты и отходы. При хранении отходов на промышленных полигонах происходит поступление в окружающую среду значительного количества загрязняющих веществ и ухудшение санитарно-гигиенических показателей атмосферного воздуха, водных объектов и почв, а именно: загрязнение поверхностных вод; загрязнение подземных вод вследствие просачивания загрязняющих веществ; загрязнение почв органическими веществами, патогенной микрофлорой, гнилостные процессы. В связи с этим выгоднее использовать побочную продукцию и отходы, к которым относятся: свекловичный жом, меласса, фильтрационный осадок и другие [2].

Свекловичный жом представляет собой обессахаренную свекловичную стружку. Выход обессахаренной стружки, в зависимости от типа диффузионных аппаратов, составляет от 65 до 90 % к массе перерабатываемой свеклы, содержание в ней сухих веществ - 6,5-8 % к ее массе, на воду приходиться 92-93,5 %. Свежий жом прессуют до содержания сухих веществ 12–25 %, что позволяет снизить транспортные расходы на его перевозку и сократить потребление топлива на его высушивание.

Жом бывает кислый, отжатый и прессованный. Основными потребителями свежего жома являются предприятия по откорму крупного рогатого скота, расположенные вблизи сахарных заводов. Откорм скота на жоме экономически выгоден. Транспортабельность свежего жома повышают путем удаления из него части воды механическим способом (прессованием). После отжима всей механически удаляемой влаги содержание сухих веществ в жоме повышается до 25 %. Питательность 1 килограмма сухого жома в 10 раз выше, чем сырого, на основе его выпускают гранулы, обогащенные карбамидом и минерально-витаминными добавками. В гранулированном варианте содержится патока (меласса), также являющаяся продуктом переработки сахарной свеклы. Свекловичная патока повышает питательность и кормовую ценность, увеличивая при этом прочность и однородность гранул. В рамках сахарного завода стоимость тепловой энергии во много раз превышает стоимость механической, поэтому обычно стремятся к наиболее полному механическому обезвоживанию жома и таким образом сокращают расходы топлива на сушку жома. В свежем виде скармливается всего 30–40 % вырабатываемого жома. Остальной – консервируют и подвергают длительному хранению. Значительная часть свежего жома направляется на хранение в открытые жомовые ямы, что приводит к существенным его потерям. Под действием микробиологического брожения жом разлагается на воду и газы. Потери питательных веществ при этом достигают 35–40 %. Сохранению питательных веществ способствуют его силосование и консервирование. В перспективе сахарные заводы должны весь жом отгружать сельхозпредприятиям в прессованном виде.

Сушеный жом используется в комбикормовой промышленности. Применение сушеного гранулированного жома разнообразит рацион кормления крупного рогатого скота и способствует увеличению его суточных привесов.

Имеет место применение сушенного жома в кондитерской промышленности при получении пищевого пектина и пектинового клея (для текстильной и полиграфической промышленности). На выработку 1 тонны сухого пектина расходуется сухого жома (при влажности 15 %) 6,25 т, технической соляной кислоты – 5,85 т, хлористого алюминия – 0,5 т и аммиака (12,5 %-ный раствор) – 5 т. Выход сухого пектинового клея после сушки составлял около 3 % по весу неотжатого жома.

Также можно использовать силосованный жом в энергетике - для производства биогаза. Зачастую предприятия решают проблему отходов путем производства сухих кормов. Такое производство энергозатратно, себестоимость кормов очень высокая. Вместо кормов можно производить биогаз и биоудобрения. За счет собственных отходов покрываются потребности завода в энергоносителях. Биоудобрения полезно использовать на полях для улучшения качества почв и повышения урожайности культур.

Другим важным побочным продуктом сахарного производства является меласса – остатки маточного раствора сахарозы, содержащие растворимые несахара свеклы, густая вязкая сиропообразная жидкость темно-бурого цвета с запахом пригорелого сахара. Выход мелассы в среднем составляет 4,5–5,5 % к массе переработанной свеклы.

Мелассу добавляют в грубые корма для скота. В 100 кг мелассы содержится 77–78 кормовых единиц. Однако в ней мало протеина, витаминов и микроэлементов. Для восполнения этих компонентов мелассу, предназначенную для скармливания скоту, обогащают в различных сочетаниях мочевиной, микроэлементами и витаминами. Мелассу используют при производстве следующих кормов: мелассированного жома, кормовых дрожжей, кормового белка, добавок к корму животных, лизина, бетаина, метионина.

Меласса используется в химической, фармацевтической, микробиологической, деревообрабатывающей промышленности

Виды продуктов, произведенных из мелассы:

- производство комбикормов для скота (в качестве добавки в комбикорма и в гранулированный сухой жом) – 20-25 %;
- производство хлебопекарных дрожжей – 35-40 %;
- производство этилового спирта – 20-25 %;
- производство пищевых кислот (лимонной, глютаминовой, лизина, метионина) – 3 %;
- продукция микробиологической промышленности – 2 %;
- прочие – 10 %.

С дополнительным субсидированием сахарного производства появилась возможность разработки и внедрения технологии дешугаризации - полного извлечения сахара из мелассы. С помощью новой технологии решается проблема хранения и реализации этого вида побочной продукции, а также получение дополнительной основной продукции - сахара.

Глубокая переработка свекловичной мелассы с применением биотехнологий позволит получать лимонную кислоту, дрожжи, аминокислоты и кормовые добавки в рационы для животноводства. Это не только повысит эффективность свеклосахарного производства, но и снизит закупки этих продуктов за рубежом. [1].

В целом более полная переработка свекловичного жома и мелассы позволит сократить негативное воздействие сахарных заводов на окружающую среду и создать эффективную кормовую базу животноводства.

Еще одним видом отходов свеклосахарного производства является фильтрационный осадок – дефекат, который образуется в процессе осаждения и осветления свекловичного сока. Его доля составляет около 5 % от общей массы перерабатываемого сырья. Он содержит большое количество веществ, полезных для питания растений и животных, поэтому его можно использовать в качестве удобрения и добавок к кормам для животных.

При хранении дефеката на промышленных полигонах происходит поступление в окружающую среду значительного количества загрязняющих веществ и ухудшение санитарно-гигиенических показателей атмосферного воздуха, водных объектов и почв. Поэтому проблема утилизации дефеката является весьма важной. Имеет место разработка технологии переработки дефеката в удобрение карбокальк. Это удобрение можно применять для снижения

кислотности почвы. Появление спроса на карбокальк создает условия для строительства линий по переработке дефеката, и тем самым способствует увеличению окупаемости сахарного производства.

Таким образом, необходимо расширять возможности использования отходов сахарного производства, обеспечивать экономическую заинтересованность предприятий в реализации проектов по внедрению малоотходных и безотходных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Развитие свеклосахарного подкомплекса России на 2013-2015 годы **(**Отраслевая целевая программа). – М., 2013. – 40 с.

2. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. – М.: Колос, 1998. – 495 с.

УДК 631.852

ВЛИЯНИЕ ЗОЛЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И СВОЙСТВА ДЕРНОВО-МЕЛКОПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Субботина Мария Георгиевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВПО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», **Россия**, г. Пермь, subbotina@mail.ru*

Михайлова Людмила Аркадьевна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», **Россия**, г. Пермь, udmila.mihailowa2013@yandex.ru*

Алёшин Матвей Алексеевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», **Россия**, г. Пермь, matvei0704@mail.ru*

В статье рассмотрен вопрос эффективности использования золы биологических отходов в качестве комплексного удобрения под кормовую свёклу и посевной горох на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве Предуралья. Установлено, что зола биологических отходов нейтрализует почвенную кислотность, повышает содержание подвижного фосфора и обменного калия; превосходит по действию на урожайность гороха традиционные формы фосфорных удобрений. Внесение фосфора увеличивало массовую долю корнеплода кормовой свёклы в структуре растения.

Ключевые слова: фосфорное удобрение, кормовая свёкла, горох посевной, кальций, магний.

INFLUENCE OF ASH OF BIOLOGICAL WASTES ON YIELDS OF AGRICULTURAL CROPS AND PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC HEAVY LOAM SOIL

Subbotina M.G., Mikhailova L.A., Aleshin M.A.

The article discusses the effectiveness of the use of biological waste ash as a complex fertilizer under fodder beet and peas on soddy shallow clay loam podzolic soil of Preduralie. It was found that the ash neutralizes soil acidity, increases the content of mobile phosphorus and exchangeable potassium; exceeds the action of traditional forms of phosphate fertilizers on the yield of peas. Phosphorus introducing increased fodder beet root mass fraction.

Key words: phosphorus fertilizer, fodder beet, peas, calcium, magnesium.

Введение. Широкое использование технологий термической обработки биологических отходов животного происхождения при производстве мясной, птицеводческой и рыбной продукции приводит к накоплению золы и шлаков от установок термического обезвреживания на предприятиях.

В Пермском крае бесконтактные технологии термического уничтожения биологических отходов применяются на предприятиях: ООО «Завод утилизации отходов «Экологическая система»; ОАО «Птицефабрика Калининская», ООО «Экомедбиопром» и др. Процесс

уничтожения производится в специальных термических установках, в которых создаются условия для полного уничтожения органического вещества, в т.ч. патогенной микрофлоры. По данным Управления Россельхознадзора на территории Пермского края ежегодно образуется в среднем 12 тысяч тонн биологических отходов в результате переработки мяса животных, птиц, рыб. После термической обработки остается в среднем 5 % от первоначальной массы, т.е. 600 тонн в год.

Исследованиями установлено, что данную золу целесообразно использовать в качестве фосфорного удобрения под сельскохозяйственные культуры на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах Предуралья [3,4,5]. Агрохимическая ценность данного отхода определяется содержанием в нем ряда элементов минерального питания растений CaO (19-32 %), P_2O_5 (15-23 %), MgO (1-2 %), SiO_2 (10-23 %), K_2O (1 -3 %) и др. Однако, нет данных по действию такой золы на кормовые корнеплоды и оценки её, как комплексного удобрения.

Цель настоящей работы – изучить влияние золы биологических отходов на урожайность кормовой свёклы, гороха посевного и агрохимические свойства дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в вегетационных опытах в 2011-2012 гг. с почвенными культурами горох посевной сорт Губернатор и кормовая свёкла сорт Эккендорфская желтая (рисунок1).

В опыте с горохом изучали действие золы биологических отходов по сравнению с традиционными формами фосфорных удобрений с добавление магния по следующей схеме: 1. Фон $(NK)_{0,10}$; 2. Фон + $P_{сг\ 0,15}$ + $Mg_{экв.золе}$; 3. Фон + $P_{зола\ 0,15}$; 4. Фон + $P_{ф\ 0,15}$ + $Mg_{экв.золе}$.

Схема опыта с кормовой свеклой предусматривала сравнительную оценку действия золы как комплексного удобрения с традиционными формами минеральных удобрений: 1. контроль; 2. фон – $N_{0,3}K_{0,3}$; 3. фон+$Рзола_{0,2}$; 4. фон+$Рсг_{0,2}$; 5. фон+$Рсг_{0,2}$+$CaO_{экв.золе}$; 6. Фон + $Рсг_{0,2}$ + $CaO_{экв.золе}$ + $MgO_{экв.золе}$ + $K_2O_{экв.золе}$). Под свёклу внесено MgO по 0,04 г/кг и CaO по 1,2 г/кг. В качестве контроля были приняты вариант без внесения удобрений и вариант с фоновым внесением N и K_2O по 0,3 г/кг абсолютно сухой почвы. Для исследований использовали дерново-мелкоподзолистую тяжелосуглинистую почву (Пермский край, Пермский район) отобранную с глубины пахотного горизонта (5-25 см). Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,3 %; pH_{KCl} – 5,5; pHводн. – 6,8; Нг – 2,7 мг-экв/100 г почвы; содержание подвижного фосфора 112 мг/кг почвы; обменного калия – 129,6 мг/кг почвы (в вытяжке 0,2 М KCl). Из удобрений использовали суперфосфат гранулированный, калий хлористый, аммиачную селитру и химически чистые соединения MgO и CaO. Опыт проводили по стандартной методике, изложенной З.И. Журбицким (1968) [2]. Повторность вариантов в опыте с горохом четырехкратная, а в опыте с кормовой свёклой - шестикратная. При проведении опыта использовали сосуды Митчерлиха ёмкостью 6 кг воздушно-сухой почвы. Горох высевали по 20 проростков и оставляли после прореживания всходов по 15 растений на сосуд, а свёклу высевали по 5 проростков на сосуд, оставляли по 1 растению. В уход за посевами входили прополка и полив растений. Влажность поддерживали на уровне 60 % ППВ. Отбор почвенных проб проводили во время уборки урожая, период вегетации свёклы составил 120 дней, а гороха 91 день. В почвенных образцах определяли pH – в водной суспензии, соотношение почва:вода 1:5 и в вытяжке 1н KCl, соотношение почва:раствор 1:2,5. Подвижный фосфор и обменный калий в почве определяли в вытяжке 0,2 н KCl. Математическая обработка полученных результатов исследований проведена по методике Б.А. Доспехова [1] и с использованием описательной статистики программы Microsoft Excel.

Результаты исследования и обсуждение результатов. По результатам урожайных данных на опыте с горохом (таблица 1 и 2) отмечены следующие закономерности. Внесение золы биологических отходов обеспечивало наибольшую прибавку зерна гороха относительно контроля, которая составила 3,1 г/сосуд ($НСР_{05}$ = 0,7).

Внесение суперфосфата и фосфоритной муки с добавлением магния также увеличивало урожай зерна гороха по сравнению с контролем на 2,4 и 2,0 г/сосуд соответственно. Увеличения урожайности на варианте с золой относительно вариантов с суперфосфатом и фосфоритной мукой также были достоверными.

Рисунок 1 – Варианты опыта с кормовой свёклой, 2012 г.

Таблица 1 – Влияние фосфорных удобрений совместно с магнием на урожайность зерна гороха, г/сосуд

Вариант	2011г.	
	Урожайность	Прибавка
$(NK)_{0,1}$(контроль)	16,6	-
$(NK)_{0,1}$+ $P_{сг0,15}$+$Mg_{экв.золе}$	19,0	2,4
$(NK)_{0,1}$+$P_{зола\ 0,15}$	19,7	3,1
$(NK)_{0,1}$+ $P_{ф0,15}$+$Mg_{экв.\ золе}$	18,6	2,0
$НСР_{05}$	0,7	

Для установления степени влияния и характера связи урожайности гороха с элементами её структуры был проведён корреляционный анализ (таблица 2). Установлено, что урожайность гороха имеет прямую сильную корреляционную связь с массой зерна с растения (r = 0,98) и с массой 1000 зерен (r = 0,94).

Таблица 2 – Элементы структуры урожайности гороха

Вариант опыта	Количество, шт.		Масса зерна в бобе, г	Масса 1000 зерен, г	Отношение зерна к соломе
	бобов на растении	зерен в бобе			
$NK)_{0,1}$(контроль)	2,3	50	0,52	154,7	1,1
$NK)_{0,1}$+ $P_{сг0,15}$+$Mg_{экв.\ .золе}$	2,2	49	0,59	168,1	1,1
$NK)_{0,1}$+$P_{зола\ 0,15}$	2,3	52	0,59	179,1	1,3
$NK)_{0,1}$+ $P_{ф0,15}$+$Mg_{экв.\ золе}$	2,2	50	0,53	154,9	0,9

Определяющим фактором урожайности свёклы являлось внесение азотно-калийного фона, дополнительное внесение фосфора и кальция было эффективно лишь при использовании суперфосфата (таблица 3). Однако внесение фосфора, как в форме золы, так и в водорастворимой форме увеличивало массовую долю корнеплода относительно ботвы.

Внесение золы и других минеральных удобрений оказало значительное влияние на агрохимические свойства почвы (таблица 4).

Таблица 3 – Структура урожайности кормовой свеклы

№ п/п	Вариант опыта	Масса растения, г/сосуд	Масса корнеплода, г/сосуд	Длина растения, см	Диаметр корня, см	Количество листьев, шт.
1.	Контроль (без удобрений)	74,8 ± 9,8[1]	43,7 ± 9,1	26,9	2,7	14
2.	$(NK)_{0,3}$ - фон	350,8 ± 24,5	177,0 ± 14,6	47,2	4,9	22
3.	Фон + $Рсг_{0,2}$	349,0 ± 41,3	182,8 ± 45,7	49,3	4,8	21
4.	Фон + $Рзола_{0,2}$	281,0 ± 23,0	175,7 ± 24,0	48,3	5,0	23
5.	Фон + $Рсг_{0,2}$ + $CaO_{экв.золе}$	378,0 ± 31,6	179,8 ± 55,5	52,8	5,0	23
6.	Фон + $Рсг_{0,2}$+ $CaO_{экв.золе}$ + $MgO_{экв.золе}$ + $K_2O_{экв.золе}$	302,5 ± 11,0	176,8 ± 33,2	49,7	4,8	20

[1] Здесь и далее доверительный интервал

Внесение золы привело к нейтрализации почвенной кислотности: гидролитическая кислотность снижалась на 1,3 мг-экв/100 г почвы относительно контроля и на 3,6-3,8 мг-экв/100 г почвы относительно вариантов с внесением азотно-калийного фона и с суперфосфатом (при $НСР_{05}$ = 0,5 мг-экв/100 г почвы); произошло увеличение суммы обменных оснований, ёмкости катионного обмена и степени насыщенности почв основаниями по сравнению с остальными вариантами опыта. Отмечены достоверные изменения значений pH водной и солевой вытяжки при проведении опыта.

Так, внесение азотно-калийных удобрений и суперфосфата приводило к подкислению как обменной, так и активной реакции почвенного раствора на 0,6-0,7 единиц pH, а внесение золы имело обратный эффект – приводило к подщелачиванию.

Содержание подвижного фосфора и обменного калия к концу вегетационного периода на варианте с внесением золы было выше на 2,0-6,0мг/100 г почвы, чем на других вариантах опыта. Однако внесение суперфосфата также приводило к накоплению доступной для растений формы фосфора на 2,6 мг P_2O_5 на 100 г почвы (при $НСР_{05}$ = 2,4 мг/100 г почвы).

Таблица 4 – Влияние золы биологических отходов на агрохимические свойства

Вариант опыта	pH_{KCl}	pH_{H2O}	Мг-экв/100 г почвы			V, %	Мг/100 г почвы	
			Нг	S	ЕКО		P_2O_5	K_2O
Без внесения удобрений	5,5	6,8	3,9	29	33	88	21,9	9,9
Фон $N_{0,30}K_{0,30}$	4,9	6,2	6,2	27	33	81	20,6	7,2
Фон +Рзола $_{0,20}$	6,0	7,0	2,6	32	35	92	26,6	13,9
Фон + $Рсг_{0,20}$	4,9	6,1	6,4	27	34	81	24,5	6,4
Фон + $Рсг_{0,20}$+ $CaO_{экв. золе}$	5,7	6,6	3,2	30	33	90	24,0	6,7
Фон + $Рсг_{0,20}$ + $CaO_{экв. золе}$ + $Mg_{экв. золе}$ + $K_2O_{экв. золе}$	5,5	6,5	3,8	28	32	88	24,6	9,9
$НСР_{05}$	0,1	0,2	0,5	0,7	-	-	2,4	3,6

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Зола биологических отходов по своему действию на урожайность гороха посевного более эффективна, чем традиционные формы фосфорных удобрений.

2. Внесение золы биологических отходов оказывает положительное действие на агрохимические свойства агродерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы: нейтрализует почвенную кислотность, повышает содержание подвижного фосфора и обменного калия.

3. Внесение фосфора как в форме золы, так и в водорастворимой форме увеличивало массовую долю корнеплода кормовой свёклы в структуре растения.

4. Зола биологических отходов, имея в своем составе помимо фосфора магний и кальций, может быть дополнительным источником этих элементов для сельскохозяйственных культур, возделываемых в условиях дерново-подзолистых почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Субботина М.Г., Михайлова Л.А., Акманаева Ю.А., Попова С.И., Юнникова Л.П., Башков А.С. Действие золы от термического обезвреживания биологических отходов на урожайность зерна ячменя, возделываемого на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве Предуралья // Аграрный Вестник Урала. – 2012. - №2(94). - С. 15-16.

2. Субботина М.Г., Михайлова Л.А., Алёшин М.А. Влияние золы биологических отходов на урожайность и качество гороха Pisum sativum в условиях дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. - №1. – С. 22-26.

3. Патент на изобретение № RUS 2538391 C1. Фосфорное удобрение / М.Г. Субботина, Л.А. Михайлова. - №2012134594; заявлено 13.08.2012 г.

4. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. – М.: Наука, 1968. − 266 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.

СЕКЦИЯ 2
Промышленные отходы, включая химическое производство, их свойства и использование

УДК 678

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МАЛООТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Желтобрюхов Владимир Федорович, *доктор технических наук, профессор, ФГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград*

Кудашев Сергей Владимирович, *кандидат химических наук, доцент, ФГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград, kudashev–sv@yandex.ru*

Даниленко Татьяна Ивановна, *кандидат химических наук, доцент, ФГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград*

Щуринова Дарья Алексеевна, *студент, ФГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград*

Егоров Алексей Алексеевич, *студент ФГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград*

Брежнев Александр Геннадьевич, *студент, ФГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград*

Изучена модификация пленок полиэтилентерефталата полифторированными спиртами–теломерами, являющихся технологическими отходами производства 1,1,3–тригидроперфторпропанола–1. Показан термостабилизирующий эффект от введения модификатора. Рассмотрены возможности организации малоотходного производства модифицированных полиэфирных пленок.

Ключевые слова: технологические отходы, малоотходное производство, полифторированные спирты, полиэтилентерефталат, модификация, рециклинг.

PROSPECTS FOR THE USE OF TECHNOLOGICAL WASTE IN THE DEVELOPMENT OF FLUORINE–CONTAINING POLYMERIC MATERIALS AND OPPORTUNITIES OF LOW–WASTE PRODUCTION

Jeltobryuchov V.F.,Kudashev S.V., Danilenko T.I., Schurinova D.A., Egorov A.A., Brezhnev A.G.

We studied the modification of films of polyethylene terephthalate polyfluorinated alcohols–telomeres, which is the technological waste 1,1,3–trihydroxypropane–1. Shows the «oven « effect modifier. Examine opportunities for low–waste production of modified polyester films.

Keywords: technological waste, low–waste production, polyfluorinated alcohols, polyethylene terephthalate, modification, recycling.

Введение. Одним из возможных методов сокращения промышленных отходов является применение малоотходных технологий отдельных производств и замкнутых технологических циклов [4]. Традиционно в этом подходе выделяется несколько этапов (направлений): стратегия разбавления загрязнений, концевые технологии, вторичное использование отходов, стратегия создания «чистого» производства, внедрение замкнутых промышленных циклов и наилучшая из доступных (существующих) современных технологий (НИДСТ) [3,4,6]. Одной из количественных характеристик, определяющей возможности использования существующих направлений, является показатель экологичности технологии.

В широком смысле НИДСТ – технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов. В связи с чем, разработка новых эффективных способов утилизации тех-

нологических отходов крупнотоннажной и среднетоннажной химии при организации малоотходных производств – составляет важную инженерно–техническую задачу.

Полифторированные спирты–теломеры $H(CF_2CF_2)_nCH_2OH$ со степенью теломеризации n=2÷5 являются побочными продуктами промышленного производства 1,1,3–тригидроперфторпропанола–1 (ПФС n=1), который является продуктом среднетоннажной химии и используется в качестве универсального растворителя при производстве деталей микросхем, материнских плат и микропроцессоров в компьютерной, вычислительной технике, а также микро– и наноэнергетике [1].

Общая схема промышленного синтеза 1,1,3–тригидроперфторпропанола–1 и образования теломерных отходов имеет вид:

$$nCF_2=CF_2 + CH_3OH \rightarrow H(CF_2CF_2)_nCH_2OH,$$

где n=1 – основной продукт промышленного производства; n=2÷5 – побочные продукты (технологические отходы производства).

Нами были изучены особенности использования технологических отходов производства 1,1,3–тригидроперфторпропанола–1 и их стабилизирующее влияние термическую и термоокислительную устойчивость модифицированного полиэтилентерефталата (ПЭТФ).

Материалы и методы исследования. В качестве сложного полиэфира использовали пленки ПЭТФ производства ООО «Благовещенский пластик» толщиной 280 мкм (ТУ 2246–011–41249757–2011). Для модификации сложного полиэфира применяли технологические отходы производства 1,1,3–тригидроперфторпропанола–1, которые разделяли методом вакуумной дистилляции (ОАО «ГалоПолимер», ТУ 2412–001–23184793–99): 1,1,5–тригидроперфторпентанол–1 $H(CF_2CF_2)_2CH_2OH$ (ПФС2), 1,1,7–тригидроперфторгептанол–1 $H(CF_2CF_2)_3CH_2OH$ (ПФС3) и 1,1,9–тригидроперфторнонанол–1 $H(CF_2CF_2)_4CH_2OH$ (ПФС4).

Поверхностную модификацию пленок 5 % масс. ПФС n=2÷5 осуществляли растворным методом с использованием этанола при 40 ^{0}C в течение 2 ч. Далее модифицированную пленку сушили при 40 ^{0}C под вакуумом [2,7].

Структурно–морфологические особенности модифицированной ПЭТФ–пленки изучали методами рентгеновской дифрактометрии (автоматизированный дифрактометр ДРОН–3, излучение CuK_α (λ = 1,5418 Å), Ni–фильтр), сканирующей электронной микроскопии в сочетании с микрорентгеноспектральным анализом (СЭМ, микроскоп Versa 3D DualBeam), дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК, калориметр Mettler Toledo STARe SW 9.01), ИК Фурье–спектроскопии (спектрофотометр Nicolet–6700) и ИК Фурье–спектроскопии с многократно нарушенным полным внутренним отражением (МНПВО, спектрофотометр Perkin–Elmer).

Навеска образцов для снятия кривых термогравиметрии и ДСК составляла 16–20 мг, скорость подъема температуры 10 ^{0}C·мин$^{-1}$. Обработка экспериментальных дифрактограмм проводилась с помощью программы Fit2D. За конечную величину степени кристалличности брали среднее арифметическое не менее 3–х измерений. Определение размеров кристаллитов осуществлялось с применением метода Шеррера.

Результаты исследования. Технологически обработка ПЭТФ спиртами–теломерами может быть осуществлена в реакционной ванне, как по периодической, так и непрерывной схеме с последующей ректификацией отработанного раствора модификатора в этаноле и подачей вновь (при соответствующем укреплении до заданной концентрации) в основной цикл, что особенно важно при организации малоотходного производства [2,4,6, 11,12,13].

Особенностью дифрактограмм модифицированного ПЭТФ является наличие рефлекса $2\theta = 29{,}7^0$, который отсутствует в образцах исходного полиэфира. По–видимому, данные изменения связаны с особенностями введения модификатора, что выражается в формировании областей с высокой степенью геометрической упорядоченности преимущественно в поверхностных горизонтах.

Степень кристалличности в объеме образца ПЭТФ–ПФС, рассчитанная по данным ИК Фурье–спектроскопии с использованием полос поглощения группы $–CH_2–$ (ножничные колебания: гош 1452,7 см$^{-1}$; транс 1471,0 см$^{-1}$) составила 44 %, а с использованием полос ва-

лентных колебаний связи С–О (гош 1042,3 $см^{-1}$; транс 973,6 $см^{-1}$) – 42 %. Анализ ИК Фурье спектров пропускания МНПВО (глубина анализируемого слоя составляла ≈ 0,5 мкм) того же образца и тех же полос поглощения дает степень кристалличности 58 % и 55 % соответственно. Таким образом, в пленках ПЭТФ структура полимера на поверхности существенно отличается от его структуры в объеме. Следовательно, пленки ПЭТФ, модифицированные технологическими отходами, имеют структуру типа «ядро – оболочка», что должно оказывать существенное влияние на термическую устойчивость сложного полиэфира.

Данные ДСК показывают, что существенного изменения температур фазовых переходов (точнее их максимумов) при введении ПФС в полиэфир не наблюдается, однако анализ интервалов плавления (207,2–290,0 ^{0}С) и стеклования (71,4–96,8 ^{0}С) ПЭТФ указывает на их сдвиг в область более низких температур. Такой результат обусловлен совокупным влиянием ПФС на надмолекулярную структуру полиэфира, заключающимся в изменении сегментальной гибкости и подвижности кинетических элементов, степени кристалличности и ориентации структурных элементов (гликольных и ароматических) в пространстве.

Сопоставление данных термической стабильности исходного и модифицированного ПЭТФ позволило установить, что происходит сдвиг максимума основного разложения в область более высоких температур (с 376 ^{0}С до 402 ^{0}С). На улучшение показателей термостабильности может влиять значительное осложнение для диффузии летучих продуктов разложения как прямого результата затрудненной проходимости, связанной с модифицированием сетки водородных связей молекулами ПФС и формированием более плотноупакованной структуры (особенно в поверхностных слоях).

Проведенный микрорентгеноспектральный анализ пленок позволил установить, что в поверхностном слое глубиной ~ 1 мкм содержится порядка 1,1–1,4 % масс. модификатора. Такой результат свидетельствует о хорошей проникающей способности ПФС в сложный полиэфир. Учитывая частично–кристаллический характер ПЭТФ, следует ожидать, что модифицированию подвергаются преимущественно менее упорядоченные и дефектные участки, характеризующиеся структурной неоднородностью аморфной фазы и различной плотностью упаковки.

Таким образом, проведенные исследования показали, что модификация пленок полиэтилентерефталата технологическими отходами производства полифторированного спирта приводит к повышению термической и термоокислительной стабильности сложного полиэфира за счет структурной реорганизации его надмолекулярной структуры под влиянием вводимых модификаторов, обусловленной увеличением размеров кристаллитов и образованием более плотноупакованной структуры, а также уменьшением дефектности поверхности пленки.

Разработана и обоснована технологическая схема малоотходного производства полиэфирных нитей, модифицированных теломерными фторспиртовыми отходами [4,5,10,8,9,14]. Проведена эколого–экономическая оценка соответствующей технологии [4,6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Барковская, О.А., Кудашев С.В. Разработка функциональных наноматериалов на основе отходов производства полифторированных спиртов // Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества: сб. матер. III всерос. молодёжной конф. с элементами науч. школы, Москва, 28 мая – 1 июня 2012 г. / ИМЕТ РАН, РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М., 2012. – С. 49–50.

2. Влияние 1,1,3–тригидроперфторпропанола–1 на свойства плёнок полиэтилентерефталата / С.В. Кудашев, У.Р. Урманцев, Б.В. Табаев, В.Н. Арисова, Т.И. Даниленко, В.Ф. Желтобрюхов, В.М. Дронова, К.Р. Шевченко, О.А. Барковская // Журнал прикладной химии, 2013. – Т. 86, вып. 6.– С. 972–978.

3. Кудашев С.В. , Даниленко Т.И., Желтобрюхов В.Ф. Научно–методические подходы к изучению проблем утилизации и вторичной переработки полимеров в рамках дисциплин «Безопасность жизнедеятельности» и «Экология» // Безопасность жизнедеятельности: наука,

образование, практика: матер. IV межрегион. науч.–практ. конф. с междунар. участием (г. Южно–Сахалинск, 28 нояб. 2013 г.) : сб. науч. ст. / ФГБОУ ВПО «Сахалинский гос. ун–т». – Южно–Сахалинск, 2013. – С. 45–48.

4. Кудашев С.В., Желтобрюхов В.Ф., Даниленко Т.И Полиэтилентерефталат: особенности модификации, структура и направления рециклинга: монография / ВолгГТУ. – Волгоград, 2014. – 148 с.

5. Кудашев С.В., Желтобрюхов В.Ф.Утилизация и вторичная переработка карбо– и гетероцепных полимеров: учеб. пособие / ВолгГТУ. – Волгоград, 2013. – 43 с.

6. Кудашев, С.В. Теломерные отходы производства 1,1,3–тригидроперфторпропанола–1 как модификаторы полиэтилентерефталата [Электронный ресурс] // Материалы международного молодёжного научного форума «ЛОМОНОСОВ–2014» (Секция "Химия", подсекция "Высокомолекулярные соединения") / МГУ им. М.В. Ломоносова. – М., 2014. – 1 электрон. опт. диск (DVD–ROM).

7. Модификация лавсановых нитей 1,1,5–тригидроперфторпентанолом–1 / С.В. Кудашев, В.Н. Арисова, Т.И. Даниленко, В.Ф. Желтобрюхов, О.О. Тужиков // Известия ВолгГТУ. Серия "Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов". Вып. 11 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2013. – № 19 (122). – С. 81–85.

8. Модифицирующее влияние полифторированных спиртов–теломеров на термическую устойчивость плёнок полиэтилентерефталата / С.В. Кудашев, В.Н. Арисова, Т.И. Даниленко, В.Ф. Желтобрюхов // Известия ВолгГТУ. Серия «Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов». Вып. 12 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2014. – № 7 (134). – С. 101–106.

9. Научные основы создания новых фторсодержащих полиэфирных материалов с заданным комплексом свойств / К.Р. Шевченко, С.В. Кудашев, В.М. Дронова, В.Н. Арисова, Т.И. Даниленко, В.Ф. Желтобрюхов // Успехи химической физики : сб. тез. докл. на II всерос. молодёжной конф., Черноголовка, 19–24 мая 2013 г. / РФФИ, ФГБУН «Ин–т проблем хим. физики РАН». – М., 2013. – С. 167.

10. Пат. 2509785 РФ, МПК C08J7/12, C08G63/91, C08G63/02. Способ модификации поверхности гранулята полиэтилентерефталата / С.В. Кудашев, Н.А. Рахимова, В.Ф. Желтобрюхов, О.А. Барковская, К.Р. Шевченко, В.С. Авилова; ВолгГТУ. – 2014.

11. Рахимова Н.А. , Нистратов А.В., Кудашев С.В. Новые органофильные монтмориллонитовые нанокомпозиты на основе отходов производства полифторированного спирта для получения полиуретанов с улучшенным комплексом свойств // Экология. Риск. Безопасность: матер. междунар. науч.–практ. конф., 20–21 окт. 2010 г. В 2 т. Т. 1 / Курганский гос. ун–т. – Курган, 2010. – С. 109–110.

12. Создание полимерных композиций на основе технологических отходов производства 1,1,3–тригидроперфторпропанола–1 и полиэтилентерефталата / С.В. Кудашев, В.Н. Арисова, Т.И. Даниленко, В.Ф. Желтобрюхов // Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне: матер. VI всерос. с междунар. участием науч.–практ. конф., 24–25 окт. 2013 г. / Правительство Ярославской области, Гос. академия промышленного менеджмента им. Н.П. Пастухова. – Ярославль, 2013. – С. 371–373.

13. Стабилизирующее влияние полифторированных спиртов на термическую и термоокислительную деструкцию полиэтилентерефталата / С.В. Кудашев, В.Н. Арисова, Т.И. Даниленко, В.Ф. Желтобрюхов, О.О. Тужиков // Химическая технология, 2014. – Т. 15, № 3.– С. 155–158.

14. Термическая и термоокислительная деструкция полиэтилентерефталата, модифицированного полифторированными спиртами / С.В. Кудашев, Т.И. Даниленко, В.М. Дронова, В.Н. Арисова, В.Ф. Желтобрюхов // Современные проблемы науки о полимерах : прогр. и тез. докл. 9–й Санкт–Петербургской конф. молодых учёных, Санкт–Петербург, 11–14 нояб. 2013 г. / ФГБУН "Ин–т высокомолекулярных соединений РАН" [и др.]. – СПб., 2013. – С. 28.

УДК 544.723

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ПОЛИМЕРА

Шачнева Евгения Юрьевна, *кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия**, г. Астрахань, evgshachneva@yandex.ru*

Магомедова Зарема Алиевна, *студентка химического факультета, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия**, г. Астрахань, evgshachneva@yandex.ru*

Малачиева Ханика Зубайриевна, *студентка химического факультета, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия**, г. Астрахань*

Приведены сведения о структуре, свойствах и основных областях применения карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Изучены основные физико-химические свойства частиц карбоксиметилцеллюлозы в водных растворах. Рассчитаны размеры частиц карбоксиметилцеллюлозы (радиус частиц, толщина диффузионного слоя, молекулярная масса), значения вязкостей растворов, а также молекулярная масса полимера.

Ключевые слова: физико-химические свойства частиц, карбоксиметилцеллюлоза, радиус частиц, толщина диффузионного слоя, относительная вязкость, удельная вязкость, приведенная вязкость, молекулярная масса.

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROCESSES IN AQUEOUS POLYMER SOLUTION

Shachneva E.Yu., Magomedova Z.A., Malachieva Kh.Z.

Provides information about the structure, properties and main areas of application of carboxymethyl cellulose (CMC). The main physical-chemical properties of the particles in water solutions of carboxymethyl cellulose.

Calculated particle size carboxymethylcellulose (the radius of the particle, the thickness of diffusion layer, molecular weight), the values of viscosity solutions, as well as the molecular mass of the polymer.

Keywords: physical and chemical properties of the particles, carboxymethylcellulose, the radius of the particle, the thickness of diffusion layer, relative viscosity, specific viscosity, the viscosity, the molecular mass.

Развитие представлений о растворах производных целлюлозы, таких как карбоксиметилцеллюлоза, в различных типах растворителей основываются на том, что эти вещества образуют истинные растворы, в которых макромолекулы являются кинетически свободными.

Карбоксиметилцеллюлоза – КМЦ, целлюлозогликолевая кислота, тилоза, валоцел, бланоза, эдифас (общая формула $[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COOH)_x]_n$, где x=0,08-1,5) – это производное целлюлозы, в которой карбоксилметильная группа ($-CH_2-COOH$) соединяется с гидроксильными группами глюкозных мономеров. Концентрированные растворы КМЦ являются неньютоновскими жидкостями. Карбоксиметилцеллюлоза способна формировать вязкий коллоидный раствор, длительное время не утрачивающий своих свойств [1]. Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что исследования в данной области достаточно актуальны и интересны.

Экспериментальная часть. *Расчет размеров частиц КМЦ.* Размеры частиц в водно-солевых растворах изучены с использованием метода Геллера. Рассматриваемый метод основывается на изменении коллоидными частицами рассеяния света в зависимости от длины волны падающего света и размеров частиц дисперсной фазы. Для описания светорассеяния в коллоидной системе можно использовать следующее эмпирическое уравнение [2-4]:

$$A=\kappa\cdot\lambda^{-n}, \quad (1)$$

где A – оптическая плотность исследуемого раствора, λ – длина волны падающего света, κ – константа, не зависящая от длины волны.

Зависимость lgA от $lg\lambda$ *в* соответствии с уравнением (1) представляет собой прямую линию. Тангенс угла наклона равен показателю степени n с минусом. Значение показателя степени n зависит от соотношения между длиной волны падающего света и размером частицы, характеризуемого параметром Z:

$$Z = 8\pi \cdot r / \lambda, \quad (2)$$

где r – радиус частиц, λ – среднее значение длины волны падающего излучения.

По величине n находят соответствующее значение Z по таблица 1, а затем используя формулу (2) рассчитывают средний радиус частиц исследуемой дисперсной системы.

Таблица 1 – Показатель степени n в уравнении Геллера в зависимости от параметра Z

n	3,812	3,686	3,575	3,436	3,284	3,121	3,06	2,807	2,657
z	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
n	2,533	2,457	2,379	2,329	2,075	1,974	1,635	1,584	
z	6,5	7,0	7,5	8,0	8,01	8,5	9,0	9,5	

В исследовании был использован 1,0 %-ный раствор КМЦ. Все измерения проводили на фотоколориметр ПЭ-5400в кюветой l=5см. На основании полученных результатов были построены зависимости «lgA – $lg\lambda$», а также рассчитаны значения радиусов частиц КМЦ в зависимости от концентрации раствора. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость радиуса частиц карбоксиметилцеллюлозы от концентрации раствора

Вещество	Концентрация c, г/дм^3				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Радиус частиц r, нм				
КМЦ	156,7	142,3	137,6	128,2	127,5

Из представленных данных можно сделать следующий вывод: с увеличением концентрации растворов радиус частиц КМЦ уменьшается.

Расчет толщины диффузионного слоя. Для нахождения толщины диффузионного слоя применяют следующее уравнение [2-4]:

$$L = \sqrt{\frac{\varepsilon\varepsilon^0 \cdot RT}{2F^2 \cdot \mu}}, \quad (3)$$

где R=8,313Дж/моль·К; F=96500Кл; ε_0 – электрическая проницаемость дисперсионной среды; ε – диэлектрическая проницаемость дисперсионной среды; T, К; μ - ионная сила раствора.

Зависимость толщины диффузионного слоя от концентрации раствора КМЦ наглядно представлена на рисунке 1. Исходя из представленной графической зависимости влияния концентрации на толщину диффузионного слоя частиц карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) при различных температурах, необходимо отметить следующую зависимость: с увеличением концентрации растворов толщина диффузионного слоя частиц карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) уменьшается. С ростом температуры, при одинаковой ионной силе растворов, толщина диффузионного слоя частиц карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) увеличивается.

Расчет молекулярной массы карбоксиметилцеллюлозы. Для определения средневязкостной молекулярной массы M_η полимера необходимо было рассчитать значения ряда параметров, среди которых значения относительной, удельной и характеристической вязкостей. Вязкость определяют с помощью вискозиметра по истечению равных объемов раствора полимера и растворителя через капилляр вискозиметра при определенных температурных условиях [2-4].

Для нахождения молярной массы карбоксиметилцеллюлозы необходимо было найти значение характеристической вязкости, которое можно рассчитать по формуле:

$$\eta_{ир} = \eta_{уд} / C, \quad (4)$$

где $\eta_{уд}$ – удельная вязкость раствора карбоксиметилцеллюлозы, C – концентрация карбоксиметилцеллюлозы в растворе (г/дм^3).

Значение $\eta_{уд}$ рассчитывали на основании значений относительной вязкости раствора карбоксиметилцеллюлозы $\eta_{отн}$, величины которой находили с использованием следующей формулы:

$$\eta_{отн}=\eta/\eta_0, \quad (5)$$

где η – вязкость растворов карбоксиметилцеллюлозы (Па·с), η_0 – вязкость чистого растворителя.

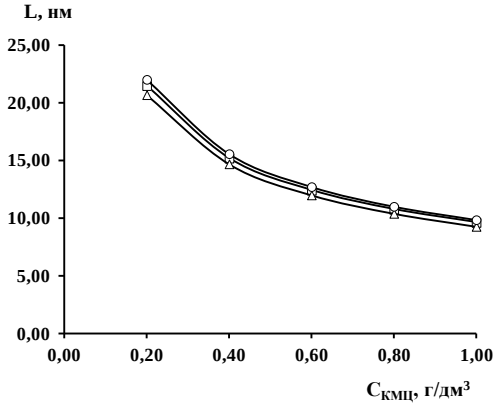


Рисунок 1 – Влияние концентрации растворов на толщину диффузионного слоя карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) в водных растворах: Δ-277 К; □-298; ○-313 К

Удельную вязкость растворов рассчитывали по формуле:

$$\eta_{уд}=\frac{\eta-\eta_0}{\eta_0}=\eta_{отн}-1, \quad (6)$$

В результате расчетов были получены следующие величины относительной, удельной и приведенной вязкостей для карбоксиметилцеллюлозы.

Для расчета молекулярной массы карбоксиметилцеллюлозы использовалась следующая формула:

$$\lg M_r=\frac{\lg[\eta]-\lg K}{\alpha}, \quad (7)$$

где η – характеристическая вязкость; *K* – константа Кирквуда; α – константа, которая в зависимости от природы растворителя имеет значение 0,5-1.

В результате расчетов были получены следующие значения молекулярной массы (г/моль) карбоксиметилцелллозы (таблица 3).

Таблица 3 – Значение молекулярной массы карбоксиметилцеллюлозы

Вещество	Т, К	Молярная масса карбоксиметилцеллюлозы М, г/моль
КМЦ	277	20433
	298	18922
	313	4424

В статье представлены краткие сведения о основных свойствах карбоксиметилцеллюлозы, проведены расчёты физико-химических характеристик водных растворов карбоксиметилцеллюлозы (радиус частиц, толщина диффузионного слоя, молекулярная масса, значения вязкостей растворов), установлены ряд зависимостей. Проанализировав полученные данные, можно сделать промежуточные выводы и наметить пути дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев А.Ф., Охрименко Г.И. Водорастворимые полимеры. – Л.: Химия, – 1979. – 144 с. ил.

2. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии // М.: Химия, 1989. – 462 с.

3. Шачнева, Е.Ю. Физико-химия адсорбции флокулянтов и синтетических поверхностно-активных веществ на сорбенте СВ-1-А.// Дис. … канд. хим. наук. Махачкала, 2011 – 139 с.

4. Шачнева Е.Ю., Магомедова З.А., Малачиева Х.З. Изучение физико-химических свойств частиц карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) в водных растворах // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32). – С. 152-156.

УДК 504.75.05:54 : 544.723.21

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВИНЦА В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Шачнева Евгения Юрьевна, *кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия**, г. Астрахань, evgshachneva@yandex.ru*

Арчибасова Дарья Евгеньевна, *магистрант химического факультета, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия**, г. Астрахань*

Тимошадченко Эльвира Александровна, *студентка химического факультета, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия**, г. Астрахань*

Представлен обзор методов определения свинца и его производных в различных объектах окружающей среды и сточных водах промышленных предприятий различных сфер деятельности. Приведена их краткая характеристика, отмечены преимущества и практическое использование.

Ключевые слова: методы определения, сточные воды, свинец.

METHODS FOR DETERMINATION OF LEAD IN ENVIRONMENTAL OBJECTS

Shachneva E.Yu., Archibasova D.E., Timoshadchenko E.A.

Presents an overview of methods for the determination of lead and its derivatives in various environmental objects and wastewater industrial enterprises of various spheres of activity. Given their brief description, the observed benefits and practical use.

Keywords: methods for the determination of water, wastewater, lead.

Свинец относится к числу распространенных токсикантов. Растворимые соединения свинца при поступлении в водоемы со сточными водами в основном содержатся в толще воды, а нерастворимые – во взвешенном состоянии. Они не полностью осаждаются в отстойниках и оседают на дно рек, при этом в бытовых сточных водах содержание свинца составляет в среднем 0,48 мг/дм^3. Металлический привкус воде придает содержание металла в 2 мг/дм^3. При концентрации элемента в питьевой воде 0,042–1,0 мг/дм^3 наблюдаются случаи отравления. Свинец способен накапливаться растениями и почвой. Концентрация свинца 0,1 мг/дм^3 тормозит биохимические процессы самоочищения водоемов, а 0,5 мг/дм^3 угнетает нитрификацию сточных вод. Концентрация свинца 1 мг/дм^3 губительно действует на аэробные бактерии. Из общего содержания свинца в сточных водах 50 % оседает в отстойниках, затрудняя сбраживание осадка. Токсическое действие на микрофлору сооружений биологической очистки оказывает концентрация синица в сточных водах 5 мг/дм^3 [9]. В связи с чем исследования в данной области чрезвычайно актуальны.

Известно изобретение, предназначенное для обнаружения и полуколичественного определения ионов свинца (II) в водных растворах и проведения экспресс-анализов проб вод природных водоемов и промышленных сточных вод в отрыве от лабораторной базы. Способ представляет собой процесс сорбции ионов Pb (II) из анализируемого раствора на твердый носитель (тканевый носитель), который помещают в анализируемый раствор с последующим отделением жидкой фазы и обработкой органическим реагентом (1-фенил-3-изопропил-5-(бензилбензимидазол-2-ил)формазан в виде этанольного раствора) в соотношении 0,032-0,158 мас. % от массы носителя. Обработанный носитель выдерживают на воздухе. Концентрацию ионов Pb (II) определяют визуально, сравнивая интенсивность окраски с имитационной цветовой шкалой [4].

Помимо способа, описанного выше, для аналитического определения меди, свинца и кадмия в водах различного происхождения и молокопродуктах применяется способ, включающий контактирование пробы с цинкомом, предварительно нанесенным на высокооснов-

ной анионит JRA-400 из водно-ацетоного раствора, и определение упомянутых элементов методом спектроскопии диффузного отражения при длинах волн 630 нм, 510 нм и 570 нм для меди, свинца и кадмия, соответственно [6].

Для экспресс определения содержания ртути, свинца, цинка и меди в почвах и биологических объектах используется способ, основой которого является разложение исследуемого материала в смеси хлористоводородной и азотной кислот в соотношении 1:3 с последующей обработкой УЗ в течение 2-3 мин, с частотой 18 кГц и анализа полученного раствора. Увеличение экспрессности достигается за счет выбора оптимального минерализатора и сокращения времени воздействия УЗ [5].

Следующий способ заключается в том, что металлы совместно с ртутью извлекают в расслаивающуюся систему вода-антипирин-сульфосалициловая кислота – тиоцианат калия, формируют нижнюю фазу ионной органической жидкости, аликвоту которой наносят на поверхность графитового электрода, который помещают в трехэлектродную ячейку с 0,1 моль/л KSCN, без задержки подают потенциал накопления ртути -1,4 В в течение 30 секунд и затем в режиме анодной развертки регистрируют вольтамперограмму в квадратно-волновом режиме в пределах -1,20 до +0,20 В в виде пиков анодного окисления цинка, кадмия, свинца, меди. Изобретение позволяет определять малые концентрации цинка, кадмия, свинца и меди, что позволяет проводить мониторинг в природных водах [7].

Для определения цинка, кадмия, ртути, свинца, висмута и серебра можно использовать следующий метод. Он включает в себя пропитку фильтровальной бумаги дитизоном, высушивание, приведение индикаторной полосы в контакт с исследуемой жидкостью и регистрации изменения окраски индикаторной полосы, отличающийся тем, что после пропитки бумаги аммиачным раствором 0,5-0,6 г/л дитизона и высушивании ее затем пропитывают $(0,5-0,8)\cdot10^{-3}$ М водным раствором нитрата хрома при определении цинка, сульфатом цинка – кадмия, сульфатом меди – ртути, хлоридом европия – свинца, нитратом бария – висмута, германатом натрия – серебра. Перед приведением в контакт с исследуемой жидкостью индикаторную полосу заклеивают в полимерную пленку и погружают свободный конец индикаторной полосы в исследуемую жидкость, регистрируют изменение окраски при измерении длины окрашенной зоны индикаторной полосы, размеры индикаторной полосы (70-80)·(2-3) мм [8].

В качестве способа контроля за содержанием токсичных элементов, в том числе ионов свинца в сточных, промышленных и природных водных средах может быть использован метод непрерывного (мониторинга) и моментного контроля элементов. Способ осуществляется с помощью сорбентов с последующим анализом известными физико-химическими методами. В качестве сорбентов используются поликристаллические пленки халькогенидов и оксидов металлов толщиной 30-2000 нм, нанесенные на инертную волокнистую или цельную основу, в качестве которой используют целлюлозу и ее производные, стекло, полимеры и другие материалы. Изобретение относится к области контроля сточных и промышленных вод и природных водных сред и может быть использовано (и предназначено) для непрерывного (мониторинга) и моментного контроля токсичных и радиоактивных элементов [3].

Рассматривается также способ атомно-абсорбционного определения свинца с электротермической атомизацией пробы с вольфрамовым спиральным атомизатором. После отбора пробы на спиральный атомизатор ее выдерживают при температуре окружающей среды в течение 10-100 с, после чего спираль с пробой погружают на 0,2-1,0 с в жидкость с удельным весом меньшим, чем у анализируемого раствора [2].

Можно выделить также и другой метод определения содержания металлов в пищевых продуктах, почве, воде и растительной продукции. Анализируемую пробу, в которой устанавливают pH 4-6, обрабатывают комплексоном, полученную суспензию пропускают через

стеклянный фильтр, концентрат растворяют в ацетонитриле и разделяют полученные хелаты металлов в хроматографической колонке, заполненной сорбентом, с последующим детектированием в УФ-области. В качестве подвижной фазы применяют элюент состава ацетонитрил – буферный раствор (pH 5,4) – NaDЭДТК – хлороформ [1].

Исследования в данной области являются актуальными. Описанные способы определения свинца позволят разработать новые методики определения компонента в объектах окружающей среды, что позволит не только определять, но и способствовать уменьшению воздействия компонента на человека, животных, растения, а также на процессы самоочищения водоемов и работу очистных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заявка 2037824 C1 МПК 6 G01N30/06. Способ одновременного качественного и количественного определения кадмия, свинца, цинка, никеля и меди / М.В. Соснина, С.М. Мотылева // № 93019316/25; заявл. 13.04.1993; опубл. 19.06.1995.

2. Заявка 94006459 A1 МПК 6 G01J3/42. Способ атомно-абсорбционного **о**пределения свинца в растворе / Ю.Б. Атнашев // № 94006459/25; заявл. 22.02.1994; опубл. 20.10.1995.

3. Заявка 94026988 A1 МПК 6 G01N30/00. Способ контроля природных и сточных вод / Р.А. Юсупов, М.А. Даутов, В.С. Цивунин, В.С. Черных // № 94026988/04; заявл. 18.07.1994; опубл. 27.05.1996.

4. Заявка 96112932 A МПК 6 G01N31/22. Об определении цинка, кадмия, ртути, свинца, висмута и серебра тест-методом / В.Г. Амелин // № 96112932/04; заявл. 01.07.1996; опубл. 20.10.1998.

5. Патент 2202783 C2 МПК 7 G01N31/00, G01N1/28. Способ экспрессного определения тяжелых металлов в почвах и биологических объектах / Н.Н. Гончарова, Ю.А. Клюева, Т.В. Жиляева, Т.И. Утенкова, Г.Б. Недвецкая // № 2001102990/04; заявл. 31.01.2001; опубл. 20.04.2003.

6. Патент 2361660 C1 МПК B01J20/26 (2006.01), G01N33/18 (2006.01). Способ концентрирования и определения меди, свинца и кадмия / С.Д. Татаева, У.Г. Бюрнаева, З.Г. Гасанова // № 2008122612/15; заявл. 04.06.2008; опубл. 20.07.2009.

7. Патент 2383014 C1 МПК МПК G01N27/48 (2006.01). Экстракционно-вольтамперометрический способ определения цинка, кадмия, свинца и меди в природных водах / С.В. Темерев, О.Б. Логинова // № 2008138727/28; заявл. 29.09.2008; опубл. 27.02.2010.

8. Патент 2441232 C1 МПК G01N31/22 (2006.01), G01N21/78 (2006.01). Способ определения ионов свинца (II) в растворе / И.Г. Первова, Т.И. Маслакова, Г.Н. Липунова, Т.В. Скорых, И.Н. Липунов // № 2010132448/15; заявл. 02.08.2010; опубл. 27.01.2012.

9. Шачнева Е.Ю. Воздействие тяжелых токсичных металлов на окружающую среду // «Научный потенциал регионов на службу модернизации». – Межвузовский сборник научных статей. - Астрахань. – ГАОУ АО ВПО «АИСИ». - №2 (3). - 2012. – С. 127-134.

УДК 628.386

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМОВ И ОТРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Шибека Людмила Анатольевна, *кандидат химических наук, доцент, Белорусский государственный технологический университет,* ***Республика Беларусь****, г. Минск, shibekal@mail.ru*

Рассмотрены основные направления использования шламов и отработанных технологических растворов гальванического производства. Представлены результаты исследований по выделению соединений тяжелых металлов из отработанных технологических растворов путем изменения pH проб и использования процесса выпаривания растворов. Показана возможность снижения токсичности гальваношламов путем ферритизации.

*Ключевые слова***:** отработанные технологические растворы, тяжелые металлы, гальваническое производство, обработка, выделение ценных компонентов, выпаривание, прокаливание.

THE ANALYSIS USES OF SLUDGE AND WASTE PROCESSING SOLUTIONS ELECTROPLATING

Shibeka L.A.

The main uses of sludge and waste processing solutions electroplating. The results of studies on the isolation of the compounds of heavy metals from spent process solutions by changing the pH of the samples and the use of the evaporation process solutions. The possibility of reducing the toxicity by galvanic ferritization.

Key words: waste process solutions, heavy metals, galvanic production, processing, recovery of valuable components, evaporation, calcination

Введение. Гальваническое производство оказывает значительное негативное воздействие на компоненты окружающей среды. Согласно «Классификатору отходов, образующихся в Республике Беларусь» [3] в составе отходов гальванического производства выделяют гальванические шламы и осадки сточных вод (всего насчитывается 22 наименования шламов и 7 – осадков сточных вод). Вместе с тем, в зависимости от источников образования и способов обращения с основными выходными материальными потоками, оказывающими негативное воздействие на компоненты окружающей среды, в рамках гальванического производства можно выделить следующие виды отходов и сточных вод: промывные воды, отработанные технологические растворы (отработанные растворы электролитов), гальванические шламы, осадки сточных вод. В настоящее время основное внимание уделяется проблеме обращения с промывными водами и осадками сточных вод. В меньшей степени освещены вопросы, касающиеся отработанных технологических растворов и гальванических шламов. Данные отходы относятся преимущественно к отходам 2 и 3 классов опасности.

При длительной эксплуатации технологических растворов при нанесении гальванических покрытий происходит их загрязнение, которое обусловлено уменьшением концентрации полезных компонентов и накоплением вредных примесей за счет выноса растворов поверхностью деталей в промывные ванны, уноса аэрозолей в вентиляционную систему, разбавления водой, поступающей с деталями из предшествующей ванны промывки, электрохимического разложения отдельных компонентов раствора и протекания побочных реакций.

Отработанные технологические растворы чаще всего поступают на локальные очистные сооружения промышленных предприятий или сбрасываются после разбавления хозяйственно-бытовыми или иными производственными сточными водами в городские канализационные сети.

Гальванический шлам – отход производства, образующийся в ванне нанесения металлического покрытия на детали и содержащий твердые механические частицы, попадающие в ванну из воздуха рабочей зоны (цеховая пыль, продукты коррозии механизмов), с обрабатываемыми деталями (окалина, жировые загрязнения), с анодов (анодный шлам) и др. Гальва-

нические шламы представляют собой пастообразную массу, характеризующуюся многокомпонентным составом. Основные компоненты гальваношламов: оксиды, гидроксиды, фосфаты, карбонаты, сульфиды тяжелых металлов, нерастворимые органические соединения. Влажность шламов колеблется от 50 до 80 %.

Гальванические шламы обычно собираются в емкости и хранятся на территории предприятия или на полигонах хранения промышленных отходов. Часто гальванические шламы сливаются совместно с отработанными технологическими растворами и поступают на очистные сооружения промышленных предприятий, переходя в конечном итоге в осадки сточных вод.

Целью работы является анализ существующих способов обращения с отработанными технологическими растворами и гальваническими шламами с поиском новых направлений их использования и обезвреживания.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования выступали отработанные технологические растворы ванн цинкования, меднения и никелирования, гальванический шлам из ванны никелирования, отобранные из гальванических цехов машиностроительных и приборостроительных предприятий Республики Беларусь.

С целью оценки возможности выделения соединений тяжелых металлов из отработанных технологических растворов в работе проводились исследования по осаждению ионов тяжелых металлов при изменении pH раствора. pH отработанного технологического раствора ванны меднения с помощью раствора гидроксида натрия доводили до pH равном 5,5 и 8,0 (данные значения pH соответствуют началу и концу осаждения меди из раствора), для растворов ванн цинкования – до pH равном 8,0, для растворов ванн никелирования – до pH равном 10,0. После осаждения соединений металлов суспензия отфильтровывалась, а образовавшийся осадок подвергался сушке при температуре 60 °C. Количество образующегося осадка определялось взвешиванием пробы.

Исследования по оценке возможности выпаривания отработанных технологических растворов с последующим высушиванием и прокаливанием образующегося осадка проводили при следующих условиях: сушка осадка осуществлялась при температуре 105 °C, прокаливание – при температуре 600 °C.

С целью снижения токсичности гальваношлама никелирования в работе проводились исследования по химической стабилизации гальванического шлама путем ферритизации. Эксперимент проводили при трех разных значениях критерия ферритизации – 0,15; 0,2; 0,25. Эффективность процесса ферритизации оценивали по содержанию ионов никеля в растворе после растворения в воде гальваношлама (до и после химической стабилизации), отстаивания смеси на 3 суток с последующим разделением путем фильтрования. Определение содержания ионов никеля в растворе проводили титриметрическим методом.

Влажность гальванического шлама определяли гравиметрическим методом. Элементный состав шлама определяли при помощи сканирующей электронной микроскопии при увеличении до 1000 крат на сканирующем электронном микроскопе JSM 5610 LV с системой химического анализа EDX JED 2201 JEOL (Япония). Разрешающая способность прибора: режим низкого вакуума – 4,5 Н·м; режим высокого вакуума – 3,0 Н·м; увеличение – от 18 до 300 000 крат.

Результаты исследования и обсуждение результатов. На основании анализа научно-технической и патентной литературы установлено, что основными направлениями использования отработанных технологических растворов являются [1,2]:

– регенерация отработанных технологических растворов и возвращение их в производство;

– выделение ценных компонентов (металлов, солей, кислот) из растворов с применением электролиза, ионного обмена, выпаривания, нейтрализации и других методов с последующим их использованием в гальваническом и других производствах.

Результаты исследований по осаждению ионов тяжелых металлов из отработанных технологических растворов путем изменения pH проб свидетельствуют о возможности выделения соединений тяжелых металлов из растворов в виде осадков. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Осаждение соединений никеля, меди и цинка из отработанных технологических растворов

Показатель	Отработанный технологический раствор ванны				
	никелирования (предприятие 1)	меднения (предприятие 1)	меднения (предприятие 1)	цинкования (предприятие 2)	цинкования (предприятие 3)
Исходное значение pH раствора	4,3	1,0	1,0	5,0	5,5
pH раствора после добавления гидроксида натрия	10,0	5,5	8,0	8,0	8,0
Объем анализируемого раствора, $см^3$	10	10	10	10	10
Масса высушенного осадка, г	1,005	0,620	0,572	0,556	0,638

Полученные в результате исследований осадки представляют собой смесь соединений соответствующих тяжелых металлов (оксидов, гидроксидов, солей и др.), которые могут найти применение в металлургии, при производстве строительных материалов и в других отраслях промышленности.

Результаты исследований по оценке возможности выпаривания отработанных технологических растворов с последующим высушиванием и прокаливанием образующегося осадка приведены в таблице 2.

Полученные результаты свидетельствуют о различном содержании органических примесей в составе образующихся осадков, что определяется исходным составом отработанных технологических растворов. Большее содержание органических соединений наблюдается в отработанных технологических растворах ванн цинкования (до 91,9 %). Образующиеся после прокаливания остатки после соответствующей очистки могут использоваться в различных сферах народного хозяйства и служить альтернативой ценным природным ресурсам (металлическим рудам).

Анализ научно-технической литературы показал, что основными направлениями использования гальванических шламов являются [1,2]:

Таблица 2 – Выпаривание отработанных технологических растворов

Показатель	Отработанный технологический раствор ванны		
	никелирование (предприятие 1)	цинкования (предприятие 2)	цинкования (предприятие 3)
Объем анализируемого раствора, $см^3$	10	10	10
Масса осадка после выпаривания, г	2,059	2,461	3,121
Масса остатка после прокаливания, г	1,640	0,218	0,254
Потеря массы при прокаливании, %	20,3	91,1	91,9

– производство строительных материалов (керамзита, черепицы, керамической плитки, асфальтобетонных смесей, кладочных растворов);

– производство стеклоизделий (коврово-мозаичной плитки, стеклоблоков, сортового стекла, светотехнического стекла);

– получение цветных глазурей и пигментов;

– извлечение ценных компонентов (прежде всего металлов) методами электрофлотации, жидкостной экстракции, диафрагменного электролиза с последующим использованием в различных отраслях промышленности, в том числе в металлургии;

– ферритизация гальванического шлама для перевода в менее токсичную форму с дальнейшим его использованием (например, в качестве добавок при производстве катализаторов, коагулянтов, сорбентов).

В результате исследований установлено, что влажность исходного гальваношлама никелирования составляла 58,8 %, что соответствует литературным данным. Элементный анализ (масс. %) используемого в работе гальваношлама, определенный методом сканирующей электронной микроскопии, выглядит следующим образом: O – 33,88; Al – 0,33; P – 0,18; S – 4,15; Cl – 4,74; Cr – 0,60; Fe – 4,30; Ni – 51,82. При этом такие элементы как углерод, натрий, магний, кремний, калий, кальций, цинк, олово, свинец, титан, медь, никель, марганец, цирконий, иридий в образце не обнаружены. Данные результаты подтверждают информацию о многокомпонентном составе гальванических шламов.

Результаты исследований по снижению токсичности гальваношлама никелирования путем ферритизации показали, что наиболее полное связывание ионов никеля имело место при критерии ферритизации равном 0,2. Содержание ионов никеля в водной вытяжке после проведения процесса ферритизации гальванического шлама уменьшилось на 88,9 % по сравнению с исходным гальваношламом. Полученные результаты свидетельствуют о значительном снижении подвижности ионов никеля и уменьшении токсичности гальванического шлама никелирования.

Ферритизированный гальваношлам может впоследствии использоваться в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов в качестве сорбента, получаемого в условиях гальванического производства.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о возможности вовлечения в хозяйственный оборот отработанных технологических растворов и гальванических шламов. Это позволит снизить негативное воздействие гальванического производства на окружающую среду, повторно использовать ценные металлы и экономить природные ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. – М.: Производственно-издательское предприятие «Глобус», 1998. – 302 с.

2. Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 8 нояб. 2007 г. № 85: в ред. от 31.12.2010 г. № 63) // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: www.minpriroda.gov.by – Дата доступа: 02.11.2014 г.

3. Утилизация осадков сточных вод гальванических производств / Х.Н. Зайнуллин [и др.]. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2003. – 272 с.

УДК 666.293.52.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТЕКЛОМАТЕРИАЛОВ

Бердзенишвили Ирина Гивиевна, *кандидат технических наук, профессор, Грузинский технический университет,* ***Грузия****, г. Тбилиси, i_berdzenishvili@gtu.ge*

В статье показано, что бедная марганцем карбонатная руда является наиболее перспективным типом промышленных отходов для производства стекломатериалов. Установлено, что карбонатная руда относится к классу комплексного сырья. Разработана ресурсосберегающая технология производства новых бесфтористых защитных стеклопокрытий для стальных труб и оборудования. Современная технологии 2C/1F (2 слоя/1 обжиг) использована для формирования стеклоэмалевых покрытий на стальной подложке.

Ключевые слова: отходы, карбонатная руда, технология, стекломатериалы, покрытия, стальные трубы, оборудование.

EXPERIENCE ON THE USE OF INDUSTRIAL WASTE IN GLASS MATERIALS MANUFACTURE

Berdzenishvili I.G.

The paper demonstrates that the most suitable type of industrial waste that can be used for the manufacture of glass materials is carbonate ore poor in manganese. It is established that carbonate ore belongs to the class of complex raw materials. The resource saving technology for the production of fluorine-free protective glass coatings for steel pipes and equipment is designed. 2C/1F (2 coat – 1 firing) modern method was used to prepare glass enamel coatings on steel substrate.

Keywords: waste, carbonate ore, technology, glass materials, coatings, steel pipes, equipment.

Введение. Огромные объемы накопленного техногенного сырья (отвалы горнодобывающих и перерабатывающих предприятий) сегодня создают серьезные экономические и экологические проблемы в регионах с развитой горнорудной промышленностью. С этих позиций для Грузии весьма своевременно и актуально вовлечение ресурсов местного минерального сырья и отходов горнопромышленного комплекса в производство новых функциональных материалов [2,3,6,7].

В этом плане значительный интерес представляют карбонатные марганцевые руды (КМР) Чиатурского месторождения [7,8] (с низким содержанием полезных минералов), идея использования которых в производстве стекломатериалов определила развитие исследований в следующих направлениях:

- получение минералого-аналитических данных о рудах;
- оценка возможности использования их в качестве резервного сырьевого источника для синтеза бесфтористых защитных покрытий;
- предложение эффективной технологии производства новых специальных стеклопокрытий.

Материалы и методы исследования. При исследовании природных и техногенных образований использованы качественные (визуальные) методы диагностики рудных минералов, методы химического и рентгенофазового анализов.

Шихты стекол готовили, используя бедную марганцем карбонатную руду, кварцевый песок, цирконовый концентрат, соду, буру и карбонат лития. Оксид кобальта (активатор сцепления) добавлялся к шихте сверх 100 %. Подготовка исходного материала отвальных руд как компонента шихты предполагает его обязательное дробление для достижения необходимой гранулометрии. Плавни (сода, бура, карбонат лития) должны иметь наибольшую дисперсность для ускорения процесса варки стекол. Шихты готовили путем гомогенизации исходной смеси компонентов. Сырьевую смесь увлажняли до оптимальной влажности (3-5 %). От точности и тщательности подготовки шихты зависит качество стеклопокрытия. Варка

стекол осуществлялась в силитовой печи при температуре 1300°С с выдержкой 1,5 часа. Грануляция расплавов производилась на воду. Грануляты опытных стекол размалывали в шаровой мельнице с добавлением глины (структурообразователь) в количестве 2,5-4 %, электролитов – 0,5-0,7 % и 40-45 % воды.

Покрытия получены на образцах из малоуглеродистой стали 08 кп размером 75х50х10 мм по шликерно-обжиговой технологии. Оптимальная температура обжига исследуемых стеклопокрытий 780-810°С, длительность обжига 15 минут. Контроль сплошности покрытий осуществлялся испытанием на электропробой. В работе использованы методы исследования и контроля свойств стекол и стеклопокрытий, изложенные в [4,5].

Результаты и их обсуждение. Химический и минералогический анализ позволяет получить полное представление о вещественном составе руд, наличии в их составе ценных компонентов. Как показывает анализ, КМР характеризуются содержанием *MnO* около 27, участками до 32-33 мас. %, многообразием его минеральных форм (родохрозит $MnCO_3$, олигонит $(Mn,Fe)CO_3$, манганокальцит $(Ca,Mn,)CO_3$) с включениями пирита, халькопирита, мусковита, марказита, гипса, полевого шпата, зерен кварца и др. [1,3].

Химический анализ отходов добычи КМР показывает следующее содержание компонентов в отобранной усредненной пробе (мас. %): SiO_2 – 54,0; Al_2O_3 – 6,5; Fe_2O_3 – 4,8; MnO – 17,0; CaO – 12,5; MgO – 1,6; R_2O – 2,6; $\sum(SO_3+TiO_2)$ – 1,0. Фактически отход представляет собой бедную марганцем руду (БМР) и, несомненно, представляют интерес как перспективный источник минерального сырья.

Проведя анализы на содержание основных и попутных полезных компонентов, мы обратились к возможности использования указанных отходов в качестве комплексного сырья для синтеза стеклопокрытий. Исследовалось 5 серий стекол, объединяющих 24 состава. В пределах каждой серии содержание БМР было постоянным и соответственно равным 30, 35, 40, 45 и 50 мас. %.

В результате исследований установлено, что лучшие результаты получаются при содержании БМР в разработанных материалах 30-35 мас. %. Шихтовые композиции наиболее оптимальных составов стеклофритт представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы шихт

Серия	Шихтовые композиции (на 100 кг стекломассы) *
1	30БМР + 50(песок + циркон) + 36,2(сода + бура + Li_2CO_3)
2	35БМР + 45(песок + циркон) + 36,2(сода + бура + Li_2CO_3)

* CO_2O_3 добавлялся к шихте сверх 100 %.

Технология приготовления шихты, используемая нами, предусматривает введение в ее состав отходов добычи крупностью 0,5-1 мм, обеспечивающих оптимальные параметры стекловарения.

Установлено, что полиминеральный состав отходов позволяет значительно улучшить качество и свойства стеклофритт и покрытий, полученных на их основе. Синтезированные составы бесфтористых стеклофритт (мас. %): $\Sigma(SiO_2+ B_2O_3)$ 61,7-67,1; $\Sigma(ZrO_2 + TiO_2)$ 3,5-6,8; $\Sigma(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$ 3,3-4,3; $\Sigma(MnO + CaO + MgO)$ 9,5-12,2; $\Sigma(Na_2O + K_2O + Li_2O)$ 17,3-17,7; Co_2O_3 0,7-1,0. Стекла при температуре варки имели хорошие варочные и выработочные свойства. Метод рентгеновской дифрактометрии при температуре 1300°С свидетельствует о синтезе стеклообразной структуры новых материалов.

Результаты исследования механизма высокотемпературных процессов взаимодействия между исходными компонентами шихтовых смесей свидетельствуют об интенсификации процессов получения стеклофритт, снижении температуры варки на 100-120°С и длительности технологического цикла производства готового продукта на 20-25 % по сравнению с традиционной шихтой.

На основе полученных стеклофритт по технологии 2С/1F (2 слоя/1 обжиг) сформированы нематериалоемкие конкурентоспособные стеклоэмалевые покрытия для защиты от коррозии стальных труб и оборудования, характеристики которых соответствуют требованиям

действующих стандартов. Технология 2С/1F является энергосберегающей, что определяет ее перспективность и возрастающее распространение во всем мире.

Разработанные стеклопокрытия формируются в широком температурном интервале (100-120°), характеризуются прочным сцеплением с металлической основой, высокими гладкостными характеристиками, повышенной инертностью во многих средах, высокой прочностью и стойкостью к износу (таблица 2).

Таблица 2 – Параметры стеклопокрытий

№	Свойство	Показатель
1	Кислотостойкость, ISO 2743	0,08 – 0,10 мг/см^2
2	Щелочестойкость, ISO 2745	0,20 – 0,34 мг/см^2
3	Термовыносливость (200-20)°С	20 – 22 цикла
3	Прочность на удар, ГОСТ 3-17-48-98	5,4 – 6,2 Дж
5	Износ, DIN 51152	0,6 – 0,7 мг/м^2
6	Прочность сцепления, EN 10209	1– 2 бала
7	Шероховатость поверхности	0,05 – 0,055 мкм

Наряду с высокими защитными свойствами, разработанные стеклоэмали обладают и рядом технологических достоинств, определяющих безусловную привлекательность их использования для защиты от коррозии стальных труб, трубопроводов и оборудования.

Сравнительный анализ с аналогами ведущих фирм свидетельствует о высокой конкурентоспособности созданных стеклоэмалей и предпочтительности их применения в качестве антиадгезионных покрытий, позволяющих предотвратить парафинообразование на стенках труб и обеспечить неизменность гидродинамических параметров трубопровода.

Таким образом, перспективность и преимущества применения новых стекломатериалов, разработанных с использованием отходов добычи марганцевых руд, в нефтехимической промышленности очевидны. Техногенные отходы со временем смогут занять достойное место в минерально-сырьевой базе региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авалиани Г.А. Марганцевые месторождения Грузии. – М.: Наука, 1982. – 169 с.
2. Андрианов В.М., Соколова Н.А. Комплексное использование сырья в промышленности. – М.: Экономика, 1988. – 302 с.
3. Бердзенишвили И.Г. Техногенные отходы Грузии как основное сырье для производства стеклофритт. Материалы VII Международной XVIII Традиционной научно-практической конференции «Экологический интеллект – 2012», 24 – 25 апреля 2012, Днепропетровск. – С. 129–130.
4. Методы и средства исследований и контроля в стеклоэмалировании/ Под ред. В.Е. Горбатенко, А.П. Зубехина. – Новочеркасск: НГТУ, 1995. – 170 с.
5. Технология эмали и защитных покрытий / Под ред. Л.Л. Брагиной и А.П. Зубехина. – Харьков: НТУ «ХПИ» 2003. – 484 с.
6. Тлеуберген М.А. Экономическая оценка комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов. – Алматы: Қазақ университеті, 2002. – 235 с.
7. Трубецкой К.Н. Основные направления и пути решения проблем ресурсосбережения при комплексном освоении недр с земной поверхности // ГИАБ. Неделя горняка, 2011, №1. – С. 433–447.
8. http://www.mining-enc.ru/ch/chiaturskoe-mestorozhdenie/ Чиатурское месторождение

УДК 678.046

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ВОПРОСА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДА КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ

Ефремов Герман Иванович, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», **Россия,** Москва*

Тарчигина Нелли Федоровна, *кандидат технических наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», **Россия**, Москва, nailya5050@mail.ru*

Капралова Нелли Сергеевна, *ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», **Россия,** Москва*

Харичев Олег Евгеньевич, *ОАО «Дорогобуж», **Россия, Смоленская обл.***

При азотнокислотной переработке хибинского апатитового концентрата одним из побочных продуктов, при производстве нитроаммофоски является конверсионный карбонат кальция. Значительная часть его не находит применения и направляется в отвалы. В силу экологических причин проблема утилизации данного отхода актуальна, предложен вариант использования карбоната кальция в производстве товарной нитроаммофоски.

Ключевые слова: промышленные отходы, карбонат кальция, нитроаммофоска, фазовый анализ, гранулометрический состав.

PROMISING APPROACHES TO ISSUES WASTE UTILIZATION OF CALCIUM CARBONATE PHOSPHATE FERTILIZERS RECEIPT

Efremov H.I., Tarchigina N.F., Kapralova N.S., Kharichev O.E.

When nitric acid processing Khibiny apatite concentrate, a by-product in the manufacture of NPK conversion is calcium carbonate, much of which has no use, and sent to dumps. Currently, the environmental reasons the problem of disposal of this waste - relevant.

Keywords: Industrial waste, calcium carbonate, phosphoric fertilizers, phase analysis, particle size distribution

Введение. Рост объемов производства минеральных удобрений влечет за собой, в силу ряда причин увеличение промышленных отходов, которые весьма негативно воздействуют на окружающую природную среду и в целом ухудшают экологическую обстановку. Поэтому становится весьма актуальной проблема утилизации промышленных отходов, которые при определенных условиях могут найти свое применение. В производстве нитроаммофоски при азотнокислотной переработке хибинского апатитового концентрата, одним из побочных продуктов является конверсионный карбонат кальция (КК), значительная часть которого не находит применения и направляется в отвалы [3]. При этом существенные затраты идут на транспортировку и захоронение КК, контроль за состоянием отвалов и выплату экологических штрафов, снижая в целом технико-экономические показатели производства. Таким образом, в существующем технологическом процессе не решается важная задача комплексной безотходной переработки ценного фосфорсодержащего сырья и снижения себестоимости получения нитроаммофоски.

***Материалы и методы исследования*.** Именно на решение этих проблем и были проведены исследования, которые включали следующие этапы: установление физико-химических характеристик КК конверсионного, нитроаммофоски марок NPK 16:16:16 и NPK 23:22:0; получение опытных образцов новых видов удобрений методом смешения их с КК, варьируя при этом способ его введения в плав нитроаммофоски различных марок, а также влажность вводимого компонента.

Важной стадией, влияющей на качество готового продукта, является стадия грануляции и обезвоживания. Кинетика этого процесса была рассмотрена нами ранее [4]. Производство нитроаммофоски, осуществляется азотнокислотной переработкой хибинского апатитового концентрата

Разложение апатитового концентрата азотной кислотой является сложным процессом, в результате которого образуется раствор – азотнокислотная вытяжка, содержащая нитрат кальция, свободную фосфорную и избыточную азотную кислоту.

$$Ca_5F(PO_4)_3+10HNO_3=3H_3PO_4+5Ca(NO_3)_2+HF$$

$$4HF+SiO_2=SiF_4+2H_2O$$

$$SiF_4+2HF=H_2SiF_6$$

Имеющиеся карбонаты кальция и магния разлагаются с образованием нитратов и выделением CO_2.

$$CaCO_3+2HNO_3=Ca(NO_3)_2+ CO_2+H_2O$$

$$Mg\ CO_3+2HNO_3= Mg(NO_3)_2+ CO_2+H_2O$$

Соединения полуторных окислов, а также редкоземельных элементов переходят в раствор.

$$R+2HNO_3=2R(NO_3)_2+3H_2O$$

$$FeO+4HNO_3=Fe(NO_3)_2+ NO_2+2H_2O$$

Нейтрализация:

I ступень $HNO_3+NH_3=NH_4NO_3$

$H_3PO_4+ NH_3= NH_4H_2PO_4$

II ступень $Ca(H_2PO_4)+ NH_3= CaHPO_4+ NH_4\ H_2PO_4$

Доаммонизация фосфатов аммония:

$$H_3PO_4+ 2NH_3= (NH_4)_2HPO_4$$

$$KCl+ NH_4NO_3=KNO_3+ NH_4Cl$$

Конверсионный карбонат кальция получают осаждением кальция из водных растворов нитрата кальция карбонатом аммония:

$$(NH_4)_2CO_3+ Ca(NO_3)_2= CaCO_3+2NH_4\ O_3$$

Ориентировочный состав нитроаммофоски, %: моно- и диаммонийфосфаты $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$ - 23,2 %; дикальцийфосфат $CaHPO_4$ - 4,5 %; нитрат аммония NH_4NO_3 - 39,0 %; хлорид калия KCl -27,5 %; фторид кальция CaF_2 -5,3 %; вода H_2O - 0,5 %.

Гранулометрический состав КК (определялся ситовым анализом на установке AS- 200, предназначенной для сухого и мокрого просеивания сыпучих, дисперсных продуктов с загрузочной крупностью до 25 мм) представлен основной фракцией с размерами частиц продукта от 0,16 мм и менее 0,056 мм (около 90 %), а состав нитроаммофоски – от 1.0 до 4.0 мм (не менее 99.8 %) [1].

Элементный состав продуктов определялся методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Исследования проводились на приборе Axios Advanced, который является рентгенофлуоресцентным спектрометром с одним гониометрическим измерительным каналом, работающим в полном диапазоне измерений и имеющий возможность анализа различных образцов [2].

Фазовый анализ выполнялся с применением высокочувствительного рентгеновского дифрактометра D8 Advance Bruker AXS (Германия). Основной задачей рентгенофазового анализа (РФА) является идентификация различных фаз в их смеси на основе анализа дифракционной картины, даваемой исследуемым образцом. Его целью является идентификация вещества в смеси по набору межплоскостных расстояний и относительным интенсивностям соответствующих линий на рентгенограмме [5].

Результаты исследований. Тестирование карбоната кальция и нитроаммофоски марок NPK 16:16:16 и NPK 23:22:0 показало, что качество исходного сырья соответствует установленным требованиям по техническим условиям.

Присутствие незначительного количества примесных соединений стронция, железа, фтора является следствием недостаточной чистоты подаваемого на конверсию исходного раствора нитрата кальция, а глубокая его очистка от примесных ионов достаточно сложная задача, связанная с усложнением технологического процесса**.**

Опытные образцы новых видов удобрений с карбонатом кальция получали путем введения его в плав нитроаммофоски при определенных условиях: температура плава нитроам-

мофоски 140 ±5°С; механическое перемешивание с частотой вращения 200 об/мин; время смешения 30 секунд; расходные нормы карбоната кальция 5, 10, 15, 20 и 25 % от массы плава нитроаммофоски.

Введение в плав нитроаммофоски марки NPK 16-16-16 карбоната кальция ($CaCO_3$) *с влажностью 10 %.* Процесс смешения увлажненного КК с нагретым плавом нитроаммофоски сопровождался вспениванием последнего, степень которого возрастала с увеличением расходов $CaCO_3$. Это, возможно, было связано с испарением влаги при соприкосновении с его горячей поверхностью, а также частичным разложением карбоната кальция и выделением газообразного CO_2. Для предотвращения данного явления дозировку КК осуществляли порциями, хорошо смешивая с плавом NPK. В тоже время наблюдали его загустение, особенно быстрое при высоких дозировках КК свыше 15 %. Застывшие капли опытных образцов удобрений имели хороший внешний вид, но произошло изменение их окраски с розового цвета до серого. Следует отметить, что введение КК в плав NPK приводило к снижению в опытных образцах готового продукта суммы основных питательных веществ (азота, фосфора, калия) с 47 % до 38,4 % (для расходной нормы карбоната кальция 25 %), а также к увеличению в них массовой доли влаги почти в 2 раза. Величина водородного показателя (pH) полученных удобрений по сравнению с исходной нитроаммофоской марки 16:16:16 возросла незначительно с 4,7 до (4,9÷5,1) в зависимости от количества вводимого КК, поэтому данное удобрение вряд ли можно отнести к мелиорантам кислых почв.

Рентгенофазовый состав нитроаммофоски марки NPK (MOP) 16-16-16, используемой в качестве исходного сырья, включает следующие основные фазы: основное вещество - KC1, NH_4C1- (25 % пик), $NH_4H_2P0_4$ – (24 % пик), $(NH_4)_2HP0_4$ – (6 % пик) , NH_4NO_3 – (9 % пик), $K(NH_4)(NO_3)$ – (14 % пик). Возможны примеси $CaHPO_4$, $Ca_3(PO_4)_2$. Исследованиями установлено, что с ростом дозировок происходит конверсия карбоната кальция при введении его в плав нитроаммофоски. Наличие свободного нитрата калия свидетельствует о разложении удобрения (повышается гигроскопичность и слеживаемость), а основная часть хлорида калия переходит в хлорид аммония. Для обеспечения суммарного содержания кальция и магния в пределах 4 ÷ 6 % оптимальную дозировку карбоната кальция можно выбрать на уровне 5 ÷ 10 % от массы плава.

Таким образом, результаты проведенных испытаний позволяют установить природу и структуру опытных образцов при производстве нитроамофоски.

Введение в плав нитроаммофоски марки NPK 16-16-16 высушенного карбоната кальция. Учитывая, что использование КК с повышенной влажностью может вызвать ухудшение качества - применяли также сухой карбонат кальция. С этой целью в лабораторных условиях при температуре 120 ± 5°С была проведена его сушка до остаточной влаги не более 0,2 %. Введение высушенного КК не дало отличительных особенностей в поведении плава нитроаммофоски. Единственное отклонение от нормального протекания процесса связано с тем, что загустение начиналось уже при дозировках КК от 5 %. Положительные моменты от применения высушенного карбоната кальция явились: возможность поддержания стабильной влажности на уровне 0,34 – 0,40 % для полученных образцов готовых продуктов; исключение протекания полной конверсии сопровождающейся образованием свободного нитрата калия.

Тем не менее, несмотря на данные преимущества, оптимальная расходная норма по сухому КК будет аналогична влажному, поскольку начальная стадия процесса загустения плава протекала при более низких его дозировкая от 5 % от массы плава.

Введение в плав нитроаммофоски марки NPK 23-22-0 карбоната кальция в смеси с хлористым калием. На этом этапе был опробован способ введения в плав нитроаммофоски марки NPK 23:22:0 карбоната кальция в смеси с хлористым калием, и рассмотрена возможность совместной подготовки исходного сырья. Результаты показали, пониженное содержанием калия в пересчете на K_20 (11,8 ÷ 12,0) %, хотя сумма питательных веществ, как и в предыдущих опытах находилась на уровне (46,7 ÷ 42,3) % (рисунок).

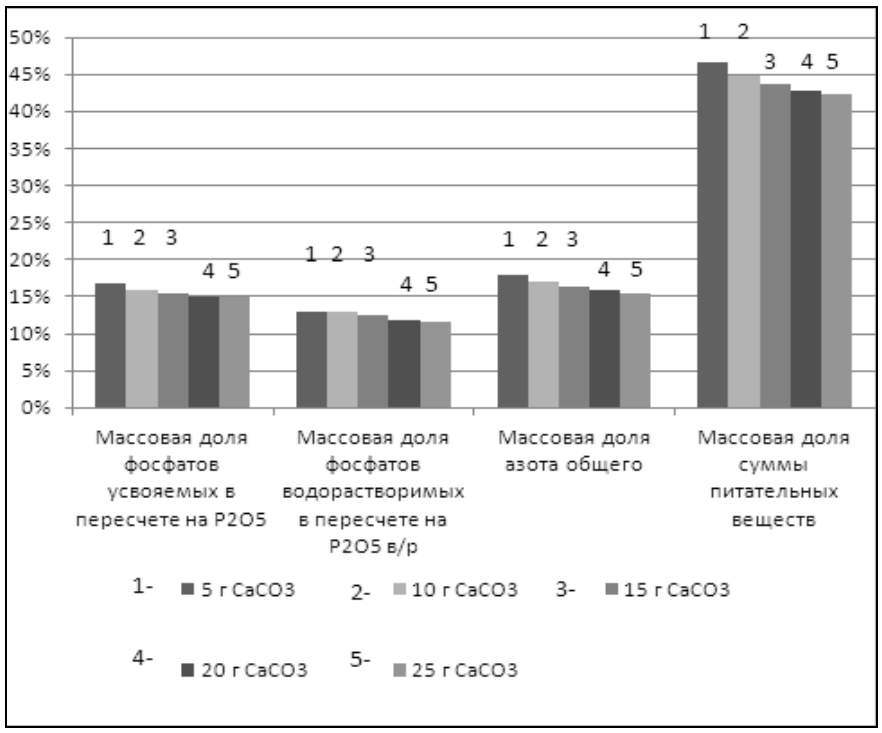


Рисунок – Гистограмма результатов исследований

Поведение плава было аналогичным, как и для опытов с высушенным карбонатом кальция. Рентгеноструктурный состав образцов отличался от предыдущих отсутствием аммиачной селитры в виде отдельной фазы. Данное соединение образовывало с нитратом калия двойные соли, наличие которых более характерно для фазового состава нитроаммофоски.

Выводы. Таким образом, введение карбоната кальция в плав нитроаммофоски технологически возможно, как непосредственно в чистом виде, так и в смеси с хлористым калием; применение карбоната кальция, а также его смеси с хлористым калием, целесообразнее в сухом виде. Оптимальную расходную норму следует поддерживать не более 10 % от массы плава нитроаммофоски. Дополнительное введение карбоната кальция не оказывает существенного влияния на содержание в опытных образцах – тяжелых металлов. В результате проведенных исследований получен продукт, соответствующий марке NPK(МОП) 15:15:12+7CaO при ожидаемой марке NPK(МОП) 15:15:13+5CaO.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов Г.И., Тарчигина Н. Ф., Чернова О.И., Батов В.А., Харичев О.Е. Моделирование кинетики обезвоживания гранул минеральных удобрений. В сб. Материалы МНПК «Фосфатное сырье. Производство и переработка», М.: НИУИФ. – 2012. – С. 151-156.

2. Карабаев Г.В., Тарчигина Н.Ф. Рентгено-флуоресцентный метод анализа проведения экологического мониторинга почв // Новые технологии.- изд. МГОУ, 2009. – №2. – С. 36-41.

3. Пушкарев А.И., Соловьев Б.А. Получение наполнителя на основе конверсионного карбоната кальция. В сб. Материалы МНПК «Фосфатное сырье. Производство и переработка», М.: НИУИФ. – 2012. – С. 141-146.

4. Темнов А.В. Направления совершенствования государственной политики в сфере воспроизводства и использования минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых. В сб. Материалы МНПК «Фосфатное сырье. Производство и переработка», М.: НИУИФ, 2012. – С. 9-12.

5. Эвенчик С.Д. Бродский А.А. Технология фосфорных и комплексных удобрений. М.: Химия. – 1987. – 464 с.

УДК 691.32

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕЛКОШТУЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Саламанова Мадина Шахидовна, *кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», **Россия, Чеченская Республика**, г. Грозный, madina_salamanova@mail.ru*

В данной работе представлен опыт использования отходов переработки горных пород для производства мелкоштучных покрытий из мелкозернистого бетона. Приведены результаты исследований по выявлению влияния отсевов дробления горных пород на свойства мелкозернистых бетонов. В качестве заполнителей в экспериментах были использованы отсевы от дробления горных пород и природный кварцевый песок.

Ключевые слова: промышленные отходы, отсев дробления, горные породы, мелкозернистые бетоны, мелкоштучные покрытия, техногенные пески.

SOME ASPECTS OF APPLICATION WASTES OF PROCESSING ROCK MASS IN PRODUCING SMALL COATINGS

Salamanova M.Sh.

This paper presents the experience of using waste recycling rocks for producing small coatings of fine concrete.The results of research to identify the impact of the screenings of crushing rocks on the properties of fine–grained concrete. As a placeholder in the experiments were used screenings of crushing rocks and natural quartz sand.

Keywords: Industrial waste, crushing screening, rocks, fine–grained concrete, small–pieces cover, technological sands.

Проблема замены асфальтобетона при устройстве сборных покрытий тротуаров, пешеходных площадей, садово–парковых и пешеходных дорожек, посадочных площадок на линиях общественного транспорта на мелкоштучные дорожные покрытия из мелкозернистого бетона становится актуальной. Многочисленными исследованиями доказано, что традиционно применяемые дорожно–строительные материалы на основе органических веществ оказывают вредное воздействие на здоровье человека. Испаряясь и частично вымываясь в процессе эксплуатации, они загрязняют окружающую среду.

Как показывает опыт, лучшие варианты мелкоштучных элементов мощения получаются при использовании мелкозернистых бетонов на основе средне- и крупнозернистых природных песков. Месторождения таких песков встречаются очень редко в природе и поэтому при их использовании резко возрастают транспортные расходы. Таким образом, экономическая привлекательность использования мелкозернистых бетонов связана с заменой привозного природного минерального сырья на местное сырье – отходы промышленности в виде отсевов, образующихся при переработке горных пород на щебень, при добыче облицовочного камня, в производстве извести.

Наиболее массовыми отходами являются отсевы, образуемые при производстве строительного щебня и представляющие собой песчано–щебеночную смесь с максимальной крупностью щебня 10 мм и содержанием примесей до 10–25 %. По приблизительным оценкам в России объем, ежегодно образующихся на предприятиях нерудных строительных материалов, отсевов дробления составляет до 35 млн. $м^3$. Не находящие спроса отсевы направляются в отвалы, в которых скопились сотни миллионов кубометров отсевов. Для складирования отходов отчуждаются огромные площади земельных угодий, пригодных для сельскохозяйственного производства, а на транспортирование и складирование отходов отвлекают значительные средства от основного производства, и конечно отходы отрицательно влияют на экологические факторы.

Отсевы дробления весьма разнообразны по своему происхождению, условиям формирования и дальнейшего преобразования, химико–минеральному составу, строению, состоянию и свойствам. По характеру образования они относятся к механогенным техногенным пескам (рисунок 1). Источником формирования отсева дробления служат различные горные

породы осадочного (известняки, аргиллиты, песчаники, алевролиты и др.), магматического (граниты, базальты, порфиры, перлиты и др.) и метаморфического (сланцы, гнейсы, кварцитопесчаники, амфиболиты и др.) происхождения (рисунок 2) [2,3].

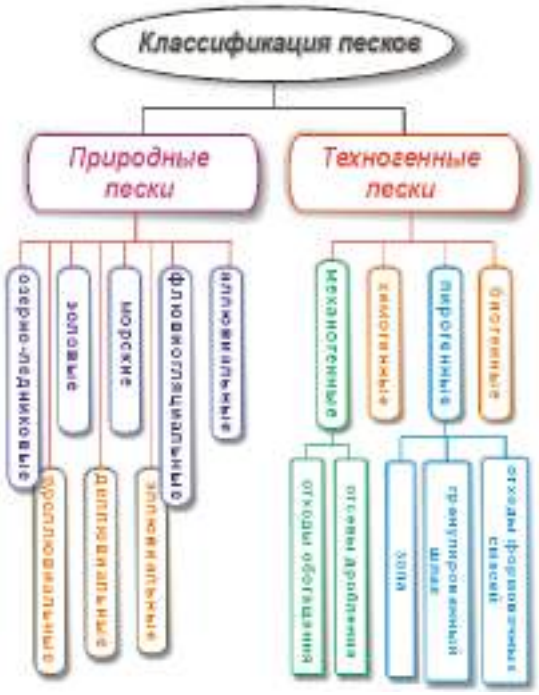


Рисунок 1 – Классификация песков

Особенностью отсевов дробления является угловатая и шероховатая форма зерен, а в зерновом составе отсевов дробления преобладают фракции 2,5–1,25 мм и зерна менее 0,16 мм.

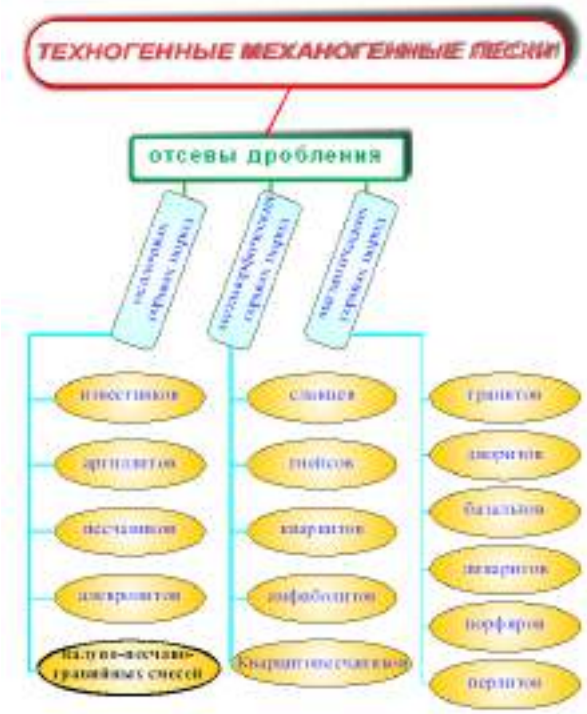


Рисунок 2 –Классификация техногенных механогенных песков

Анализ сырьевой базы Чеченской Республики показал дефицит средне– и крупнозернистых кварцевых песков для производства мелкозернистых бетонов, но наблюдается широкое распространение флювиогляциальных валунно–песчано–гравийных (ВПГ) осадочных пород, которые в настоящее время используются в качестве сырья для получения строительного щебня. В республике ежегодно образуется до 1 млн. м^3 отсевов дробления ВПГ по-

род. Свойства мелкозернистых бетонов на песках из отсевов дробления отличаются от свойств бетонов на природных песках тем, что фракционированные пески из отсевов дробления имеют более выровненный зерновой состав, чем природные, а также различным происхождением этих нерудных материалов (отсевов) и различным фазовым (минеральным) составом. Обычные строительные пески образуются в естественных условиях, а отсевы в результате дробления горной породы. Как известно поверхность твердых тел изначально содержит точечные дефекты, которые являются активными центрами [4]. Кроме того, в результате измельчения поверхностные слои твердых тел разрушаются, и в них создается много дополнительных дефектов: дислокации, вакантные узлы и т.п. Это способствует активации поверхности не только за счет увеличения количества дефектов в кристаллах, но и благодаря разрыву химических связей, что сопровождается появлением элементов с некомпенсированной валентностью, а также приводит к появлению отдельных гидратных фаз (аморфизации поверхности) [1,4].

Клинкерные минералы портландцемента также имеют различные дефекты, которые являются активными центрами, влияющими на образование межчастичных контактов в твердеющей цементной системе [4]. Учитывая активность частиц отсевов дробления и частиц портландцемента, можно предположить, что при гидратации будет происходить взаимное замещение атомов и ионов, а также будут образовываться комплексные гидросиликаты кальция, способствующие упрочнению цементного камня. Таким образом, частицы отсевов дробления должны оказывать положительное влияние на процесс гидратации и формирование структуры бетонов.

Были проведены исследования по выявлению влияния отсевов дробления ВПГ горных пород на свойства мелкозернистых бетонов. В качестве заполнителей в экспериментах были использованы отсевы от дробления ВПГ горных пород и природный кварцевый песок.

Физико–механические свойства использованных отсевов определялись по методикам ГОСТ 8735–88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний». Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные физико–механические характеристики отсевов ВПГ горных пород

Вид заполнителя	Полные остатки (%) на ситах, мм						Модуль крупности	Пустотность, %	Насыпная плотность, кг/м^3	Марка по дроби–мости фр. 5–10мм
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16				
Аргунский отсев дробления	2,2	41,4	57,4	76,4	89,4	96,8	3,58	44,3	1510	М1000

Для определения влияния вида заполнителя и сравнения свойств исследуемых бетонов были приготовлены четыре состава равноподвижной смеси, из них были изготовлены образцы – кубы с ребром 7,07 см. После 28 сут. хранения в естественных условиях образцы испытали на прочность, результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Составы исследуемых мелкозернистых бетонов

№ состава	Вид заполнителя	Расход материалов на 1 м^3, кг			Предел прочности, 28 сут., МПа		Средняя плотность, кг/м^3
		цемент	песок	вода	сжатие	изгиб	
1	Природный песок	583	1282	268	17,6	5,3	2133
2	Фракционированный отсев дробления	580	1282	266	24,6	7,5	2128
3	То же	532	1355	245	21,4	6,9	2132
4	— « —	460	1448	212	18,0	6,2	2120

Анализ полученных исследований показал, что остроугольная форма и рельефная поверхность зерен отсевов дробления обеспечивают более высокое сцепление искусственных песков, чем речных, что положительно сказывается на физико–механических характеристиках бетона, прочность мелкозернистого бетона увеличивается на 30 %, при меньшем расходе вяжущего.

Стоимость заполнителей из отходов переработки горных пород, как правило, существенно ниже (до 6–10 раз), чем природных. При их применении себестоимость 1 м^3 бетонных изделий снижается на 10 %.

Результаты испытаний образцов свидетельствуют, что бетоны на мытых отсевах дробления по прочности при сжатии имеют показатели удовлетворяющие стандартным показателям, устанавливаемым СНиП 52–01–03 для классов бетона В15–В25.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаркави М.С, Якубов В.И. Отсевы дробления – эффективный способ повышения качества бетонов // Строительные материалы. – 2006. – № 11. – С 13–17
2. Ицкович С.М. Заполнители для бетона. – Минск, «Высшая школа», 1983. – 216 с.
3. Калашников В.И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов // Строительные материалы. – 2008. – № 3. – С 20–24.
4. Муртазаев С–А.Ю., Саламанова М.Ш., Сайдумов М.С., Гишлакаева М.И. Использование в мелкозернистых бетонах отходов переработки горных пород / Материалы Всероссийской научно–практической конференции «Наука и образование в Чеченской республике: состояние и перспективы», посвященной 10–летию со дня образования КНИИ РАН. Грозный. – 2011. – С. 181–184.
5. Шлаин И.Б. Разработка месторождений нерудного сырья. – М.: Недра. – 1985. –344 с.

УДК: 61.51.91: 621.892

МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ

Князева Лариса Геннадьевна, *доктор химических наук, доцент, ФГБНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», **Россия**, г. Тамбов, vitin–10@mail.ru*

Вигдорович Владимир Ильич, *доктор химических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», **Россия**, г. Тамбов, E– mail: vitin–10@mail.ru*

Остриков Валерий Васильевич, *доктор технических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов». **Россия**, г. Тамбов, viitinlab8@ bk.ru*

В России ежегодно накапливаются гигантские количества отработанных нефтяных масел различного назначения, загрязняющих окружающую среду. В работе показано, что при старении масла первыми срабатываются антиокислительные присадки и происходит накапливание асфальто–смолистых соединений, обладающих ингибирующим эффектом. Отработанные нефтяные масла предложено утилизировать путем получения из них вторичных продуктов: консервационных материалов, эффективно защищающих сталь от коррозии, в том числе при воздействии атмосфер с повышенной агрессивностью, и пластических смазок.

Ключевые слова: отработанное нефтяное масло, утилизация, антикоррозионный состав, эффективность, атмосфера, жесткое воздействие, пластические смазки

METHODS OF DISPOSAL OF WASTE PETROLEUM OIL

Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I., Ostrikov V.V.

Every year huge amounts of waste petroleum oils for various purposes, polluting the environment, are accumulated In Russia. Antioxidant additives are consumed first with aging oil and the accumulation of asphalt–resinous compounds, having an inhibitory effect, are occurred are shown in article. Waste petroleum oils are suggested to dispose by obtaining secondary products: conservation materials, effectively protects the steel from corrosion, including the effects of the atmosphere with increased aggressiveness, and greases.

Keywords: waste petroleum oil, recycling, anti–corrosive composition, efficiency, atmosphere, hard impact, plastic lubrication

Введение. К сожалению, в Российской Федерации рациональное и экономное применение нефтепродуктов и обострившиеся проблемы охраны окружающей среды всегда ос-

тавались на «втором плане». В стране ежегодно накапливаются гигантские количества отработанных нефтяных масел различного назначения, большая часть которых бесконтрольно сливается в окружающую среду. Это порождает многочисленные экологические и технологические проблемы федерального и регионального уровня, связанные с переработкой отработанных масел как многотоннажных отходов производства. В связи с этим, утилизация отработанных материалов путем создания из них высокоэффективных вторичных продуктов [2,9,10,11] чрезвычайно актуальна. Данная работа посвящена вопросам утилизации отработанных нефтяных масел путем получения из них антикоррозионных материалов и пластических смазок. Следует отметить, что предлагаются малоотходные технологии, позволяющие очистить отработанные масла с последующим использованием полученных продуктов.

Материалы и методы исследования. В работе исследованы отработанные моторные масла (ММО) и продукты их очистки (ПООМ). Содержание воды в ММО и ПООМ определяли по методу Дина–Старка (ГОСТ 2477–65); механических примесей – по ГОСТ 6370–83; фактических смол – по методу Бударова (ГОСТ 8489–85), используя прибор типа ПОС в комплекте; наличие водорастворимых кислот и щелочей – по ГОСТ 6307–75. Выделение свободных асфальтогеновых кислот, асфальтенов, нейтральных смол и масел осуществляли по методике количественного определения группового состава нефтяных остатков по Маркуссону.

Использованы методы потенциометрического и калориметрического титрования, коррозионные испытания в 0,5 М растворе NaCl (ГОСТ 9.042–75), термовлагокамере Г–4 (ГОСТ 9.054–75), натурно–стендовые исследования.

Результаты и обсуждение. Процесс старения работающих моторных масел показан на рисунке 1. На первом временном этапе их эксплуатации до начала значительной выработки антиокислительных присадок (рисунок 1, τ_I), накопление продуктов окисления подавлено. Начальное старение масел практически не сказывается на их характеристиках (рисунок 1, область I). С выработкой пакета заводских присадок в системе смазки накапливаются кислые продукты, но этот процесс замедляют специально вводимые в масла нейтрализующие щелочные присадки (рисунок 1, область II). Лишь после их выработки (рисунок 1, интервал τ_{II} – τ_{III}) наблюдается интенсивное накопление продуктов окисления (рисунок 1, область III), в том числе и перекисных соединений, далее преобразующихся в продукты более глубокого превращения – карбены, карбоиды, смолы, асфальтогеновые кислоты, асфальтены (рисунок 1, области: IV – начало развития процесса и V – завершение процесса).

Как следует из приведенной схемы (рисунок 1), первыми в моторном масле вырабатываются антиокислительные присадки, в частности, в маслах М–10$Г_2$ и М–10$Г_2$(к) – это диалкилдитиофосфат цинка (присадка абвеатуры ДФ–11). Для определения концентрации ДФ–11 и продуктов его превращения в работающем масле, разработаны методики потенциометрического и калориметрического титрования. Показано, что при снижении концентрации ДФ–11 на 40 % в масле интенсифицируются процессы «старения» и с этого момента целесообразно проводить углубленную очистку масла.

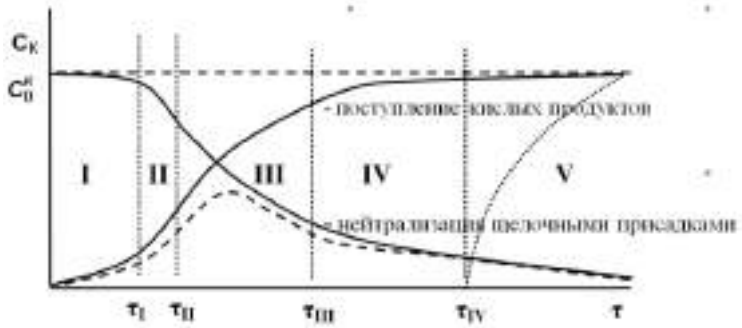


Рисунок 1 – Схема изменения концентрации кислых продуктов в работающем масле (пунктирная линия). Остальные пояснения в тексте

Более оперативно информацию о степени «старения» моторных масел можно получить, контролируя в качестве критериальных показателей их щелочное число и диспергирующе–стабилизирующую способность. С этой целью разработан и широко опробован экспресс – комплект средств контроля основных показателей работающего масла для оценки, как браковочных, так и критериальных предельно–допустимых показателей, позволяющий установить оптимальный момент начала проведения восстановительных операций [8].

Срок службы работающих масел можно продлить двояко: дополнительным введением израсходованных присадок, посредством удаления из работающего масла продуктов старения в результате принудительной коагуляции с последующим выделением продуктов очистки центрифугированием. Проведенные исследования показали, что одним из перспективных коагулянтов является карбамид – $(NH_2)_2CO$, который дестабилизирует дисперсную фазу продуктов окисления, нейтрализуя действие оставшихся моюще–диспергирующих присадок [1, 3,4].

Введенный в масло водный раствор карбамида при перемешивании равномерно распределяется по всему объему очищаемого продукта. Это обусловливает равномерную коагуляцию диспергированных в отработанном масле ассоциатов загрязнений. Карбамид, сам по себе, является сильно ассоциированным соединением из–за образования межмолекулярных водородных связей, к тому же имеет место образование соединений карбамида с органической частью присадок, которые также ассоциируют. В результате образуется комплекс, в котором ассоциированные молекул карбамида располагаются по спирали на гранях правильных шестигранных призм, примыкающих плоскостями друг к другу. Внутри спиралей образуется канал гексагональной формы эффективным диаметром ~ 0,5 – 0,6 нм нм. В нем удерживаются молекулы углеводородов за счет сил Ван–дер–Ваальса. Молекулы моюще–диспергирующих присадок, сорбирующиеся на частицах загрязнений и препятствующие их коагуляции, имеют в своем составе алкильную цепь, что способствует образованию аддуктов с коагулянтом. Моюще–диспергирующие присадки увлекают за собой удерживаемые ими частицы загрязнений, в том числе асфальтены, карбены и карбоиды. Таким образом продукты, загрязняющие масло, удаляются вместе с коагулянтом.

Многочисленные исследования [5,6,7,12,13] показали, что эти продукты (продукты очистки отработанных моторных масел – ПООМ) обладают высокими защитными свойствами, превышающими ингибирующий эффект исходных отработанных моторных масел (ММО). Взаимосвязь фракционного состава ПООМ и ММО иллюстрирует Таблица 1 –

Таблица 1 – Взаимосвязь фракционного состава ПООМ и ММО

№	Фракционный состав	Содержание компонентов, масс. %	
		в ММО (~ 300 – 1000 м–ч)	в ПООМ
1	Неорганическая часть	4,0…0,1	5,0…0,5
2	Карбамид	0	0,5
3	Вода	0,5…0	0,1…0
4	Механические примеси	5,0…0,2	20,4…1,0
5	Органическая часть	90,5…99,7	74,0…98,0
6	Летучие углеводороды	0,5…3,0	4,0…0,5
7	Минеральное масло	71,1…76,3	0
8	Продукты окисления углеводородов (тяжелые углеводороды): Нейтральные масла Нейтральные смолы Асфальтены Асфальтогеновые кислоты	18,9…20,4 8,0…8,6 2,5…2,7 3,6…3,9 4,8…5,2	70,0…97,5 29,5…37,5 6,5…15,0 14,5…19,0 19,5…26,0

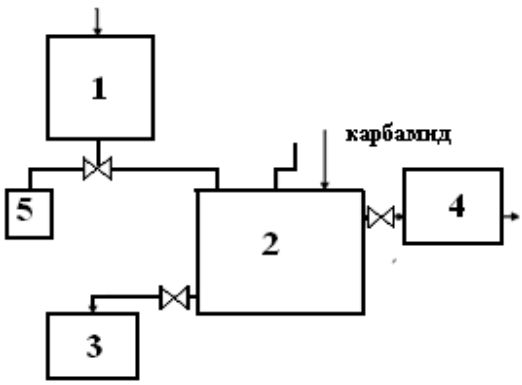
Защитная эффективность составов на базе ММО и ПООМ по отношению коррозии стали Ст3, изученная рядом методов, показана в таблице 2.

Таблица 2 – Защитные свойства антикоррозионных составов на основе ММО (500 мото–часов) и полученного из него ПООМ

Состав			Толщина пленки, мкм	Расход материала, г/м^2	Защитная эффективность (%) в:		
$С_{ММО}$, масс. %	$С_{ПООМ}$, масс. %	$С_{ДТ}$, масс. %			0,5 М NaCl (14 суток)	Термовлагокамера Г–4 (40 суток)	Натурно–стендовые испытания (12 мес)
100	0	0	20	13	60	70	64
90	10	0	30	27	73	72	70
70	30	0	35	32	77	88	79
50	50	0	37	33	80	94	94
30	70	0	48	43	90	97	95
25	70	5	37	33	90	98	95
20	70	10	28	25	88	98	92
10	70	20	26	23	86	97	91
0	70	30	22	20	82	97	90
10	90	0	400	365	90	96	97
0	100	0	600	540	90	97	99
Примечания: Скорость коррозии незащищенной стали при испытаниях: в термовлагокамере Г–4 – 0,11 г/(м^{2}ч); в 0,5 М NaCl – 0,16 г/(м^{2}ч). ДТ– дизельное топливо							

Принципиальную блок-схему получения ПООМ для последующего использования в консервационных материалах демонстрирует рисунок 2 [14].

Принципиально важно, что подобные защитные составы остаются высокоэффективными и в условиях жестких и особо – жестких воздействий атмосферы, например, при высоком содержании SO_2 (таблица 3), когда другие неметаллические покрытия практически перестают работать.



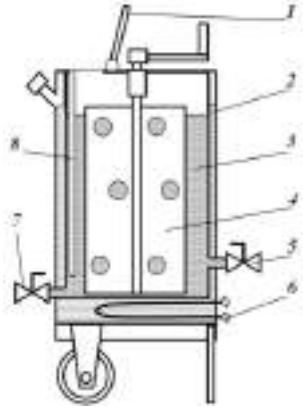


Рисунок 2 – Принципиальная блок–схема технологии очистки ММО и получения ПООМ (а): 1 – емкость для сбора ММО; 2 – очистительно–приготовительная установка ОПУ–50 [14]; 3 – емкость для сбора ПООМ; 4 – емкость для осветленного масла; 5 – емкость для отстоя. ОПУ–50 (б): 1 – загрузочный люк; 2 – резервуар для теплоносителя; 3 – бак; 4 – мешалка; 5 – кран для слива очищенного масла; 6 – ТЭН; 7 – кран для слива ПООМ

Таблица 3 – Влияние концентрации ПООМ в масляной пленке на защитное действие Z, % и толщину формирующейся пленки h композиций на основе ММО при коррозии стали в SO_2–содержащей атмосфере при 100 %–ной относительной влажности

$C_{SO_2,равн}$, об. %	$С_{ПООМ}$ в защитной пленке						
	K_0^*, г/м^{2}ч	20		40		100	
		h	Z	h, мкм	Z	h	Z
отсутствует	0,020	35	93	60	96	200	98
0,1	0,021	35	94	60	97	200	98
1,0	0,035	35	96	60	97	204	98
5,0	0,065	35	78	60	80	205	83
10	0,110	35	60	60	68	205	80
*Скорость коррозии в отсутствии защитной пленки							

Рисунок 3 – Технологическая схема процесса

1. Очистка отработанных масел на центробежном очистителе.
2. Выделение ПООМ посредством коагуляции карбамидом.
3. Очистка ПООМ от абразивов и нагрев до 165 ± 5 ºС (до 1 ч).
4. Введение в ПООМ кубового остатка СЖК ($C_{17} - C_{20}$) либо $C_{21} - C_{25}$ и ацетата кальция и гомогенизация многократным прокачиванием насосом 1 ч при 165 ± 5 ^{0}С.
5. Термообработка 2,5 ± 0,5 часа при 210 ± 10 ^{0}С.
6. Постепенное естественное охлаждение

В результате проведенных исследований установлено так же, что на основе ПООМ можно получать пластические смазки. Смолы, входящие в их состав повышают смазывающую способность, а асфальтены, карбены и карбоиды являются модификаторами. Принципиально важен подбор загустителя, который определяет характеристики смазок (предел прочности, вязкость, пенентрацию и отпрессовываемость) и технологию процесса их получения. В качестве загустителя целесообразно использовать кубовый остаток СЖК с углеводородными радикалами C_{17}–C_{21} и C_{21}–C_{25}, в частности, Волгоградского химкомбината и ацетат кальция – для улучшения свойств загустителей, используемых в производстве смазок. Технология получения смазок требует смешения компонентов загустителя в углеводородной среде при интенсивном перемешивании, гомогенизации и охлаждении. Принципиальная технологическая схема такого процесса показана на рисунке 3. Получаемые по представленной технологической схеме смазки по своим характеристикам не уступают требованиям, предъявляемым к аналогичной товарной продукции нефтехимического производства со значительным удешевлением процесса получения продуктов.

Выводы. 1.Утилизировать отработанные моторные масла возможно путем получения из них эффективных консервационных материалов и пластических смазок.

2. Разработанные технологии позволят существенно сократить неоправданный расход природных ресурсов, снизить на 40–50 % загрязнение окружающей среды, существенно уменьшить потери от атмосферной коррозии металлов и решить вопросы импортозамещения в отношении антикоррозионных консервационных составов и пластических смазок

ЛИТЕРАТУРА

1. Вигдорович В.И. , Князева Л.Г., Зазуля А.Н. Научные основы и практика создания антикоррозионных консервационных материалов на базе отработанных нефтяных масел и растительного сырья: монография. – Тамбов: Изд–во Першина Р.В. 2012. – 325 с.
2. Вигдорович В.И., Залиханов М.Ч., Остриков В.В., Князева Л.Г., Зазуля А.Н., Прохоренков В.Д., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Акользин А.П., Винокуров В.А., Мещеряков С.В. Снижение экологической опасности отработанных масел путем их переработки и утилизации. Тамбов: Изд–во Першина, 2012. – 164 с.
3. Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д., Князева Л.Г. Защитная эффективность продуктов очистки отработавших масел в условиях электрохимической коррозии стали // Технология нефти и газа. – 2008. – № 4. – С. 24–30.
4. Вигдорович В.И., Шель Н.В., Князева Л.Г., Цыганкова Л.Е., Головченко А.О., В.Д. Прохоренков В.Д. Защитная эффективность масляных композиций в условиях атмосферной коррозии углеродистой стали. Составы на основе отработавших масел // Практика противокоррозионной защиты. – 2010. – № 4(58). – С. 15–26.
5. Князева Л.Г., Акользин А.П.. Вигдорович В.И., Шель Н.В. Некоторые проблемы ингибирования атмосферной коррозии стали отработавшими маслами // Практика противокоррозионной защиты. – 2012. – № 1 (63). – С. 60–65.
6. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д. Ингибирование коррозии отработавшими моторными маслами // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 10. – С. 25–30.
7. Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Кузнецова Е.Г. Защита сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии ингибированными масляными покрытиями в условиях влагонасыщения // Наука в центральной России. – 2014. – № 1(7). – С. 4–11.
8. Остриков В.В., Кашникова Л.В., Матыцин Г.Д. Экспресс–лаборатория для контроля состояния моторных масел // Техника для городского хозяйства. – 2001. – № 2. – С. 43–44.
9. Остриков В.В., Матыцин Г.Д. Восстановление отработавшего моторного масла / /Механизация и электрификация в сельском хозяйстве. – 1997. – № 12 – С. 24–26.
10. Остриков В.В., Матыцин Г.Д., Кашникова Л.В. Продление срока службы моторного масла //Механизация и электрификация в сельском хозяйстве. – 1998. – № 2 – С. 23–24.
11. Патент РФ № 2078127 от 20.02.2001 «Способ очистки отработанного масла» от 20.02.2001.
12. Прохоренков В.Д., Вигдорович В.И., Князева Л.Г. Доступные противокоррозионные материалы для защиты сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии // Практика противокоррозионной защиты. – 2003. – № 3. – С. 51–54.
13. Прохоренков В.Д., Вигдорович В.И., Князева Л.Г., Епифанцев С.С. Состав и противокоррозионные свойства остаточных продуктов очистки и осветления отработанных моторных масел // Практика противокоррозионной защиты. – 2003. – № 3. – С. 55–58.
14. Технологические аспекты получения и применения антикоррозионных покрытий на базе продуктов очистки отработавших моторных масел / Л.Г. Князева, В.И. Вигдорович, А.И. Петрашев [и др.]. // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 12. – С. 1–3.

УДК 331.453:666.964(043)

ПЫЛЬ КАК ОТХОД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Хохлова Лина Ильинична, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», **Россия, Республика Калмыкия**, г. Элиста, lina0181@mail.ru*

Сангаджиев Мерген Максимович, *кандидат геолого–минералогических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», **Россия, Республика Калмыкия**, г. Элиста, smm54724@yandex.ru*

Лиджиев Эрдни Зулаевич, *студент, ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», **Россия, Республика Калмыкия**, г. Элиста*

В статье дается оценка условий труда при производстве асфальтобетона. Показано, что основным вредным фактором является повышенная запыленность воздуха, где концентрация пыли в несколько раз превышает ПДК, что повышает риск возникновения профессиональных заболеваний органов дыхания.

Ключевые слова: пыль, отход, дисперсность, выбросы, асфальтобетон.

DUST AS WASTE IN THE PRODUCTION OF ASPHALT ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

Khokhlova L., Sangadzhiev M., Lidjiev A.

The article provides an assessment of working conditions in the production of asphalt. It is shown that the main adverse factor is the increased dustiness of the air, where the dust concentration is several times higher than the PDK, which increases the risk of occupational respiratory diseases.

Key words: dust, waste, dispersion, emission, asphalt concrete.

На предприятиях строительной индустрии, в частности, при производстве асфальтобетона, большинство технологических процессов связано с выделением в окружающую среду большого количества вредных веществ, таких как газы, сажа, избыточного тепла и т.д. Отдельную группу отходов производства составляют твердые частицы. Выбросы пыли являются важным фактором, определяющим санитарно–гигиенические условия труда.

Восточные части Калмыкии, это пески, барханы [9, 10]. Пыль, подымаемая с пустынных и полупустынных районов оказывает влияние на организацию труда, здоровье человека, оседает на поверхность.

Ситуация усугубляется тем, что асфальтобетонные заводы работают в теплый и переходный периоды года при высоких температурах окружающей среды и низких скоростях ветра, что неминуемо ведет к накоплению пыли [1, 2, 3]. Для повышения эффективности улавливания пыли, поступающей от различного типа источников в процессе производства асфальтобетона, следует использовать пылеулавливающие аппараты с различными механизмами улавливания. Для очистки выбросов сушильного барабана целесообразно использовать двухступенчатые аппараты на базе зернистых фильтров, где в качестве фильтрующего слоя используется пыль, уловленная на первой ступени [6, 11].

Проведенный анализ свидетельствует о том, что масса пыли, попадаемой в воздух при производстве асфальтобетона в 1,1–5,8 раза превышает нормативы ПДВ [2].

Анализ факторов риска показал, что необходимо изучить динамику изменения запыленности воздуха на территории промплощадки, в зависимости от периода года и господствующих ветров.

Характер распространения пылевых частиц в атмосфере зависит от их размера. Крупные частицы и часть средних (размером более 1 мкм) оседают в течение нескольких часов или немногих суток и поэтому, как правило, переносятся на относительно небольшие расстояния (хотя в некоторых случаях они могут преодолевать и сотни километров, если пыль оказалась на значительной высоте). Более мелкие частицы (высокодисперсная фракция) мо-

гут удерживаться в атмосфере до 10–20 суток и распространяться за это время по всему полушарию (обмен между полушариями, через экваториальную зону, затруднён) [6].

Пылевые отходы в окружающую среду на асфальтобетонных заводах поступают как от технологического оборудования, так и от неорганизованных источников, расположенных на территории предприятия. Объем пылевых выбросов от технологического оборудования различных видов изменяется в широких пределах в зависимости от режимов работы и требуемой производительности. Запыленность воздуха будет меняться в течение дня и достигнет максимальных значений в конце рабочей смены. Далее будет происходить резкое снижение ввиду того, что вся работа технологического оборудования прекращается. В зоне влияния технологического оборудования превышение значений ПДК по запыленности воздуха рабочей зоны распределится достаточно равномерно и будет зависеть, в основном, от мощности выброса [1, 5]. Анализ пылевых выбросов показывает, что они представлены в основном мелкозернистыми фракциями (0,071–5) мм.

Источником первичного пылеобразования в технологической цепочке производства асфальтобетона являются погрузочно–разгрузочные работы, при которых выброс пыли колеблется от 0,258 г/с до 14,1 г/с [11].

Особую группу составляют неорганизованные источники пылевых выбросов, которые могут быть разделены на два вида:

– источники первичного пылеобразования, т.е. технологическое оборудование и процессы, от которых происходит выделение пыли в результате проведения той или иной операции;

– источники вторичного пылеобразования, от которых в атмосферный воздух при работе вспомогательного оборудования и под воздействием внешних факторов поступает ранее образовавшаяся пыль (сдувание пыли с поверхности открытых складов инертных материалов, бульдозерные работы, движение автотранспорта). При работе бульдозера и автотранспорта создается непрерывный поток пыли, вследствие чего будет повышаться запыленность воздуха [12].

По происхождению различают органическую (растительная, животная, искусственная, микроорганизмы и продукты их распада), неорганическую (минеральная, металлическая) и смешанную (минерально–металлическая, органическая и неорганическая) пыль. По дисперсности пыль делится на видимую (частицы свыше 10 мкм), микроскопическую (с размером частиц от 10 до 0,25 мкм) и ультрамикроскопическую (с размером частиц менее 0,25 мкм). На организм человека пыль оказывает фиброгенное, раздражающее и токсическое действие. Пыль занимает одно из первых мест среди причин патологии легких, наиболее распространенными из которых являются пневмокониозы. Это хронические заболевания легких в результате воздействия пыли, сопровождающиеся развитием фиброза легочной ткани. Выделяют такие формы заболевания, как силикоз, силикатозы, металлокониозы и др [8]. Вредное воздействие пыли на организм зависит от ее свойств. Существенное влияние на биологическую активность пыли оказывают химический состав и растворимость пылей, дисперсность, форма частиц, ее твердость, электрозаряженность, структура (кристаллическая, аморфная), адсорбционные свойства. Наиболее выраженным фиброгенным свойством обладает пыль, содержащая двуокись кремния в свободном состоянии, силикаты (соли кремниевой кислоты), угольная пыль, пыль, содержащая железо, алюминий и др. слабая растворимость пыли приводит к ее накоплению и развитию пневмокониоза. Установлено влияние электрозаряженных пылинок на активность фагоцитоза. Производственная пыль также может быть причиной заболеваний верхних дыхательных путей, бронхитов, а также некоторых поражений кожи (шелушение, фурункулез, дерматиты, экземы и др.). Крупные частицы (размером более 5—10 мкм) обычно задерживаются в верхних дыхательных путях, в то время как более мелкие способны проникать в лёгкие. Накапливаясь там, даже химически инертные пылевые частицы могут приводить к микроповреждениям тканей лёгкого и вызывать хронические заболевания дыхательных путей. Длительная воспалительная реакция в лёгких сказывается в конечном итоге и на работе сердца, приводя к развитию сердечно–сосудистых заболеваний.

По этой причине во многих странах существуют нормативы содержания в воздухе среднедисперсных частиц (размером до 2,5 или до 10 мкм), причём более тонкодисперсная пыль (размером до 2,5 мкм) рассматривается как более опасная. Частицы пыли, поступающие в организм человека с вдыхаемым воздухом, осаждаются в органах дыхания [7]. Легкие имеют площадь поверхности порядка 100 $м^2$ и являются мощным адсорбентом [3,8,9]. При наличии во вдыхаемом воздухе частиц пыли определенная их часть остается в дыхательном тракте. Осаждение и локализация мелкодисперсных частиц в органах дыхания зависит от их размера, частоты и минутного объема дыхания. При этом осаждение происходит вследствие инерционного осаждения, седиментации и диффузии. Каждый из этих процессов осуществляется на определенном участке дыхательного пути и зависит от размера частиц. Так, в легочных альвеолах скорость движения воздуха мала, поэтому благодаря броуновскому движению там оседают самые мелкие частицы диаметром менее 0,1 мкм, 60–80 % этих частиц задерживается. Для верхних дыхательных путей характерна большая скорость движения воздуха. Вследствие этого крупные частицы (свыше 1 мкм) по инерции оседают на слизистых оболочках, 80–90 % этих частиц задерживается в дыхательных путях. Под действием силы тяжести частицы размером от 0,1 до 1 мкм оседают при меньших потоках воздуха, что характерно для бронхиол [3,7,9].

Таким образом, необходимо снижать запыленность воздуха при производстве асфальтобетонных смесей, использованием фильтровальных аппаратов с высокой степенью очистки, при этом рассматривая возможность применения двухступенчатых систем очистки, где уловленные на первой ступени пылевые отходы используются в качестве фильтровального материала. При этом целесообразно возвращать уловленную пыль в производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азаров В.Н. Комплексная оценка пылевой обстановки и разработка мер по снижению запыленности воздушной среды промышленных предприятий : автореф. дис. … д–ра. техн. наук : 05.26.01. : защищена 6.02.03 **:** утв. 16.04.03. – Ростов на/Д., 2003. – С. 15–16.

2. Балтренас, П. Б. Обеспыливание воздуха на предприятиях строительных материалов. – М. : Стройиздат, 1990. – 180 с.

3. Банит Ф.Г., Мальгин А.Д. Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов. – М. : Стройиздат, 1979. – 352 с.

4. Доклад об экологической ситуации в Республике Калмыкия, 2011–2013 гг. // http://kalmpriroda.ru

5. Кондратьев А.И., Местечкина Н.М. Охрана труда в строительстве : учебник для эконом. спец. строит. вузов. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.

6. Пивоваров Ю.П. Гигиена и экология человека (курс лекций). ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – 390 с.

7. Плеханова Л. И., Мензелинцева Н.В. Снижение запыленности воздуха рабочей зоны операторов асфальтобетонных заводов, как профилактика профзаболеваний // Вестник Волгоградского государственного архитектурно–строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2009. – Вып. 11 (31) – С. 90 –93.

8. Реакции организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов (метрологические аспекты) : справ. : В 2–х т.: Т.2. Оценка реакций организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов / под. ред. Б. В. Бирюкова. – М. : Изд–во стандартов, 1991. – 367 с.

9. Сангаджиев М.М. Минералогические особенности грунтов района мелиоративного освоения Калмыкии. В сб.: «Вклад молодых ученых и специалистов в социально–экономическое развитие КАССР», Элиста, 1989. – Ч. 1. – С. 82–84.

10. Сангаджиев М.М. Песок Калмыкии // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность [текст] материалы Всероссийской научно–практической конференции г. Волгоград, 28–29 апреля 2014 года / редкол.: С.Н. Конищев (отв.ред.) [и др.]; Федер. гос. авт. образоват. учреждение высш. проф. образования «Волгоград. Гос. Ун–т». – Волгоград: Изд–во ВолГУ, 2014. – С.142–146.

11. Учаев В. Н. Анализ выбросов вредных веществ в атмосферу на асфальтобетонных заводах (АБЗ) // Проблемы охраны производственной и окружающей среды : науч.–практ. конф. – Волгоград, 1999. – 145 с.

12. Хохлова Л.И. Разработка мероприятий по снижению запыленности воздуха рабочей зоны машиниста смесителя асфальтобетонного завода // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.– 05.26.01 Охрана труда (строительство). – Волгоград.–2009. – 21 с.

УДК 546:(07)

ОБ ЭЛЕМЕНТЕ ГЕРМАНИЙ И ЕГО РОЛИ В БИОПРОЦЕССАХ

Комаров Борис Александрович, *кандидат химических наук,* ФГБУН «*Институт проблем химической физики РАН», **Россия**, Московская обл., г. Черноголовка, komarov@chgnet.ru*
Комаров А.Б., *ЗАО «Биопрогресс», **Россия**, г. Щелково*
Комарова К.Б., *ООО «Проект +», **Россия**, г. Москва*

В статье обсуждается биологическая активность органических соединений Ge из лекарственных растений. Отмечено, что его содержание, как других элементов, зависит также от территории произрастания в связи с чем отмечается важность создания биологического атласа растений планеты. Обсуждаются достоинства и недостатки препаратов различных фирм, выдвигаются предложения о природе их биологической активности.

Ключевые слова: германий, органические соединения Ge. Биологическая активность. лекарственные растения, препараты на основе лекарственных растений.

ABOUT THE ELEMENT GERMANIUM AND ITS ROLE IN BIOLOGICAL PROCESSES

Komarov B.A., Komarov A.B., Komarova K.B.

Biological activity of organic compounds Ge from medicinal plants is discussed in the article. Its content, as other elements depend on the territory of growth in connection with which notes the importance creating a biological atlas of plants of planet is observed. Advantages and disadvantages of drugs of different companies are discussed, proposals about the nature of their biological activity are put forward.

Keywords: germanium, organic compounds Ge, biological activity, medicinal plants, preparations based on medicinal plants.

Элемент германий был предсказан Д.И.Менделеевым в 1871 г и немного позже в 1886 г открыт немецким исследователем Клеменсом Винклером при изучении серебросодержащего минерала аргиродита. На правах первооткрывателя неизвестный ранее элемент назван им германием. Большая часть 20–го века была посвящена в основном изучению и применению германия в производстве полупроводников (транзисторы, диоды и др.), оптических линз, детекторов ионизирующего излучения, приборов ночного видения, систем наведения и прицелах ракет, в исследованиях и картографировании земной поверхности со спутников. После 1967 г. существенно расширился интерес к этому элементу. В этом году доктор К. Асаи начал исследование биологической активности 2–(карбоксиэтил)гермсесквиоксида, синтезированного В.Ф. Мироновым с сотрудниками Иркутского института химии им А.Е. Фаворского СО РАН. Через два года в Японии создаётся Исследовательский центр германия. Считается, что это соединение, в котором атом германия связан с атомом кислорода и остатками пропионовой кислоты $[Ge(CH_2CH_2COOH)O_{1,5}]_n$ подобно органическому германию в растительном сырье – в форме полуоксид карбоксиэтила.

Отметим, что в литературе отсутствуют сведения о систематическом исследовании структуры органического германия в различных растениях, а вышеуказанная форма приписывается германию, содержащемуся в красном корне корейского 5–6–летнего женьшеня (до 0,2 % или ≤ 2 мг/г) [10]. Отсутствуют сведения и о содержании германия в лекарственных растениях различного территориального и временного происхождения. Однако, указывается

[3,8], что германий концентрируется в женьшене, чесноке, грибах, алоэ, хлорелле, содержится также в рыбе, тунце, лососине, отрубях, семенах, перловой крупе, овощах, луке, в чайном листе, бамбуке.

Недавние сравнительные исследования [6] содержания германия в растительном сырье с использованием современных методов определения показали, что его содержание существенно зависит не только от природы растения, но и от территориального происхождения растения. В этой работе достоверно показано, что германий содержится в существенно большем количестве в других лекарственных растениях, чем в его «концентраторах» по данным в литературных источниках.

Известно, что германий – рассеянный элемент, есть везде, но нигде нет его промышленного извлечения. Получают германий как побочный продукт при переработке руд цветных металлов. В основном он находится в минералах, важнейшими из которых являются: германит $Cu_3(Ge,Fe,Ga)(S,As)_4$ или структуры (англ) – $Cu_{13}Fe_2Ge_2S_{16}$ с примесями: Zn, Mo, As, V, или структуры [20] – $Cu_{26}Fe_4Ge_4S_{32}$; плюмбогерманит – $(Pb,Ge,Ga)_2SO_4(OH)_2$; статтит – $FeGe(OH)_6$; конфильдит – $Ag_8[Sn,Ge]S_6$; реньерит – $Cu_2(Fe,Ge.Zn)(S,As)_4$ или структуры [18] – $Cu_{30}(Zn_{2-x}Cu_x)(Ge_{4-x}As_x)Fe_8S_{32}$ и аргиродит – Ag_8Ge,S_6. В таблице представ–лены сведения о содержании некоторых минералообразующих элементов в лекарственных растениях. Определение выполнено в ООО «МИКРОНУТРИЕНТЫ», метод описан в [6] – в мкг/г.

Таблица – Данные о содержании германия и некоторых его минералообразующих элементов в лекарственных растениях

№/п	Растение и его происхождение	Дата испытания	Ge	Fe	As	Cu	Zn	Mo	V.
1	Женьшень – 2013, травы Алтая (ООО «ЛЕТО»)	14.03.2014	0,007	33	0,04	4,8	27	0,04	0,03
2	Корни одуванчика. – 2013, ООО «ФИТОФАРМ» (г. Анапа)	14.03.2014	0,18	1600	0,56	8,0	25	0,3	4,1
3	Корни одуванчика. – 2013, ООО «ФИТОФАРМ» (г. Анапа)	28.03.2014	0,23	1960	0,57	8,4	50	0,43	4,2
4	Корни одуванчика. – 2014, ООО «ФИТОФАРМ» (г. Анапа)	15.10.2014	0,04	248	0,15	6,4	23,6	0,22	0,8
5	Корни одуванчика – 2014 (Владимирская обл.)	28.03.2014	0,05	269	0,15	25,1	42,3	0,32	1,7
6	Корни одуванчика – 2014 (Калужская обл.)	28.03.2014	0,02	106	0,2	6,5	19,2	0,52	0,9
7	Корни одуванчика – 2014 (г. Черноголовка)	15.10.2014	0,01	93,0	0,09	4,6	9,4	0,15	0,4
8	Тысячелистник, трава – 2013 (г. Черноголовка)	14.03.2014	0,06	875	0,04	10	27	0,4	0,12
9	Тысячелистник –2014 (г. Жуков)	15.10.2014	0,01	69	0,04	8,2	25	0,45	0,16
10	Корни дягеля – 2014 (г. Жуков)	15.10.2014	0,12	591	0,12	5,8	35	0,03	1,3
11	Корни лопуха – 2014 (г. Жуков)	15.10.2014	0,02	81	0,1	12	19	0,09	0,4
12	Корни девясила – 2013 (г. Донбасс)	15.10.2014	0,003	33	0,04	17	27	0,18	0,08
13	Овес молочной спелости, 2013 (г. Черноголовка)	14.03.2014	0,03	25	0,007	2,2	31	2,5	0,02

Из таблицы видно, что самое большое содержание германия имеется в корнях одуванчика – г. Анапа, ООО «ФИТОФАРМ» и корнях дягеля лекарственного – Жуковский р–н, дер. Каньшино и находится в пределах 0,12–0,23 мкг/г (строки 2, 3 и 10 в таблице). Для этого растения из исследованных элементов характерно повышенное содержание Fe, As и V. Для ты-

сячелистника содержание Ge коррелирует только с содержанием Fe (строки 8 и 9). Это может быть обусловлено специфическим элементным составом хелатов и комплексов органического германия, характерным только данному виду растений.

Экспериментально обнаруженное повышенное содержание германия (0,12–0,23 мкг/г), примерно, в 10^4 раз меньше, чем величина, цитируемая во многих публикациях и относящаяся к максимально возможному содержания германия в корнях 5–6–летнего женьшеня, выращиваемого в горах Южной Кореи [10]. В статье [3] сообщается, что во многих растениях содержится примерно 0,0015 % германия (что завышено по сравнению с нашими максимальными значениями в 75 раз), а в женьшене обнаружено 0,2–0,007 % (0,2 % – это 2 мг/г, или 2000 мкг/г)! Но почему в алтайском женьшене германия содержится еще меньше (строка 1)? И почему в публикациях на эту тему не указывается метод определения? В книге «Аналитическая химия германия» [11] предлагаются методы определения германия в различных средах, включая и растительные материалы. Но какова их точность по сравнению с современными атомно–эмиссионным и масс–спектральным анализами? Элемент германий обладает двумя только ему характерными спектральными линиями – 2651,18 и 3039,06 ангстрем. Химические аналитические методы всегда зависят от чистоты используемых реактивов и протекания побочных реакций, включая плохо изученные и/или протекающие параллельно. С этой точки зрения предпочтение в корректности количественного определения отдаётся спектральным методам.

Во 2–й и 3–й строках таблицы приведены данные для одного и того же образца корней одуванчика ООО «ФИТОФАРМ», приобретенного в муниципальной аптеке г. Черноголовка. Видно, что даже в одной упаковке имеются различия по Ge, Fe и Zn. По остальным элементам наблюдается практически полное совпадение. Однако, в корнях одуванчика этой фирмы, приобретенных в октябре 2014 и испытанных 15.10.2014 (строка 4 в таблице) содержание элементов совершенно другое. Можно предположить, что корни одуванчика этой партии собраны с равнинной местности, а предшествующая партия – из горного района [7]. Отметим, что с изменением содержания германия изменяется, примерно прямо пропорционально, содержание некоторых других исследованных минералообразующих элементов. Важно отметить, что такая же тенденция наблюдается и для растений из равнинной местности (строки 5–13). Особенно это заметно для корней двухлетнего дягиля лекарственного (строка 10), растущего на склонах русла давно высохшей и изменившей направление древней реки с каменисто–глинистой почвой (на окраине деревни Каньшино Жуковскго р–на Калужской обл).

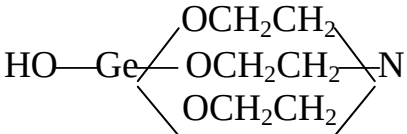
Важная особенность, определяющая лечебное действие женьшеня, как считают авторы [10], обусловлена наличием сапонинов. Однако сапонины имеются и в корнях одуванчика [13], хотя это растение относится не к семейству аралиевых, как женьшень, а к семейству астровых. Оба эти растения являются многолетними и оба богаты эссенциальными элементами и германием, содержание которого даже больше в корнях одуванчика, но зависит от территориального происхождения [7].

Всегда важен контроль токсических элементов. Например, тысячелистник (и все зерновые) на загрязненной местности накапливают ртуть [6]. Но почему важно знать о германии, о его содержании в пищевых продуктах, овощах и растениях, включая лекарственные? Существует мнение, что в растениях германий способствует разложению воды на водород и кислород и способствует утилизации кислорода. В организм человека германий поступает с пищей, распределяется по органам и тканям во внеклеточном и внутриклеточном пространстве. Выводится из организма с мочой около 90 %. С пищей поступает 0,4–1,5 мг. О суточной потребности нет единого мнения. При ревматоидном артрите, пищевой аллергии, кандидозе, хронических вирусных заболеваниях рекомендуется принимать от 100 до 300 мг. Больше всего германия в тонком кишечнике, селезенке, костном мозге и крови. Предполага-

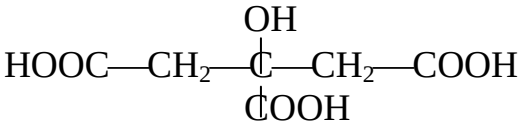
ют, что в крови органический германий выполняет функцию передачи кислорода подобно гемоглобину. Таким образом, на тканевом уровне он предупреждает развитие гипоксии. Доказано, что органический германий активирует Т–киллеры и выработку гамма интерферонов, обладает противоопухолевой активностью, радиозащитным действием и иммуномодерирующей функцией. Кроме этого, воздействует на ионы водорода, сглаживает его губительное действие на клетку, способствуя его взаимодействию с кислородом путем доставки его во все клетки организма.

Вокруг ядра атома германия вращается 32 электрона, 4 из них на внешней электронной оболочке. При контакте с катионом или полярной молекулой один из четырёх электронов легко отрывается. Тогда любой свободный электрон, находящийся поблизости, будет стремиться восполнить эту потерю, а атом германия – восстановить свою обычную оболочку. Подобное может происходить с раковыми клетками: германий отнимает у раковых клеток «лишние» электроны, понижает их электрический заряд, что приводит к их гибели. Обезболивающее действие также может быть связано со способностью активного атома германия перехватывать свободные электроны, что прерывает движение электронов по нервным клеткам в мозг, как это делают другие анестезирующие средства. Молекулы германийорганических соединений прилипают к клеткам крови и нейтрализуют приближающиеся электроны и анионы, защищая таким образом клетки крови от повреждений.

Первый медицинский препарат на основе органического германия был создан в Японии – «Германий–132». В России в 2000 году зарегистрирован как биологически активная добавка препарат «Гермавит», содержащий 2–карбоксиэтилгермсесквиоксан, витамины, антиоксиданты и микроэлементы. Позже синтезирован водорастворимый комплекс 1–гидроксигерматрана с лимонной кислотой – «Эниогерм» [5]. И в настоящее время продолжаются поиски новых водорастворимых форм германия. Например, показано [12], что карбоксилирование 1–герматранола щавелевой, малоновой, молочной, яблочной, лимонной и винной кислотами приводит к образованию триэтаноламмониевых солей комплексных германиевых кислот. Отметим, что в работах практически отсутствуют сведения о чистоте органического германия, например, о наличии неорганических его форм, которые токсичны для человека.



1–гидроксигерматран



Лимонная кислота

Однако, японские и отечественные исследователи [12,17,19] показали, что 2–карбоксиэтилгермсесквиоксан и его производные в клинике оказались недостаточно эффективны. Лечебный эффект проявлялся при больших дозах, обычно 100 – 200 мг в день, что приводило к различным нарушениям здоровья (кожная сыпь, слабая диарея, риск повреждения почек и др.). Синтезированные более сложные структуры водорастворимого органического германия [15] – производные: 1–гидрокси–1–герма–2,8,9–триокса–5–азабицикло[3,3,3]ундекан и 1–герма–2,8–диокса–5–азациклооктан, в которых атом германия связан с элементоорганическим радикалом, в том числе производным лекарственных препаратов, позволили уменьшить дозу (от 1 до 100 мг) и при однократном применении практически не иметь осложнений. Что происходит при применении макродозы (≤ 100 мг), сведений нет. Тем не менее авторы [15] заявляют, что синтезированные вещества усиливают лечебное действие независимо от вида лекарственного средства и вида заболевания.

Отметим, что по данным ВОЗ (1998 г.) эссенциальными для нормального функционирования иммунной системы живых организмов являются именно микродозы германия [14].

Синтетическим путем воспроизвести сложные структуры органического германия 13 растений, включая лекарственные, – не простая задача. Кроме этого, важно присутствие не только определенных органических соединений, но и наличие сопутствующих германию микро– и макроэлементов в конкретных соотношениях. В связи с этим полагаем, в лечебных и профилактических целях наиболее эффективно может быть применение в натуральном виде растения, содержащего известное количество органического германия. Приведем пример новых трансдермальных технологий.

Пластины Пауэр Стрипс [10] представляют собой пластырь со слоями красного корня 5–6–летнего женьшеня, усваиваемого человеком морского планктона, коллоидного серебра и тонкого слоя напыленного германия. Выраженный терапевтический эффект достигается не только благодаря компонентам в натуральном состоянии, но и, полагаем, благотворному действию изотопов германия [7], из которых изотоп с атомной массой 73 обладает магнитными свойствами, а 76 – является радиоактивным с периодом полураспада $1{,}58\times10^{21}$ лет (распад сопровождается увеличением заряда ядра на две единицы и излучением двух электронов). Отметим, что корень женьшеня предварительно обрабатывают водяным паром. Условия обработки не разглашаются и, тем более, микроэлементный состав используемой воды. Можно ожидать, что при наличии в воде германия и сопутствующих в его минералах других элементов, например, железа, как в статтите и германите, в корнях может увеличиваться не только концентрация этих элементов, но и изменяться цвет – из–за окисей и закисей железа становиться красным. Аптечные корни женьшеня (Травы Алтая, ООО «Беловодье», г. Москва) имеют светло–желтоватый цвет. Отметим, что в стране запрещен вывоз такого красного корня и используется только для внутренних целей. Авторы особо подчёркивают, что определяющее действие этих пластырей обусловлено наличием сапонинов в корнях женьшеня. Очевидно, что сапонины женьшеня после обработки водяным паром уже претерпели структурные изменения, но конкретных разъяснений не даётся.

Отметим, что микроэлементный состав горных источников может существенно отличаться. Например, источник у посёлка Эль Тюбю (Кабардино–Балкария, Верхний Чегем) содержит урана в 8 раз больше, чем его ПДК, германий и все сопутствующие минералы германия, что проверено в АСИЦ ИПТМ РАН и по методу Скального в сентябре и октябре 2014 г. Подобный состав может быть и вод из горных источников в Южной Корее.

Второй пример – баобаблайф – функциональный продукт (не БАД) с мая 2010 продаётся в странах СНГ. Этот продукт представляет собой мякоть плодов дерева баобаб в виде мелкодисперсного порошка и содержит растительные волокна, антиоксиданты, 13 аминокислот, элементы: Ca, Fe, Mg, K, Na. Способствует высокой очистке ЖКТ, нормализует микрофлору, повышает защитные силы организма. К сожалению, не сообщается о микроэлементом составе. Важно отметить, что баобаб может жить много тысячелетий и при этом не терять ежегодной способности плодоносить. Плоды могут достигать 17 см в диаметре и 35 см в длину. В одной из статей об этом уникальном африканском дереве сообщается, что для него характерно накапливание в процессе роста урана! Но не даются сведения о концентрации урана во всех его частях, включая и плоды. В природе существует в основном три изотопа урана: 238U – 99,3, 235U – 0,7 и 234U – 0,0058 % (изотоп 236U обнаруживается в следовых количествах). Отметим, что все изотопы проявляют радиоактивность, поэтому необходим контроль их содержания в продуктах, включая и функциональные, а также в лекарственных растениях.

Известно, что уран является общеклеточным ядом, поражает все органы и ткани. В тканях растений, животных и человека обнаруживается в микроколичестве – $\leq 0{,}1$ мкг/г. В ЖКТ всасывается около 1 % от поступающего количества растворимых форм урана и $\leq 0{,}1$ % от трудно растворимых. В организме распределяется неравномерно, больше всего в крови и селезёнке, соответственно, 4,0 и 4,7 нг/г. В костях и костном мозге ~ 1 нг/г. Выводится из организма человека с мочой, калом и волосами, в последних содержится 0,13 мкг/г. Труднее всего уран выводится из костей скелета – период полувыведения около 300 суток! Поэтому избыточное содержание урана в организме прежде всего опасно для состояния костей и кост-

ного мозга. Специальная проверка в 2003 г показала, что в фитохитодезах серий 01, 02, 03 и 04 содержится 0,021 – 0,028 мкг/г, в крапиве – 0,0085 мкг/г. В 2011 г (протоколы испытаний № 275, 276 от 01.10.2011) установлено, что в тысячелистнике и ромашке лекарственной (Калужская обл.) содержится 0,002 мкг/г урана, в фитохитодезах [20] – 0,02–0,04 мкг/г, а в ромашке лекарственной из Египта (Alaghsan Co) имеется 0,04 мкг/г урана. Существенно больше в горных источниках, например в воде источника у посёлка Эль Тюбю (Верхний Чегем, Кабардино–Балкария) – 169 н/г, или ~ 0,17 мкг/л (от 26.09.2014). ПДК урана в воде в 1000 раз меньше, чем для токсичных веществ, например, если ориентироваться по ртути, то ПДК урана должен быть равен ~ 0,02 мкг/л, что примерно в 8 раз меньше, чем определено в воде источника Эль Тюбю! (для ртути ПДК 0,02 мг/л – СанПин 42–123–4089–86). А какова его концентрация может быть в растениях, накапливающих уран в процессе роста, и особенно многолетних? А к баобабу, живущему, как утверждают, до 6000 лет, имеется особый интерес!

Кроме этого, отметим важность для сохранения свойств компонентов плодов баобаба применение щадящих методов превращения их в высокодисперсное высушенное состояние. Применение жидкого азота негативно отражается на биологической составляющей, хотя облегчает диспергирование твердых частей плодов баобаба.

Современные атомно–эмиссионные и масс–спектральные методы анализа позволяют определять содержание всех элементов таблицы Д.И. Менделеева, за исключением германия и галоидов.

Хорошо известно благотворное влияние слабых электромагнитных излучений и малых доз облучения [1,2,4]. Слабые и сверхслабые воздействия стимулируют рост клеток и способствуют их активации, а сильные – подавляют их жизнеспособность. Полагаем, важно оценивать эти явления на количественном уровне. Для этого в первую очередь нужен контроль содержания магнитных и радиоактивных изотопов элементов в композициях для перорального и наружного применения. Кроме этого, для таких композиций важны не только сопутствующие, но и обоснованные и точно установленные ограничения суточных доз для человека.

В заключение отметим важность создания современного атласа по всем растениям на планете, прежде всего в России, со сведениями о содержании всех элементов, определенных современными методами анализа. Так как элемент германий занимает особое положение среди эссенциальных элементов, а также, учитывая невозможность точно воспроизвести природный синтез в лаборатории, необходимы систематические исследования структуры органического германия растительного происхождения, причем с привязкой как по времени, так и по территории. Эти сведения выявят с одной стороны степень обеднённости почв, а с другой – повысят обоснованность применения в пище, а также в профилактике и лечении человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлакова Е.Б. Особенности биологического действия малых доз облучения. Материалы Международного семинара «Жизнь в атомном и химическом мире». Москва. 1999 г.

2. Бурлакова Е.Б., Конрадова А.А., Мальцева Е.Л.. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивных физических факторов. «Химическая физика» 2003. – Т. 22. – № 2.

3. Воронков М.Г., Мирсков Р.Г. Четвертое рождение германия. «Химия и жизнь». 1982. – № 3. – С. 54 – 56.

4. Дубовой А.В., Ефремов В.А. «К динамике процесса восстановления резервов здоровья человека методом тренирующей стресс–терапии с применением слабого низкочастотного магнитного поля». // Сб. избранных трудов 4–го Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». 2006 г.

5. Исаев А.Д., Поткин А.В., Башкирова С.А. Тр. конф. «Профессиональное долголетие и качество жизни». Россия. ЦВКС МО РФ. 2007. – С. 93.

6. Комаров Б.А. Что известно о тысячелистнике? Материалы 8–ой юбилейной международной научно–практической конференции, посвященной 95–летию врача–фитотерапевта , академика ЕАЕН и РАЕН Трескунова Карпа Абрамовича и 70–летию его врачебной деятельности. «Фитотерапия. Инновационные технологии 21 века». 18 – 19 января 2014. РИО ИПХФ РАН. г. Черноголовка. – С. 75–80.

7. Комаров Б.А., Погорельская Л.В., Фролова М.А., Албулов А.И., Трескунов К.А., Широкова О.К., Комаров Ю.А. Почему необходим повсеместный контроль микроэлементного состава растительного сырья. Потенциал современной науки, № 5, октябрь, 2014. По итогам 9–ой Международной научной конференции «Наука в центральной России». – С. 27–35.

8. Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А., Скальная М.Г., Громова О.А. Германий и иммунный ответ. В книге «Иммунофармакология микроэлементов». Изд–во КМК. Москва. 2000. – С. 386.

9. Лукевиц Э.Я., Гар Т.К., Игнатович Л.М., Миронов В.Ф. Биологическая активность соединений германия. Рига: Зинатне. 1990. – 191 с.

10. Минсу Ким, Пластины Пауэр Стрипс, Институт «Инженерии и технологии Будущего» Южно–Корейского университета, патенты: 20120097954; 20120181923; 20130120630; 20140143568.

11. Назаренко В.А. Аналитическая химия германия. М: изд. «Наука». – 1973. – С. 191.

12. Ньят Тхюи Занг. «Карбоксилирование 1–герматаранола». Канд. диссертация. Иркутский институт химии. 2014.

13. Пастушенков Л.В., Пастушенков А.Л., Пастушенков В.Л. Лекарственные растения. Использование в народной медицине и в быту. Л: Лениздат, 1990. – С. 180.

14. Ревина А.А., Зайцев П.М., Кабанова Е.А., Чувилов И.Д. Физико–химические исследования биологической активности германийорганических комплексов. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Выпуск 21 – М: РАЕН, 2013. С. 138.

15. Щербинин В.В., Чернышев Е.А. Патент РФ № 2104032 классы МПК: А61К47/00 от 11.03.1997.

16. Комаров Б.А. Албулов А.И., Трескунов К.А., Погорельская Л.В., Червинец В.М. Способ получения фитохитодезов. Патент РФ № 2204402 от 14.06.2001.

17. Asai K., Miracle cure: organic germanium. Tokio: Jpn. Publ. Inc., 1980. – 171 p.

18. Bernstein L.R., Rechel D.G., Merlino S. // Amer. Miner. 1989. – V. 74. – № 9–10. – P. 1177–1181.

19. Sawai K., Kurono M., Awaaya J., at al. Composition containing Organogermanium compound and immunity – adjusting agent composition: Pat. (5 340 806 (K1. 514–184) USA; 23 Aug. 1994.

20. Tettenhorst R.T., Corbato C.E. // Amer. Miner. 1984. V. 69. № 9 – 10. P. 943 – 947.

УДК 666.94

ПРОБЛЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ ЭНЕРГОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ (ЦЕМЕНТНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ)

Севрюкова Галина Александровна, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград, sevrykova2012@yandex.ru*

Картушина Юлия Николаевна, *кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград, kartysina@rambler.ru*

Ламзина Ирина Владимировна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград, lamzina_irina@inbox.ru*

Бочкова Анна Юрьевна, *магистрант, ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград, anuta3137@yandex.ru*

В статье рассматриваются вопросы переработки твердых бытовых отходов в альтернативное топливо для энергоемких производств. Обосновывается возможность использование восстановленного топлива на предприятии ОАО«Себряковцемент».

Ключевые слова: использование промышленных отходов, альтернативное топливо, рециклинг.

THE PROBLEM OF WORKFLOW OF SOLID DOMESTIC WASTE (SDW) RECYCLING INTO ALTERNATIVE FUELS FOR ENERGY-INTENSIVE INDUSTRIES (CEMENT INDUSTRY)

Sevrykova G.A., Kartushina Y.N., Lamzina I. V., Bochkova A.Y.

In article are considered questions of the problem of workflow of solid domestic waste (SDW) recycling into alternative fuels for energy-intensive industries. Demonstrates the possibility of using refused derived fuel company OAO «Sebryakovtsement».

Key words: use of industrial wastes,alternative fuels, recycling;

В настоящее время в условиях серьезной трансформации государственной политики в области экономики и перехода к рыночным условиям хозяйствования у предприятий появились возможности самостоятельно выбирать варианты энергоснабжения. В странах ЕС энергосберегающие технологии занимают огромную нишу в сфере утилизации отходов и позволяют получать тепло и электроэнергию из отходов 4 и 5 классов опасности.

С учетом социальных, экономических, нормативно-правовых, управленческих и технических аспектов Решением Европейского Парламента и Европейского Совета на основе выбора целесообразных технологий разработана «Экологическая программа действия» (№ 1600/2002/ЕС). Эта программа затрагивает вопросы создания моделей качественного управления ресурсами и отходами с тем, чтобы привести в адекватное соответствие потребление возобновляемых и невозобновляемых ресурсов с «пропускной способностью» окружающей среды.

Анализ опыта управления отходами в странах ЕС показывает, что необходим переход от простого обезвреживания и захоронения к предотвращению образования большого количества отходов, в частности образование несанкционированных свалок в городах России, и их переработке (вторичному использованию материалов).

Смешанные бытовые отходы имеют теплотворную способность около 11-13 МДж/кг. Этот принцип широко используется в европейской концепции «Отходы в энергию». Развитие SERO-системы (уровень рециклинга 67 %) в немецкой промышленности позволило к 2006 году уменьшить до 1 % размещение отходов на полигонах страны и повысить доходность и полноту возвращения вторсырья в хозяйственный цикл до 30 %. В Швеции перерабатывается до 80 % всех видов бытовых отходов, обеспечивая поддержку центрального отопления страны и ее электроэнергетическую обеспеченность [1].

По данным Росприроднадзора в России образуется порядка 35-40 млн. тонн твердых бытовых отходов в год; промышленной переработке подвергается около 3-5 %, остальное вывозится на полигоны-захоронения с отчуждением земель в пригородной зоне.

Анализ потребления энергоносителей в цементной промышленности России показал, что производство цемента требует значительного количества энергии, и затраты на энергоносители составляет около 50-57 % от себестоимости конечного продукта.

В современных условиях преобразования и развития промышленного комплекса России, а именно, с расширением производства цемента в ближайшие годы до 80-90 млн. тонн в год потребность в газе возрастет на 9-11млрд. $м^3$ в год и проблема снижения расхода топлива еще более обострится.

Наравне с технологическими решениями по снижению расхода топлива (перевод заводов на сухой способ, модернизация цепных завес печей мокрого способа производства, снижение влажности шлама и др. решений) существуют альтернативные пути решения данной проблемы – это использование в качестве топлива различных топливосодержащих отходов, с одновременным решением экологических проблем.

Сравнительный анализ технологических процессов сжигания твердых бытовых отходов в цементных печах и в топках мусороперерабатывающих заводов показал, что оборудование цементных предприятий, в котором технологические процессы проходят при температуре до 1700°С, обеспечивает снижение до минимума содержание вредных веществ в отходящих газах, а также химическое связывание в клинкерных минералах токсичных материалов, выделяющихся из отходов в процессе их переработки.При этом для сжигания в цементных печах возможно использование практически всех видов отходов производства и жизнедеятельности человека (отходы переработки сельскохозяйственной продукции, отходы переработки нефти и газа (твердые и пастообразные фракции, сопутствующий газ), бытовой мусор, опилки, отходы целлюлозно-бумажной промышленности. Кроме того, сжигание в цементных печах топливосодержащих отходов позволяет существенно уменьшить потребление дорогостоящего топлива (газ, мазут, уголь) и снизить затраты на производство цемента [2].

Проведенный анализ эколого-экономической ситуации управления отходами в Волгоградской области; инновационных источников энергии в промышленности России, получения и использования восстановленного топлива в странах ЕС, позволил дать эколого-экономическое обоснование использования альтернативного топлива (RDF – refusedderivedfuel) на предприятии ОАО «Себряковцемент». Предопределена возможность создания комплекса глубокой переработки твердых бытовых отходов в топливо.

В рамках изучения вопросов, связанных с использованием твердых бытовых отходов в качестве альтернативного топлива на предприятии ОАО «Себряковцемент» установлено, что для экономии 100 млн. $м^3$ природного газа необходимо около 200 000 тонн альтернативного топлива (RDF – refusedderivedfuel). RDF может заменить первичный вид ископаемого топлива, используемого на цементных заводах, на 15-20 %. ОАО «Себряковцемент» потребляет 590 млн. $м^3$ газа в год (по данным на 2013 год), с учетом запуска технологической линии сухого производства и частичной замены первичных энергоресурсов, возможна экономия 270 млн. $м^3$ газа в год, что в денежном эквиваленте составит 1,08 млрд. рублей [3].

Внедрение современных установок утилизации и обезвреживания твердых бытовых отходов на цементных предприятиях позволит снизить объемы, образующихся отходов, уменьшить затраты на их транспортировку, обеспечить потребность в резервном альтернативном источнике тепла и электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. – Спб.: «Региональное энергетическое партнерство», 2005 – 77с.

2. Ламзина, И.В., Бочкова А.Ю., Севрюкова Г.А. Использование refusedderivedfuel как альтернативного топлива для цементной промышленности // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – Ч. I. 254 – С. 154-158.

3. Ламзина И.В., Голдов А.В. , Князев Я.И., Полозова И.А., Желтобрюхов В.Ф. Получение и использование альтернативного топлива из твердых бытовых отходов для цементной промышленности // Инженерный вестник Дона [электронный журнал]. – 2014. – № 2.

УДК 691(075.8)

УТИЛИЗАЦИЯ ЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ СЖИГАНИЯ ТОРФО-ДРЕВЕСНОГО И ТОРФЯНОГО ТОПЛИВА С ПОЛУЧЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Лиштван Иван Иванович, *доктор технических наук, академик, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Беларусь**, г. Минск, nature@ecolgy.basnet.by*

Ляхевич Генрих Деонисьевич, *доктор технических наук, профессор, Белорусский национальный технический университет, **Беларусь**, г. Минск, lfidi@hotmail.com*

Дударчик Владимир Михайлович, *кандидат технических наук, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Беларусь**, г. Минск, dudwm@tut.by*

Крайко Валентина Михайловна, *кандидат технических наук, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Беларусь**, г. Минск, vvkraiko@gmail.com*

Ануфриева Елена Владимировна, *ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Беларусь**, г. Минск, nature@ecolgy.basnet.by*

Смолячкова Елена Анатольевна, *ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Беларусь**, г. Минск, smolelan@rambler.ru*

Представлены результаты исследований по утилизации зольных отходов сжигания торфяных и торфо-древесных видов топлива в качестве компонентов бетона. Показано, что бетоны, содержащие указанные зольные отходы в сочетании с микрокремнеземом и суперпластификатором, по основным показателям качества (предел прочности при осевом сжатии, водонепроницаемость) в 1,5– 2 раза превосходят контрольные образцы, не содержащие добавку.

Ключевые слова: зольные отходы, торф, бетонные смеси, утилизация

DISPOSAL OF ASH WASTES INCINERATION OF PEAT-WOOD AND PEAT FUELS WITH MATERIALS FOR CONSTRUCTION APPLICATION OBTAINING

Lishtvan I. I., Ljahevich G. D., Dudarchyck U. M., Kraiko V. M., Anyfrieva E. V., Smoljachkova E.A.

The results of studies on the utilization of ash wastes incineration of peat and peat-wood fuels as components of concrete have been shown. It has been shown that concretes, which contain these ash wastes in combination with silica fume and superplasticizer on the main quality parameters (tensile strength under axial compression, waterproofness) are 1,5-2 times higher than the control samples, which contain no additive.

Key words: ash wastes, peat, components of concrete, utilization

Введение. Актуальнейшей проблемой современного развития общества является утилизация образующихся бытовых и промышленных отходов. Причем, промышленные отходы могут быть и огромным богатством и тяжким бременем. Богатством – если рационально и эффективно использовать их для нужд народного хозяйства, бременем – если оставлять их неутилизированными в районах промышленных объектов, где они образуют огромные отвалы, занимают значительные территории и загрязняют воду и воздух [1,2,4,9].

Крупной нерешенной проблемой для Республики Беларусь является утилизация зольных отходов сжигания торфа и в перспективе бурого угля и горючего сланца. Из твердых горючих ископаемых Беларуси наиболее широкое применение в экономике получил торф, издавна используемый в стране как топливо, доля которого к 2020 году от общего котельно-печного топлива должна составить 4,3 %. При сжигании органической массы твердых горючих ископаемых образуются такие зольные отходы как зола, шлак и т.д. При утилизации и рациональном обращении их следует рассматривать как крупные ресурсы уже добытого из недр сырья.

Целью представляемых исследований является оценка возможности ути-лизации зольных отходов торфяного и торфо-древесного топлива с получением материалов строительного назначения и, в первую очередь, бетона.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов для исследования были использованы зольные отходы сжигания торфа и торфо-древесных смесей энергопредприятий Республики Беларусь, характеристики которых представлены в таблице 1.

Определение оксидов исследуемых образцов золы проводили по ГОСТ 10538-87. Определение плотности, водопоглощения, водонепроницаемости, предела прочности при осевом сжатии получаемых с использованием золы бетонов проводилось по ГОСТ 12730.0, ГОСТ 12730.5 в научно-исследовательской лаборатории «Мосты и сооружения» Белорусского национального технического университета (БНТУ).

Результаты исследований и их обсуждение. Зола торфа на 98–99 % состоит из кремния, алюминия, железа, кальция, магния, натрия, фосфора, серы (макроэлементы), а также до 40 микроэлементов, содержание которых не превышает десятых процента.

Из средних статистических данных содержания макроэлементов следует, что в верховом торфе преобладает кремний, а в низинном доминирует кальций, кремний и железо. Отмеченная закономерность более четко проявляется при рассмотрении среднего содержания элементов в пересчете на общее содержание элементов или на общее количество золы торфа [6]. В золе верхового торфа количество кремния составляет в среднем 40 % от массы золы. Среднее содержание других основных элементов от массы золы составляет: кальций – 15 %, алюминий – 15 %, железо – 7 %, магний – 6 %, калий – 4 %, фосфор – 3 %. В золе переходного торфа увеличивается содержание алюминия и железа по сравнению с верховым. Эти элементы поступают в торфяное месторождение с водами поверхностного стока с окружающих суходолов. В низинном торфе содержание кальция достигает 40 % от массы золы, а другие элементы распределяются следующим образом: кремний – 18 %, алюминий –10 %, железо – 20 %, магний –5 %, калий –2 %, фосфор – 1,5 %.

Организациями Минэнерго Беларуси ежегодно добывается 2,7–2,8 млн. т фрезерного торфа, 7–10 тыс. т кускового торфа. Из добытого торфа производится 1,1–1,2 млн. т брикетов. По данным статистического учета республики объем образования зольных отходов от сжигания твердых топлив составляет примерно 30 тыс. т в год. В последние годы все шире в качестве твердого топлива используется смесь фрезерного торфа с древесной щепой в различных соотношениях.

Токсико-гигиеническая оценка золошлаковых отходов показала опасность негативного воздействия их на окружающую среду и опосредованно на здоровье человека. В связи с этим разработаны методические подходы к комплексной токсико-гигиенической оценке золошлаковых отходов, позволившие установить их токсическую, мутагенную и фитотоксическую опасность. С учетом состава, физико-химических свойств, токсического и фитотоксического действия золошлаковые отходы, образующиеся при сжигании торфа, отнесены к промышленным отходам 3-го класса опасности [3,5,7,8]. С другой стороны, зола и шлак представляют ценные сырьевые источники для использования в различных материалах и изделиях. Основным требованием, обеспечивающим успешное применение, является стабильность их физико-химических показателей. Одним из перспективных направлений утилизации зольных отходов Беларуси является получение на их основе материалов строительного назначения и, в первую очередь, бетонов.

Химическая активность является важным свойством золы, от которого зависит ее использование – в качестве самостоятельных вяжущих или как компонента комплексных вяжущих. По химическому составу зола и шлаки подразделяются на основные, кислые и нейтральные. Основная зола содержит гидравлически активные компоненты и является самостоятельным вяжущим. Кислая зола обладают свойствами типичных пуццоланов и может применяться как активная минеральная добавка. Качественные показатели зольных отходов исследуемых твердых топлив представлены в таблице 2.

Основными показателями качества зольных отходов являются:

– модуль основности (гидросиликатный модуль) M_o, который представляет собой отношение суммы основных оксидов к сумме кислотных оксидов:

$M_o=(CaO+MgO+K_2O+Na_20):(SiO_2+Al_2O_3)$;

– силикатный (кремнеземистый) модуль M_c, показывающий отношение оксида кремния, вступающего в реакцию с другими оксидами, к суммарному содержанию оксидов алюминия и железа:

Таблица 1 – Химический анализ золы твердых топлив некоторых предприятий Беларуси

Предприятие	Вид топлива	Золь-ные отходы	Химический состав золы, %											
			SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	TiO_2	P_2O_5	SO_3	Неиден-тифиц. остаток
Брестское РУП электро-энергетики «Брест-энерго»	Смесь: щепа топлив. (60 %), торф топл. Гатча (40 %).	Зола	52,92	5,75	12,00	20,74	0,52	0,13	1,39	0,43	0,32	1,26	3,27	1,27
	Торф топлив. ПРУТП «Гатча-Осовский»	Зола	53,22	5,87	12,94	18,85	0,49	0,08	1,29	0,63	0,34	1,29	3,40	1,60
	Смесь: щепа топл. – 60 %, торф – 40 %.	Зола	60,23	8,45	4,05	18,47	0,60	0,32	1,68	1,25	0,22	1,30	1,38	2,05
		Шлак	46,21	6,25	15,02	25,64	0,77	0,28	1,96	0,68	0,38	1,76	0,26	0,79
Минское РУП «Мин-скэнерго» Жодинская ТЭЦ	Дробленый тор-фобрикет	Зола	34,00	4,40	27,00	20,35	1,04	0,18	0,80	0,36	0,22	7,70	3,14	0,81
	Фрезерный торф	Зола	46,31	6,68	11,60	26,39	1,12	0,17	1,40	0,56	0,36	2,15	2,48	0,78
ОАО «ТБЗ Усяж»	Торф топливный	Зола	41,12	7,26	17,70	26,24	0,54	1,0	1,30	0,77	0,37	2,05	1,45	0,20
	Торфяной брикет	Зола	44,24	6,63	13,28	23,52	1,28	0,16	1,42	0,48	0,38	1,34	6,60	0,67

Таблица 2 – Качественные показатели зольных отходов твердого топлива на основе торфа

Предприятие	Вид топлива	M_o	M_c	К
Брестское РУП электроэнергетики «Брестэнерго»	Смесь щепа (60 %), торф (40 %).	0,39	2,98	0,51
	Торф топлив. ПРУТП «Гатча-Осовский)	0,36	2,83	0,47
	Смесь щепа 60 %, торф 40 %.	0,32	4,82	0,45
	Шлак	0,55	2,17	0,70
Минское РУП электроэнергетики «Минскэнерго» Жодинская ТЭЦ	Дробленый торфобрикет	0,59	1,08	0,75
	Фрезерный торф	0,56	2,53	0,73
ОАО «ТБЗ Усяж»	Торфяной брикет	0,52	2,22	0,70

$M_c = SiO_2 : (Al_2O_3+Fe_2O_3)$;

– коэффициент качества К, показывающий отношение оксидов, повышающую гидравлическую активность к оксидам, снижающим ее:

$К=(CaO+Al_2O_3+MgO):(SiO_2+TiO_2)$.

Результаты расчетов критериев качества показали, что исследуемые зольные отходы являются, в основном, скрыто активными, требующими интенсифицировать твердение. Их можно использовать в производстве изделий, твердеющих при тепловой обработке с активизацией.

Исследования по оценке пригодности зольных отходов, разработке составов, технологии приготовления бетонных смесей и их качественных характеристик проводились в ранее указанной лаборатории БНТУ.

Составы, технология приготовления бетонных смесей и их характеристики. Торфяную золу и шлак подвергали помолу в мельнице, вводили цемент, микрокремнезем, суперпластификатор – натриевая соль сульфооксидата ароматических углеводородов и конденсации с формальдегидом по типу 1 (НСАУКФ-1), полученной в указанной лаборатории БНТУ. Смесь подвергали домолу с получением высокодисперсной массы. Затем вводили мелкий и крупный заполнители. Содержимое перемешивали, добавляли расчетное количество воды, опять перемешивали до получения однородной массы. Полученной смесью заполняли формы и после отверждения образцы бетона испытывали.

Составы бетонных смесей и физико-механические показатели бетонов, содержащих торфяную золу, шлак торфопредприятий приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Составы бетонных смесей и физико-механические показатели бетонов, содержащих торфяную золу ТБЗ «Усяж»

Наименование	Номер состава					
	1	2	3	4	5	6
Составы бетонных смесей, мас. %						
Щебень	49,4	49,4	49,4	49,4	49,4	49,4
Песок	20,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3
Цемент ПЦ-500	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7
Вода	10,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
Добавки в % от массы цемента						
Микокремнезем МК-85	-	10	6	4	2	2
Зола Усяжского ТБЗ	-	2	6	8	12	14
Суперпластификатор НСАУКФ-1	-	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Физико-механические показатели образцов бетона						
Плотность, кг/м^3	2242	2329	2341	2345	2347	2349
Предел прочности при осевом сжатии, МПа	53	123	116	98	89	81
Водопоглощение, %	3,4	2,0	2,1	2,1	2,4	2,5
Марка по водонепроницаемости	W 4	W20	W 18	W 16	W 14	W10

Определение плотности, водопоглощения, водонепроницаемости, предела прочности при осевом сжатии бетонов проводилось по ГОСТ 12730.0, ГОСТ 12730.5 и методикам, представленным в [7].

При определении плотности бетона в нормальных влажностных условиях образцы хранили 28 суток в камере нормального твердения при относительной влажности воздуха не менее 95 % и температуре 20±2^{o}С.

Водопоглощение определяли испытанием образцов бетона по ГОСТ 12730.3-78. Определение водонепроницаемости бетона осуществлялось по ГОСТ 12730.5 ускоренным методом по его воздухопроницаемости

Физико-химические показатели бетонов, содержащих торфяную золу, представлены в таблице 3, из которой следует, что предел прочности бетона при осевом сжатии находится в пределах 81–123 МПа, а для контрольного состава 53 МПа, т.е. этот показатель в 1,5–2,3 раза больше, чем для контрольного образца. Водонепроницаемость бетонов, полученных по составам 2–6, лучше, чем у контрольного образца: так марки по водонепроницаемости заявляемых бетонов были W10 – W20 против W4 для контрольного образца не содержащего добавки.

Таким образом, бетонные смеси, содержащие золу и шлак, полученные от сжигания торфа на промышленных установках торфобрикетных заводов, а также содержащие микрокремнезем и суперпластификатор НСАУКФ-1 имеют существенные преимущества перед известным контрольным составом 1.

В экспериментальных условиях также отработана технология приготовления бетонных смесей, содержащих золу и шлак от сжигания торфа на Житковичском и Лидском ТБЗ, которые принципиально не отличаются от представленных для зольных отходов Усяжского ТБЗ.

Разработанные высокопрочные бетоны найдут широкое применение при изготовлении мостовых и тоннельных конструкций и др.

На основании проведенных исследований установлена возможность использования торфяной золы, образующейся на промышленных предприятиях Республики Беларусь, в производстве бетона. Практическая реализация результатов исследований обеспечит дополнительный источник минерального сырья для указанных направлений использования, что приведет к уменьшению или полному исключению захоронения золосодержащих материалов и благоприятно отразится на окружающей среде и здоровье людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В.К. Закономерности оптимизации состава бетона с дисперсными минеральными добавками // Бетон и железобетон. – 1993. – № 4. – С. 10–11.
2. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества. М.: стройиздат, 1973. – 480 с.
3. Высоцкий С.А. Минеральные добавки для бетонов // Бетон и железобетон.– 1994. – №2 –С. 7–10.
4. Данилович И.Ю, Сканави Н.А. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов. –М.: Высш. шк. 1988.– 72 с.
5. Зоткин А.Г. Микронаполняющий эффект минеральных добавок в бетоне // Бетон и железобетон.– 1994. –№ 3 –С. 7–9.
6. Лиштван, И.И., Король, Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения Мн., 1975. – 320 с.
7. Методические рекомендации по определению класса опасности отходов / Мин-во охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. М., 1996.
8. Патент РФ №2055033 Асфальтобетонная композиция / Пивоваров Л.В., Решетов В.А., и др. / Опубл. 27. 02. 96. – БИ №6.
9. Саломатов В.И. и др. Композиционные строительные материалы и конструкции повышенной материалоемкости. Киев: Будивельник, 1991.– 144 с.

УДК: 631.61:631.465:553.982

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ МЕЛИОРАНТОВ В БИОЛОГИЧЕСКОМ МЕТОДЕ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РЕГИОНАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ

Ильинский Андрей Валерьевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», **Россия**, г. Рязань, п. Солотча, vniigm@vniigm.ryazan.ru*

Перегудов Сергей Викторович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», **Россия**, г. Рязань, п. Солотча, vniigm@vniigm.ryazan.ru*

Побединская Галина Владимировна, *Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», **Россия**, г. Рязань, п. Солотча, vniigm@vniigm.ryazan.ru*

Цель исследований заключается в изучении возможности разработки на основе использования природного мелиоранта инновационного способа обезвреживания почвогрунта, загрязнённого продуктами переработки нефти. В основу разработки положен метод биологической очистки нефтешлама на основе применения природных мелиорантов с использованием бактерий применительно к региональным условиям Рязанской области для дальнейшего вовлечения в сельскохозяйственный оборот очищенного почвогрунта. Разрабатываемый тип технологии биоремедиации «ex situ» – процесс обезвреживания будет проводиться вне места загрязнения путём внедрения в загрязнённый субстрат природного мелиоранта с использованием углеводородокисляющих микроорганизмов. Из результатов комплексных химико–аналитических исследований торфа следует, что торф из торфяного карьера ЗАО «Заборье» возможно использовать в качестве природного мелиоранта, способного выполнить функции органического удобрения, носителя макро– и микроэлементов, а также выступить в роли физического мелиоранта (рыхлителя), в процессе биологической очистки нефтешлама, загрязнённого продуктами переработки нефти.

Ключевые слова: биологическая очистка почвогрунтов, обезвреживание нефтешлама, деструкция нефтепродуктов, комбинированный препарат, природный сорбент, продукты переработки нефти, технология очистки почвогрунтов, торф.

O THE QUESTION OF THE USE OF NATURAL MATERIALS IN A BIOLOGICAL METHOD OF WASTE SLUDGE IN RELATION TO REGIONAL CONDITIONS

Il'inskii A.V., Peregoudov S.V., Pobedinskaya G.V.

The aim of the research is to explore the possibility of developing on the basis of the use of natural improver innovative method of decontamination of soil contaminated with oil refining products. Development is based on a method of biological treatment of sludge based on the use of natural ameliorants using bacteria in relation to the regional conditions of the Ryazan region for further involvement in agricultural and cleaned of soil. Developed type of technology bioremediation ex situ" – the decontamination process will be conducted off–site contamination through the introduction of the contaminated substrate natural improver with the use of hydrocarbon–oxidizing microorganisms. Based on the results of a comprehensive chemical analysis of peat can be argued that the peat from peat career ЗАО «Заборье» may be used as a natural improver capable of performing the functions of organic fertilizers, media macro – and micronutrients, as well as to act as a physical improver, in the process of biological treatment sludge, contaminated oil refining products.

Keywords: biological treatment of soils, disposal of sludge, destruction of oil products, combined preparation, natural sorbent, oil refining products, technology for the purification of soil, peat.

Введение. Нефтешламы представляют собой многокомпонентные устойчивые агрегативные физико–химические системы, состоящие главным образом, из нефтепродуктов, воды и минеральных добавок (песок, глина, окислы металлов и т.д.). В соответствии с условиями образования все нефтешламы условно можно подразделить на три основные группы: 1) грунтовые, образующиеся в результате проливов нефтепродуктов на почву в процессе производственных операций, либо при аварийных ситуациях; 2) придонные, образующиеся при оседании нефтеразливов на дне водоемов; 3) резервуарного типа, образующиеся при хранении и перевозке нефтепродуктов в емкостях разной конструкции.

Актуальной проблемой практически для всех нефтегазодобывающих, нефтеперерабатывающих и транспортирующих нефть и нефтепродукты предприятий остается проблема

эффективной утилизации нефтешламов. На территории Российской Федерации ежегодно образуется более 3 млн. т нефтешламов [3, 6].

Одним из крупнейших в Рязанской области предприятий, активно занимающимся природовосстановительными работами по очистке загрязнённых территорий в границах собственного землеотвода, является Закрытое акционерное общество «Рязанская нефтеперерабатывающая компания» (ЗАО «РНПК»), входящее в структуру нефтеперерабатывающих предприятий ОАО «НК «Роснефть». В рамках реализации крупномасштабных инвестиционных проектов, связанных со строительством новых объектов, модернизацией производства и выполнения консолидированной Программы по ликвидации накопленного экологического ущерба в ЗАО «РНПК» образуется большое количество отходов, в том числе и почвогрунтов, загрязнённых продуктами переработки нефти, которые подлежат утилизации [1, 2].

К сожалению, в настоящее время при разработке проектной документации и, как следствие, при производстве природовосстановительных работ по очистке загрязнённых территорий предпочтение отдается варианту очистки, связанному с утилизацией загрязнённого продуктами переработки нефти почвогрунта на санкционированной свалке. Такой вариант очистки является для региона самым распространённым способом очистки загрязнённых нефтепродуктами территорий, он неоднократно применён в составе проектных решений для нужд ЗАО «РНПК». Санкционированной свалкой, на которую до недавнего времени утилизировался загрязнённый продуктами переработки нефти грунт, образовывавшийся при реализации природовосстановительных проектов ЗАО «РНПК», служил полигон промышленных отходов МУП «Эколозащита». Следует отметить, что полигон промышленных отходов МУП «Эколозащита» является единственным подобным крупным объектом для приёма и размещения промышленных отходов в регионе, деятельность которого строго регламентирована Правительством Рязанской области, кроме того лимиты полигона не позволяют в значительной мере удовлетворить возросшие потребности ЗАО «РНПК» в утилизации загрязнённого продуктами переработки нефти грунта. Поэтому в настоящее время ЗАО «РНПК» при участии ООО «РН–Сервис–Экология» рассматривает возможность применения альтернативных технологий утилизации загрязнённого продуктами переработки нефти почвогрунта, при этом акцент делается на применение при утилизации технологий основанных на термическом методе утилизации загрязнённого грунта [1, 2].

Однако, как отмечают А. Сейдов, С. Август, Ф. Пронин [6], используемые на данный момент технологии, основанные на термическом методе утилизации, такие как сжигание, при экономии на системах фильтрации (что зачастую и происходит), также оказывают в итоге губительный эффект для экосистемы региона. К существенным недостаткам данного метода также следует отнести: необходимость утилизации золы и тепла, выбросы сероводорода.

На наш взгляд, успешно реализовать инвестиционные проекты ЗАО «РНПК», в том числе и природовосстановительные, в части утилизации почвогрунта, загрязнённого продуктами переработки нефти, позволяет научное обоснование и внедрение современных, высокоэффективных, экологически безопасных и экономически приемлемых технологий биологической очистки, основанных на биодеструкции углеводородных загрязнений почвогрунтов. Биологический метод утилизации (биоремедиация) является наиболее экологически чистым [4, 5]. Область его применения лимитируется следующими факторами: диапазоном активности биопрепаратов, температурой, кислотностью, мощностью загрязнения, аэрацией, влажностью, обеспеченностью элементами минерального питания.

Материалы и методы исследований. На начальном этапе была разработана и согласована с ЗАО «РНПК» рабочая программа проведения научно–исследовательской работы «Разработать технологию биологической очистки от нефтепродуктов почвогрунтов комбинированными мелиорантами с использованием бактерий, адаптированную к региональным условиям и условиям природовосстановительных работ ЗАО «РНПК». Цель исследований заключается в разработке современной, высокоэффективной, экологически безопасной, экономически рентабельной технологии обезвреживания загрязнённых продуктами переработки нефти почвогрунтов методом биологической очистки на основе применения комбинированных мелиорантов с использованием бактерий применительно к региональным условиям Рязанской области для дальнейшего вовлечения в сельскохозяйственный оборот очищенного почвогрунта. Разрабатываемый тип технологии биоремедиации «ex situ» – процесс обезвреживания

будет проводиться вне места загрязнения путём внедрения в загрязнённый субстрат комбинированного мелиоранта с использованием углеводородокисляющих микроорганизмов.

ЗАО «РНПК» были определены участки на территории предприятия для отбора проб почвогрунта с целью проведения их предварительного комплексного химико–аналитического исследования, после чего специалисты Мещерского филиала ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова в присутствии представителей ЗАО «РНПК» произвели на территории предприятия (планшеты № 33, 34 и 35 проекта «Гидрокрекинг») методом конверта произвели отбор 4–х объединённых проб почвогрунта с глубины 20 – 40 см. Комплексные химико–аналитические исследования отобранных образцов грунта на определение содержания: нефтепродуктов, валовых форм тяжёлых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, кобальт), мышьяка, радионуклидов (радий–226, торий–232, калий–40, цезий–137), PH_{Kcl}, органическое вещество, K_2O, P_2O_5, S (сумма обменных оснований), Hr (гидролитическая кислотность), $N_{общ.}$ были выполнены по стандартным методикам в специализированной аккредитованной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская»». В специализированной аккредитованной лаборатории ФБУ «ЦЛАТИ ПО ЦФО» Филиал ЦЛАТИ по Рязанской области было выполнено биотестирование наиболее загрязнённых нефтепродуктами образцов почвогрунта: № 1 (планшет № 34) и № 4 (планшет № 33) по Методике определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест–объекта Daphnia magna Straus (ФР 1.39.2007.03222) и по Методике определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции Escherichia coli тест–системой «Эколюм» (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11–04, 16.1:2.3:3.8–04).

На территории торфяного карьера ЗАО «Заборье» специалисты Мещерского филиала ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова в присутствии представителей ЗАО «Заборье» 15.05.2014 года в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01–83, ГОСТ 17.4.4.02–84 и Методическими указаниями по проведению комплексного агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий (1994) с пробной площадки по «конверту» произвели отбор объединённой пробы торфа, планируемого к использованию в качестве природного мелиоранта при разработке технологии биологической очистки загрязнённых нефтепродуктами почвогрунтов. Комплексные химико–аналитические исследования отобранного образца торфа на определение содержания: нефтепродуктов, валовых форм тяжёлых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, мышьяк), радионуклидов (радий–226, торий–232, калий–40, цезий–137), PH_{Kcl}, массовая доля влаги, степень разложения, зольность, общий фосфор, общий калий, K_2O, P_2O_5, S (сумма обменных оснований), Hr (гидролитическая кислотность), $N_{общ.}$ $N_{аммиач.}$, $N_{нитрат.}$ были также выполнены по стандартным методикам в специализированной аккредитованной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская»».

Результаты исследований. Результаты комплексных химико–аналитических исследований проб нефтешлама, отобранных на территории ЗАО «РНПК» (планшеты № 33, 34 и 35) показал, что образцы по кислотности близки к нейтральной и нейтральные (величина PH_{Kcl} колеблется в интервале 5,7 – 6,9); содержание P_2O_5 от 98 – 135 мг/кг (среднее и повышенное); K_2O от 82 – 110 мг/кг (среднее); сумма обменных оснований от 11,4 до 20,7 ммоль/100г (среднее и повышенное); гидролитическая кислотность варьирует от 0,39 до 1,15 мг–экв/100г; массовая доля органического вещества 1,0 – 1,6 %; массовая доля общего азота от 0,048 до 0,134 %. Содержание поллютантов в отобранных образцах почвогрунта распределено следующим образом: кадмий от 0,27 до 0,38 мг/кг (ОДК 2,0 мг/кг); свинец от 11,0 до 13,2 мг/кг (ОДК 130 мг/кг); медь от 13,7 до 16,4 мг/кг (ОДК 132 мг/кг); цинк от 41,9 до 52,8 мг/кг (ОДК 220 мг/кг); никель от 20,4 до 22,6 мг/кг (ОДК 80 мг/кг); кобальт от 8,50 до 9,44 мг/кг (фоновое содержание 25 мг/кг, ориентировочное значение для средней полосы России согласно СП 11–102–97); мышьяк от 0,27 до 0,38 мг/кг (ОДК 10 мг/кг); нефтепродукты от 106 до 3847 мг/кг (допустимый уровень 1000 мг/кг, согласно Инструкции по определению и возмещению вреда (ущерба), причиненного в результате деградации, загрязнения и захламления земель, 1998). Содержание в пробах почвогрунта естественных радионуклидов (радия–226, тория–232 и калия–40) типичное для почв и грунтов (Почвоведение, 1988), обнаруженные малые количества цезия–137 соответствуют глобальным выпадениям. Биотестирование наиболее загрязнённых нефтепродуктами образцов нефтешлама (№ 1 – планшет № 34 и № 4 – планшет № 33), показало, что пробы почвогрунта относятся к четвертому классу опасности.

Ключевым моментом в разработке нового способа обезвреживания почвогрунта, загрязнённого продуктами переработки нефти, является подбор соответствующего требованиям мелиоранта. Исходные требования к мелиоранту можно сформулировать следующим образом:

– способность мелиоранта выполнить функции органического удобрения, носителя макро– и микроэлементов, а также выступить в роли физического мелиоранта (рыхлителя) загрязнённого продуктами переработки нефти почвогрунта;

– природное происхождение мелиоранта;

– доступность сырья в территориальном отношении;

– приемлемая стоимость мелиоранта;

– близость нахождения сырья от предполагаемого места расположения полигона для биологической очистки загрязнённого продуктами переработки нефти почвогрунта;

– мелиорант должен выступить в роли твердого носителя для интродуцируемых в загрязнённую штаммов нефтеокисляющих микроорганизмов и стимулировать их развитие;

– недопущение при использовании мелиоранта вторичного загрязнения очищаемого почвогрунта поллютантами (содержание загрязняющих веществ в мелиоранте не должно превышать установленных гигиенических нормативов);

– способность к формированию в загрязнённом почвогрунте центров активной деструкции продуктов переработки нефти;

– в результате действия мелиоранта не должны угнетаться рост и развитие штаммов микроорганизмов (аборигенных или интродуцированных);

– положительное влияние мелиоранта на агрохимические свойства очищаемого от нефтепродуктов почвогрунта.

На основе анализа литературных данных и информации о природно–ресурсном потенциале Рязанской области в качестве тест–объекта (природного мелиоранта) для проведения дальнейших исследований нами был выбран торф, как мелиорант, соответствующий сформулированным выше требованиям, предъявляемым к мелиоранту, предназначенному для биологической очистки загрязнённых продуктами переработки нефти почвогрунтов.

Анализ результатов комплексных химико–аналитических исследований объединённой пробы торфа, отобранной на территории торфяного карьера ЗАО «Заборье» показал, что по кислотности торф среднекислый (PH_{Kcl} 4,9); массовая доля влаги составляет 36,1 %; степень разложения торфа 42 %; зольность составляет 23,8 %. Из трех элементов питания (азот, фосфор, калий) в торфе больше всего содержится общего азота – 3,16 %. Основная часть азота в торфе входит в органическую форму и становится доступной растениям по мере минерализации. Подвижного азота (аммиачного и нитратного) в торфе содержится 0,7 мг/кг и 62,6 мг/кг соответственно. Содержание общего калия и фосфора в торфе значительно меньше, чем азота: фосфора – 1,06 %, калия – 0,09 %. Содержание подвижного фосфора и калия в торфе 112 мг/кг и 11 мг/кг соответственно. Фосфор в торфе находится сравнительно в легко доступной форме для растений. Содержание подвижного азота, фосфора и калия в таком количестве характерно для торфа. Содержание поллютантов в отобранном образце торфа не превышает установленные санитарно–гигиенические нормативы и распределено следующим образом: кадмий 0,16 мг/кг (ОДК 1,0 мг/кг); свинец от 4,39 мг/кг (ОДК 65 мг/кг); медь 3,88 мг/кг (ОДК 66 мг/кг); цинк 11,4 мг/кг (ОДК 110 мг/кг); никель 3,62 мг/кг (ОДК 40 мг/кг); мышьяк 0,27 мг/кг (ОДК 5 мг/кг); нефтепродукты 237 мг/кг (допустимый уровень 1000 мг/кг, согласно Инструкции по определению и возмещению вреда (ущерба), причиненного в результате деградации, загрязнения и захламления земель, 1998). Содержание в торфе естественных радионуклидов (радия–226, тория–232 и калия–40) типичное для почв и торфа (Почвоведение, 1988), обнаруженные малые количества цезия–137 соответствуют глобальным выпадениям.

Обсуждение результатов. Результаты химико–аналитических исследований проб нефтешлама, взятых на территории ЗАО «РНПК» (проект «Гидрокрекинг»), показали, что грунт загрязнён нефтепродуктами, содержание остальных поллютантов не превышает санитарно–гигиенических нормативов. Исследованные образцы почвогрунта характеризуются оптимальной кислотностью, обеспечены минеральными элементами. В этой связи, по химическим показателям, к данному нефтешламу, предполагаемому к утилизации с территории ЗАО «РНПК», может быть применён биологический метод утилизации.

Проведённые химико–аналитические исследования торфа из торфяного карьера ЗАО «Заборье», показали, что он обладает высокими удобрительными свойствами, содержит питательные микро– и макроэлементы, не загрязнён поллютантами и является активным природным сорбентом и ионообменником, биостимулятором роста микроорганизмов. Также торф является прекрасным и уникальным структурообразователем как на тяжелых, так и на легких почвах, создавая в них оптимальный водно–воздушный и пищевой режимы, что очень важно при поддержании оптимальных условий для жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, осуществляющих деструкцию продуктов переработки нефти.

Таким образом, основываясь на результатах комплексных химико–аналитических исследований торфа, требований ГОСТ Р 51661.3–2000 и санитарно–гигиенических нормативов (ГН 2.1.7.2042–06, СП 11–102–97 и др.), можно утверждать, что торф из торфяного карьера ЗАО «Заборье», возможно использовать в качестве природного мелиоранта, способного выполнить функции органического удобрения, носителя макро– и микроэлементов, а также выступить в роли физического мелиоранта (рыхлителя), в процессе биологической очистки почв и грунтов, загрязнённых продуктами переработки нефти.

В настоящее время наша организация совместно с Федеральным государственным унитарным предприятие «Всероссийский нефтяной научно–исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), г. Санкт–Петербург проводит эксперименты по изучению эффективности применения природных мелиорантов и бактериальных препаратов для биологической утилизации почвогрунтов от продуктов переработки нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильинский А.В., Перегудов С.В. К вопросу обоснования биоремедиации загрязнённых продуктами переработки нефти почвогрунтов проекта «Гидрокрекинг» ЗАО «РНПК» // Экология и биология почв. Материалы международной научной конференции 17–19 ноября 2014 г. / отв. Ред. Казеев К.Ш.; Южный федеральный университет. – Ростов–на–Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2014. – С. 288–291.

2. Ильинский А.В., Перегудов С.В. Обоснование биологической очистки земель, загрязнённых продуктами переработки нефти // Комплексные мелиорации – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научной конференции. – М.: Изд. ВНИИА, 2014. – С. 69–74.

3. Ильинский А.В. Экологические аспекты загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами. // Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства России (Костяковские чтения). Материалы международной научно–практической конференции 20–21 марта 2013 года. – М.: Изд. ВНИИА, 2013. – С. 274–277.

4. Кирейчева Л.В., Ильинский А.В., Яшин В.М., Нгуен Суан Хай Детоксикация загрязнённых тяжёлыми металлами выщелоченных черноземов и древнеаллювиальных почв с использованием сорбционных материалов. Доклады РАСХН. – 2009. – № 3. – С. 41–43.

5. Кирейчева Л.В., Яшин В.М., Ильинский А.В. Санация и восстановление плодородия техногенно загрязненных почв // Агрохимический вестник. – 2008. – № 5. – С. 8–10.

6. Сейдов А., Август С., Пронин Ф. и др. Рынок утилизации нефтешламов в Российской Федерации в 2004–2009 гг. М.: ATconsulting company, 2010. – 107 с.

УДК 631.427 : 628.477.7

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ

Азаренко Юлия Александровна, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина», **Россия**, г. Омск, azarenko.omgau@mail.ru*

Леонова Вера Владимировна, *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина», **Россия**, г. Омск*

Парфенова Яна Викторовна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина», **Россия**, г. Омск*

Представлены результаты исследований по влиянию золошлаковых материалов (ЗШМ) на состояние почвенной альгофлоры и целлюлозоразрушающую способность лугово-черноземной почвы. Показано, что ЗШМ в дозах до 40-60 т/га не оказывали негативного влияния на видовой состав почвенных водорослей и целлюлозоразрушающих организмов, что указывает на возможность их применения в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: золошлаковые материалы, лугово-черноземная почва, почвенные водоросли, целлюлозоразрушающая способность, биоиндикация.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF APPLICATION ASH AND SLAG IN AGRICULTURE USING THE METHODS BIOINDICATION

Azarenka Yu.A, Leonova V.V. Parfenov Ya.V.

The results of studies on the effect of ash and slag materials on the state of soil algae flora and cellulose-bearing capacity meadow-chernozem soil. It is shown that ash at doses up to 40-60 t / ha did not have a negative impact on the species composition of soil algae and cellulose organisms, which indicates the possibility of their use in agriculture.

Keywords: ash and slag, meadow-chernozem soil, soil algae, cellulose ability, bioindication.

Введение. Важнейшим направлением в области охраны земельных ресурсов и повышения продуктивности почвенного покрова является рекультивация нарушенных земель. В Омской области существенной проблемой является рекультивация золоотвалов тепловых электростанций (ТЭЦ). В настоящее время на золоотвалах г. Омска находятся десятки млн. тонн золошлаковых материалов (ЗШМ). Негативное их влияние может проявляться в виде деградации почвенного покрова и естественной растительности близлежащих территорий. Между тем, ЗШМ могли бы найти применение в сельском хозяйстве с целью улучшения свойств почв, что показано ранее начатыми исследованиями в ОмГАУ [2]. В настоящее время возможность использования ЗШМ в целях повышения плодородия земель Омского Прииртышья является малоизученным вопросом. Для его решения необходимо проведение комплексных исследований по влиянию ЗШМ на свойства почв и урожайность растений с обязательной оценкой экологической безопасности их применения.

В связи с этим основной целью наших исследований была оценка экологической безопасности применения ЗШМ с использованием методов биологической индикации автотрофных и гетеротрофных систем почвы.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись автотрофные (почвенные водоросли или альгофлора) и гетеротрофные (целлюлозоразрушающие организмы) биоиндикаторные системы лугово-черноземной почвы в условиях применения ЗШМ.

Для оценки влияния ЗШМ на состав альгофлоры были заложены лабораторные опыты на лугово-черноземной тяжелосуглинистой почве по схеме: контроль; варианты с ЗШМ, в дозах 1; 5; 10; 20 т/га. Почву при определенном режиме увлажнения выдерживали в течение 4 недель в чашках Петри. После окончания инкубации был проведен посев по общепринятой в почвенной альгологии методике. Таксономический состав выявляли культуральными методами, при сочетании почвенных (метод Лунда) и водных (среды Громова № 6 и Бристоль-

Роач в модификации М. М. Голлербаха) культур по серии отечественных и зарубежных определителей [1,3,8]. Идентификация видового состава проводилась с мая по октябрь для почвенных культур в 5 сроков, для водных культур в 6 сроков. Работа велась на микроскопах МБИ-6 и XS-90 при окулярах 20 и 40.

Изучение влияния ЗШМ на целлюлозоразрушающую способность лугово-черноземной почвы проводили в лабораторных опытах, в которых в качестве материала для разложения использовалась хлопчатобумажная ткань и фильтровальная бумага. Дозы ЗШМ в опытах изменялись от 0,5 до 60 т/га.

Результаты исследований и их обсуждение. Почвенные водоросли, являясь постоянным компонентом экосистем, чутко реагируют на изменение состава и свойств почв. В связи с этим состояние альгосообществ может являться индикационным признаком изменений химического состава почвенной среды в результате как природных, так и антропогенных процессов [5,7]. Альгофлора почвы в опыте была оценена по видовому составу, его структуре, доминирующим и специфическим видам, спектрам жизненных форм (экобиоморф) [8].

В структуре видового состава водорослей лугово-черноземной почвы доминировали представители отдела зеленых (*Chlorophyta*), на долю которых приходилось 50 % общего числа видов. Доля диатомовых (*Bacillariaphyta*) и цианобактерий (*Cyanobacteria, Procariota*) была несколько ниже и составляла 25 %. Полный таксономический список альгофлоры включал 20 видов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что дозы ЗШМ от 1 до 20 т/га не оказывали заметного негативного влияния на альгофлору. В опыте не отмечалось резкого уменьшения числа видов (таблица 1). Два вида зеленых и три вида диатомовых водорослей, встреченные в чистой золе, присутствовали практически во всех вариантах опыта.

Во всех вариантах с ЗШМ нормально развивались 18 из 20 видов почвенных водорослей и цианобактерий. При этом структура видового состава оставалась достаточно стабильной.

Процентная доля представителей отделов зеленых, диатомовых водорослей и цианобактерий по сравнению с исходной лугово-черноземной почвой практически не изменилась, хотя в пределах отдельных систематических групп отмечены некоторые таксономические вариации.

Так, при всех дозах золы, включая самую высокую (20 т/га), в полном объёме встречены - из отдела зеленых (*Chlorophyta*) представители порядков *Ulothrichales* и *Chlorosarcinales*. Водоросли порядка *Chlorococcales* были представлены 9-10 видами в зависимости от варианта опыта. Из диатомовых водорослей (*Bacillariaphyta*) во всех вариантах отмечена *Hantzschia amphioxys*, в целом же в вариантах зафиксировано 4-5 видов. Прокариоты (*Procariota*), к которым относятся согласно систематике цианобактерии, встречены в опыте в числе 4-х видов и относятся к порядкам *Nostocales* и *Oscillatoriales*. Из видов, характерных для исходной лугово-черноземной почвы, во всех вариантах опыта не найден, ни в почвенных культурах, ни в среде Громова № 6, только один вид – цианобактерия *Oscillatoria brevis*.

С целью более детального выяснения реакции альгофлоры на внесение золы, как вещества не свойственного почве как среде обитания, рассчитан коэффициент флористической связи по формуле Л.И. Малышева [6] и определен спектр жизненных форм (экобиоморф) [8]. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в вариантах опыта по сравнению с контролем, которым служила лугово-черноземная почва, не отмечено значительных изменений на ценотическом уровне. Коэффициенты флористической связи при сравнении альгофлор вариантов с дозами ЗШМ от 1 до 20 т/га и лугово-черноземной почвы говорят об их сильном сходстве при одинаковой величине коэффициентов равной - 0,8 (таблица 2).

Сходство флор подтверждают и формулы экобиоморф (таблица 3). Доминирующее положение в альгогруппировках во всех вариантах и контроле занимают представители Ch-формы. Представители B, P и H - форм стоят соответственно на втором, третьем и четвертом местах в альгоценозах.

В качестве гетеротрофной биоиндикаторной системы были исследованы целлюлозоразрушающие организмы. Реакция комплекса целлюлозоразрушающих организмов на изменение экологических условий может служить удобным интегральным показателем антропогенных изменений разного свойства, в том числе и при утилизации золы, поскольку данная биоиндикаторная система разнообразна по составу и удобна в применении. Её характеризует простота и скорость отклика на изменение среды.

Таблица 1 – Влияние разных доз ЗШМ на таксономический состав альгофлоры лугово-черноземной почвы

Таксон	Вариант					
	Контроль	Дозы ЗШМ, т/га				ЗШМ
		1	5	10	20	
Отдел CHLOROPHYTA						
Порядок Ulotrichales *Ulothrix variabilis Kütz.*	+	+	+	+	+	
Hormidium nitens (Menegh.) emend. Klebs.	+	+	+	+	+	
Hormidium flaccidum F. nitens Kuetz	+	+	+	+	+	
Порядок Chlorococcales *Chlorococcum humicola (näg.) Rabenh.*	+	+	+	+	+	
Actinochloris terrestris (Visch.) Ettl et Gartner	+	+	+	+	+	+
Planctosphaeria gelatinosa G.M. Smith	+	+	+	+	+	
Bracteococcus minor (Chod)Petrova	+	+		+		
Coccomixa confluens (Kutz)Fott.	+	+	+	+	+	
Chlorella vulgaris Beijer.	+	+	+	+	+	+
ПорядокChlorosarcinales *Tetracystis Brown et Bold sp.*	+	+	+	+	+	
Всего:	10	10	9	10	9	2
Отдел CYANOPHYTA (PROCARIOTA)						
Порядок Nostocales *Cylindrospermum stagnale (Kütz.) Born. Et Flah.*	+	+	+	+	+	
Порядок Oscillatoriales *Oscillatoria brevis (Kütz.) Gom.*	+					
Phormidium dimorphum Lemm.	+	+	+	+	+	
Ph. Uncinatum (Ag.) Gom.	+	+	+	+	+	
Ph. Fovealarum (Mont)Gom.	+	+	+	+	+	
Всего:	5	4	4	4	4	0
Отдел BACILLARIOPHYTA						
Порядок Raphinales *Navicula Borysp.*	+	+	+	+	+	
Navicula mutica Kuetz.	+	+	+	+	+	
Pinnularia Her. Sp.	+		+	+	+	+
Pinnularia borealis Her.	+	+	+		+	+
Hantzschia amphioxys (Her.) Grun.	+	+	+	+	+	+
Всего:	5	4	5	4	5	3
Итого по всем отделам:	**20**	**18**	**18**	**18**	**18**	**5**

Таблица 2 – Коэффициенты флористической связи альгофлоры вариантов опыта с разными дозами ЗШМ

Вариант	Число видов	Число общих видов	Число специфических видов	Коэффициент флористической связи	Степень сходства или различия
Контроль	20				
ЗШМ, 1 т/га	20-18	18	2-0	0,8	Сильное сходство
ЗШМ, 5 т/га	20-18	18	2-0	0,8	Сильное сходство
ЗШМ, 10 т/га	20-18	18	2-0	0,8	Сильное сходство
ЗШМ, 20 т/га	20-18	18	2-0	0,8	Сильное сходство
ЗШМ	20 - 5	5	15-0	-0,5	Умеренное различие

К тому же целлюлозоразлагающие организмы являются ключевыми организмами для поддержания функционирования экосистемы, поскольку с их деятельности в любой почве или атропогенно образованной среде начинается разложение органических остатков как высших, так и низших растительных и животных организмов. Согласно литературным данным [4] в зональной лугово-черноземной почве, примененной в наших опытах в качестве естественного субстратного компонента, разложение клетчатки осуществляется грибной и бактериальной микрофлорой. Актиномицеты принимают определенное участие в разложении, но их роль, судя по численности, незначительна.

Таблица 3 – Спектры жизненных форм (экобиоморф) альгофлоры вариантов опыта с разными дозами золы

Вариант	Формула
Контроль	$Ch_7B_5P_4H_3C_1$
1 т/га	$Ch_7B_4P_3H_3C_1$
5 т/га	$Ch_6B_5P_3H_3C_1$
10 т/га	$Ch_7B_4P_3H_3C_1$
20 т/га	$Ch_6B_5P_3H_3C_1$
Зола	B_3Ch_2

Нашими опытами установлено, что с увеличением дозы ЗШМ интенсивностьразложения хлопчатобумажного полотна возрастала с 27,1 % в варианте с дозой ЗШМ 0,5 т/га до 42,5 % с применением ЗШМ в дозе 40 т/га (рисунок 1). Одной из причин этого явления может быть некоторое увеличение щелочности почвы, отмеченное в опыте. Показатель pH в варианте с дозой золы 0,5 т/га был 7,35, в варианте с золой 40 т/га возрастал до 7,95. О влиянии реакции среды почвы на процесс разложения целлюлозы есть указания в литературе [4]. Авторами показано, что наиболее интенсивно в лабораторных опытах клетчатка разлагается при pH от 8,5 до 9, при этом величина разложения колеблется от 91 до 96 %.

Аналогичные результаты были получены в лабораторном опыте с фильтровальной бумагой. Интенсивность разложения клетчатки зависела от длительности периода разложения и дозы золы. Через 2 месяца проведения опыта интенсивность разложения бумаги в варианте с дозой ЗШМ 10 т/га составляла 20 % и увеличивалась до 80 % в варианте с максимальной дозой 60 т/га. Таким образом, даже при относительно высоких дозах золы ингибирования процессов разложения клетчатки не отмечено.

Таким образом, применение методов биоиндикации показало, что экологическая валентность использованных автотрофной и гетеротрофной биоиндикаторных систем в условиях применения ЗШМ оказалась довольно высокой. Опробованные дозы золы (от невысоких 0,5-5 т/га до 10-40 т/га) не оказали негативного влияния на альгофлору лугово-черноземной почвы на организменном и ценотическом уровнях. Состав альгофлоры при всех использованных дозах оставался достаточно стабильным, о чем свидетельствует флористический анализ, включающий определение структуры альгосообществ, коэффициентов флористической связи и спектров жизненных форм - экобиоморф.

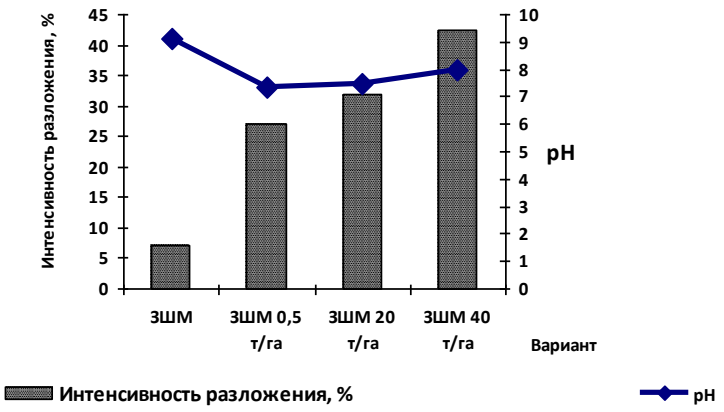


Рисунок – Влияние разных доз ЗШМ на интенсивность разложения хлопчатобумажного полотна и величину pH лугово-черноземной почвы

Комплекс целлюлозоразрушающих организмов, взятый как представитель гетеротрофной биоиндикаторной системы и являющийся в любых почвах начальным звеном трансформации органического вещества, также не был угнетен при изученных дозах золы. Напротив, отмечена стимуляция его с увеличением дозы внесения золы в пределах от 0,5 до 60 т/га. Таким образом, выявлена относительно высокая устойчивость почвенных альгоценозов и комплекса гетеротрофной целлюлозоразрушающей микрофлоры к изменению эдафических факторов в условиях применения ЗШМ, что имеет положительное значение для сохранения экологического равновесия почвенных биоценозов при техногенной геохимической нагрузке в зоне золотвалов. Результаты биотестирования указывают на возможность применения ЗШМ с экологической точки зрения в целях повышения продуктивности земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева В. М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta, Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). – С-Пб.: Наука, 1998. – 351 с.

2. Гиндемит А.М., Ли М.А., Березин Л.В., Жданов А.В. Гранзол-перспективный мелиорант // Мат. докл. VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Всероссийская конф. с международ. участием «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования» (Петрозаводск-Москва, 13-18 августа 2012 г.). – Петрозаводск, 2012. – Кн. 1. – С. 286-287.

3. Зенова Г.М., Штина А.Е. Почвенные водоросли : учеб. пособие. – М. : МГУ, 1990. – 78 с.

4. Леонова В.В., Пирогова Т.И. Микробиологические исследования Омской школы почвоведения К. П. Горшенина и Градобоева Н.Д. // Развитие почвоведения и проблемы рационального использования почв Сибири: Матер. Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию К.П. Горшенина и 100-летию Н.Д. Градобоева. – Омск, 2013. – С. 84-89.

5. Леонова В.В., Азаренко Ю.А., Парфенова Я.В. Альгофлора почв борного засоления юга Западной Сибири // Омский научный вестник. – 2013. – № 1(118). – С. 188-192.

6. Малышев Л. И. Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии. – Л., 1972 . – С. 17-40.

7. Штина Э.А., Зенова Г.М., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1449-1461.

8. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. – М.: Наука, 1976 – 143с.

УДК 330.620.334

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ ПЕЧАТИ С УЧЁТОМ ПРОБЛЕМАТИКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Веретёхин Андрей Васильевич, *Крымский институт информационно–полиграфических технологий,* ***Россия****, г. Симферополь, v_a_v_crimea@mail.ru*

Определяются причины возникновения, виды промышленных отходов предприятий отрасли печати и пути их снижения.

Ключевые слова: промышленные отходы полиграфии, экология полиграфии, эколого–экономическая безопасность, экологическая политика.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC POLICY OF THE PRINTING INDUSTRY ENTERPRISES IN VIEW OF WASTE PRODUCTION PROBLEMS

Veretyokhin A.V.

There are causes and types of Printing Industries waste. The ways to reduce them are identified.

Keywords: Printing Industries waste, environment of printing industries, ecological and economic security, environmental management.

Введение. В современных условиях *актуальность* решения проблемы отходов предприятий отраслевого кластера печати вызвана его интенсивным развитием. В Российской

Федерации количество полиграфических и целлюлозно–бумажных производств постоянно растёт. В 2005г. их насчитывалось 19593, к 2010г. стало 24153. На конец 2012г. количество предприятий увеличилось до 27938. Объемы производства соответственно составили: 2005г. – 315 млрд.руб., 2010г. – 636 млрд.руб., 2012г. – 743 млрд.руб. [4]. Эта тенденция сохраняется, а значит, обостряется проблема промышленных отходов.

Невзирая на значительные расходы по модернизации полиграфических производств рентабельность данной промышленной отрасли на протяжении последних лет находилась на довольно высоком уровне. С 2003 она колебалась в пределах 10–12 %. Исключение составил только наиболее тяжелый кризисный 2008 год – 9 % [6]. Эти данные достаточно позитивно характеризуют бизнес–привлекательность и стабильность отрасли.

Отдельные экологические аспекты промышленных отходов предприятий отрасли печати рассматривались учёными: Л.Н. Блиновым, А.В. Ивановым, В. С. Лапатухиным, А. Макаровым, Т.Д. Яловой, Catherine Ramus, Nelson R Eldred, Paul J Hartsuch.

Некоторые вопросы экономической устойчивости издательско–полиграфического комплекса представлены в работах: С.Г. Борисовой, М.В. Василовской, Л.А. Галкиной, Н.М. Гущиной, М.А. Климовой, М.А. Колпаковой, И.В. Кривко, Е.М. Мерзликиной, Л.К. Никандровой, Ю.Л. Никольской, Т.Ш. Раскиной.

В тоже время, как нам представляется, успешная работа издательств и полиграфических организаций не может рассматриваться без учёта решения вопроса их промышленных отходов.

Целью исследования являются определение причин возникновения, видов промышленных отходов предприятий отрасли печати и пути их снижения.

Материалы и методы исследования. Объекты исследования – промышленные отходы предприятий отрасли печати. Для построения схемы экологического управления предприятием были использованы модель цикла Шухарта–Деминга (PDCA), международный стандарт ISO 14000/ISO 14001:2004 [10]).

Результаты исследований и обсуждение. Предприятия отрасли печати не относятся к особо вредным с точки зрения загрязнения среды обитания. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов 2014г. производственные отходы бумаги, бумажных изделий и полиграфической деятельности имеют III класс опасности (умеренно опасные) [2]. В тоже время полиграфические предприятия расположены на территориях крупных населённых пунктов. Они, как правило, не имеют буферной санитарной зоны. Специфика производства подразумевает использование веществ и материалов, оказывающих негативное влияние на здоровье человека и создающих определенные трудности, связанные с безопасной утилизацией отходов. Эти предприятия наносят ощутимый экологический вред региону, на территории которого расположены.

В полиграфии отходы образуются на всех основных производственных процессах: допечатная подготовка, печать, послепечатная обработка.

При изготовлении тиража может уйти в обрезки более 40 % бумаги. Такой результат, согласно нормативам отходов в полиграфическом производстве, можно получить, например, при офсетной однокрасочной печати на книжной ротации. Что является типичным для российских изданий. В зависимости от вида печати и тиража, в среднем, в полиграфии от общего объёма бумаги тратится на технические нужды 7–8 %, а на обрезку – 10–30 %.

Производственный процесс полиграфических предприятий характеризуется загрязнением воздуха бумажной пылью, испарениями летучих соединений: проявителей, растворителей, клея. Многие из применяемых растворителей токсичны. Основные загрязнители сточных вод: металлы (железо, цинк, медь, никель, хром, кобальт, свинец и сурьма), нефтепродукты (керосин, бензин, уайтспирит, смазочные масла), поверхностноактивные вещества. В травильно–гальванических процессах образуются отходы: едкий натрий, азотная, серная, соляная, уксусная, фосфорные кислоты. При производстве офсетных печатных форм возникают диазосоединения (например хинондиазид). В процессе изготовления офсетных пластин (зернение, шлифовка, травление) в стоки сбрасываются пыль абразивов (корунд, монокорунд, песок, пемзовая взвесь). При печатании образуются твёрдые остатки: бумага, плёнки, печатные формы, осветительные лампы. Полиграфии присуще сочетание вредных веществ однонаправленного действия. Например: стирол, нитрил акриловой кислоты, серные ангид-

риды, хлоро– и фтороводород, ацетон, бензол, толуол, бензин, серная и уксусная кислоты, оксиды азота и углерода [1].

Некоторые отходы подлежат переработке и могут применяться в других технологических процессах. В современных условиях вторичным сырьём являются: обрез, бракованная продукция, бумажный срыв, остатки ролей. Такие материалы используются в изготовлении бумаги с содержанием макулатуры. Рециклингу иногда подвергаются гофрокартон, офисная бумага, печатные формы, тара. Из отходов от фотопроцессов восстанавливают серебро [1]. Существенные безвозвратные потери составляют бумажные гильзы, емкости из–под химикатов. Первые характеризуются высоким содержанием клеев. Тара, как правило, содержит трудноудаляемые химические отложения [5]. Специализированные фирмы осуществляют утилизацию опасных отходов. Следовательно, для полиграфических предприятий это затратно.

В странах Европейского Союза доля перерабатываемой упаковки составляет более 50 %. Это закреплено законодательно. В Российской Федерации более 50 % упаковки утилизируют захоронением, и лишь менее 20 % подвергается переработке и вторичному использованию. Для упаковки из полимерных материалов этот показатель составляет не более 8 %. Около одной тонны мусора в год приходится на одного россиянина. Содержание в нём упаковки примерно 30 %, а отходы из бумаги и картона — 35 % [3].

Массовая доля бумажных отходов составляет почти половину всего утильсырья. В первом десятилетии XXI века собираемость макулатуры в РФ вчетверо раз ниже среднемирового показателя – 12 % против 49 % (среднеевропейский показатель в 2008г. – 64,5 %).

Экологические и экономические проблемы взаимосвязаны. Центральными темами обсуждения, например, на конференции «Offset & Beyond» в Торонто являлись тенденции стремительной трансформации полиграфии в экологически ориентированную отрасль [8]. Многие прогрессивные зарубежные производители инициируют и внедряют использование экологичных материалов. Всё более популярны сертифицированные по стандартам Green Seal/Green–E марки бумаги с макулатурной составляющей прядка 30 %. Очевидны эколого–экономические перспективы применения технологий бесхлорного отбеливания. Всё шире сфера использования энергетики, основанной на возобновляемых источниках. В канадском отделении Sappi Fine Paper ещё в 2007 году сертифицировали большинство своих продуктов по концептуальной методике «Sustainable Forestry Initiative» («инициатива по устойчивому лесопользованию») [9]. В программу конференции Labelexpo 2014, проходившей в Южном Китае (Гуанчжоу), были включены, в числе наиболее важных, вопросы внедрения инновационных технологий и использование современных материалов во флексографии. В основном докладе отмечалось, что сокращение отходов, создание экологического сознания и эффективное управление позволяют получать весомый экономический эффект в сочетании со снижением негативного влияния печатных производств на окружающую среду [7].

Таким образом, в настоящее время для предприятий полиграфии существуют несколько путей уменьшения отходов. Прежде всего, организации могут внедрять передовые технологии. Это малоотходный, но высоко затратный подход. Во – вторых, можно использовать экологически чистые и подлежащие переработке материалы. Например, применять краски на основе масел, заменить свинцовые печатные формы на многоразовые легко разлагаемые полимерные. Менее затратно, но тоже эффективно в рамках существующих на предприятии технологий построить производственный процесс, рационально использующий материалы. Последнее можно достичь, например, сделав формат страниц чётко кратным размеру листа.

Опыт хозяйствования на некоторых российских и иностранных предприятиях отрасли печати показывает, что внедрение малоотходных производственных схем, а также безопасных материалов даёт в перспективе материальные выгоды, окупающие инвестиции в инновации. Организациям выгодно соблюдать природоохранные нормы не только формалистически. Некоторые промышленники уже сейчас стремятся выстроить управленческую схему с учетом оптимизации потоков отходов. Однако такие мероприятия пока имеют разовый, хаотический характер. Только системный подход к проблеме может дать значительный результат. Менеджмент организаций следует строить исходя из сложившихся реалий. Тем более что применению экологически ориентированных систем управления на российских предприятиях полиграфии способствуют два основных фактора. Во–первых – необходимость соответствия требованиям в области охраны окружающей среды, обусловленная совершенство-

ванием законодательства РФ. Во–вторых – экономические резоны, связанные с борьбой за сбережение сырья и материалов, рачительным обращением с отходами и снижение, таким образом, издержек.

В среде предпринимателей–промышленников успешный бизнес всё чаще ассоциируется не только с прибыльностью. Он должен быть, кроме того, социальноответственным и экологически безопасным. Зачастую столь разновекторные аттракторы естественным образом вступают в противоречие.

В связи с необходимостью согласования множественных конфликтующих факторов назревает насущная необходимость внедрять систематизированный экологический подход к управлению экономической деятельностью печатных предприятий, с учётом проблематики промышленных отходов производства. Для описания алгоритма руководства данной сферой применима модель цикла Шухарта–Деминга. Она базируется на непрерывном развитии и улучшении последовательно взаимосвязанных этапов администрирования (рисунок 1).

Рисунок 1 – Схема экологического управления предприятием
(построена автором согласно международному стандарту ISO 14000/ISO 14001:2004 [3])

Заключение. Полиграфическая отрасль не считается опасной. Однако её повышенное материало– и энергопотребление, особенности производственных процессов оказывают значительное влияние на окружающую среду. Расположение издательско–полиграфического бизнеса в крупных населенных пунктах, а также его устойчивое развитие создают предпосылки для негативного действия на экологию и в будущем.

Экологическая эффективность и экономическая устойчивость являются взаимно интегрированными понятиями для предприятий отрасли. Современные экологичные способы печати, безопасные расходные материалы и сырье позволяют снизить затраты на регенерацию и утилизацию отходов. Выявлен высокий потенциал российских предприятий во вторичном применении бумаги и пластиков, использовании технологий рекуперации химических материалов.

Внедрение на полиграфическом предприятии системы экологического менеджмента, на основе предложенной в работе модели управления организацией с применением международного стандарта ISO 14000/ISO 14001:2004, минимизирует вред окружающей среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинов Л.Н., Иванов А.В. Физико–химические основы полиграфического производства. – СПб. : Изд–во Политехн. ун–та, 2011. – 351 с.

2. Конвертер видов отходов ФККО – 2002 (2003) в виды отходов ФККО–2014 – М.: . Фед. служба по надз. в сф. природопольз., 2014. – 11 с.

3. Макаров А. Экологический вызов и полиграфия // Курсив. – 2013. – № 4. – С. 2–6.

4. О промышленной политике в Российской Федерации библиодосье к парламент. слушаниям / Управлен. библиот. фондов Парламент. библиотеки. – М., 2014. – 50 с.

5. Рециклинг в полиграфии / Green–Printing.ru Экологичная полиграфия: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://greenprinting.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=59

6. Сухарев О.С., Стрижакова Е.Н. Индустриальная политика и развитие промышленных систем // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 15. – С. 2–21.

7. Jari Haavisto, Heini Lehti, John Li. Keynote presentation: Best practices to make your company more sustainable // Print Conference Labelexpo South China, 3–5 December 2014: [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://www.labelexpo–southchina.com

8. Offset & Beyond 2007 Conference, February 2007 // packagePRINTING. Официальный сайт: North American Publishing Company (NAPCO) – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.packageprinting.com/article/offset–andamp–beyond–2007–conference–48083/1.

9. Scott Bury. Paper Report: [Электронный ресурс] // Интернет–журнал Graphic Arts Monthly. – 2007. – May 9. – Режим доступа: http://graphicartsmag.com/articles/2007/05/

10. The ISO 14000 family of International Standards – Environmental Management. – Genève.: ISO Central Secretariat, 2009. – 11 p.

УДК 615.9:658.567.002.8

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОТОКСИЧНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Петрова Светлана Юрьевна, *кандидат медицинских наук, Республиканское унитарное предприятие «Научно–практический центр гигиены», **Республика Беларусь**, г. Минск, petrova524a@mail.ru*

Войтович Александр Михайлович, *кандидат биологических наук, Республиканское унитарное предприятие «Научно–практический центр гигиены», **Республика Беларусь**, г. Минск, toxlab@mail.ru*

Ильюкова Ирина Ивановна, *кандидат медицинских наук Республиканское унитарное предприятие «Научно–практический центр гигиены», **Республика Беларусь**, г. Минск, toxlab@mail.ru*

Гомолко Татьяна Николаевна, *Республиканское унитарное предприятие «Научно–практический центр гигиены», **Республика Беларусь**, г. Минск, tgomolko@mail.ru*

На примере гигиенической оценки металлосодержащего отхода гальванического производства показан комплексный подход к установлению параметров экотоксичности отходов производства с применением тест–объектов: *Lymnaea stagnalis, Tetrahymena pyriformis,* семена овса, огурцов, редиса.

Ключевые слова: отходы производства, экотоксичность, тест–объекты.

APPROACHES FOR ECOTOXICITY PRODUCTION WASTE

Petrova S.Yu., Voitovich A.M., Ilyukova I.I., Gomolko T.N.

On the example of hygienic assessment of waste containing metal electroplating shows an integrated approach to setting parameters for ecotoxicity of waste production with the use of test objects: *Lymnaea stagnalis, Tetrahymena pyriformis*, seeds: oats, cucumber, radish.

Key words: waste, ecotoxicity, test – objects.

Введение. Подавляющее число отходов в зависимости от класса опасности попадают для захоронения на соответствующие полигоны, которые впоследствии становятся источниками поступления потенциально опасных химических веществ в окружающую среду: в почву, подпочвенные воды, открытые водоемы и включаться в пищевые цепи.

При транзите потенциально опасных соединений через природные среды является избирательное накопление отдельных соединений как в различных видах растений и живот-

ных, так и отдельных органах и тканях организма [2,5,6,7]. Процесс этот может протекать в течение длительного срока, сопоставимого с продолжительностью жизни особей конкретного вида и часто происходит на фоне видимого благополучия окружающей среды и биоты.

В настоящее время перед исследователями стоит задача по поиску простых, недорогих и объективных тест–объектов для оценки экотоксичности отходов. Так как токсические компоненты отходов накапливаются в водоемах, целесообразно использовать гидробионтов [1,10], в частности моллюсков, одноклеточных, а также растения. Беспозвоночных широко используют при токсикологической оценке окружающей среды [4]. Помимо летального эффекта на самих животных этот подход позволяет изучать цитотоксическое воздействие на гематоциты, мутагенный эффект в микроядерном тесте [12,3] и процессы клеточной гибели [11].

Простейшие *Tetrahymena pyriformis* являются одним из тест–объектов в токсикологии. Сравнительная оценка в параллельных тестах на водорослях и бактериях показала эффективность тестов на *Tetrahymena pyriformis* [8]. В настоящее время тест на простейших не включен в перечень, рекомендуемых в акватоксикологии согласно требованиям REACH. Однако, согласно базе данных TETRATOX, более чем 2000 исследований различных химических веществ на *Tetrahymena pyriformis* были использованы при разработке подходов оценки токсичности расчетным методом – QSAR, лежащим в основе интегральной оценки акватоксичности [9].

Материалы и методы исследований. В тесте на большом прудовике *Lymnaea stagnalis* использовали животных лабораторной разводки, полученной ранее от особей, выловленных в естественных водоемах. При проведении эксперимента образцы гальванических отходов (50 г х 2) поместили в стаканы, содержащие 1л водопроводной воды. При такой схеме хорошо имитируется дно водоема. На шестые сутки у животных была взята мантийная жидкость путем раздражения ноги кисточкой. Клеточную суспензию фиксировали смесью ледяной уксусной кислоты и этанола (1:3), через сутки готовили мазки и красили по Гимза, учитывали клетки с микроядрами, признаками повреждения ядра – апоптозом и апоптотические тела. Цитогенетические исследования проводили на микроскопе Axioskop 40 (х1000).

В ходе проведения эксперимента проводился учет гибели животных на всех стадиях проведения эксперимента.

Tetrahymena pyriformis одноклеточный организм, преимуществом которого является быстрое достижение токсического эффекта вследствие малых размеров. Первичная токсикологическая оценка отходов производства осуществлялась на популяции *Tetrahymena pyriformis* в стационарной фазе роста.

При проведении острого (3–6 часов) и подострого (24 часа) экспериментов на основании расчета % летальности устанавливали основные параметры токсичности: $ЛД_{16}$ – доза, вызывающая гибель 16 % особей; $ЛД_{50}$ – доза, вызывающая гибель 50 % особей; $ЛД_{84}$ – доза, вызывающая гибель 84 % особей; $К_{кум}$ – коэффициент кумуляции как частное между средней смертельной дозой, полученной в подостром эксперименте и средней смертельной дозой, полученной в остром эксперименте.

Изучение токсичности отходов производства в хроническом эксперименте осуществляли на протяжении жизненного цикла популяции *Tetrahymena pyriformis*. Показатели, характеризующие закономерности роста популяций: мгновенная скорость роста, время генерации, число поколений; рассчитывали $ЕД_{16}$, $ЕД_{50}$, $ЕД_{84}$, Ккум, Крез (коэффициент резистентности), Кад (коэффициент адаптогенности), Zchr (зона хронического действия).

На основании полученных данных определяли максимально недействующую дозу (далее – МНД) и рассчитывали показатель $ЛД_{50}$/МНД. Длительность хронического эксперимента составила 96 часов. Изучение токсичности отходов производства в пролонгированном эксперименте осуществляли при семикратном пересеве популяции Tetrahymena pyriformis, культивируемой в среде, содержащей исследуемый отход, в свежеприготовленную среду, содержащую отход в тех же концентрациях.

Дополнительно рассчитывали показатель, характеризующий резерв адаптационных возможностей популяции – Рад. Длительность пролонгированного эксперимента составила 384 часа.

Для проведения фитотеста использовали семена 3–х культур: злаковых (овса), овощей (редиса, огурцов), всхожесть которых составляла не менее 95 %. Оценивали показатели фитотоксического действия отходов: снижение (по сравнению с контролем) всхожести семян, снижение длины корней, уменьшение скорости прорастания семян за первые 3 дня опыта.

На 7 сутки измеряли длину предварительно отмытых корешков проростков (биологический тест на проростках семян), определяли средние значения в опыте и контроле. Испытываемый отход оказывает фитотоксическое действие, если всхожесть составляет менее 80 % от контроля или семена не прорастают.

Указанные тест–системы были использованы в эксперименте по комплексной гигиенической оценке экотоксичности металлосодержащего отхода гальванического производства, представленного ГНУ «Физико–технический институт НАН Беларуси».

Результаты исследований и обсуждение. Результаты микроядерного теста представлены в таблице 1. За время проведения эксперимента на 2–3 сутки погибли все животные при концентрации 50г на 1л (10) и 5г на 1л (9). При концентрации 50 мг на 1л наблюдалась частичная гибель на завершающей стадии эксперимента (3 из 8). Гибель животных в контрольной серии не наблюдалась.

Таблица 1 – Цитогенетические повреждения клеток в мантийной жидкости моллюсков

Группы	Число животных	Число клеток	% клеток с		
			микроядрами	начальными признаками гибели	конечными признаками гибели (апоптотические тела)
Контроль	10	5075	0,39±0,01	0,28±0,01	0,26±0,01
Опыт	5	3000	0,77±0,02*	0,27±0,01	1,67±0,05*
Достоверность			p= 0,039	p= 0,88	p< 0,001

Как видно из результатов цитогенетического теста, представленный образец отходов вызвал статистически достоверный рост уровня аберрантных клеток (p=0,039) в мантийной жидкости моллюсков – в два раза по сравнению с контролем. Отмечено также семикратное увеличение числа апоптотических тел, характеризующих поздние стадии клеточной гибели (p<0,001). Кроме того, на препаратах мантийной жидкости, полученной от разных животных, встречались клетки с признаками некроза и гигантские клетки. Поэтому, учитывая массовую гибель животных, можно предположить, что на формирование микроядер в клетках мантийной жидкости повлияло общетоксическое действие отходов и связанные с ним физиологические процессы. Особо следует отметить выраженное токсическое действие отходов даже при уменьшении концентрации в водной среде на 3 порядка.

В остром эксперименте на тест–объекте *Tetrahymena pyriformis* во всех исследуемых пробах отмечено изменение формы тела и характера движения особей, появились уродливые организмы, начиная с концентрации 500 мг/мл заметны мертвые особи, их количество увеличивается пропорционально возрастанию концентрации отхода в пробе.

В подостром эксперименте во всех исследуемых концентрациях отмечено появление уродливых и мертвых организмов. Число погибших особей возросло пропорционально возрастанию концентрации отхода в пробах.

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод: отход мало токсичен, обладает умеренно выраженными кумулятивными свойствами (таблица 2).

При хроническом воздействии отход на протяжении всего периода исследования в концентрации 10^{-2} мг/мл оказал ростостимулирующее действие на популяцию *Tetrahymena pyriformis*. При концентрациях 10^{-1}–500 мг/мл, отмечено чередование периодов стимуляции и угнетения активности организмов на протяжении всего жизненного цикла. В хроническом

эксперименте на *Tetrahymena pyriformis* определена МНД, рассчитаны К кум$_{chronica}$ и показатель МНД/ЛД$_{50}$ (таблица 3).

Таблица 2 – Результаты изучения токсичности отхода гальванического производства в остром и подостром экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Величина токсичности	Класс токсичности
Острый эксперимент		
ЛД$_{16,}$ мг/мл	441	
ЛД$_{50,}$ мг/мл	548±3,03	4
ЛД$_{84,}$ мг/мл	655	–
Подострый эксперимент		
ЛД$_{16,}$ мг/мл	104	–
ЛД$_{50,}$ мг/мл	200±0,72	–
ЛД$_{84,}$ мг/мл	297	–
К$_{кум}$	0,37	3

Таблица 3 – Токсичность отхода гальванического производства по результатам его оценки в хроническом эксперименте на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Результат	Класс токсичности
ЕД$_{50}$, мг/мл, лог. фаза	0,99±0,09	–
ЕД$_{50}$, мг/мл, стац. фаза	0,54±0,00	–
Ккум$_{chronica}$	0,62	4
МНД, мг/мл	10^{-2}	3
ЛД$_{50}$/МНД	$54{,}8 \times 10^{3}$	3

Анализ адаптационных колебаний и их количественная оценка выявили увеличение адаптационных возможностей популяции, культивируемой в среде, содержащей исследуемый образец в концентрациях 10^{-2} мг/мл и 10 мг/мл соответственно; отход гальванического производства, присутствующий в среде культивирования в остальных исследуемых концентрациях, вызвал снижение адаптационных возможностей популяции по отношению к контролю, не проявил мутагенной активности, но снизил кислотную резистентность тест–объекта на 20 % и больше по сравнению с контролем.

Учитывая принцип комплексной оценки [3], отход гальванического производства, относится к 3 классу токсичности (умеренно токсичный).

Согласно результатам, приведенным в таблице 4 экстракт отхода не оказывает влияния на прорастание семян редиса, огурцов, овса и длину проростков.

Таблица 4 – Влияние экстракта отхода в тесте на прорастание семян (3 сутки).

Тест–культура	Количество проросших семян / % прорастания		Средняя длина корешков проростков семян, см	
	Контроль дистиллированная вода	Отход, 1: 10	Контроль дистиллированная вода	Отход, 1:10
Редис	25,3 ±0,22 / 100	25,6 ±0,21 / 101	4,55 ± 0,23	4,60 ± 0,21
Огурцы	29,0 ±0,58 / 100	28,6 ±0,32 / 98	6,84 ± 0,26	6,59 ± 0,23
Овес	24,6 ±0,45 / 100	23,6 ±0,31 / 96	6,61 ± 0,34	5,92 ± 0,32

Заключение. Изученный образец отходов обладает генотоксическими свойствами в микроядерном тесте на L. Stagnalis и оказывает выраженное токсическое воздействие на гидробионтов. По результатам токсикологической оценки в остром, подостром и хроническом экспериментах на Tetrahymena pyriformis отход относится к 3 классу токсичности (умеренно

токсичный). Отход не обладает фитотоксическим действием в тесте на прорастание семян. Предложенный комплексный подход гигиенической оценки экотоксического действия отходов производства позволяет объективно устанавливать класс опасности отходов производства с целью решения вопроса о возможности дальнейшего использования отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологичского биотестирования на *Daphnia magna Str*. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн. – 2000. – Т. 36. – № 5. – С. 50–70.

2. Бутовский, Р.О. Тяжелые металлы в жужелицах (*Calioptera, Carabidae*) // Агрохимия. – 1997. – №11. – С. 78–86.

3. Инструкция № 20–0102. Инструкция по гигиенической оценке химических веществ, многокомпонентных смесей и полимерных материалов на *Tetrahymena pyriformis*. – Минск, 2002.

4. Киричук Г.Е. Особенности накопления ионов тяжелых металлов в организме двустворчатых моллюсков // Гидробиол. журн. – 2003. – Т. 39. – №3. – С. 45–55.

5. Леонтьева О.А., Семенов Д.В. Земноводные как биоиндикаторы антропогенных изменений среды // Успехи соврем. биологии. – 1997. – Т. 117. – Вып. 6. – С. 726–737.

6. Лукьянова Л.Е., Лукьянова О.А. Реакция сообществ и популяций мелких млекопитающих на техногенные воздействия. II. Популяции (рыжая полевка как модель) // Успехи совр. биологии. – 1998. – Т. 118. – Вып. 6. – С. 693–706.

7. Михеева Е.В., Жигальский О.А., Мамина В.П. Тяжелые металлы в системе почва–растение–животное в районе естественной геохимической аномалии // Экология. – 2003. – № 4.– С. 318–320.

8. Comparative use of bacterial, Algal, protozoan tests to study toxicity of azo– and anthraquinone dyes / Č. Novotny [et al.] // Chemosphere. – 2006. – Vol. 63. – P. 1436–1442.

9. Guidance document for using the OESD (Q)SAR application toolbox to develop chemical categories according to the OESD guidance on grouping of chemicals // Series on testing and assessment. No 102. JT03260091. – 2009. – 406 p.

10. Jaylet A., Gauthier L., Fernandes M. Detection of mutagenecity in drincing water using a micronucleus test in newt larvae (*Pleurodeles walt*) // Mutagenesis. – 1987. –Vol. 2. – № 3. – P. 211–214.

11. Application of the micronucleus and comet assays to mussel *Dreissena* polymorpha haemocytes for genotoxicity monitoring of freshwater environments / G. I. V. Klobučar [et al.] // Aquatic Toxicology. – 2003. – Vol.64, N 1. – P.15–23.

12. Detection of micronuclei in haemocytes of zebra mussel and great ramshorn snail exposed to pentachlorophenol / M. Pavlica [et al.] // Mutat. Res. – 2000. – Vol. 465. – N 2. – P. 145–150.

13. Pruski A.M. Effect of cadmium on nuclear integrity and DNA repair efficency in the gill cells of *Mytilus edelis L.* / A.M. Pruski, D.R. Dixon // Aquatic Toxicology. – 2002. – Vol. 57. – N3. – P. 127–137.

УДК 678.762.2

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО КОАГУЛЯНТА НА ОСНОВЕ КАТИОННОГО ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА И ВОЛОКНИСТОЙ ДОБАВКИ В СОЧЕТАНИИ С МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ В ПРОЦЕССЕ ВЫДЕЛЕНИЯ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА ИЗ ЛАТЕКСА

Никулин Сергей Саввович, *академик РАЕ, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», **Россия**, г. Воронеж, Nikulin.nikuli@yandex.ru*

Никулина Надежда Сергеевна, *кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО «Воронежский институт государственной противопожарной службы МЧС России», **Россия**, г. Воронеж, nikulina2013@yandex.ru*

Шульгина Юлия Евгеньевна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», **Россия**, г. Воронеж, prostoyulianna@mail.ru*

В работе исследовали применение магнитного поля в сочетании с катионным полиэлектролитом поли-N,N-диметил-NN-диаллиламмонийхлорида для выделения бутадиен-стирольного каучука из латекса СКС-30 АРК. Применения данной технологии выделения каучука позволяет снизить расход коагулирующего агента, рационально использовать отходы текстильных производств, уменьшить количество сбрасываемых веществ на очистные сооружения, способствовать сохранению окружающей среды.

Ключевые слова: синтетические эмульсионные каучуки; латекс; коагуляция; магнитное поле.

APPLICATION OF THE COMBINED-BASED COAGULANTS CATIONIC POLYELECTROLYTE AND FIBER SUPPLEMENTS IN COMBINATION WITH MAGNETIC FIELD IN THE PROCESS OF SEPARATION OF STYRENE-BUTADIENE RUBBER FROM

Nikulin S.S., Nikulina N.S., Shulgina Y.E.

In this paper we studied the application magnetic field for allocation of styrene-butadiene rubber latex SKS-30 ARCin the presence of poly-N,N-dimethyl-N,N-diallilammonychloride. Applications of this technology allows to reduce the consumption allocation coagulating agent, rational use of textile waste, reduce the amount of substances discharged to the treatment plant, help to save the environment.

Keywords: synthetic emulsion rubbers; latex; coagulation; magnetic field.

Сохранение окружающей среды является одной из важнейших проблем человечества. Промышленность синтетического каучука во всем мире является потребителем колоссального количества природного сырья, что оказывает негативное влияние на окружающую среду, включая воздушный и водный бассейны.

Одной из ключевых стадий получения эмульсионных каучуков является стадия выделения их из латекса, где используются в качестве коагулирующих агентов минеральные соли и кислоты, приводящие к загрязнению сбрасываемых сточных вод, что создает ряд экологических проблем [1].

Существует значительные количества органических и неорганических коагулянтов как синтетического, так и природного происхождения, позволяющих существенно снизить или исключить применяемые в настоящее время традиционные коагулянты на основе минеральных солей в технологии выделения каучука из латекса.

Особый интерес представляют полимерные четвертичные соли аммония, обладающие высокой коагулирующей активностью. Известно, что они могут взаимодействовать с компонентами эмульсионной системы с образованием нерастворимых солей, которые захватываются крошкой каучука, что приводит к уменьшению количества сбрасываемых веществ на очистные сооружения [2]. Одним из таких коагулянтов является поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорид.

Существенным недостатком полимерных катионных электролитов является их высокая стоимость, что сдерживает активное внедрение данных продуктов в технологический

процесс выделения каучуков из латекса. Поэтому снижение расхода дорогостоящего и дефицитного коагулирующего агента является важной и актуальной задачей. Решение данного вопроса позволит не только снизить стоимость получаемой продукции, но и уменьшить экологическую напряженность.

Одним из перспективных способов может служить выделение каучука из латекса с дополнительным введением в процесс волокон различного вида (хлопкового, вискозного, капронового, ацетатного). Волокна в больших количествах в качестве отходов присутствуют на ткатских фабриках, швейных мастерских, и др. Данные волокнистые отходы как правило, не находят своего применения и сбрасываются в отвал. Использование их в производстве эмульсионных каучуков могло бы обеспечить достижение значительного экономического и природоохранного эффекта за счет расширения ассортимента выпускаемой продукции, снижения потерь крошки каучука, волокнистых материалов и защиты окружающей среды [6].

В последнее время проявляется интерес к применению различных физических полей в технологическом процессе производства синтетических полимеров. В статье [3] показано, что обработка бутадиен-стирольного латекса СКС-30 АРК магнитным полем позволяет снизить расход такого коагулирующего агента N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорида почти в 1,5-2,0 раза. Авторы связывают это с тем, что в процессе магнитной обработки происходит частичная десорбция стабилизатора с поверхности латексных частиц в водную фазу латексной системы.

В работе [5] образцы разбавленного латекса бутадиен-стирольного каучука СКС-30 АРК подвергали ультразвуковому воздействию с помощью генератора марки УЗГ 13-0,1/22. Установлено, что ультразвуковое воздействие в течение 60 минут способствует снижению поверхностного натяжения латекса с 67 до 60 мН/м.

Применение магнитных полей позволило повысить прочностные показатели клеевого соединения [4].

В данной работе изучали влияние воздействия постоянного магнитного поля на процесс выделения каучука из латекса СКС-30 АРК при использовании в качестве коагулирующего агента поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорида в сочетании с волокнистыми добавками.

Материалы и методы исследования. Изучение влияния магнитного поля на процесс коагуляции проводили на каучуковом латексе СКС-30 АРК (ТУ 38.40355-99) выпускаемом в промышленных масштабах.

В качестве коагулянта применяли поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорид (ВПК-402), ТУ 2227-184-00203312-98. Для работы его разбавляли до концентрации 1,5-2 %.

Для реализации программы по изучению влияния постоянного магнитного поля на процесс коагуляции использовали установку, описанную в работе [3]. Исследования проводились при использовании напряженности в интервале от 8 до $22 \cdot 10^4$ А/м.

Латекс СКС-30 АРК (как с волокном, так и без него) помещали в стеклянную кювету размером 15×30×50 мм, подвергали обработке магнитным полем различной интенсивности в течение 1, 5, 15, 25 минут. Затем кювету с латексом извлекали из установки и проводили его коагуляцию путем введения заданных количеств водного раствора ВПК-402 с концентрацией ~ 2 %. Коагуляцию проводили по общепринятой методике, описанной в работе [6]. Выделение каучука из латекса осуществляли при 20±2 ^{o}C. После введения в латекс расчетного количества ВПК-402 его перемешивали в течение 2 минут и приливали раствор серной кислоты (концентрация ~ 2,0 %) до pH среды 2,5-3,0. Перемешивание продолжали еще в течение 2-3 минут, после чего извлекали образовавшуюся крошку каучука из водной фазы (серум), измельчали, промывали дистиллированной водой и сушили при температуре 80-85 ^{o}C до постоянной массы.

Обсуждение результатов. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что обработка латекса магнитным полем перед введением ВПК-402 и серной кислоты приводит к снижению расхода коагулянта с 3,5-4,0 до 2,5-3,0 кг/т каучука. По-видимому, это связано с тем, что в процессе магнитной обработки происходит частичная десорбция стаби-

лизатора с поверхности латексных частиц в водную фазу латексной системы. В данном случае, в отличие от действия только нейтрализационного фактора коагуляции при использования низкомолекулярных коагулянтов, происходит усиление процесса коагуляции за счет мостикообразования, свойственного полимерным флокулянтам.

Продолжительность обработки латекса магнитным полем в течение пяти минут и более приводит к полному выделению каучука из латекса при расходе ВПК-402 ~ 3,0 кг/т каучука и величине напряженности магнитного поля $8 \cdot 10^4$ А/м и ~ 2,5 кг/т каучука при напряженности магнитного поля $22 \cdot 10^4$ А/м. При отсутствии воздействия магнитного поля на латекс коагуляцию достигали при расходе ВПК-402 ~ 4,0 кг/т каучука.

Важным является не только полное выделение каучука из латекса, но и отсутствие в сбрасываемой водной фазе цехами выделения загрязняющих веществ. Из данных, представленных в таблице 1 видно, что использование ВПК-402 минимизирует экологическую опасность в производстве эмульсионных каучуков.

Таблица 1 – Влияние природы коагулирующего агента на содержание загрязнений в водной фазе

Показатели качества	Коагулянт	
	NaCl	ВПК-402
Расход коагулянта, кг/т каучука	150	3,0
pH коагуляции	2,5- 3,0	2,5- 3,0
ХПК, мг O_2 /дм^3	900-1500	60-100
БПК, мг O_2 /дм^3	300-750	25-50
Содержание лейканола в сточной воде, мг/дм^3	120-140	0

Использование волокон (расход 5 кг/т каучука) также позволяет сохранить высокую активность коагулирующей системы (выход крошки каучука) при расходе коагулянта 2,5 кг/т каучука. Добавление волокон способствует уменьшению загрязнения промышленных стоков. Кроме того, в серуме не обнаружено присутствие волокон, что свидетельствует о полном их захвате образующейся крошкой каучука.

Исследования показали, что все полученные образцы каучуков полностью удовлетворяли предъявляемым требованиям потребителя.

Выводы. Таким образом, применение в технологии выделения каучука из латекса катионного полиэлектролита в сочетании с магнитным полем и волокнами позволяет снизить с 3,5-4,0 до 2,5-3,0 кг/т каучука расход дорогого и дефицитного коагулирующего агента ВПК-402. Применение катионного полиэлектролита приводит к уменьшению количества сбрасываемых веществ на очистные сооружения. Добавление волокон способствует более рациональному использованию отходов текстильных производств, снижению загрязнения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверко-Антонович И.Ю. Синтетические латексы. М.: Альфа-М, 2005. – 125 с.

2. Гаршин А.П., Никулин С.С., Рыльков А.А., Слукина З.Д., Смурыгина В.П., Шаповалова Н.Н. // Произв-во и использ. эластомеров, 1996. – Т. 5. – С. 8-10.

3. Никулин С.С., Попов В.М., Латынин А.В., Шендриков М.А. // ЖПХ, 2013. – Т. 86. – Вып. 4. – С. 643-646.

4. Никулин С.С., Шульгина Ю.Е., Пояркова Т.Н. // ЖПХ, 2014. – Т. 87. – № 7. – С. 974-979.

5. Останкова И.В., Вережников В.Н.Корчагин, А.В. Протасов // Материалы научно-практической конференции «Проблемы и инновационные решения в химической технологии» «ПИРХТ». Воронеж, ООО «Издат-черноземье», 2013. – С. 278-280.

6. Пояркова Т.Н., Никулин С.С., Пугачева И.Н., Кудрина Г.В., Филимонова О.Н.Практикум по коллоидной химии латексов [Текст] : учеб. Пособие // М. : Издательский Дом «Академия естествознания», 2011. – 124 с.

УДК 691.178.004.14

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОПИТОЧНОГО СОСТАВА ИЗ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Филимонова Ольга Николаевна, *доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», **Россия**, г. Воронеж, olga270757@rambler.ru*

Никулин Сергей Саввович, *доктор технических наук,, профессор, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», **Россия**, г. Воронеж, Nikulin_sergey48@mail.ru*

Никулина Надежда Сергеевна, *кандидат технических наук ФГБОУ ВПО «Воронежский институт государственной противопожарной службы МЧС России», **Россия**, г. Воронеж nad.nikulina2013@yandex.ru*

Маслакова Татьяна Викторовна, *ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», **Россия**, г. Воронеж, RaupeTan@mail.ru*

Показана возможность и определены условия модификации пропиточным составом на основе отходов производства стирола и этилбензола для защитной обработки материалов из древесины березы.

Ключевые слова: отходы, модификация, пропиточный состав, древесина.

GETTING AN IMPREGNATING COMPOSITION OF THE WASTE PETROCHEMICALS TO PROTECT WOOD PRODUCTS

Filimonova O.N., Nikulin S.S., Nikulina N.S., Maslakova T.V.

The possibility and conditions for modification of the impregnating composition on the basis of the waste styrene and ethylbenzene for the protective treatment of materials made of birch wood.

Keywords: waste, modification, impregnation of wood.

Древесина – это универсальный природный материал, имеющий клеточно-волокнистое строение с развитой пористой структурой [10]. Однако наряду с комплексом положительных свойств, древесина обладает и рядом существенных недостатков: она сравнительно легко впитывает влагу и подвергается воздействию разрушающих ее химических факторов и биологических микроорганизмов. Для достижения максимальных возможностей использования древесного материала для изделий и конструкций, работающих в неблагоприятных условиях, прибегают к различным способам ее модификации и защитной обработке. Для модификации древесины используют фенолоальдегидные, аминоальдегидные, фурановые, полиэфирные и другие полимеры и олигомеры [9,5,11]. Однако предлагаемые для модификации органические соединения в ряде случаев являются дефицитными и дорогостоящими, а в некоторых случаях обладающие повышенной опасностью, что сдерживает их широкое применение. Поэтому и до настоящего времени проводятся активные поисковые исследования по расширению сырьевой базы веществ, используемых для защиты и модификации древесины.

В общем количестве древесного сырья в России возрастает доля низкокачественной древесины (НКД), к которой относится древесина мягких лиственных пород. В связи с этим модификация свойств НКД с целью расширения путей ее использования представляется весьма актуальной задачей. Лигниновый комплекс, составляющий основу древесины, гидролизуется под воздействием влаги и атмосферы. Для модификации свойств НКД используют низкомолекулярные полимеры. В ряде работ [1,2,7] описано использование для этих целей отходов нефтехимических производств. При этом было показано, что на стабилизацию свойств, древесины большое влияние оказывает молекулярная масса применяемых сополимеров и их состав.

В связи с этим целесообразным становится использование для защиты древесных материалов относительно доступных и дешевых полимерных материалов получаемых из отходов и побочных продуктов химических и нефтехимических производств, таких, например, как сополимеры на основе кубовых остатков ректификации стирола.

Объектом наших исследований являлась физическая смесь, которая состоит из сополимера «СТАМ», полученного на основе стиролсодержащего отхода и малеиновой кислоты, а также кубового остатка ректификации этилбензола (КОРЭ).

Задачами исследований были следующие:

– определение физико-химических показателей физической смеси сополимера «СТАМ» и КОРЭ при различных соотношениях;

– проведение эксперимента по модификации древесных материалов смесью сополимера «СТАМ» и КОРЭ;

– определение оптимальных условий модификации древесины березы пропиточным составом на основе физической смеси сополимера «СТАМ» и КОРЭ для улучшения их влаго- и атмосферостойкости.

Интерес представляет использование сополимера «СТАМ» для модификации мало ценных пород древесины. Наличие в структуре сополимера «СТАМ» нескольких функциональных групп (карбоксильных, ангидридных, гидроксильных) позволяет предположить, что данный сополимер будет химически взаимодействовать с полимерными компонентами древесины и связываться с ней [8].

Физико-химические показатели физической смеси сополимера «СТАМ» и КОРЭ при различных соотношениях компонентов по результатам измерений бромного числа и сухого остатка приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения бромного числа и сухого остатка физической смеси сополимера «СТАМ» и КОРЭ

Наименование и соотношение компонентов	Б.ч., мг Br_2/100 г	Сухой остаток, %
КОРЭ – СТАМ (1:1)	124,6	22,25
КОРЭ – СТАМ (1:2)	116,4	33,97
КОРЭ – СТАМ (2:1)	111,2	22,65

Результаты расчетов характеристической вязкости и молекулярной массы приводятся в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов характеристической вязкости и молекулярной массы

Наименование и соотношение компонентов	Характеристическая вязкость, $[\eta]$	Средняя молекулярная масса, $\overline{M}_v$
КОРЭ – СТАМ (1:1)	0,0925	2170,18
КОРЭ – СТАМ (1:2)	0,1023	2452,14
КОРЭ – СТАМ (2:1)	0,0776	1751,97

Изучение процесса модификации березы проводили с использованием метода планирования эксперимента. Исследование влияния таких факторов, как температура пропиточного состава, продолжительность пропитки, температура и продолжительность термообработки проводили с применением плана греко-латинского квадрата 4×4 [4]. Для каждого фактора были взяты четыре уровня варьирования: фактор A – температура пропиточного состава – 20, 45, 70, 95 ^{0}C; фактор B – продолжительность пропитки – 1, 3, 5, 7 ч; фактор C – температура термообработки – 110, 130, 150, 170 ^{0}C; фактор D – продолжительность термообработки – 1, 3, 5, 7 ч.

Матрица плана греко-латинского квадрата для пропитки древесины березы физической смесью КОРЭ и сополимера «СТАМ» в соотношениях 1:1, 1:2, 2:1 представлена в таблице 3.

После обработки по программе значений водопоглощения, разбухания в тангенциальном и в радиальном направлениях от факторов A, B, C, D были получены следующие уравнения регрессии:

– для соотношения КОРЭ – сополимер «СТАМ» 1:1

водопоглощение W, %

$$Y(A, B, C, D)=2{,}47\cdot10^{-5}(195{,}45-3{,}92a)(16{,}64-0{,}36b)(618{,}82-13{,}88c)(5{,}03-0{,}03d);$$

разбухание в тангенциальном направлении a_t, %

$$Y(A, B, C, D)=9{,}04\cdot10^{-3}(215{,}18-32{,}34a)(20{,}25-3{,}36b)(678{,}32-112{,}15c)(29{,}73-5{,}42d);$$

разбухание в радиальном направлении a_r, %

$Y(A, B, C, D)=3{,}20\cdot10^{-2}(142{,}52-25{,}98a)(25{,}25-6{,}73b)(298{,}82-50{,}10c)(29{,}82-8{,}18d)$;

– для соотношения КОРЭ – сополимер «СТАМ» 1:2

водопоглощение W, %.

Таблица 3 – Матрица плана греко-латинского квадрата

A	B			
	$b_1 = 1$	$b_2 = 3$	$b_3 = 5$	$b_4 = 7$
$a_1 = 20$	$c_1 = 110$ $d_1 = 1$ y_1	$c_2 = 130$ $d_2 = 3$ y_2	$c_3 = 150$ $d_3 = 5$ y_3	$c_4 = 170$ $d_4 = 7$ y_4
$a_2 = 45$	$c_2 = 130$ $d_3 = 5$ y_5	$c_1 = 110$ $d_4 = 7$ y_6	$c_4 = 170$ $d_1 = 1$ y_7	$c_3 = 150$ $d_2 = 3$ y_8
$a_3 = 70$	$c_3 = 150$ $d_4 = 7$ y_9	$c_4 = 170$ $d_3 = 5$ y_{10}	$c_1 = 110$ $d_2 = 3$ y_{11}	$c_2 = 130$ $d_1 = 1$ y_{12}
$a_4 = 95$	$c_4 = 170$ $d_2 = 3$ y_{13}	$c_3 = 150$ $d_1 = 1$ y_{14}	$c_2 = 130$ $d_4 = 7$ y_{15}	$c_1 = 110$ $d_3 = 5$ y_{16}

$Y(A, B, C, D) = 3{,}22\cdot10^{-5}(203{,}97-4{,}58a)(16{,}46-0{,}39b)(926{,}87-25{,}05c)(25{,}14-0{,}67d)$;

разбухание в тангенциальном направлении a_t, %

$Y(A, B, C, D) = 9{,}08\cdot10^{-3}(271{,}45-44{,}43a)(21{,}34-3{,}58b)(826{,}63-146{,}40c)(104{,}65-21d)$;

разбухание в радиальном направлении a_r, %

$Y(A, B, C, D) = 4{,}02\cdot10^{-2}(157{,}63-33{,}74a)(20{,}04-5{,}46b)(392{,}11-86{,}12c)(31{,}72-9{,}50d)$;

– для соотношения КОРЭ – сополимер «СТАМ» 2:1

водопоглощение W, %

$Y(A, B, C, D) = 2{,}06\cdot10^{-5}(152{,}39-2{,}48a)(17{,}41-0{,}37b)(1122{,}8-26{,}93c)(7{,}61-0{,}13d)$;

разбухание в тангенциальном направлении a_t, %

$Y(A, B, C, D) = 5{,}01\cdot10^{-3}(254{,}16-33{,}4a)(23{,}61-3{,}33b)(234{,}92-16{,}39c)(79{,}39-13{,}13d)$;

разбухание в радиальном направлении a_r, %

$Y(A, B, C, D) = 1{,}54\cdot10^{-2}(176{,}07-28{,}76a)(17{,}36-3{,}28b)(712{,}75-142{,}65c)(223-54{,}54d)$,

где a, b, c, d – уровни соответствующих факторов.

Аналогичные зависимости получены при пропитке через 5, 10, 20 и 30 суток.

Затем были определены наилучшие значения факторов для пропитки древесины березы составов КОРЭ – сополимер «СТАМ» 1:2 приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Оптимальные значения факторов для пропитки древесины березы

Фактор	Значение
Продолжительность пропитки, ч	7
Температура пропиточного состава, °С	95
Продолжительность термообработки, ч	7
Температура термообработки, °С	170

Расчетные значения показателей, полученные по уравнению при оптимальных значениях температуры пропиточного состава, продолжительности пропитки, температуры и продолжительности термообработки, в сравнении с экспериментальными в этих условиях представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Значения показателей рассчитанных по уравнениям и полученных экспериментальным путем при наилучших значениях факторов (для 1 и 30 суток)

Показатель	Расчет		Эксперимент		Погрешность, %	
	1	30	1	30	1	30
Водопоглощение, %	20,1	53,8	21,4	57,1	6,1	5,8
Разбухание в радиальном направлении, %	3,9	5,2	3,5	6,0	10,2	13,3
Разбухание в тангенциальном направлении, %	6,0	8,8	5,8	8,5	3,3	3,5

Примечание: показатели немодифицированных образцов древесины составляют для водопоглощения: 45-50 % (1 сутки) и 120-155 % (30 суток).

Аналогичные исследования немодифицированной древесины сосны показали, что водопоглощение через 1 сутки составляет 45-50 %, а через 30 суток — 130-165 %. Это согласуется с имеющимися литературными данными [3,9]. Таким образом, физическая смесь сополимера «СТАМ» и КОРЭ является эффективным модификатором древесины сосны для повышения ее водостойкости [6].

Необходимость применения повышенной температуры и продолжительности термообработки объясняется тем, что древесина обладает не высокой теплопроводностью, поэтому для полного ее прогрева требуется время. Это связано еще и с тем, что при недостаточном прогреве химическое взаимодействие компонентов древесины с сополимером «СТАМ» протекает только в поверхностных слоях. Для взаимодействия внутри древесины необходим продолжительный прогрев при высокой температуре. В меньшей степени на свойства получаемых образцов оказывают влияние температура и продолжительность термообработки. Хотя при этом необходимо отметить, что оба эти факторы необходимо выдерживать на верхних пределах варьирования.

Пропитывающий состав, содержащий КОРЭ и сополимера «СТАМ» в соотношении 1:2 соответственно, более предпочтителен, т.к. в его составе наибольшее количество карбоксильных и ангидридных групп.

Положительный эффект высокотемпературного взаимодействия (170^{o}С) в течение продолжительного времени (7 ч.) основан на том, что в этих условиях возможно протекание взаимодействия функциональных групп компонентов древесины (целлюлозы и др.) с функциональными группами элементарных звеньев макромолекул сополимера. Это, вероятно, приводит к образованию химических связей между макромолекулами целлюлозы, лигнина и функциональными звеньями сополимера с образованием сложноэфирных связей, что, в свою очередь, снижает такие показатели, как вымываемость пропиточного состава водой, водными растворами солей, щелочей, кислот и органическими растворителями, а образование прочного древесно-полимерного каркаса ведет к повышению физико-механических показателей пропитанных образцов древесины.

Таким образом, обосновано использование для модификации натуральной древесины березы физической смесью КОРЭ и сополимера «СТАМ» и установлено, что пропитывающий состав на их основе улучшает свойства древесных материалов, повышает влаго- и атмосферостойкость более чем в два раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство. 882780 СССР, МКИ В 29 J 5/00. Состав для пропитки древесно-волокнистых плит / В.П. Панов, В.П. Стрелков, Н.В. Листратова, А.М. Петропавловская (СССР); № 2931281/29-15; заявл. 28.05.80; опубл. 23.11.81.;бюл. № 43.
2. Авторское свидетельство 508410 СССР, МКИ В 29J 5/00. Состав для пропитки древесно-волокнистых плит / А.Ф. Золкин, А.А. Маликов, И.П. Кравченко, Л.В. Пронин (СССР) - № 2011349/28-12; заявл. 03.04.71.;опубл. 30.03.76.; бюл. № 12.
3. Богомолов Б.Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений [Текст]. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 400 с.
4. Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. Математические методы планирование эксперимента [Текст]. – М. : ДеЛи-принт, 2005. – 296 с.
5. Леонович А.А., Оболенская А.В. Химия древесины и полимеров [Текст] : учеб. пособие. − М. :Лесн. пром-сть, 1988. − 152 с.
6. Никулин С.С., Сахокия И.А., Дмитренков А.И. и др. Сополимеры на основе кубовых остатков ректификации стирола – модификаторы древесины [Текст] / Изв. вузов. Лесной журнал. 2002. № 2. – С. 78-85.
7. Роценс К.А., Берзон А.В., Гублин Я.К. Особенности свойств модифицированной древесины [Текст]. – Рига, 1983. – 317 с.
8. Филимонова О.Н., Никулин С.С., Лычкин И.П. Исследование процесса сополимеризации ацетофенонового кубового остатка ректификации стирола с малеиновой кислотой [Текст] / Журнал прикладной химии. 2002. Т. 75. Вып. 1. – С. 120-124.
9. Хрулев В.М., Машкин Н.А. Дрофеев Н.С. Модифицированная древесина и ее применение [Текст]. − Новосибирск : НИСИ, 1988. − 120 с.
10. Хрулев, В. М. Технология и свойства композиционных материалов для строительства [Текст] : учеб. пособие. − Уфа : ТАУ, 2001.− 168 с.
11. Шамаев, В. А. Модификация древесины [Текст] /.− М. : Экология, 1991. − 128 с.

УДК 691.32

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТАННОГО ТУФФИТА НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Кабулова Л.Б., *Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза,* ***Узбекистан****, г. Нукус, zarra.1976@mail.ru*

Исследовались свойства цемента в зависимости от добавок и условий термообработки

Ключевые слова: портландцемент, пуццолановая активность, активные добавки, кремнезём, глинозём, туффиты

INFLUENCE OF HEAT-TREATED TUFFITES ON PROPERTIES PORTLAND CEMENT

Kabulova L.B.

Properties of the cement depending on the additives and heat treatment conditions were investigated.

Keywords: portland cement, pozzolanic activity, supplements, silica, alumina, tuffites

Строительно-технические свойства пуццоланового портландцемента зависит от природы и количества содержащийся в нём активной минеральной добавки. Активность добавки и характер продуктов её взаимодействия с гидратированным минералами портландцемента оказывают существенное влияние на прочность, плотность, водо- и солестойкость твердеющего пуццоланового портландцемента.

Изучению процессов взаимодействия активных добавок с продуктами гидратации цемента посвящено значительное количество работ [1,2], однако до сих пор вопрос этот полностью не выяснен. Известно, что гидравлические добавки, поглощая известь, понижают её концентрацию в жидкой фазе твердеющего цемента. При этом активный кремнезем добавок образует с гидратом оксида кальция гидросиликаты кальция группы тоберморита, повышающие плотность и солестойкость цементного камня; активный глинозем – даёт гидроалюминаты кальция, которые при определенных условиях могут отрицательно влиять на сульфатостойкость цемента.

В связи с расширением количества материалов, применяемых в качестве активных минеральных добавок, возрастает интерес к изучению механизма и химизма действия туффитов, нового вида гидравлических активных минеральных добавок. Значение этих процессов является одним из необходимых условия эффективного использования тех ценных свойств, которые могут придавать цементам активные минеральные добавки. Проводили исследования пуццоланических свойств природных туффитовых пород после термической обработки, применяемых на «Кызылкумцементе» без термической обработки. В цементной промышленности Узбекистана туффиты применяются в качестве активных минеральных добавок только на предприятии «Кызылкумцемент» и характеризуется высокой пуццолановой активностью.

Известно, что термическая обработка при температурах 600–700°С опок, трепелов, диатомитов повышает их активность. Это позволяет увеличить дозировку добавок в цементе без снижения его прочности и достичь большой экономии клинкера.

Керменинские туффитовые породы вследствие специфичности химического и минералогического состава (высокий процент карбонатности и наличие значительного количества глинистой составляющей) являются новым видом активных минеральных добавок. Специфичность также заключается в низком содержании кремнезема и относительно высоком содержании глинозема. При этом было доказана возможность использования их в качестве активных минеральных добавок природного происхождения.

По данным НИИ цемента предварительный обжиг туффитов приводит к повышению активность цементов, содержащих эти породы. Оптимальной температурой предварительного обжига туффитов они рекомендуют 700°С.

Изучаемые Керменинские туффитовые породы, кроме глинистых, содержат значительное количество карбоната кальция. Поэтому обжиг при высоких температурах (более 700°С)

приводит к снижению активности пород за счёт связывания активных SiO_2 и Al_2O_3 известью, образующейся при разложении $CaCO_3$. На неблагоприятный для гидравлических добавок химических составов опоковидных пород указывает также малое количество растворимого (активного) кремнезема (от 6,36 до 15,38 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Канцепольский И.С. О механизме сульфатной коррозии цементов. Физико–химическая механика почв, грунтов, глин и строительных материалов. Ташкент, 1966.

2. Канцепольский И.С., Пулатов З.П., Дятлов И.П. Глиеж – портландцемент для гидротехнических сооружений. Ташкент, 1974.

УДК 666.32/.36

КРЕМНЕСОДЕРЖАЩИЕ ОТХОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТОНКОЙ КЕРАМИКИ

Еркеева А.С. *Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, Нукус*

Кремнозём из рисовой лузги эффективно используется с стекольной и керамической промышленности.

Ключевые слова: кремнозём, рисовая лузга, керамическое производство.

WASTES CONTAINING SILICON IN THE PRODUCTION OF FINE CERAMICS

Erkeeva A.S.

Silica of rice husk is used effectively in glass and ceramic industries.

Keywords: silica, rice husk, ceramic production.

Кремнезем в виде кварца является одним из основных составляющих фарфоровых масс. Последние исследования в области керамики показали, что в целях ведения к минимуму вредных воздействий остатков кварца (создание внутренних напряжений в структуре фарфора) размер его частиц не должен превышать 10-40 мкм.

Отсутствие кварцевых материалов необходимого качества, а также всевозрастающая в нём потребность фарфорофаянсовой промышленности привели к изысканию новых видов кварцевых компонентов и исследованию возможности применение их заменителей в производстве фарфоровых изделий.

В последние годы часто встречаются данные по использованию искусственно полученных кремнеземистых материалов из отходов сельскохозяйственного производства взамен природного кварца. Полученные таким образом кремнеземистые материалы, являясь аморфными, имеют высокую реакционную способность по сравнению с природным кварцем. С применением таких кремнеземистых материалов можно получит фарфоровых изделия при сравнительно низких температурах обжига с достаточно высокими физико-механическими показателями [2].

К одному из весьма перспективных заменителей природного кварца можно отнести отход сельскохозяйственного производства, содержащего в своём составе после термической обработки активную форму кремнезёма, которая оказывает благоприятное влияние на процессы спекания и структурообразования фарфоровых материалов. В качестве отхода была использована рисовая шелуха. После изотермического разложения рисовой шелухи образуется белая зола (активный кремнезём), представляющая собой волокнистое вещество с высокими содержанием кремнезёма [1].

Вопросы утилизации рисовой шелухи решаются уже несколько десятилетий. Способы их использования описаны в большом количестве литературных источников, как отечест-

венных, так и зарубежных. Кремнезём из рисовой шелухи находит применение как составляющая дешевых цементов и в качестве источника получения кремня того качества, который необходимо в металлургической промышленности и в промышленности полупроводников.

Кремнезем является одним из основных сырьевых материалов в стекольной и керамической промышленности. Здесь рисовая шелуха может использоваться с большой выгодой. Так как зола получается в виде тонкого порошка, она не нуждается в последующем измельчении. Кремнезем из рисовой шелухи использовался для получения нитевидных кристаллов карбида кремния при температуре ниже обычной.

Было исследовано возможности использования рисовой шелухи в составе тонкокерамических масс с целью полной или частичной замены природного кварца активным источником кремнезёма. Эффект её добавления на физико-механические свойства и образование кристаллических фаз исследуется и сравнивается со свойствами обычной фарфоровой массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аминов А.М., Атакузиев Т.А., Муслимов Б.А., Зияев А.С. Получение и характеристика кремнезема из лузги риса // Доклады АНРУз. – 1990. – №10

2. İbrahim D.M., Salam E.N. Suitability of active silica from agricultural waste for improving alimina porcelain. Trans. J. Brit. Ceram. Soc. 1980

УДК 662.76

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА С ПОСЛЕДУЮЩИМ СИНТЕЗОМ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА

Садртдинов Алмаз Ринатович, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, dog_home@list.ru*

Исмагилова Лилия Масгутовна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань, lilya_777_09@mail.ru*

Рассмотрено перспективное направление утилизации древесных отходов – получение диметилового эфира. Исследован процесс получения синтез– газа и его конверсии в диметиловый эфир.

Ключевые слова: древесные отходы, переработка, диметиловый эфир, паровая конверсия, синтез– газ.

STUDY OF THE PROCESS FOR PRODUCTION OF SYNTHESIS GAS, WITH SUBSEQUENT SYNTHESIS OF DIMETHYL ETHER

Sadrtdinov A.R., Ismagilova L.M.

Considered promising direction wood waste utilization – production of dimethyl ether. The process of syngas production and its conversion in dimethyl ether.

Keywords: wood waste, processing, dimethyl ether, steam conversion, syngas.

Квалифицированное использование отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки является одной из наиболее серьезных и пока не решенных проблем лесного комплекса. В настоящее время разработаны и реализованы многие схемы переработки различных видов древесных отходов, таких как сжигание с целью получения тепла, изготовление композиционных материалов, получение органоминеральных удобрений, кормовых добавок для животноводства и т.д. [2,4,7].

Новым направлением в области переработки древесных отходов является производство диметилового эфира, которое в последнее время очень актуально за счет его использования в качестве моторного топлива, позволяющего радикально улучшить качество выхлопа дизельных двигателей с уменьшением выброса вредных компонентов[6]. Так же диметиловый эфир используют, в качестве полупродукта, который легко превращается в бензин, характеризую-

щийся улучшенным экологическими характеристиками и минимальным содержанием нежелательных примесей [3]. С экологической точки зрения диметиловый эфир безопасен для окружающей среды, так как относится к хладагентам, обладающим нулевым значением потенциала озоноразрушения [5].

В данной работе приведены некоторые результаты исследования одностадийного синтеза диметилового эфира из синтез– газа, который получен путем паровой конверсии древесного сырья, в результате проведения совмещенного процесса их пиролиза и газификации [1].

На рисунке 1 представлена кинетическая зависимость выгорания угольной частицы при различных температурах на стадии газификации. Она показывает, что с увеличением температуры процесса значительно возрастает скорость выгорания угольной частицы и оптимальной температурой ведения процесса является 950– 1000°С.

На рисунке 2 показано влияние температуры на выход диметилового эфира и степень конверсии СО. Видно, что при низкой температуре конверсия СО и выход диметилового эфира очень малы. При увеличении температуры эти величины растут и достигают значений 67 и 20 % соответственно.

В результате исследований, найдены оптимальные температурные режимы проведения процесса паровой конверсии древесного угля и газификации древесного сырья в целом, имеющие значительное влияние на выход синтезируемого диметилового эфира.

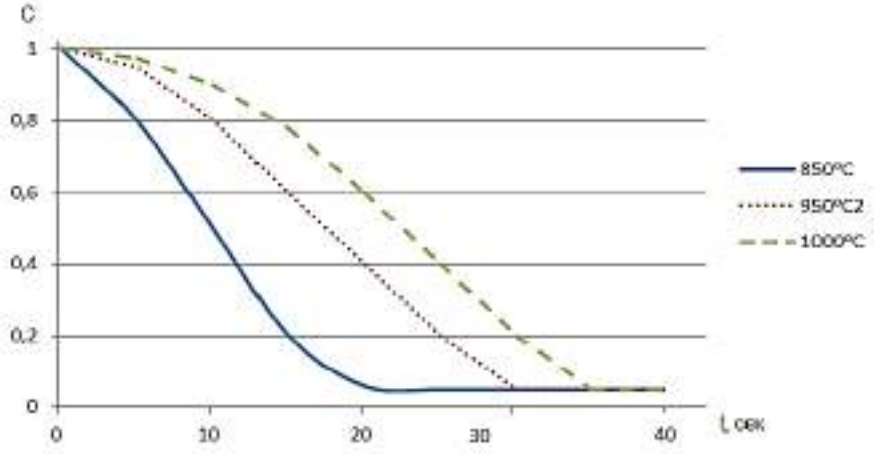


Рисунок 1 –. Кинетическая зависимость выгорания угольной частицы $d_{экв}$ =3 мм при различных температурах в реакторе газификации: 850, 950, 1000 °С

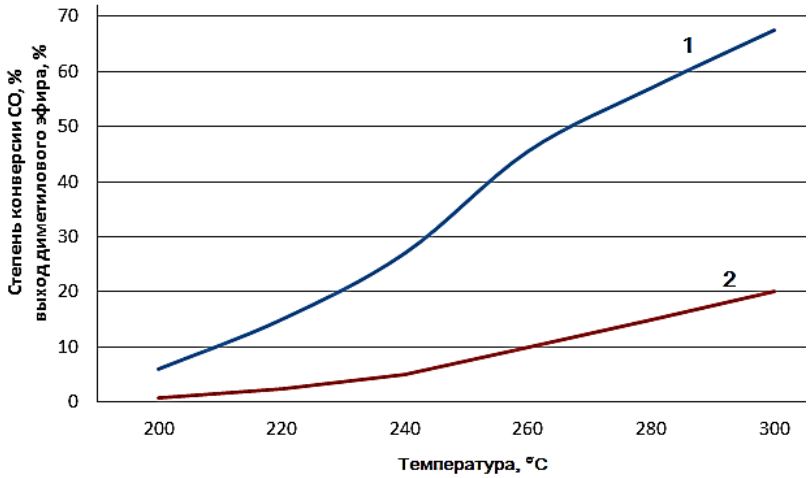


Рисунок 2.Влияние температуры на степень конверсии СО (1) и выход диметилового эфира (2), %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садртдинов А.Р., Исмагилова Л.М. Технология переработки древесной биомассы в диметиловый эфир[Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика.– Воронеж. – 2014. – № 2– 3 (7–3). – С. 128– 130.

2. Садртдинов А.Р., Исмагилова Л.М., Мухаметзянов Р.Р. Перспективные направления переработки неликвидной древесной биомассы лесозаготовок и деревообработки [Текст] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронеж. –2014. – № 2–3 (7–3). – С. 117– 119.

3. Тимербаев Н.Ф., Садртдинов А.Р., Ковернинский И.Н., Смирнова Л.Р., Галеев Т.Х., Ахметова Д.А. Технологии газификации древесины: перспективы и инновации [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. –Т.17. – №15. – С. 221–226.

4. Тимербаев Н.Ф., Садртдинов А.Р., Хуснуллин И.И., Степанов В.В. Переработка отходов лесного комплекса в древесный уголь [Текст] // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка. – Санкт–Петербург. – 2011. – СПбГЛТУ. – С. 380–383.

5. Тимербаев Н.Ф,. Сафин Р.Г., Садртдинов А.Р. Очистка топочных газов энергетических установок работающих на твердых органических отходах [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 247–251.

6. Тунцев Д.В., Сафин Р.Г., Касимов А.М., Хисматов Р.Г., Саттарова З.Г. Технологическая схема газификации жидкого продукта контактного пиролиза [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 19. – С. 139–141.

7. Хайруллина, Э.Р. Технологическая линия переработки древесных отходов с получением конструкционного материала [Текст // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронеж. – 2014. – №3. – Ч. 4 (8– 4). – С. 256–259.

УДК 661.872:661.635.12

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДА ФОСФОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА – КОТРЕЛЬНОГО «МОЛОКА»

Перзадаева Акмарал Абуовна, *кандтдат технических наук, доцент, АО Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,* ***Республика Казахстан****, г. Астана, akma_72@mail.ru*

В данной работе рассмотрена возможность переработки жидкого отхода фосфорного производства – котрельного «молока» на ферроцианид натрия. Выявлены оптимальные условия образования ферроцианида натрия из «железной» лазури. Проведены химический, спектральные, рентгенофазовые анализы синтезированных образцов. Предложена технологическая схема переработки котрельного «молока» на ферроцианид натрия.

Ключевые слова: фосфорная промышленность, отходы фосфорного производства, котрельная пыль, котрельное «молоко», «железная» лазурь, ферроцианид натрия, дифосфат натрия, ИК–, Раман–спектроскопия, рентгенофазовый анализ.

PROSPECTS OF USING OF WASTE PHOSPHORIC PRODUCTION – TOXICDUST

Perzadayeva A.A.

Possibility of processing of liquid waste of phosphorus production - toxic dust on sodium ferrocyanide is considered in article. Optimal conditions for the formation of sodium ferrocyanide out "iron" azure is identified. Chemical, spectral, X-ray analysis of the synthesized samples are conducted. Flow sheet of processing toxic dust on sodium ferrocyanide is offered.

Keywords: phosphoric industry, wastes of phosphoric production, cotrell dust, cotrell «milk», «ferrous» azure, ferrocyanide of natrium, rub a diphosphate, infra-red, Raman spectrums, x-ray analysis.

На сегодняшний день ТОО «Казфосфат» является лидером в области производства фосфорсодержащей продукции на территории стран СНГ. Продукция ТОО «Казфосфат» поставляется на рынки Восточной и Западной Европы, стран СНГ, Китая, а также на внутренний рынок. Основными видами товарной продукции компании являются желтый фосфор и фосфорсодержащая продукция: термическая ортофосфорная кислота, триполифосфат натрия, гексаметафосфат натрия, феррофосфор, шлак гранулированный.

Более чем за 40-летний период добычи и переработки фосфоритных руд на территории «Казфосфат» в отвалах и хранилищах накопилось несколько миллионов тонн отходов. Основными отходами фосфорного производства являются фосфорные шламы, котрельное «молоко», феррофосфор, сточные воды и газовые выбросы фосфорных печей. Так, около 30 % веществ в электротермической печи из шихты переходит в газовую фазу, которые оседают на электрофильтрах в виде котрельной пыли. Данная пыль с электрофильтров выводится из процесса в виде водной суспензии котрельного «молока, содержащее до 10 % элементного фосфора и недоокисленных его форм, до 4 % фтора и 0,05-0,4 % цианидов [4]. Цианиды представляют потенциальную опасность для окружающей среды и биоты, так как легко мигрируют из водной среды в атмосферу. Для обезвреживания цианидов в шламонакопители с котрельным «молоком» вводят сульфаты и хлориды двух- и трехвалентного железа, что приводит к связыванию простых цианидов в ферроцианиды [4]. Альтернативным направлением утилизации цианидов является переработка котрельного «молока» на «железную» лазурь, рекомендованного в качестве пигмента-наполнителя [1]. Утилизация отхода фосфорного завода – котрельного «молока» на «железную» лазурь открывает перспективы для получения ферроцианидов щелочных металлов, которые находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства.

Материалы и методы исследования. Литературный анализ показал, что все известные промышленные способы получения ферроцианидов щелочных металлов предусматривают предварительное получение ферроцианида железа. Поэтому по известной методике [1] был получен твердый ферроцианидный «концентрат» типа «железной» лазури путем введения к 100 мл фильтрата котрельного «молока» 12 мл 20 %-ного раствора сульфата железа (II) при их соотношении 100:4 и перемешивании смеси в течение 15 минут. После чего в смесь вводили 54 мл 10 %-ного раствора сульфата железа (III) и концентрированную азотную кислоту при соотношении 1:2. Синтезированный образец подвергали фильтрации, промывке водой, сушке и измельчению.

Изучение процесса щелочного разложения ферроцианидного «концентрата» типа «железной» лазури проводили в термостатируемом стакане с подогревом в интервале температур 30-100 ^{O}C при постоянном перемешивании в течение 60 минут. Отбор неотфильтрованной пульпы проводили через определенные промежутки времени. Отобранные пробы количественно переносили в мерные колбы на 250 мл. Твердую часть отделяли от жидкой фазы. В целях прекращения реакции и удаления избыточной влаги твердые остатки промывали ацетоном и сушили на воздухе. Твердые и жидкие фазы анализировали на содержание анионов и катионов.

Для идентификации опытных образцов применяли ИК-, Раман спектроскопию и рентгенофазовый анализ. ИК-спектры записывали на спектрометре «Specord M 80» в таблетках с KBr в диапазоне волновых чисел в области 3800-400 см$^{-1}$. Идентификацию опытных образцов осуществляли по эталонным ИК-спектрам индивидуальных соединений и сравнением с литературными данными [2]. Спектры комбинационного рассеяния света образцов записывали на спектрофотометре RAMANOR HG 2S в области 2200-700 см$^{-1}$.

Для установления фазового состава твердых продуктов были записаны дифрактограммы на рентгеновском дифрактометре «Дрон-3» с использованием трубок с медным и кобальтовым анодами. Идентификацию кристаллических продуктов проводили по сопоставлению межплоскостных расстояний, соответствующих максимумам отражений с дифрактограммами эталонных рентгенограмм и сравнением с литературными данными [3].

Результаты исследования. Фазовый состав синтезированного ферроцианидного «концентрата» был установлен с использованием расчетно-аналитического, химического, ИК-спектроскопического и рентгенофазового анализов. В работе [5] отмечается наличие в образце типа ферроцианидного «концентрата», полученного из жидкой фазы котрельного «молока», растворимых и нерастворимых солей, таких как сульфаты железа (II, III), фосфат железа (III), силикат кальция и др. Учитывая различное отношение присутствующих соединений к растворителям, ферроцианидный «концентрат» последовательно был обработан водой, 10 %-ным раствором HCl, 30 %-ным раствором NaOH и концентрированным раствором

HNO_3. Полученные растворы анализировали на содержание основных катионов и анионов. Как показали результаты химического анализа содержание компонентов, мас. % составили в воде: Fe^{3+} – 0,1; Fe^{2+} – 0,02; Ca^{2+} – 0,26; K^+ – 6,1; Na^+ – 0,57; PO_4^{3-} – 0,65; SO_4^{2-} – 6,83; Cl^- – 0,88; в 10 %-ном растворе соляной кислоты: Fe^{3+} – 10,02; Ca^{2+} – 10,28; PO_4^{3-} – 28,43; в 30 %-ном растворе NaOH: $[Fe(CN)_6]^{4-}$ – 15,04; в концентрированном растворе HNO_3: нерастворимый остаток – 0,38. Исходя из того, что в воду переходят растворимые соли: сульфаты железа и калия, фосфат калия, хлорид натрия, рассчитаны их массовое содержание (таблица).

Таблица – Фазовый состав ферроцианидного «концентрата»

№	Соединения	Содержание, мас. %
	Растворимые в воде	
1.	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0,10
2.	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	0,50
3.	$K_3PO_4 \cdot 3H_2O$	1,80
4.	K_2SO_4	11,85
5.	NaCl	1,45
6.	$Ca(OH)_2$	0,30
	Растворимые в 10 %-ном растворе HCl	
7.	$FePO_4 \cdot 2H_2O$	33,46
8.	$Ca_2P_2O_7$	18,84
	Растворимые в 30 %-ном растворе NaOH	
9.	$Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \cdot 10H_2O$	24,60
10.	Количество воды, найденное при нагревании (150°С) в течение 6 ч	6,65
11.	Нерастворимый в концентрированной HNO_3 остаток	0,38
	Общая сумма	99,93

Кальций отнесен к гидроксиду кальция, поскольку для нейтрализации смеси в процессе получения «концентрата» используется известковое «молоко». В 10 %-ном растворе соляной кислоты присутствуют нерастворимые в воде фосфат железа (III) и дифосфат кальция, а в 30 %-ном растворе гидроксида натрия – ферроцианид железа, устойчивый в воде и соляной кислоте. Остаток нерастворимый в концентрированной азотной кислоте представлен в виде SiO_2. Данные химического анализа согласуются с данными ИК-спектроскопического и рентгенофазового анализов.

Таким образом, полученные данные показали, что синтезированный ферроцианидный «концентрат» является не индивидуальным соединением $Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \cdot 10H_2O$, а сложной смесью этого продукта с фосфатом железа (III), калия; дифосфатом кальция; сульфатами калия, железа; хлоридом натрия; гидроксидом кальция и адсорбированной гигроскопической влагой.

Анализ литературных данных показал, что ферроцианид натрия может быть получен щелочным разложением ферроцианида железа. Исходя из проведенных экспериментальных данных, при оптимальных условиях образования ферроцианида натрия было проведено разложение ферроцианидного «концентрата» 20 %-ным раствором NaOH при 80 °С (τ = 30 мин; Т:Ж = 1:3,5). Жидкую фазу отделяли от твердой фазы и направляли на кристаллизацию в открытом сосуде при комнатной температуре. Твердые остатки многократно промывали водой, промывные воды упаривали и соединяли с маточным раствором. В насыщенном маточном растворе практически сразу после фильтрации пульпы наблюдали большое скопление бесцветных удлиненных пластинок, иногда сгруппированных в «розочки» и выпадение игольчатых и призматических кристаллов, выпадение которых заканчивалось на пятые сутки. Выпавшие кристаллы отделяли от маточного раствора, многократно промывали водой и сушили на открытом воздухе. При этом все кристаллы при длительном пребывании на воздухе выветривались. На 14 сутки в маточном растворе наблюдали выпадение мелкокристаллических, прозрачных кристаллов светло-желтого цвета, которые с длительностью процесса укрупнялись и приобретали форму правильных призм. Кристаллы подвергали дополнительной очистке путем перекристаллизации. Полученные образцы сушили на воздухе при комнатной температуре.

Для идентификации полученных кристаллов образцы подвергали ИК-, Раман-спектроскопическим, рентгенофазовым анализам.

ИК-спектр кристалла светло-желтого цвета, полученного в данной системе (1), в сравнение со спектром реактивной соли – $Na_4[Fe(CN)_6] \cdot 10H_2O$ (2) представлен на рисунке 1.

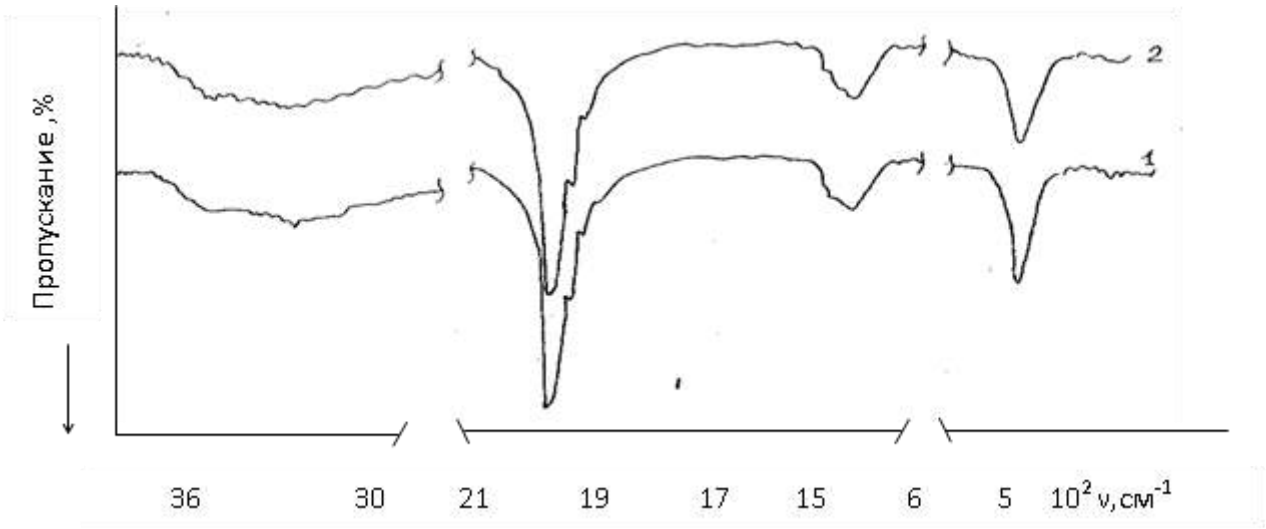


Рисунок 1 – ИК-спектры опытного образца (1) и реактивного ферроцианида натрия (2)

Из рисунка 1 видно, что спектры идентичны и имеют резкую одиночную полосу при 2067 см$^{-1}$, относимую валентным колебаниям C≡N. В области более низких частот на спектрах обоих образцов появляется пик при 590 см$^{-1}$, характерный валентным колебаниям связей металл–углерод (M–C). Максимумы полос в области 1700-1600 см$^{-1}$ принадлежат деформационным колебаниям кристаллогидратной воды. Область валентных колебаний воды характеризуется широкой интенсивной полосой в интервале 3800-3000 см$^{-1}$.

Полученный образец ферроцианида натрия был дополнительно исследован методом комбинационного рассеяния света (Раман спектроскопия).

На рисунке 2 представлены Раман спектры опытного образца (1) и реактивного ферроцианида натрия (2).

Как видно из рисунка 2, спектры образцов являются одинаковыми и характеризуются наличием трех полос при 2050, 2073 и 2103 см$^{-1}$. Данные ИК-, Раман – спектроскопии согласуются с данными рентгенофазового анализа. На дифрактограмме полученного образца обозначаются четко выраженные линии, характерные $Na_4[Fe(CN)_6] \cdot 10H_2O$ с межплоскостными расстояниями: 7,40; 4,45; 4,21; 4,00; 3,51; 3,107; 2,97; 2,86; 2,74; 2,21 Å. Химический анализ опытного образца показал, что он по своему качеству соответствует требованиям ГОСТа 6817-54 и относится к продукции 1 сорта.

На рисунке 3 представлены ИК-спектры опытного образца (1) и реактивного $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$ (б), соосажденного с ферроцианидом натрия. Сопоставление ИК-спектра полученного образца (1) со спектром эталонного образца дифосфата натрия (2) показало идентичность их спектров поглощения. Основным отличием спектра дифосфата натрия является наличие сильных полос при 1123, 1137, 1149 см$^{-1}$ [2]. Спектр дифосфата натрия характеризуется также несколькими сильными полосами: 733, 924, 986, 1028 см$^{-1}$. В области низких частот присутствует сильная полоса 572 см$^{-1}$ и четыре слабых полос при 425, 491, 523

На ИК-спектрах образцов отсутствуют полосы деформационных и валентных колебаний воды в области 1630-1600 см$^{-1}$ и 3550-3200 см$^{-1}$ соответственно, откуда следует, что исследованный образец представляет собой безводную форму дифосфата натрия. Это объясняется быстрым выветриванием кристаллогидрата

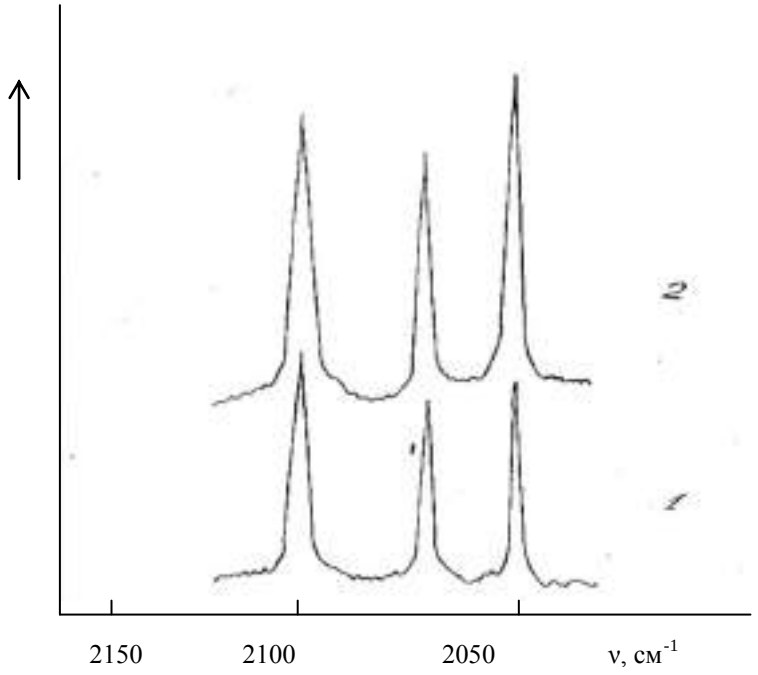


Рисунок 2 – Раман-спектры опытного образца (1) и реактивного ферроцианида натрия (2)

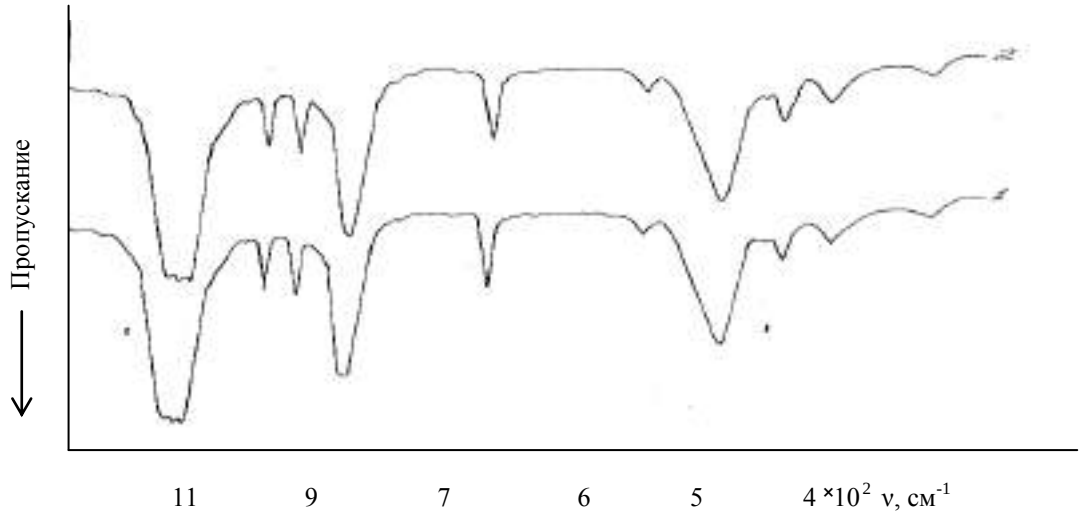


Рисунок 3 – ИК-спектры опытного образца (1) и реактивного дифосфата натрия (2)

Раман спектр монокристалла опытного образца, как и спектр реактивного $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$, характеризуется наличием двух сильных полос при 1022 и 1102 $см^{-1}$. В высокочастотной области на их спектрах появляется широкая полоса, дающая расщепление на несколько компонент: 729, 738, 751 $см^{-1}$, относимые к колебаниям P-O-P связей. Идентифицированный образец является декагидратом дифосфата натрия. Из данных рентгенофазового анализа также следует, что полученный образец представляет собой смесь $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$ и $Na_4P_2O_7$. Присутствие безводного дифосфата натрия объясняется выветриваем декагидрата дифосфата натрия на воздухе.

Идентификация бесцветных игольчатых кристаллов соосажденных с дифосфатом натрия показала, что ИК-спектр опытного образца (рисунок 4) соответствует спектру гидромонофосфата натрия ($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$), для которого характерны интенсивные пики при 517, 543, 564, 620, 870, 965, 1000, 1079, 1129, 1141 $см^{-1}$ и менее интенсивные пики 485, 750, 770, 820, 1268, 1405, 1715 $см^{-1}$. Деформационные и валентные колебания воды отмечаются при 1635 и 3140, 3385, 3456 $см^{-1}$.

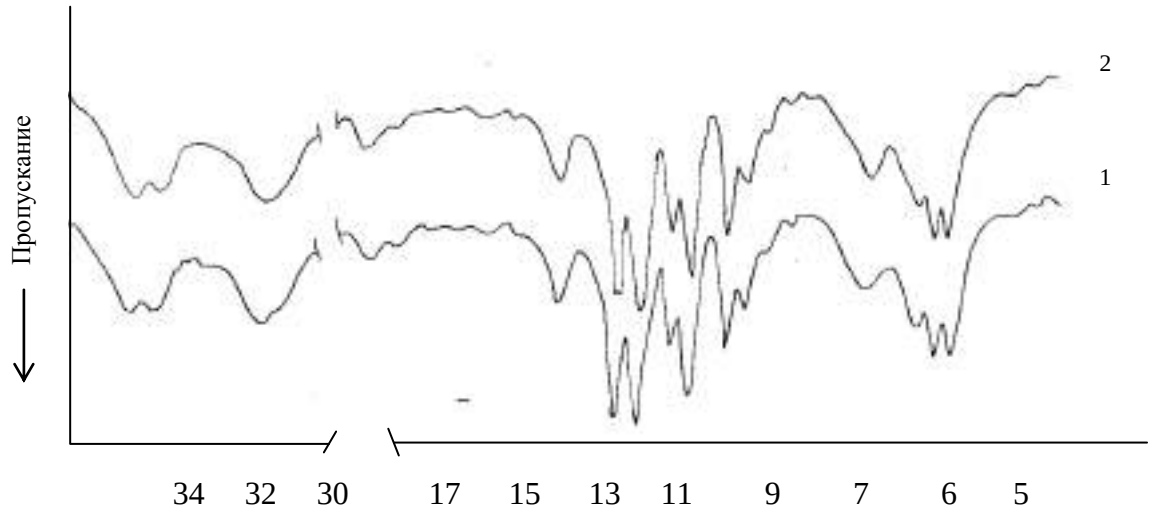


Рисунок 4 – ИК-спектры опытного образца (1) и реактивного гидромонофосфата натрия (2)

Рентгенофазовый анализ показал, что для гидромонофосфата натрия характерны дифракционные максимумы с межплоскостными расстояниями 5,40; 4,00; 3,30; 2,94; 2,70; 2,58; 2,47; 2,46; 2,25; 1,82; 1,65 Å.

Таким образом, на основании физико-химических методов анализа установлена индивидуальность ферроцианида натрия, полученного из техногенного отхода фосфорного производства – котрельного «молока».

На основании проведенных исследований и полученных результатов разработаны физико-химические основы и технология получения ферроцианида натрия из нетрадиционного техногенного сырья – жидкого отхода фосфорного производства – котрельного «молока». При этом установлено, что при совместной кристаллизации ферроцианида натрия с различными фосфатами натрия, выделенных из техногенной системы, происходит их дробное осаждение из раствора с получением индивидуальных соединений с необходимыми товарными качествами. Основными стадиями технологического процесса получения ферроцианида натрия из котрельного «молока» являются: подготовка жидкой фазы котрельного «молока», осаждение ферроцианидного «концентрата», его фильтрация и разложение гидроксидом натрия, отделение жидкой фазы, дробная кристаллизация основных и побочных продуктов, прокаливание смеси фосфатов натрия с получением товарного дифосфата натрия, переработка гидроксида железа на сульфаты железа, перекристаллизация конечного продукта, сушка, размол полученных продуктов.

Таким образом, предлагаемая технологическая схема позволяет утилизировать жидкий отход фосфорного производства – котрельное «молоко» и получать наряду с целевым продуктом – ферроцианидом натрия и другие полезные побочные продукты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство 1678764. Способ получения «железной» лазури / У.Ж. Джусипбеков, Ю.В. Шкарупа, В.В. Вачев и др.; опубл. 3.09.91. Бюлл. № 22. – 2 с.

2. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. – М.: Мир, 1966. – 411 с.

3. Недома И. Расшифровка рентгенограмм порошков. – М.: Металлургия, 1975. – 423 с.

4. Отходы фосфорной и туковой промышленности, пути их утилизации / под ред. У.Ж. Джусипбекова, Т.Р. Ажибаева, Д.С. Бержанова и др. – Алма-Ата: КазНИИНКИ, 1992. – 41 с.

5. Перзадаева А.А., Чернякова Р.М., Джусипбеков У.Ж., Ошакбаев М.Т. Получение комплексных цианидов из циансодержащих отходов // Вестник Высшей школы. Научно-техническое приложение «Поиск». – Алматы, 1998. – № 2. – С. 8-14.

УДК 504

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ТЕРМИНОВ «ТЕКСТИЛЬНЫЕ ОТХОДЫ» И «ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫЕ ПЫЛИ»

Букалов Григорий Константинович, *доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, bukalov.grisha@yandex.ru*

Сусоева Ирина Вячеславовна, *кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома, i.susoeva@yandex.ru*

В статье выполнен анализ существующих законодательных и нормативных документов по текстильным отходам для льняного производства. Определены виды отходов, в состав которых входит текстильная пыль.

Ключевые слова: текстильные отходы, текстильное производство.

ASSESSMENT OF COMPLIANCE OF THE TERMS «TEXTILE WASTE» AND «INFLAMMABLE DUST»

Bukalov G. K., Susoeva I.V,

In the article the analysis of the existing legislative and normative documents on textile waste for linen production. Defines the types of waste which include textile dust.

Keywords: textile waste, textile production

Одним из перспективных направлений решения проблемы снижения энергетических и материальных затрат, риска потерь трудовых ресурсов при производстве продукции на текстильных производствах является обеспечение пожарной безопасности имаксимальное использование вторичных ресурсов.

Переработка и использование любого растительного сырья (хлопкового и льняного волокна) впряжусопровождается образованием на всех переходах производства большого количества волокнистых и в виде пыли отходов. Пылевые отходы оказывают наиболее вредное воздействия на здоровье работающих.

Известно, что отходами производства и потребления являются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства; вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с системой классификации отходов [8].

Анализ причин возникновения пожаров и взрывов на предприятиях текстильной промышленности России, показал, что основной причиной такого рода чрезвычайных ситуаций является возгорание отложений пыли – одного из вида текстильных отходов, образующейся, в ходе технологических процессов. Наблюдается пыление в ходе технологических процессов, например, получения пряжи, возможен контакт пыли с нагретыми поверхностями производственной аппаратуры. Однако определить насколько конкретный вид текстильных отходов пожароопасен невозможно в силу различия терминологии в текстильном производстве и пожарной безопасности. Далее, в качестве примера, рассмотрим отходы, образующиеся при переработке льняного волокна т.к. в данном технологическом процессе возникает наибольший процент отходов. Кроме того, отходы мокрого прядения льна не представляют пожарной опасности, поэтому в приведенные классификации не включаются.

Во многих технологических процессах, осуществляемых в производствах текстильной промышленности, участвуют материалы, находящиеся в дисперсном состоянии. К ним относятся: исходное сырье, готовые продуктыи образующиеся отходы. К текстильным отходам относятся также обраты и угары [5].

К обратам относят те отходы, которые в дальнейшем используют непосредственно на фабрике в смеси (рвань холстов, рвань ленты). Угары подразделяют на возвратные и безвозвратные (невидимые). К возвратным относят: пух, орешек, очесы, мычка, колечки, путанка.

Количество возвратных угаров зависит от качества упаковки, транспортирования, разгрузки и хранения сырья; от качества расходуемого сырья и требований, предъявляемых к пряже; от уровня технологического процесса, технического состояния машин, квалификации рабочих. Безвозвратные угары – это мелкий пух, которые имеются в сырье и выделяются из него в процессе обработки. В производстве основными видами угаров являются концы нитей, путанка, пух и подметь [6,7,8].

В соответствии с приказом № 445 Министерства природных ресурсов и экологии РФ18.07.2014 г. «Об утверждении федеральногоклассификационного каталога отходов» [3] все текстильные отходы производств систематизированыв следующем порядке (таблица 1).

Таблица 1 – Федеральный классификационный каталог текстильных отходов

Код	Наименование
3 02 000 00 00 0	Отходы производства текстильных изделий
3 02 100 00 00 0	Отходы подготовки и прядения текстильных волокон
3 02 120 00 00 0	Отходы подготовки и прядения текстильных волокон из льна
3 02 121 00 00 0	Отходы волокнистые льняные
3 02 121 10 00 0	Отходы костры
3 02 121 11 23 5	костра льняная
3 02 121 12 23 5	костра лубяных волокон
3 02 121 20 00 0	Отходы угаров льняных
3 02 121 21 23 5	угары необработанные льняные
3 02 121 22 23 5	угары обработанные льняные
3 02 121 50 00 0	Прочие отходы подготовки и прядения текстильных волокон из льна
3 02 121 51 23 5	пух трепальный от льняной пряжи
3 02 190 00 00 0	Прочие отходы подготовки и прядения текстильных волокон
3 02 191 00 00 0	Отходы смешанных волокон
3 02 200 00 00 0	Отходы производства текстильных тканей
3 02 210 00 00 0	Отходы производства тканей из натуральных волокон, кроме хлопка (шелковых, шерстяных, льняных, джутовых и прочих лубяных волокон)
3 02 213 00 00 0	Отходы производства тканей из льняных волокон
3 02 213 01 23 5	путанка льняной пряжи и нитей
3 02 213 02 23 5	лоскут весовой льняных тканей
3 02 214 00 00 0	Отходы производства тканей из джутовых волокон
3 02 219 00 00 0	Отходы производства тканей из прочих лубяных волокон
3 02 290 00 00 0	Прочие отходы производства текстильных тканей

В соответствии со Сборником удельных показателей образования отходов производства и потребления [4] в Легкой промышленности представлены в таблице 2.

Таблица 2 –Удельные показатели образования отходов производства легкой промышленности

№	Технологический процесс или вид производства	Наименование образующихся отходов и попутных продуктов	Значения удельных показателей
2.8.2.	Льняное производство		
	Первичная обработка льна и прочих лубяных волокон	Костра льняная (от тресты)	60–65 % от массы сырья
		Костра конопляная (от тресты)	65 – 70 % от массы сырья
		Костра кенафная (от луба)	20 – 25 % от массы сырья
		Костра кенафная (семянной тресты)	70 – 75 % от массы сырья
	Очес льна (льночесальное производство)	Концы веревок и крутцы	0,4 % от массы сырья
		Вытряска	2,0 % от массы сырья
	Изготовление льнянойпряжи (оческовое сухое короткое прядильное производство)	Концы веревок и крутцы	0,4 % от массы сырья
		Вытряска	10,0 % от массы сырья
		Рваньсухопрядильная	1,0 % от массы сырья
	Изготовление льняной пряжи (льняное сухое длинное прядильное производство)	Концы веревок и крутцы	0,4 % от массы сырья
		Рваньсухопрядильная	0,5 % от массы сырья
	Изготовление льняной ткани (ткацкое производство)	Рвань пряжи	0,8 – 1,6 % от массы пряжи
		Подметь	0,1 % от массы пряжи
	Отделка готовой льняной ткани	Весовой лоскут и лоскут "лапша"	0,1 % от массы ткани

В соответствии с ГОСТ 12285–77 «Угары льняные» можно определить, что пыль входит в состав следующих угаров: отходы трясения, вытряска, очес гребенной (рисунок 1) [5].

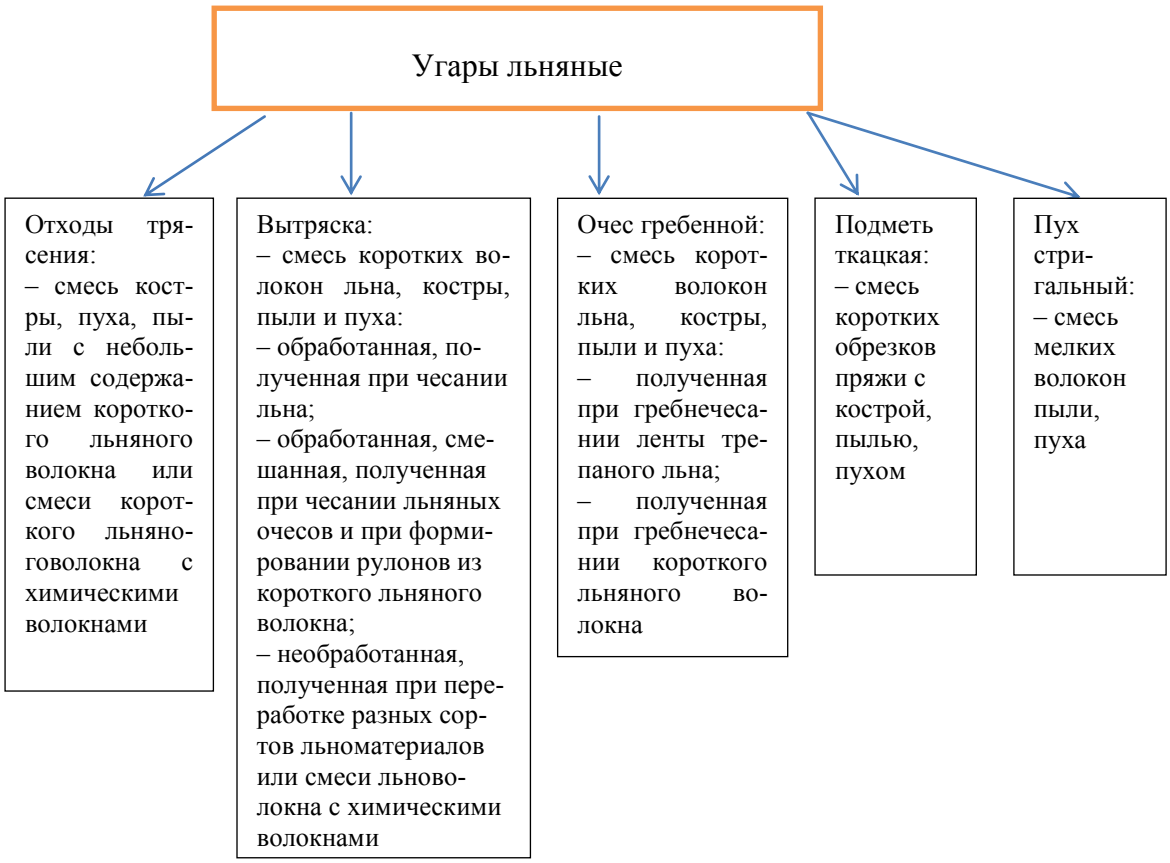


Рисунок 1 – Угары льняные

В соответствии с ГОСТ 4.115–84«Система показателей качества продукции.Сырье вторичное текстильное сортированное и отходы производства текстильные сортированные.Номенклатура показателей» массовая доля остаточной пыли относится к сырью:– сырье вторичное льняное, полульняное и льнопеньковое.

Существующие классификации текстильных отходов невозможно использовать для оценки их вредного воздействия на работающих и пожарной опасности технологических процессов

В настоящее время отсутствует единая методология комплексной оценки пылевой обстановки на предприятиях. Процессы, связанные с выделением, распространением, оседанием, удалением пыли имеют стохастическую природу. Исходя из свойств волокон, можно предположить, что текстильные отходы или часть их являются горючими веществами, а их аэровзвеси –пожаровзрывоопасны. Однако точные заключения об этом можно дать только на основании всесторонних экспериментальных исследований. Изучение данного вопроса представляет большое практическое значение.

Учитывая вышеизложенное, и учитывая Российский и международный опыт оценки пожаровзрывоопасности объектов необходимо произвести комплексный анализ пожаровзрывоопасности технологического процесса текстильного производства с целью повышения пожарной безопасности. Для этого необходимо определить один из основных параметров, характеризующих пожарную опасность текстильного производства критический размер частиц отходов разного вида.Критический размер частиц определяется зависит от фракционного состава пыли. Кроме того от фракционного состава пыли зависит степень неблагоприятного воздействия на работающих.

Выводы. 1. Выполнен анализ существующих законодательных и нормативных документов по текстильным отходам для льняного производства.

2. Определены виды отходов, в состав которых входит текстильная пыль.

3. Необходимо определить для каждого вида текстильных отходов фракционный состав и критический размер частиц для определения пожарной опасности текстильного производства.

4. Необходимо разработать классификацию текстильных отходов по фракционному составу и по критическому размеру частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12285–77 «Угары льняные».

2. Оценка пылевыделения на предприятиях: учебное пособие / И.В. Сусоева, Г.К. Букалов, Е.В. Кривошеина. – Кострома: Изд–во Костром.гос. технол. ун–та, 2013. – 84 с.

3. Приказ№ 445 Министерства природных ресурсов и экологии РФ18.07.2014 г. «Об утверждении федеральногоклассификационного каталога отходов»

4. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления Москва, 1999.

5. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациями ликвидации последствий стихийных бедствий

6. Сусоева И.В. Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. – № 5 (353). – 134 с.

7. Сусоева И.В. Организация противопожарной защиты объектов текстильной промышленности // Вестник КГТУ 2013.

8. ФЗ–89 Об отходах производства и потребления (с изменениями на 21 июля 2014 года).

УДК 665.6.013:628.543:504.05

К ВОПРОСУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ СЕРОВОДОРОДА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РАБОТЕ КНС

Лейбович Лев Иссахарович, *кандидат технических наук, Национальный университет кораблестроения,* ***Украина****, г. Николаев,* recycle@mksat.net.
Помазкин Юрий Викторович, *ООО «БОС»,* ***Украина****, г. Вознесенск*
Пацурковский Павел Анатольевич, *аспирант, Национальный университет кораблестроения,* ***Украина****, г. Николаев*

Выполнен анализ вредных веществ, поступающих в окружающую среду при работе канализационной насосной станции (КНС). Показано, что сероводород поступает в окружающую среду в количестве, значительно превышающем предельно допустимые концентрации. Выполнены инструментальные замеры динамики поступления сероводорода в окружающую среду при работе перекачивающего насоса. Найдены регрессионные зависимости для прогнозирования поступления сероводорода в окружающую среду при работе насоса КНС.
*Ключевые слова***:** сероводород, канализационная насосная станция, загрязнение окружающей среды

THE ISSUE OF PREDICTION OF ISOLATION OF HYDROGEN SULFIDE IN THE ENVIRONMENT DURING OPERATION OF SEWER PUMPS STATION

Leibowitz L.I., Pomazkin Y.V., Patsurkovsky P.A.

The analysis of the harmful substances coming to environment during the work of sewer pump station is made. It is shown that hydrogen sulfide comes to environment in the quantity considerably exceeding maximum permissible con–centration. Tool measurements of dynamics of intake of hydrogen sulfide in envi–ronment during the operation of the pumping–over pump are executed. Regression dependences for forecasting of intake of hydrogen sulfide in environment during the operation of the pump SPS are found.
Keywords: hydrogen sulfide, sewer pump station, environmental pollution

Введение. Образование сероводорода и летучих органических соединений серы при микробиологическом разложении белка в канализационных стоках неустранимо. А малое содержание кислорода в сточных водах и отложение шлама в застойных местах интенсифицирует процесс десульфуризации, что вызывает образование H_2S. При прохождении зон интенсивного перемешивания (насосная станция) или при перепаде давлений (зона свободного истечения жидкости), которые встречаются практически во всех системах канализации, происходит выделение сероводорода. Выделение H_2S в окружающую среду ведет к значительному ухудшению экологической обстановки в зоне технических сооружений канализационной системы.

В работе [6] рассматривалась проблема загрязнения атмосферного воздуха специфическими вредными веществами, поступающими от канализационных стоков на очистных сооружениях и КНС. Были идентифицированы следующие основные вредные вещества в атмосферном воздухе на территориях указанных сооружений канализационной системы г. Владивостока: азота диоксид (до 0,27 ПДК), аммиак (до 0,02 ПДК), метан (до 0,01 ПДК), сероводород (от 0,4 до 1,65 ПДК), метилмеркаптан (0,03 до 100 ПДК), этилмеркаптан (0,04 до 0,4 ПДК), углерода оксид (до 0,3 ПДК). Анализ приведенных в работе [6] данных показывает, что наибольшую угрозу для окружающей среды и здоровья человека является выделение из канализационных стоков сероводорода и метилмеркаптана. Данные работы [6] хорошо коррелируется с данными работы [2]. Исследования [2] проводились в июне – сентябре 2012 г. на очистных сооружениях канализации в ст. Кущевская. Исходная концентрация восстановленных соединений серы в канализационных стоках (по H_2S) составляла 42,5 мг/л, pH = 7,8–8,1; температура сточных вод 25–27 ^oC.

В связи с тем, что количество H2S, поступающего в атмосферный воздух при работе насосов КНС, в 250… 350 раз больше, чем метилмеркаптана, то целесообразно более под-

робно изучить закономерности образования и выделения в окружающую среду сероводорода из приемных емкостей КНС.

Наиболее часто [2,13,15] для снижения концентрации сероводорода в канализационных стоках применяются различные химические вещества, такие как CaO_2, $FeCl_3 + MgO_2$, $FeCl_3 + Ca(ClO)_2$. В результате исследований [3] было установлено, что дозирование смеси $FeCl_3$ (7 мг/л) + MgO_2(5 мг/л) снижает выделение в атмосферу сероводорода из канализационных стоков.

В работе [15] отмечается о распространении реагентов на основе хлориды Fe(II) и Fe(III), а также сульфаты Fe(II), для очистки канализационных стоков от сероводорода, указано. Ионы Fe(II) осаждают малорастворимый сульфид железа FeS, что приводит также к снижению выбросов сероводорода в атмосферу.

Простые расчеты показывают, что для среднего населенного пункта (общие количество стоков до 4000 м3/год) необходимое количество реагентов составляет от 15 до 20 т/год. Большое количество химических реагентов, необходимое для разложения сероводорода в канализационных стоках с образованием сернистых соединений, которые не растворимы в воде, ведет к накоплению этих продуктов в канализационной системе. А это, в свою очередь, сказывается на эксплуатационных характеристиках канализационной системы, так вызывает необходимость более частой очистки ее.

Удалять сероводород из канализационных стоков возможно путем дегазации в барботажных дегазаторах или в дегазаторах с насадками под вакуумом, которые обеспечивают наибольший эффект удаления растворенных газов и позволяет их регенерировать и возвращать в производство [5,15]. Дегазация осуществляется в закрытых аппаратах, оборудованных специальными вакуум–насосами. В вакуумный дегазатор необходимо подавать свежий воздух в количестве, обеспечивающем взрывобезопасность извлекаемой газо–воздушной смеси (для сероводорода нижний предел взрывобезопасных концентраций в воздухе составляет 60 мг/л). Количество подаваемого в дегазатор воздуха, согласно требованиям техники безопасности, должно обеспечивать создание вдвое меньших концентраций сероводорода в атмосферном воздухе.

В работе [3] изучено влияние гидравлики потока канализационных стоков на его очистку от сероводорода и вентиляции подсводового пространства трубопроводов на агрессивность газовоздушной фазы, как способа очистки воды от сероводорода путем ее дегазации.

В рассмотренных выше исследованиях обозначена проблема очистки канализационных стоков от сероводорода и приведены рекомендации по снижению уровня H2S в стоках. Однако, эти данные требуют дополнительной систематизации для возможности использования их при прогнозировании динамики загрязнения сероводородом окружающей среды на КНС.

Материалы и методы исследования. Наиболее точным методом расчета оборудования очистки сточных вод является математическое моделирование. Применение современных математических моделей с моделированием установившейся ситуации и динамическим моделированием на основе обширной базы данных различных экспериментальным исследований позволяет с достаточной точностью получить исходные данные для расчета технических характеристикоборудования очистки воздуха от сероводорода. А использование различных пакетов прикладных программ позволяет выполнить оценку влияния различных параметров на работу этого оборудования.

В связи с тем, что в литературе отсутствуют данные по динамике выделения сероводорода в окружающую среду при работе насосов на КНС, были выполнены инструментальные замеры концентрации сероводорода в зоне приемных решеток КНС проекта 902–1–37.И в дальнейшим на основании полученных нами экспериментальные данных и данные других авторов были найдены регрессионные зависимости для использования в алгоритме прогнозирования выделений H2S в окружающую среду на КНС.

Результаты исследования. Динамика выделения сероводорода в воздух грабельного помещения при работе перекачивающих насосов исследовалась нами путем замеров концентраций H2S газоанализатором ИСС (относительная ошибка в интервале измерений от 1 до 4

ПДК – не более 10 %). Одновременно отбирались пробы воздуха для определения хроматографическим методом других примесей, поступающих в воздух при перекачке канализационных стоков.

Результаты определения загрязняющих окружающую среду веществ, содержащих серу, показали, что в воздухе у решеток грабельного помещения индентифицируются следующие меркаптаны: метилмеркаптан, этилмеркаптан, фенилмеркаптан, индоли скатол. Необходимо отметить, что концентрации меркаптанов, имеющих низкую температуру кипения, значительно превышала концентрации меркаптанов, имеющих высокие температуры кипения. Полученные нами данные хорошо согласуются данными работы [12], в которой приведены следующие средние концентрации загрязняющих веществ в канализационных стоках: сероводород – 15…38 м/л; оксид углерода – 0,2…1,7 мг/л; метилмеркаптан – 11…322 мг/л; диметил сульфид – 3…27 мг/л; диметил дисульфид – 30…79 мг/л; диметиламин – до 210 мг/л; индол – до 570 мг/л; скатол – до 700 мг/л и др.

Некоторые данные измерений концентрации сероводорода в воздухе у решеток в грабельном отделении КНС проекта 902–1–37 при перекачивании стоков с ХПК = 300…450 приведены на рисунке1.

Установлено, что выделение H2S определяется температурным уровнем газожидкостной системы. В качестве определяющего параметра при обработке экспериментальных данных была принята температурная зависимость коэффициента диффузии сероводорода в воде[10] $D_t = D_{20} \times (1 + 0{,}02 \times (t - 20))$, м2/с. Где D_t– искомое значение коэффициента диффузии H2S в воде,D_{20} – значение коэффициента диффузии H2S в воде при 20 оС; t – температура канализационных стоков в накопительной емкости, оС.

Полученные нами данные (рисунок 1) хорошо коррелируются с данными работы [9]. В течение исследуемого периода [14], концентрация сероводорода в канализационном стоке была относительно постоянна и составляла 4,5 $\pm$ 0,2 мг/л. Концентрация сероводорода в воздухе над канализационными стоками достигала 16 мг/м3 при значении pH стоков менее 7,4; температуре канализационных стоков 14,5 $\pm$ 0,5 оС и температуре воздуха над поверхностью воды 16,1 $\pm$1,1^{o}C.

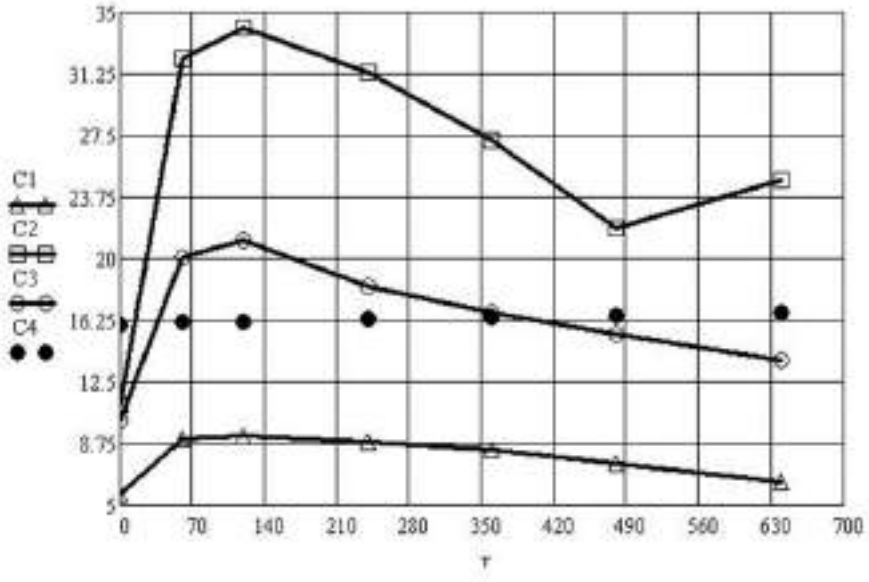


Рисунок 1 – Динамика изменения концентрации сероводорода в воздухе
у решеток грабельного отделения КНС проекта 902–1–37.
τ –время, С; C_1=C/C_{01} –безразмерная концентрация сероводорода при начальной концентрации C_{01}=5,7 мг/м^3 температура стоков t=12 ^{o}C; C_2= C/C_{02} при C_{02}=10,2 мг/м^3, t= 14,5 ^{o}C;C_3 = C/C_{03} при C_{03}=11,1 мг/м^3, t=15,5 ^{o}C;
C_4 – данные работы [9]

Достаточно хорошее совпадение наших исследований и исследований [14] позволило получить с учетом данных работы [3] регрессионную зависимость для расчета динамики из-

менения концентрации сероводорода (мг/м^3) в зоне изменений уровня в емкости накопления в КНС в зависимости от времени работы перекачивающего насоса:

$$C_{H2S} = (6.955 + 0.035 \times \tau - 1.325 \times 10^{-4} \times \tau + 1.267 \times 10^{-7} \times \tau) \times A, \quad (1)$$

где $A = \{[1.93 \times 10^{-9} \times (1 + 0.02 \times (t - 20)]/1{,}583 \times 10^{-9}\}^{10}$,

τ– время перекачки, с; t – температура перекачиваемых стоков, ^{o}C.

Зависимость образования сероводорода от температуры канализационных стоков изучалась в работе [4]. Было установлено [4], что наибольшая скорость накопления сероводорода в сточной воде наблюдалась при температуре 28 ^{o}C, несмотря на то, что растворимость газов при повышении температуры воды уменьшается. Причем, на первые сутки инкубации при увеличении температуры среды приблизительно на 10 ^{o}C, концентрация H_2S в сточной воде увеличивалась: в интервале 6–17 ^{o}C – в 4,2 раза, в интервале 17–28 ^{o}C – в 2,2 раза.

Обработка данных работ [4,14] дает следующую регрессионную зависимость накопления сероводорода в застойных канализационных стоках, мг/л:

$$C_{H2S} = 1.98 \times \tau^{-0.06+0.013 \times t}, \quad (2)$$

где t – температура канализационных стоков, ^{o}C;τ – время экспозиции, с.

Регрессия (2) справедлива для следующего диапазона изменения температуры канализационных стоков – 6…28 ^{o}C.

Расчетные данные по образованию сероводорода в анаэробных условиях (формула (2)) хорошо согласуются с данными по образованию H_2S в азотных гидротермах Прибайкалья [8,10].

В работах [8,14] отмечается факт существенной зависимости образования H_2S от pH воды. С увеличением pH воды количество образующегося в воде сероводорода уменьшается.

Динамика воздухообмена в емкости накопления канализационных стоков КНС может быть определена на основании равномерности поступлений стоков и технических характеристик перекачивающих насосов. Объем приемного резервуара ограничивается условиями его нормальной эксплуатации и выбирается исходя условий минимизации: выпадения осадка из сточной жидкости, загнивания осадка и самой жидкости. Поэтому вместимость приемного резервуара должна быть возможно меньшей, но не менее 5–минутной подачи одного из насосов станции при максимальном поступлении канализационных стоков [11]. Допускают максимально три включения в 1 ч – при ручном управлении насосным агрегатом и пять–шесть включений – при автоматическом управлении.

Для расчета подачи насосов и вместимости резервуаров по канализационным стокам можно пользоваться следующей регрессионной зависимостью, полученной на основании часового интегрального графикапритока канализационных стоков на КНС [1] с учетом поправки на реальные условиях:

$$G_{max} = 5 \times G_{ср}^{0,835}, \quad (3)$$

где $G_{ср}$ – значение среднечасового поступления канализационных стоков на КНС, л/с.

Зависимость (3) определяет не только количество поступающих на КНС канализационных стоков, но и воздухообмен в приемной емкости канализационной насосной станции.

Обсуждение результатов. Полученные результаты по динамике выделения сероводорода из канализационных стоков позволяют в первом приближении спрогнозировать поступления сероводорода в окружающую среду при перекачке канализационных стоков на КНС.

Установлено, что в момент включения перекачивающих насосов в воздухе над поверхностью канализационных стоков приемного резервуара КНС резко в 2…3 раза повышается концентрация сероводорода по сравнению с концентрацией на режиме стоянки перекачивающего насоса. Вероятно это связано с интенсификацией вертикального перемешивания жидкости в приемной емкости КНС и перемещением более насыщенных сероводородом слоев жидкости к поверхности контакта фаз.

Полученные регрессионные зависимости позволяют разработать алгоритм расчета десорбции сероводорода из канализационных стоков в воздух над поверхностью этих стоков в приемной емкости КНС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин С.Е. Насосные станции с погружными насосами, расчет и конструирование [Текст] // М., Стройиздат – 2008г. – 160 с.
2. Вильсон Е. В. Исследования в области удаления восстановленных соединений серы из сточных вод [Текст] // ИГУПИТ. Интернет–журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», 2013. – № 3. http://naukovedenie.ru.
3. Дрозд Г.Я., Гусенцова В.Д. Вентиляция систем водоотведения [Текст] // Луганск, ЛНАУ, 2004. – 136 с.
4. Коваленко А.Н., Коваленко А.В., Лебедева Е.С., Юрченко В.А. Влияние охлаждения сточных вод на экологические и характеристики водоотведения [Текст] // Комунальне господарство міст, 2014, выпуск 114. – С. 127–130.
5. Лихачев Н.И., Ларин И.И., Самохин С.А. Канализация населенных мест и промышленных предприятий [Текст] // М., Стройиздат, 1981. – 639 с.
6. Лосева Я.П., Мищенко Я.В., Гриванова С.М. Эффективность рассеивания от резервуаров канализационных стоков очистных сооружений города Владивостока [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11 (7). – С. 1383–1388;
7. Павлов К.Ф., Романов П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химических технологий. Изд. 8–е пер. и доп. [Текст] // Л., Химия. 1976. – 552 с.
8. Потапова З.М. Видовой состав и экофизиология цианобактерий азотных термальных источников Северного Забайкалья [Текст] // Автореферат дис. на соис. уч. ст. канд. биол. наук.– Улан–Удэ, 2010. – 22 с.
9. Соколов А.Г., Еланский В.Л. Экспериментальное исследование очистки от сероводорода минерализованных сточных вод нефтепромысла методом вакуумной десорбции // Труды Гипровостокнефти. Выпуск XIII. М., Изд. «Недра», 1971. – С. 97–109.
10. Тудунов А.В., Бархутова Д.Д., Намсараев З.Б., Намсараев З.Б. Бактериальный синтез сероводорода в азотных гидротермах Прибайкалья [Текст] // Весник БГУ – 2011 – № 3.– С. 129–134.
11. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С К. Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5–е, перераб. и доп. [Текст] // М., Стройиздат, 1975. – 632 с.
12. Hvitved–Jacobsen T., Vollertsen J., Yongsiri C., Hielsen N.A., Abdul–Talib S. Sewer microbial processes, emission sandimpacts [Текст] // Sewer processes and networks – Paris, France, 2002. – 13 p.
13. Morteza Nia, Othman F. Dissolved Sulfides Removal in Wastewater Collection Net – works Kuala Lumpur–Malaysia[Текст] // The Conference on Energy and Environment (ENVIROENERGY 2009). Taj Chandigarh, Chandigarh INDIA , March 19–21, 2009.– p. 341–348.
14. Nielsen A.H., Vollertsen J., Jensen H.S., Madsen H.I., Hvitved–Jacobsen T. Aerobic and anaerobic transformation of sulfide in a sewer system– field study and model simulation [Текст] // WEFTEC®.2006. – P. 3654–3670.
15. Zhang L., Keller J., Yuan Z. Inhibition of sulfate–reducing and methganogenic activities of anaerobic sewer biofilms by ferric iron dosing[Текст] // WaterResearch, 2009, 43 (17). – P. 4123–4132.

УДК 621.1.016:5435

КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВНЫХ СУСПЕНЗИЙ НА ОСНОВЕ АНГРЕНСКИХ УГЛЕЙ УЗБЕКИСТАНА

Агзамходжаев Анварходжа Атаходжаевич, *доктор химических наук, профессор, академик МАНЭБ, Институт общей и неорганической химии АН РУз,* ***Узбекистан****, г. Ташкент, anvar381@rambler.ru*

Жумабаев Бердах Айитбаевич, *кандидат химических наук, Нукусский педагогический институт им. Ажинияза,* ***Узбекистан****, г. Нукус*

Эшметов Иззат Дўсимбетович, *Институт общей и неорганической химии АН РУз,* ***Узбекистан****, г. Ташкент*

Аймирзаева Лиза Гулмирзаевна, *Нукусский педагогический институт им. Ажинияза,* ***Узбекистан****, г. Ташкент*

Опытным путем установлены экологические, экономические и эксплуатационные преимущества использования в качестве топлива водоугольно-топливной суспензии (ВУТС). Качество ВУТС зависит от стабилизатора NaOH и времени помола угля.

Ключевые слова: товарный бурый ангренский уголь, ВУТС, стабилизаторы суспензии.

COLLOID-CHEMICAL PROPERTIES OF FUEL SUSPENSIONS BASED ON ANGREN COAL OF UZBEKISTAN

Agzamhodzhaev A.A., Zhumabaev B.A., Eshmetov I.D., Aymirzaeva L.G.

By practical consideration installed environmental, economic and operational benefits of using as fuel coal-water slurry fuel (VUTS). Quality of VUTS depends on the stabilizer NaOH and time of coal grinding.

Keywords: trade Angren brown coal, VUTS, suspension stabilizers.

В связи с постоянным уменьшением запасов нефти и газа, а также роста их стоимости как на мировом, так и на внутреннем рынке возрастает роль твердого топлива в топливно-энергетическом балансе многих стран, в том числе и Узбекистана. Однако экологические проблемы, возникающие при использовании угольного топлива, требуют разработки и внедрения новых экологически чистых угольно-топливных технологий. Такой является разработанная в последнее время в мировой практике перспективная технология, связанная с использованием угля в виде водоугольно-топливной суспензии (ВУТС). Сжигание угля в форме ВУТС обладает рядом экономических, экологических и эксплуатационных преимуществ по сравнению с пылевидным и особенно слоевым сжиганием. Применение ВУТС позволяет увеличить эффективность сжигания угля, утилизировать угольные шламы, уменьшить взрывоопасность тонкодисперсной угольной пыли в энергетических котлах, снизить количество выбросов оксидов азота и серы в атмосферу. Внедрение относительно дешевого по себестоимости топлива – ВУТС в практику способствует сбережению энергетических и материальных ресурсов, ограничению загрязнения окружающей среды.

Исходя из вышеизложенного, разработка способа получения ВУТС на основе местных ангренских бурых углей и их сжигание взамен мазута и природного газа является весьма актуальной задачей. В данной работе приводятся результаты исследований влияния гидроксида натрия на вязкость ВУТС, получаемых на базе кондиционных товарных бурых ангренских углей с зольностью 45-55 %.

В качестве объекта исследования были взяты кондиционные товарные ангренские угли марки БОМСШ-Б2 с зольностью 45-55 % и для сравнения кусковой ангренский уголь марки 2БПК с зольностью 11-12 %. В качестве стабилизирующей добавки был использован NaOH, так как ранее нами было установлено, что водоугольные суспензии более устойчивы в щелочной среде. Были исследованы содержание влаги, зольность и выход летучих веществ кускового и кондиционного товарного ангренского угля. Для кондиционных товарных ангренских углей, в отличие от кускового угля, характерно относительно высокое содержание в них

кислородсодержащих карбоксильных и гидроксильных (фенольных) групп и гуминовых кислот.

В таблице приведены результаты исследования влияния продолжительности помола на степень измельчения кондиционного товарного угля ангрена. Видно, что с увеличением продолжительности помола выход фракции угля менее 0,05 *мм* растет, что способствует увеличению вязкости ВУТС и ее стабильности. Установлено, что для получения ВУТС на основе кондиционного товарного угля ангрена с содержанием около 80 % фракции угля размером менее 50 *мкм* достаточно 480 мин времени помола, в отличие от ранее исследованных кусковых ангренских углей с зольностью 11-12 %, где степень помола с содержанием фракции менее 0,05 *мм* составляла 240 мин.

Таблица – Влияния продолжительности помола на степень измельчения кускового и кондиционного товарного угля ангрена

Продолжительность помола, мин	Ситовой состав, мас. %			
	менее 0,05 *мм*	0,1-0,05 *мм*	0,16-0,1 *мм*	более 0,16 *мм*
Кусковой ангренский уголь марки 2БПК				
20	21	24	28	27
40	27	33	24	16
60	31	40	19	10
240	78	22	0	0
Кондиционный товарный уголь марки БОМСШ-Б2				
60	26	16	10	48
120	30	15	15	40
240	34	32	17	17
360	49	29	12	10
480	76	17	3	4

На основании экспериментальных работ установлено, что для получения ВУТС на основе кондиционного товарного угля ангрена с содержанием около 80 % фракции угля размером менее 50 *мкм* достаточно времени помола 480 мин. Установлено, что при хранении суспензии, полученной с добавкой 1,0 % NaOH в течение одного месяца величины вязкости ВУТС не меняются. Показано, что наличие в угле карбоксильных и гидроксильных групп обуславливают получение ВУТС с более высокими значениями вязкости. Установлена корреляционная зависимость основного коллоидно-химического параметра ВУТС – её реологической характеристики от физико-химических свойств углей (зольность, влагоемкость, теплотворность, содержание летучих веществ, карбоксильных и гидроксильных групп), их количественного содержания в топливной суспензии, степени дисперсности (раздробления) угля, содержания стабилизирующих добавок и pH дисперсионной среды. Показано, что у обработанных установленными оптимальными количествами добавок стабилизаторов (NaOH, $Ca(OH)_2$, ПАВ) суспензий их показатели стабильности, вязкости и текучести практически сохраняется постоянным. Вязкость ВУТС уменьшается более чем в 1,5-2,0 раза, а динамическая напряжение сдвига увеличивается в 2 раза при повышении температуры от 20^0 до 60^oC.

УДК 502.51.87.19.03

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПЕСКОВ ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛА ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Агзамходжаев Анварходжа Атаходжаевич, *доктор химических наук, профессор, академик МАНЭБ, Институт общей и неорганической химии АН РУз,* ***Узбекистан****, г. Ташкент, anvar381@rambler.ru*

Кулдашева Шахноза Абдуазизовна, *кандидат химических наук, доцент, Ташкентский технический университет,* ***Узбекистан****, г. Ташкент*

Жумабаев Бердах Айитбаевич, *кандидат химических наук, Нукусский педагогический институт им. Ажинияза,* ***Узбекистан****, г. Нукус*

Аймирзаева Лиза Гулмирзаевна, *Нукусский педагогический институт им. Ажинияза,* ***Узбекистан****, г. Нукус*

Для закрепления засоленных песков дна Арала предлагаются использование структурообразователей из отходов содового производства $CaSiO_3$ и $CaCl_2$. Использовались различные концентрации закрепителей песка. Исследовались свойства песка и эффект закрепления растворов.

Ключевые слова: засолённые пески, Арал, закрепление песков, отходы производства соды, растворы ГСК (гидросиликат кальция), древесные опилки.

ATTACHING SALTED SAND DRIED ARAL SEA PRODUCTION WASTE

Agzamhodzhaev A.A., Kuldasheva Sh.A., Zhumabaev B.A., Aymirzaeva L.G .

For consolidate of salted sand of bottom of the Aral Sea are offered use of structurants from wastes of soda production SaSiO3 and CaCl2. Various concentrations of sand fixers were used. The properties of the sand and the anchoring effect of solutions were studied.

Keywords: salted sands, Aral, sand fixation, production waste soda, solutions hydrous calcium, wood sawdust.

Выполнение комплекса работ по закреплению засолённых песков осушенного дна Арала предполагает поиск дешевых, нетоксичных и доступных закрепителей. В целях создания искусственных структур путем химического модифицирования поверхности частиц засоленного песка в работе в качестве структурообразователя использован раствор гидросиликата кальция – $CaSiO_3$ (ГСК), полученный в момент его образования из разбавленных растворов 17 %-ного силиката натрия и хлорида кальция, когда выделяющийся продукт имеет коллоидальную степень дисперсности на стадий перехода золь → гель. При этом, хлорид кальция получен с Кунградского содового завода, где 11-12 %-ный раствор этого соединения входит в состав отхода производства – дистиллярной жидкости, которая является основным жидким отходом производства кальцинированной соды, образуемой после регенерации связанного аммиака из маточного раствора путем воздействия горячего известкового молока в смесителе, Далее регенерированной газообразный аммиак в колонне дистилляции отгоняется паром низкого давления. Состав дистиллярной жидкости: $CaCl_2$ – 11-12 %, H_2O – 83-84 %, NaCl – 4,0-4,5 %, $CaCO_3$ – 0,50-0,55 %, MgO – 0,08-0,09 %. Закрепление проводили обработкой поверхности песка путем опрыскивания растворами ГСК нужной концентрации, а в случае посева семян солестойких растений опрыскивание производили после посева. Закрепляющие растворы ГСК готовили сливанием 0,2, 0,5, 0,8 и 1,1 %-ных растворов силиката натрия и хлорида кальция из расчёта получения заданных количеств действующего продукта закрепителя ГСК и их композиции с древесными опилками.

Результаты исследований минералогического, химического составов песков показали, что образцы песков Казахдарьи более минерализованы. Преобладающими из водорастворимых солей являются хлориды и сульфаты натрия. Содержание SiO_2 в образце песка составляет 89,24 %, а CaO, MgO, K_2O и Na_2O – 1,11; 0,95; 1,85 и 1,35 %, соответственно. Результаты исследований влияния композиции закрепителей на формирование водопрочных агрегатов (ВПА) и на механическую прочность корки приведены в таблице. Видно, что содержа-

ние ВПА в исходном песке низкое – 6,28 %. Опрыскивание поверхности песка раствором ГСК при концентрации 0,2 и 0,5 % и их смеси с древесными опилками незначительно способствует повышению прочности структуры и числа ВПА. При этом прочность созданной структуры и ВПА песка, закрепленного 0,1 %-ным раствором ГСК составляет 0,72-0,80 МПа и 28,25–29,36 %, а для песка, закрепленного 0,5 %-ным раствором полимера, – 1,28-1,39 МПа и 44,57-48,41 % соответственно.

Таблица – Влияние концентрации раствора ГСК и его композиции с древесными опилками (ДО) на количество водопрочных агрегатов (ВПА) и на величину механической прочности*) поверхностной корки в засолённом песке побережья Казахдарьи Арала

№ п/п	Концентрация раствора ГСК	Количество ВПА (%) по фракциям, мм				Сумма ВПА, %	Прочность корки, МПа
		> 2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25		
1	Не обработанный	-	-	1,14	5,14	6,28	-
2	ГСК 0,2 %	0,84	0,86	3,15	23,40	28,25	0,72
3	ГСК 0,5 %	13,82	8,03	6,90	15,82	44,57	1,28
4	ГСК 0,8 %	35,00	10,02	10,04	9,18	64,24	2,04
5	ГСК 1,1 %	42,15	10,94	10,98	7,12	71,19	2,92
6	ГСК 0,2 % + ДО	0,96	1,03	3,27	24,10	29,36	0,80
7	ГСК 0,5 % + ДО	15,56	8,72	7,21	16,92	48,41	1,39
8	ГСК 0,8 % + ДО	38,52	11,24	10,38	10,27	69,91	2,42
9	ГСК 1,1 % + ДО	45,80	14,26	10,58	7,08	77,72	3,02

*) *Приведены средние значения количества ВПА и величины механической прочности, найденные из 3 определений.*

При закреплении песка раствором ГСК при концентрации 0,8 и 1,1 % и их композиций с древесными опилками прочность возникшей структуры удалось повысить до 2,04-2,42 МПа для концентрации ГСК 0,8 % и до 2,92-3,02 МПа для 0,2 и 0,5 % и их смеси с древесными опилками незначительно способствует повышению прочности структуры и числа ВПА. При этом прочность созданной структуры и ВПА структуры и числа ВПА. При закреплении песка раствором ГСК при концентрации 0,8 и 1,1 % и их композиций с древесными опилками прочность возникшей структуры удалось повысить до 2,04-2,42 МПа для концентрации ГСК 0,8 % и до 2,92-3,02 МПа для концентрации ГСК 1,1 %, а также их числа ВПА 64,24-69,91 % и 71,19-77,72 %, соответственно. ГСК взаимодействует с частицами песка и с присутствующими в нем солями (анионами хлора, сульфата и др.), образуя гелеобразные продукты, которые в виде новообразований выделяются в межфазных пространствах в зоне контакта частиц и, подвергаясь адгезии на их поверхности, играют роль склеивающего агента, придают прочность и водостойкость формируемой структуре. Последняя укрепляется частицами добавок опилки, которые играют как бы роль «арматуры».

УДК 621.311

СЖИГАНИЕ ВОДОУГОЛЬНО-ТОПЛИВНЫХ СУСПЕНЗИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ АНГРЕНСКИХ УГЛЕЙ УЗБЕКИСТАНА

Агзамходжаев Анварходжа Атаходжаевич, *доктор химических наук, профессор, академик МАНЭБ, Институт общей и неорганической химии АН РУз,* ***Узбекистан****, г. Ташкент, anvar381@rambler.ru*

Жумабаев Бердах Айитбаевич, *кандидат химических наук, Нукусский педагогический институт им. Ажинияза,* ***Узбекистан****, г. Нукус*

Эшметов Иззат Дўсимбетович, *Институт общей и неорганической химии АН РУз,* ***Узбекистан****, г. Ташкент*

Одно из перспективных направлений угольной энергетики – замена прямого сжигания угля приготовленными из углей различных марок водоугольно-топливных суспензий (ВУТС). Предлагается технологическая схема сжигания ВУТС, рассматриваются особенности горения ВУТС.

Ключевые слова: ангренский уголь, ВУТС, технология сжигания ВУТС

BURNING OF WATER COAL-FUEL SUSPENSIONS OBTAINED ON THE BASIS ANGREN COAL OF UZBEKISTAN

Agzamhodzhaev A.A., Zhumabaev B.A., Eshmetov I.D.

One of the promising areas of coal power - replacement of direct combustion of coal on water coal-fuel SUSPENSIONS (WCFS) prepared from coals of different brands. Technological scheme of burning WCFS is proposed, features burning WCFS are considered.

Keywords: Angren coal WCFS, combustion technology WCFS

Одним из перспективных направлений для угольной энергетики может стать переход от прямого сжигания угля в различных топочных устройствах на приготовленные из углей различных марок водоугольно-топливной суспензии (ВУТС). ВУТС имеет свойства, позволяющие заменить им твердое, жидкое или газообразное виды топлива в различных топливнопотребляющих агрегатах без существенной их реконструкции, а при необходимости возможно совместное использование ВУТС и других видов топлива – мазута и природного газа.

В качестве объекта исследования для получения ВУТС были взяты ангренские угли марок 2БПК, БОМСШ-Б1 БОМСШ-Б-2 с зольностью 12, 35, и 45 %, соответственно [1]. Технологическая схема сжигания полученных устойчивых ВУТС представлена на рисунке 1 и 2. Сжигание опытных партий топлива осуществлялось на пилотной установке, оборудованной горелочным устройством. Из емкости 1 ВУТС через дозатор для подачи ВУТС на сжигание 3 подается к факельной горелке 5 камеры сгорания печи 6. Распыление ВУТС форсункой осуществляется сжатым воздухом с применением компрессора 9. В процессе сжигания состав газовой фазы контролируется газоанализатором 10, температура в камере сжигания измеряется платина - платинородиевой термопарой, расход ВУТС и сжатого воздуха определяются датчиком давления и манометром 4 и 8. Для розжига ВУТС применяется факельная горелка 5 с производительностью 100 кВт/час. Первоначальный разогрев производится в факельной горелке 5 с использовением газа (или мазута) до температуры 1100-1150^{o}С. Затем производится совместное сжигание ВУТС с природным газом (или мазутом). В дальнейшем сжигание ВУТС осуществляется самостоятельно. При сжигании производится замер состава газовых выбросов через газоанализатор 10.

Технология производства ВУТС позволяет получать топливо с заданными потребительскими свойствами. Известно, что теплота сгорания водо-угольного топлива из каменных углей достигает 3500 ккал/кг; из бурых – 2900 ккал/кг при содержании твердой фазы 40-52 %.

В результате проведенных экспериментов разработаны и научно обоснованы методы и средства повышения эффективности сжигания ВУТС из бурых ангренских углей Узбекистана в топочных устройствах. Установлено, что применение системы факельного сжигания позволяет в минимально короткое время обеспечить розжиг и стабилизацию горения ВУТС.

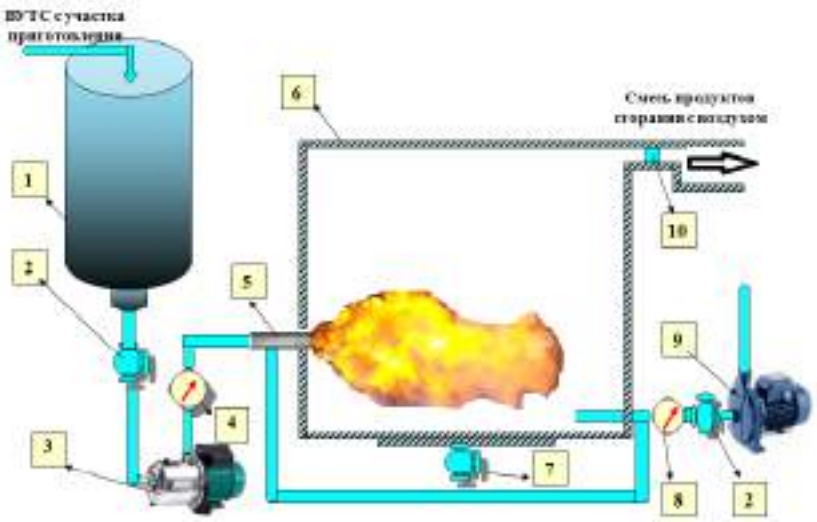


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема сжигания приготовленного ВУТС:
1– емкость готовой продукции ВУТС; 2 – вентили 3 – дозатор для подачи ВУТС на сжигание;
4 – расходомер 5 – факельная горелка; 6 – камера сгорания печи; 7 – вентиль для эвакуации золы;
8 – манометр; 9 – компрессор для подачи воздуха; 10 – газоанализатор

Рисунок 2 – Сжигание водоугольно-топливной суспензии ВУТС на Ангренской ЗИФ АГМК
с использованием факельной горелки мощностью 100 кВт/ч на

Преимуществами эффективного использования ВУТС являются следующие факторы: возможность использования средне- и низкосортных углей при изготовлении ВУТС и повышения энергетического потенциала угля; взрыво- и пожаробезопасность, снижение вредных выбросов и запыленности атмосферы при их использовании. Процесс горения ВУТС характеризуется высокой полнотой выгорания (98,0–99,7 %), что объясняется тем, что дисперсионная водная среда играет роль промежуточного окислителя практически на всех стадиях процесса горения, вода активирует поверхность твердой фазы топлива, в результате чего воспламенение его распыленных капель начинается не с воспламенения летучих, а с гетерогенных реакций на их поверхности.

Таким образом, на основе проведенных исследований показана реальность получения ВУТС на основе ангренских углей, а также её сожжение при соответствующем техническом обеспечении. Установлено, что применение системы факельного сжигания позволяет в минимально короткое время обеспечить розжиг и стабилизацию горения ВУТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эшметов И.Д., Салиханова Д.С. Агзамходжаев А.А. Получение водоугольно-топливной суспензии на основе кондиционных товарных углей Ангренского месторождения путем их модификации мазутом // Журнал Химическая промышленность. Россия, 2014. – Т. 91. – № 3. – С. 126-130.

УДК 541.64:678.046

НОВЫЕ ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИЕ ПОЧВЕННЫЕ ДОБАВКИ

Асамаедимов Алим, *Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, г. Нукус, asamatdinov@mail.ru*

Супернабухающие полимерные гидрогели могут поглощать большие объемы воды или водных растворов. Это свойство привело к многим практическим применениям этих новых материалов, в частности в сельском хозяйстве для повышения удержания воды почвой и обеспечения водой растений. В этой статье рассматриваются методы изучения полимерных гидрогелей и их свойств, а также их действия на почву и рост растений. Термодинамический подход, используемый для описания набухания полимерных сеток, оказывается весьма полезным при моделировании эффективности водонабухающих гидрогелей как добавок. Представлены результаты исследования физических и химических свойств гидрогелей на основе отходов производства «Нитрон» (полиакрилонитрила): волокна и солей переходных металлов и формалина. Разработанные гидрогели HG-Al, Hg и HG-Cr были протестированы на водоудерживающую способность песка. Такой вывод подтверждается также данными метода определения влажности завядания способом вегетационных миниатюр. При использовании дозы 0,1 % от набухания полимерного гидрогеля в песок с культурой ячменя разница между точкой увядания по сравнению с контролем была незначительной. Это указывает на то, что влага, которая содержится в гидрогеле, участвует в снабжении влагой растений, в той же степени, что и в капиллярах.

*Ключевые слова***:** водонабухающие полимерные гидрогели, песчаные почвы**.**

NEW WATER-KEEPING SOIL ADDITIVES

Asamatdinov Alim, *Department of chemistry-ecology, Faculty of Natural sciences, Nukus state pedagogical institute, **Uzbekistan,** Nukus, asamatdinov@mail.ru*

Abstract: Superabsorbent polymer hydrogels can swell to absorb huge volumes of water or aqueous solutions. This property has led to many practical applications of these new materials, particularly in agriculture for improving the water retention of soils and the water supply of plants. This article reviews the methods of polymeric hydrogels, measurements and treatments of their properties, as well as their effects in soil and on plant growth. The thermodynamic approach used to describe the swelling behaviour of polymer networks proves to be quite helpful in modelling the hydrogel efficiency of water-absorbing additives. The paper presents the results of a study of the physical and chemical properties of hydrogels based on of the production of "Nitron" (Polyacrylonitrile) wastes fibre and salts of the 3-rd transition metals and formalin. The developed hydrogels HG-Al, HG and HG-Cr have been tested for water holding capacity of sand. Such conclusion was also confirmed by data from the method of determining the wilting point by vegetative thumbnails. In the entering process using a dose of 0.1 % of the swelling polymeric hydrogel in sand with a culture of barley the difference between the wilting point in comparison with the control was negligible. This indicates that the moisture which was contained in the hydrogel is involved in moisture availability for plant growth, to the same extent as that in the capillaries.

Keywords: soil, sand, polymer, hydrogel, swelling, metal, plant growth, moisture, additives.

Introduction. Human life is entirely connected to food, food depends highly on agriculture, and agriculture is absolutely indebted to water. Taking into account the water imbibing characteristics of swelling polymer materials, the potential of their applications in agricultural fields has increasingly been investigated to alleviate certain agricultural problems. In such applications, the water absorbency and retention are essential. For example, the use of swelling hydrogels in sandy soil, to increase its water-holding capacity in arid areas, seems to be one of the most important means to improve the quality of plants [6]. The super absorbent polymer (SAP) particles may be considered as ‘‘miniature water reservoirs’’ in soil. Water will be removed from the reservoirs upon the root demand through the osmotic pressure difference. The SAP use for agricultural applications has shown encouraging results. The certain advantages of SAP use in this direction can generally be listed as follows [13,29]:

– reducing irrigation water consumption and the death rate of plants

– increasing the available water in the soil which enables the plants to survive longer under water stress

– reducing the evapotranspiration rate of the plants

– inducing a much higher growth rate

– reducing compaction tendency and increasing the soil aeration and microbial activity

– preventing erosion and water runoff

– improving fertilizer retention in the soil and thus increasing the fertilizer efficiency as well as preventing the contamination of the underwater sources

– binding heavy metals and mitigating their action on plants

– mitigating the effects of salinity

– water-retaining materials in the form of seed additives (to aid in germination and in seedling establishment), seed coatings, and root dips, etc.

The SAP's are not yet affordable to be used on vast cultivation areas of strategic plants such as wheat and corn. However, their high costs are going to be overshadowed progressively by the benefits of the SAP improvement of soils. There are many reports available on the SAP synthesis for agricultural purposes. In an earlier publication, Kazanskii and Dubrovskii [20] reviewed the methods of superabsorbent gel synthesis, measurements and treatment of their properties, as well as their effects on the soil and on the plant growth. Preservation of water and soil reconditioning are two of the main tasks of the effort to solve the human problems that have originated mainly from imbalanced illogical human activities, causing water shortage and the desertification which are extremely serious in many regions of the world (30 % of the total solid land). Ecological restoration of these lands is a major challenge for the mankind since they are the only option left for increasing the area of arable land and producing food for the ever growing worldwide population. One common feature of these degraded lands is the fact that their organic soil matter is degraded as well. One solution for the restoration of these lands could be the application of SAP's to these soils. Since SAP's are hydrophilic and contain carboxylic groups, they can be used as artificial humus. This enables them to bind cations and water; and thus they have the following advantages for the restoration of degraded lands.

The physical mixture of native cassava starch and PAN was hydrolyzed by NaOH solution to yield starch-poly(sodium acrylate-co-acrylamide) superabsorbent hydrogel. The agricultural performance of the hydrogel – soil mixture samples in which maize seedlings have been planted were measured as a function of hydrogel loading and compared with the values obtained in the control to which hydrogel was not added. The results of the soil-hydrogel analyses at monthly intervals showed that there was a significant increase in the ability of the soil to retain moisture and also an increase in the growth performance of the maize seedlings compared to the control [9].

Water swelling hydrogels are slightly cross-linked three dimensional hydrophilic polymers that are capable of absorbing large quantities of water or other biological fluids without disintegrating. They have found extensive applications in various areas such as medicines/pharmaceuticals [7,15,27], chemical engineering [15], agriculture [24] and other environmental fields [31]. In the design and development of new superabsorbent hydrogels, high swelling capacity, fast swelling rate and good gel strength were especially desired. Among these properties, the swelling rate is important because it determines the application properties of superabsorbent hydrogel in almost every field. Recently, many efforts have been made to improve the swelling rate of the superabsorbent hydrogel for improving its applicability [18,21]. In principle, the initial swelling rate of a superabsorbent is primarily due to the penetration of water molecules into the polymeric network through diffusion and capillarity [22]. Higher porosity in the superabsorbents can increase the contact area between polymeric network and external solution that facilitate the speeding up of the diffusion rate. Thus the swelling rate of superabsorbent hydrogels can be enhanced through the creation of a

porosity structure. Various methods, such as the phase inversion technique [12], freeze-drying and hydration technique [35], the water-soluble porogens [26] and the foam technique [19], have been used to create the porous structure of hydrogels. However, a contradiction between the controllable porosity and the convenience of the pore-forming technique still exists in the hydrogel polymerization.

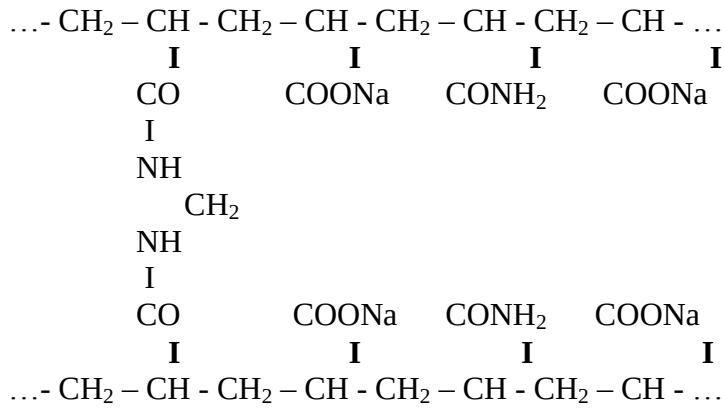
In arid regions the low moisture capacity of sand is the reason, why vegetation cannot use an even relatively small amount of precipitation completely, as much of the moisture (100-150 mm) extends beyond the root layer. The hydrogel amendments may improve the seedling growth and establishment by increasing the water retention capacity of soils and regulating the water supplies available to the plants, particularly under arid environments. The effects of different levels of a locally prepared hydrogel were studied on the moisture properties of sandy loam and loam soils and on the growth response of three plant species: barley (*Hordeum vulgare* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.). Water absorption by gel was rapid and highest in distilled water and was inhibited by an increase in water salinity [1].

To increase the moisture capacity of sands it is proposed to enter the heavy granulometric soil composition by deep loosening of the sandy layer with explosions in order to increase the capacity of the root layer [5]and other techniques. One of the new ways of moisture retention can be attributed to the application of the swellable polymer hydrogels, different types of which are tested and used to increase the moisture capacity of sandy soils in arid regions for the agricultural crops under irrigation [2]. The important directions of application are also the objects of silviculture on quartz sands in arid areas. The solution of the problem of conservation of water balance in southern areas requires the necessary procedures and the most important are the soil- improving methods, directed to increase the efficiency of irrigation and agriculture of rainfed lands, to develop methods to control water and wind erosion, desertification, and other negative phenomena.

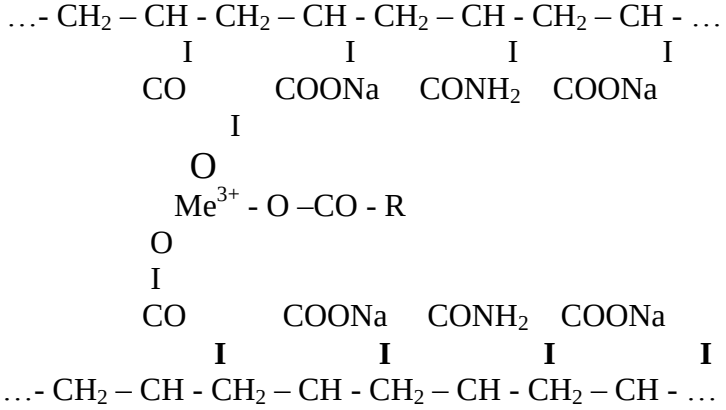
What are the general principles of hydrogels on water regime of soil and moisture availability of plants? While swelling or absorption capacity of general hydrogels in water is less than 100 % (1 g/g), the SAP's can imbibe as much water as about 1,000–100,000 % (10–1,000 g/g) [36]. Entering into the root layer, for example, a uniform distribution of the substrate hydrogel particles is located in pores and when they receive moisture they swell, thus providing an increase in the moisture content compared to untreated soil and favorable conditions for plant growth. Obviously, this method in general, can be effective and economically justified if the hydrogels are capable to accumulate a considerable amount of water and transfer it into plants. This study is focused on the possibilities analysis of the practically acceptable hydrogels, their physical and chemical characteristics, particular qualities of actions in the system soil-moisture-plant and the prospects for their use [11,32,33].

An important method of creating hydrogels is by cross-linking of the hydrolyzed product which is made from the "Nitron" fibre in the presence of crosslinking agents. Thus up to 95-99 % of the product can be converted into a cross-linked state and this cross-linked polymer can swell up and adsorb water in an amount of 700-1000 ml/g. After drying the cross-linked polymer it formed a vitreous mass and this mass was crushed into required particle size. The "Nitron" wastes of fibre production were chosen in order to obtain polyelectrolytes, from which cross linked hydrogels have been derived. To crosslink the macromolecules in the hydrolysis products from the "Nitron" waste fibre crosslinkers were polyvalent metals (Al^{3+}, Cr^{3+}) and formaline. Distilled water was used as a solvent. When studying the kinetics of hydrolysis in aqueous alkaline NaOH under a certain conditions state, a water soluble polymer, conventionally called product K-30 was obtained [3]. Then, based on the "Nitron" hydrolyzed fibre K-30 and salts of 3-d transition metals swelling polymer hydrogels complex HG-Al and HG-Cr were synthesized, and based on of 37 % formalin hydrogel HG-F was made.

Scheme of the crosslinked structure with formalin:



Scheme of the crosslinked structure with polyvalent metals:



For modeling the impacts of salts on water adsorption of hydrogels Knop's solution was chosen [25], reflecting the composition of soil solution. Research on the dependence of the hydrogels characteristics on the conditions of synthesis and composition can open possibilities for optimizing the method.

Materials and methods. *Apparatus and reagents* The objects of the study were the waste of the "Nitron" fibre production used for obtaining polyelectrolytes which are crosslinked and result in hydrogels, solvents and reaction products.

For crosslinking of the macromolecules in the hydrolysis products of the wastes of the "Nitron" fibre production the crosslinking agents used were the polyvalent metals (Al^{3+}, Cr^{3+}), and formaldehyde. Distilled water was used as the solvent.

Used waste fibre production "Nitron" brand "B", TC 63-08-95, waste production of polyacrylonitrile fibre TC Uz 6.1-66-98, yarn PAN TC Uz 6.1.70.98.

As the dispersion system the Rybatskiy gulf sands of the Aral region have been studied.

Table 1 – Data of chemical analysis samples of soil and sand the dried bottom of the Aral Sea, %.

Sample	п.п.п.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Σ
Rybatskiy gulf sand										
Site 1	16,10	40,55	10,11	13,29	1,43	10,76	3,59	1,99	3,32	101,14
Site 2	12,88	46,38	8,27	13,60	2,27	10,71	2,72	1,82	1,89	100,54
Site 3	14,39	43,48	10,92	0,88	10,69	12,05	3,67	0,88	3,24	100,20
Site 4	13,04	46,21	8,90	2,64	7,29	15,10	0,93	2,46	3,67	100,24

In the experiments using the medium-, and fine-grained sand and soils of the Rybatskiy gulf. Its granulometric composition (by sieve analysis) was as follows: particle diameter of >1 mm - 4.8 %; 1.0-0.5 mm 6.2 %; 0.50-0.25 mm 56.1 %; <0,25 mm 32.9 %.

Determining the hydrogel swelling degree. 0.2 g of the gel was weighed and placed in distilled water for equilibrium swelling. The swollen gel was separated from the water in the funnel with a glass filter. The swollen gel sample was sequentially treated 3 times with acetone and three times with ether, and then dried in a vacuum oven to a constant weight for 48 hours. The swelling coefficient is given by:

$$\alpha = \frac{m_2 - m_1}{m_1}$$

m_1 – mass of the dry gel, *g*;

m_2 - mass of the swollen gel, *g*;

The determination of the dry remainder. Drying of the polymer to a constant weight at 50-55 ^{0}C or at room temperature under vacuum, in a desiccator over $CaCl_2$. A solid content (%) was calculated using the formula:

$$X = \frac{(m - m)\cdot 100}{(m_1 - m_2)}$$

m – mass of beaker with lid and linkage sample after drying, *g*;

m_1 - mass of beaker with lid, *g*;

m_2 - mass of beaker with lid and sample before drying, *g*;

Polyelectrolyte properties of the polymers were determined by measuring the electrical conductivity and viscosity of aqueous solutions. Conductivity measurements were carried out on the setting-up in the bridge system. The source voltage used sound generator brand 3G-6M. The output voltage of 6 V. Conductivity measurements were carried out at a frequency of 1000 Hz. Electric cell made of glass 50 ml with vertical platinum electrodes. Temperature control of the cell was carried out in the water thermostat. The cell constant (K) at 289 ^{0}K is 0,37.

Conductivity was calculated using the formula:

$$æ = \frac{K_{KCl}}{R}$$

where R - resistance, Ohm [77]. Determination of the viscosity [76] dilutions carried out in a capillary viscometer Ostwald with an inner diameter of 0.4-0.5 mm, the expiration time of water ~95.

Relative, specific and reduced viscosity was calculated for each solution, then the viscosity of the polymer solution concentration plotted. On the chart we find the value of the intrinsic viscosity [η], by extrapolating the curve of this dependence to zero concentration, that is infinite dilution.

$$[\eta] = (\frac{\eta_{yд}}{C}); \qquad \eta_{np} = \frac{\eta_{yд}}{C}; \qquad \eta_{yд} = \frac{\tau - \tau_0}{\tau_0} = \eta_{отн} - 1;$$

τ - solution viscosity of the investigating polymer;

τ_0 – viscosity of the solvent;

On the abscissa axis there are delayed values of the concentration of polymer solutions containing 0.01 - 10 kg/m^3 on the vertical axis - the value of the reduced viscosity. Dependence η_s/C of C in set-up range is characterized by increasing concentration of the line. The segment shutting of this line on the axis of the η_s/C is a characteristic viscosity [η] investigating polymer. In determining the characteristic viscosity neutral salt – KCl is added for the suppression of the polyelectrolyte effect in the solution.

Physical-chemical characteristics of hydrogels . The most important properties of hydrogels for their use as soil moisture-absorbers, refer to swelling which depends on the structure of the hydrogel and on the external conditions. Due to the nature of polyelectrolytes the structure of most hydrogels can be characterized by a thermodynamic interaction parameter of the polymer with water, density of mesh points, proportion of ionic groups and their degree of dissociation. The value of the equilibrium degree swelling of hydrogels is defined by the zero swelling pressure of hydrogel, which in turn consists of osmotic forces, elasticity of mesh and availability of the related ions [8]. The process of swelling experimentally investigated by the methods from optical measurement of geometric dimensions visualized correct form samples (cylinders, spheres) automatic registration volume of liquid that remains after its absorption by the sample [11].

***Influence of hydrogels on water holding capacity of sands*.** For assessing application prospects of hydrogels as soil moisture absorber the energy characteristics of moisture state are important. To estimate this, experiments were conducted by methods of Richards membrane press and by Dolgov capillarimeter.

Hydrogels have the potential to have a large number of benefits for the landscape. They have proven to be an aid in decreasing erosion, thus reducing nutrient and sediment losses in sensitive environments, and adsorbing nutrients for slow release. Hydrogels have also, in most circumstances, aided in the establishment of plants, mycorrhizae, and bacteria. However, the most important aspect concerning hydrogels is that responses associated with them are site-specific variables (i.e. soil structure, salt and fertilizer concentration) and often species-specific variables (i.e. what conditions the plant normally grows under). Given the adverse side effects potentially associated with the hydrophilic polymers, care should be taken in determining what the ultimate objectives of the project are (i.e. temporary plant establishment or permanent, irrigated or unirrigated, etc.). Therefore each used field must be carefully analyzed for organism responses expected due to the wide range of results possible when using these products.

***Results and discussion*.** Researchers [10,16] have reported that the use of hydrogels increases the amount of available moisture in the root zone, thus implying longer intervals between irrigations. It must be pointed out that the polymers do not reduce the amount of water used by plants. The water-holding capacity depends on the texture of the soil, the type of hydrogel and particle size (powder or granules), the salinity of the soil solution and the presence of ions. Cross-linked polyacrylamides hold up to 400 times their weight in water and release 95 % of the water retained within the granule to growing plants. In general, a high degree of cross-linkage results in the material having a relatively low water-retention capacity. However, the water-holding capacity drops significantly at sites where the source of irrigation water contains high levels of dissolved salts (e.g effluent water) or in the presence of fertilizer salts [34]. The amount of water retained is also adversely affected by chemicals or ions (Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+}) present in the water [17]. James and Richards [14] suggested that these divalent cations develop strong interactions with the polymer gels and are able to displace water molecules trapped within the polymer. Even though monovalent cations (Na+) can also replace water molecules, the effect is not as pronounced as with the divalent counterparts as the process is fully reversible by repeated soaking with deionised water [23,28].

Typical dependence of degree swelling of hydrogels from pH and from time presented in figure 1. This behavior is typical for the majority of the currently known products of hydrogels, because the high degree of swelling can be obtained only by cross-linking of macromolecules. Thus it is necessary to point out two important aspects. On the one hand the curves in Fig.1 allow to predict the moisture capacity of hydrogels under concrete conditions. On the other hand, the values of the total lower limit of hydrogel swelling testify to completely eliminate the influence of the charged mesh, which opens the possibility to determine the crosslink density with using classical relations for polymer networks.

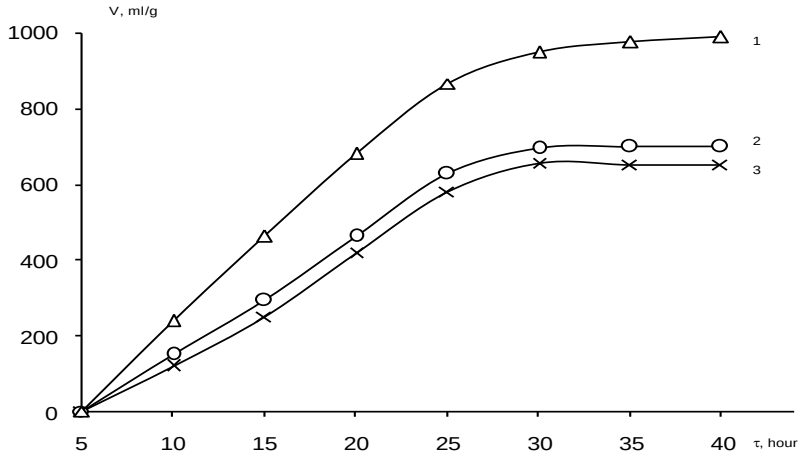


Fig. 1 – Dependence of degree hydrogels swelling HG-F (1), HG-Cr (2) and HG-Al (3) from time.

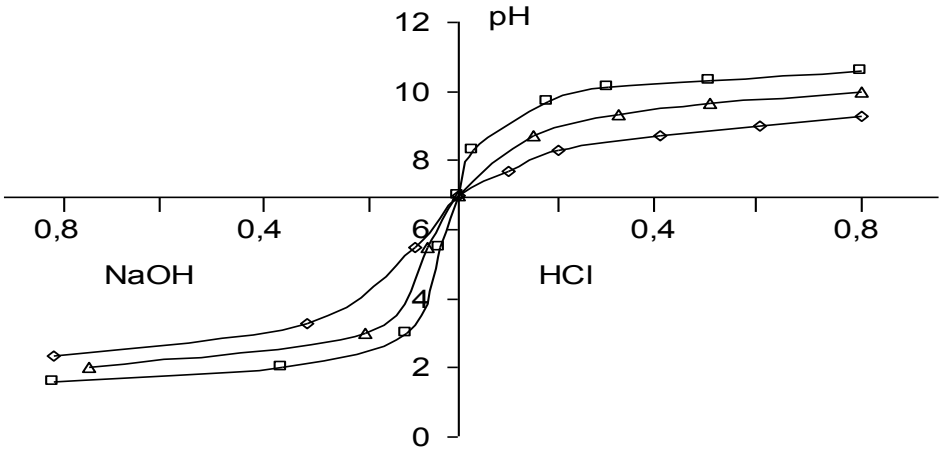


Fig 2 – Potentiometric titration curves of hydrogels HG-F (1), HG-Cr (2) and HG-Al (3).

Such assessment indicates an extremely low degree of crosslinking hydrogels. To main indicators of hydrogels should be attributed time for swelling and dehydration in a result of syneresis. Obviously, these values must be consistent with frequency and intensity of moisture into soil with additives of the hydrogel. Direct measurements show that the time of swelling is proportional to the square of particle size, which is common for most diffusion processes.

Synergic of moisture due to small potential difference of water in the hydrogel and in a pure liquid happens almost at the same rate as that from the surface of water, and is limited by diffusion. This has been confirmed experimentally.

In these conditions the observed reduction of physical evaporation from the soil with additives of hydrogel is due to moisture conductivity features of the substrate, modified with additives of hydrogel. Studies of hydrogels with methods adopted in physical chemistry of polymers, enable us to formulate basis of their effectiveness as a moisture absorber, as confirmed in the transition to the conditions of modeling of the soil.

In Fig. 2 shows the results potentiometric titration of gels (curves 1-3), obtained there from depending on 1/β from 1/α OH, where

β- number of NaOH g/eq, absorbed by 1 gram equivalents of hydrogels;

α OH- activity of OH ions in the solution after establish equilibrium;

From the figure we can see that in the field of titration COOH carboxyl groups (pH 4-8) observed a linear dependence of 1/β from 1/α OH in this case maximum number of groups bonding OH- ions according to the law of independent adsorbtion is ~85 %. It can be assumed that these groups of gels are the carboxyl groups included in defective area- the "hinges".

Thereby, the complex of hydrogels HG-Al, HG-Cr and HG-F represents a three-dimensional reticulate system in which the chain connects ionic bonds, and the number of these connections can vary up to ≈ 65 % in neutral media, as well as in concentrated mixtures of low molecular weight salts.

We know that at pH > 9 the number of interchain salt bonds in alkaline media decreases. In the acidic environment - a gel, despite the destruction of salt bonds is considerably more resistant. This is due to the stabilizing influence of hydrogen bonds, formed between the carboxyl groups included in the loop.

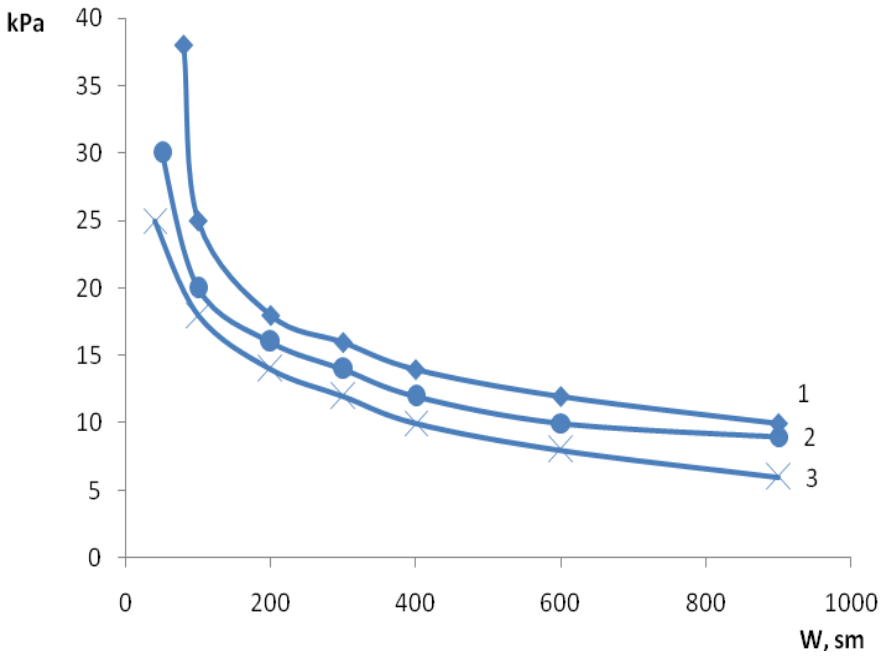


Fig.3 Influence of pressure (soil press) for swelling hydrogels HG-F (1), HG-Cr (2) and HG-Al (3).

Fig.3 shows equilibrium values of swelling, corresponding to various values of pressure. If we consider as available moisture to plants its value located between 10 and 100 kPa, then we can conclude that almost all the moisture of hydrogels is in this range. This conclusion is also confirmed by data on the wilting point, obtained by the vegetation thumbnails by Dolgov's. Thus, when using hydrogels at the rate of 0.1 wt. % in the sand culture of barley the wilting point difference compared to the control is not registered, the moisture contained in the hydrogel, supports the plant growth as well as the capillaries.

At higher doses of hydrogels (around 0,25 %) the density of sand is reduced from 1.8 up to 1,15- 1,06 g/cm3, which creates additional porosity and therefore increases the moisture capacity up to 41,7-43,5 % versus 23,8 % in the control group; inflated value in the control group due to inability to completely exclude the influence of the capillary fringe in the laboratory. Such high dos-

age is economically hardly justified, but the results illustrate the potential effect of the range of hydrogels for the moisture content in sandy soils.

Table 1 – Water-physical characteristics of sand and its mixtures with hydrogels

Variant	Dose %	Capillary moisture capacity		Total moisture capacity		Water retention	
		Moisture, %	w, cm^3/g	Moisture, %	w, cm^3/g	Moisture, %	w, cm^3/g
Control	-	22,4	-	23,9	-	21,5	-
HG-F	0,1	29,5	53	34,8	86	29,7	59
HG-Cr	0,03	25,9	47	29,1	83	26,0	29
HG-Al	0,03	26,2	48	29,5	85	26,4	29

Table 2 – Calculated moisture increase in soil with hydrogel* additives

Swelling *g/l*	100 *kg/ha*	0,002 %	200 *kg/ha*	0,004 %	500 *kg/ha*	0,01 %	1 *t/ha*	0,02 %	2 *t/ha*	0,04 %
	%	mm	%	mm	%	Mm	%	mm	%	mm
100	0,2	1	0,4	2	1	5	2	10	4	20
150	0,3	1,5	0,6	3	1,5	7,5	3	15	6	30
200	0,4	2	0,8	4	2	10	4	20	8	40
300	0,6	3	1,2	6	3	15	6	30	12	60
400	0,8	4	1,6	8	4	20	8	40	16	80
500	1,0	5	2,0	10	5	25	10	50	20	100

* Estimated for 35 cm layer soil mass at a volume of about 1.5

***Conclusions*.** The beneficial effects of both water-soluble soil conditioners and hydrogels on the soil physical properties is a well-established fact. Numerous publications describe the increase in the yield of various plants as a result of better soil conditions. A lot of research effort has also been geared towards lowering the rate of application of the polymers. However, in most cases these studies have not been extended to large scale agriculture and application rates for most economical yields are not as yet defined. This implies still more research work to be conducted on a crop by crop basis.

Such conclusion is also confirmed by data from method of determining the wilting point by vegetative thumbnails[4]. In entering process in a dose 0,1 % of swelling polymeric hydrogel into sand with a culture of barley the difference between the wilting point in comparison with the control was negligible. It means that the moisture contained in hydrogel is involved in moisture availability for plant growth to the same extent, as a capillary. An absolute moisture retention tested hydrogels under soil conditions much inferior for their free swelling in plenty of water; some of data are given in Table 1. This is characteristically for finely dispersed the desert sand, that experimentally shown in work [30]. First of all, such "oppression" of the hydrogel in soil due to pressure of soil layer, which gel can't overcome, without losing the swelling. Such suppression, quite consistent with the obtained data about effect of pressure for degree of swelling of the hydrogel (Fig. 3)

The results indicate that there is an improvement in the ability of the soil to hold water by reason of the introduction of the hydrogel, thus, this could become cost effective in irrigation of farmlands in Africa. These results are of interest for the development of hydrogel-based technologies for solving the problem of agriculture and water conservation management in sub-Saharan Africa.

In addition to physical and chemical causes, such as the destruction of the gel swelling under pressure early in the cycle, this factor will depend on the climate and microbiological stability of the hydrogel, and its migration from layer flow of moisture. All these problems are currently not clear and are waiting attention of specialists.

Thus, the use of hydrogels has good prospects in the complex of agricultural technology and irrigation, although it requires additional significant research and development.

REFERENCES

1. Akhter J., Mahmood K., Malik K.A., Mardan A., Ahmad M. (2004): Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. PLANT SOIL ENVIRON., 50(10): 463–469.

2. Al-Harbi A.R., Al-Omran A.M., Shalaby A.A. and Choudhary M.I.. (1999): Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. HORTSCIENCE, 34(2): 223–224.

3. Asamatdinov A.O., Akhmedov U.K. (2003): Condition influence of chemical joint hydrolyzed nitron fiber with formaldegid on properties of synthesis hydrogels. Uz.Chem.Journal., (4): 11-14.

4. Astapov S.V., Dolgov S.I. (1953): Methods of study water-physical properties of soils and ground. M.

5. Azzam R.A. (1983): Polymeric conditioner gels for desert soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 14: 739-760.

6. Bakass M, Mokhlisse A, Lallemant M (2002): J Appl Polym Sci 83:234.

7. Bhattarai N., Gunn M.Q. (2010): Chitosan-based hydrogels for controlled, localized drug delivery, Adv. Drug Delivery Rev. 62, 83.

8. Chen S L, Zommorodi M, Fritz E, Wang S, Huttermann A. (2004): Hydrogel modified uptake of salt ions and Calcium in Populus euphratica under Saline Conditions, Trees Struct. Funct., 18, 175.

9. Ekebafe1 L.O., Ogbeifun D.E., Okieimen F.E. (2011): Effect of native cassava starch-poly (sodium acrylate-co-acrylamide) hydrogel on the growth performance of maize (Zea may) seedlings. Amer.Jour. of Polymer Science. 1(1): 6-11

10. Flannery R.L. and Busscher W.J. (1982): Use of a synthetic polymer in potting soils to improve water holding capacity. Communications in Soil Science and Plant Analysis 13 (2) : 103 - 111.

11. Geesing D. and Schmidhalter U. (2004): Influence of sodium polyacrylate on the water-holding capacity of three different soils and effects on growth of wheat. Soil Use and Management, 20: 207-209.

12. Gotoh J., Nakatani Y., Sakohara S. (1998): Novel synthesis of thermosensitive porous hydrogels, J. Appl. Polym. Sci. 69, 895.

13. Huttermann A, Orikiriza L.J., Agaba H (2009): Clean 37:517.

14. James E.A. and Richards D. (1986): The influence of iron source on the water holding properties of potting media amended with water-absorbing polymers. Scientia Horticulturae 28 : 201 -208.

15. Jiang G.Q., Liu C., Liu X.L., Chen Q.R., Zhang Q.H., Yang M., Liu F.Q. (2010): Network structure and compositional effects on tensile mechanical properties of hydrophobic association hydrogels with high mechanical strength , Polymer 51, 1507.

16. Johnson M.S. (1984) a: The effects of gel-forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soils. J. Sci. Food Agric. 35: 1063 - 1066.

17. Johnson M.S. (1984) b: Effects of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioners. J. Sci. Food Agric. 35: 1196 - 1200.

18. Kabiri K., H. Omidian, S.A. Hashemi, M.J. Zohuriaan-Mehr (2003): Synthesis of fast-swelling superabsorbent hydrogels: effect of crosslinker type and concentration on porosity and absorption rate , Eur. Polym. J. 39, 1341.

19. Kabiri K., M.J. Zohuriaan-Mehr (2004): Porous superabsorbent hydrogel composites: synthesis, morphology and swelling rate , Macromol. Mater. Eng. (289), 653.

20. Kazanskii K.S., Dubrovskii S.A. (1992): Adv Polym Sci 104:97.

21. Kuang J., Yuk Y.K., Huh K.M. (2011): Polysaccharide-based superporous hydrogels with fast swelling and superabsorbent properties , Carbohydr. Polym. (83) 284.

22. Lee W.F., Wum R.J. (1996): Superabsorbent polymeric materials. 1. Swelling behaviors of crosslinked poly(sodium acrylated-co-hydroxyethyl methacrylate) in aqueous salt solution , J. Appl. Polym. Sci. (62) 1099.

23. Liang Y., Liua W.S., Han B.Q., Yang C.Z., Ma Q., Song F.L., Bi Q.Q. (2011): An in situ formed biodegradable hydrogel for reconstruction of the corneal endothelium, Colloids Surf. B: Biointerfaces (82)1.

24. Meena R., Chhatbar M., Prasad K., Siddhanta A.K. (2008): Development of a robust hydrogel system based on agar and sodium alginate blend , Polym. Int. (57) 329.

25. Mineev V.G. (2001): Workshop on Agricultural Chemistry. Russia, MSU, Moscow, 589-595

26. Mohan Y.M., Murthy P.S., Raju K.M. (2006): Preparation and swelling behavior of macroporous Poly- (acrylamide-co-sodium methacrylate) superabsorbent hydrogels , J. Appl. Polym. Sci. (101) 3202.

27. Ofokansi K., Winter G., Fricker G., Coester C. (2010): Matrix-loaded biodegradable gelatin nanoparticles as new approach to improve drug loading and delivery, Eur. J. Pharm. Biopharm. (76) 1.

28. Paramonova E., SHerbakova L., Naumov P. (2011): Analysis of water-holding capacity natural and synthetic sorbents. Proceedings of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 13, №1(5), 1277-1279.

29. Puoci F, Iemma F, Spizzirri U.G., Cirillo G., Curcio M., Picci N. (2008): Am J Agric Biol Sci 3:299

30. Shaukat A.S., Ansar A.Q., Farooq A., Inam U. and Umer R. (2008): Improvement in the Water Retention Characteristics of Sandy Loam Soil Using a Newly Synthesized Poly(acrylamide-co-acrylic Acid)/$AlZnFe_2O_4$ Superabsorbent Hydrogel Nanocomposite Material. Molecules, 17, 9397-9412.

31. Singh V., Kumari P., Pandey S., Narayan T. (2009): Removal of chromium (VI) using poly(methylacrylate) functionalized guar gum , Bioresour. Technol. (100) 1977.

32. Sojka RE, Bjorneberg DL, Entry JA, Lentz RD, Orts WJ (2007): Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. Advances in Agronomy, 92: 75-162.

33. Udra S., Mashenko V., Kazarin L., Gerasimov V. (2008): Gel-formation in solutions of high molecular PAN in shear deformation. Macromolecular compounds, 50 (12): 2125-2131.

34. Wang Y.T. and Gregg L.L. (1989): Hydrophilic polymers- their response to soil amendments and effect on properties of a soilless potting mix. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 (6) : 943 - 948.

35. Whang K., Thomas C.H., Healy K.E., Nuber G. (1995): A novel method to fabricate bioabsorbable scaffolds, Polymer (36) 837.

36. Zohuriaan-Mehr MJ, Kabiri K (2008): Iran Polym J 17:451

УДК 691.3:666.97

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЫЛИ ГАЗООЧИСТКИ БЕЛОРУССКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Хотянович Оксана Евгеньевна, *кандидат технических наук, доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, Okhotyanovich@rambler.ru*

Разработан эффективный состав на основе гексафторсиликата цинка, который получен из техногенного сырья, для вторичной обработки бетонных и железобетонных изделий с целью улучшения их эксплуатационных свойств. Состав на основе гексафторсиликата цинка обеспечивает повышение прочности цементного камня на сжатие и морозостойкость, снижение водопоглощения. Разработанный состав по эффективности действия не уступает аналогам, в частности пропиточному составу «Сифтом» (Республика Беларусь).

Ключевые слова: гексафторкремниевая кислота, пыль газоочистки, синтез, гексафторсиликат цинка, бетон, пропитка, долговечность, прочность, морозостойкость, водопоглощение, флюатирование.

PROSPECTS OF USING OF DUST GAS PURIFICATION BELARUSIAN STEEL WORKS IN BUILDING MATERIALS INDUSTRY

Khotyanovich O.E.

This article deals with the developing of impregnation solution on basis of hexafluorosilicate of zinc for treatment of concrete and ferroconcrete products to improve their durability. Estimation of the protective properties of solutions was conducted fully by volume and time variation of the following characteristics: compressive strength, resistance to frost, water absorption. The developed solution is highly competitive with their analogue «SIFTOM» (Republic of Belarus).

Keywords: hexafluorosilicic acid, dust of gas purification, synthesis, hexafluorosilicate of zinc, concrete, impregnation, durability, strength, frost-resistance, water absorption

Введение. Опыт эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций показывает, что при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды они склонны к разрушению, а так как достойной альтернативы бетону нет и в ближайшее время не предвидится, то проблема повышения его срока службы является актуальной.

Особо остро в настоящее время стоит вопрос о защите от разрушения мостовых конструкций, автомагистралей, взлетно-посадочных полос аэродромов и других сооружений гражданского и промышленного назначения. Следует отметить, что в реальных условиях эксплуатации имеет место воздействие не одного какого-либо фактора, а их различное сочетание: например, дорожные покрытия подвергаются одновременно воздействию воды, солей-антиобледенителей, мороза; на аэродромные покрытия дополнительно воздействуют высокотемпературные газодинамические потоки от двигателей самолетов; морские гидротехнические сооружения работают в условиях воздействия высококонцентрированных растворов сульфатов и хлоридов, попеременного увлажнения и высушивания. В этой связи проблема повышения долговечности бетона крайне сложна.

В настоящее время разработаны меры первичной защиты бетона, обеспечивающие снижение агрессивного воздействия на него. Однако они не всегда приводят к желаемому результату. Поэтому возникает необходимость применения мер вторичной защиты, которые предполагают поверхностную обработку (пропитку) сформировавшегося бетона различными составами, изменяющими физико-химические и физико-механические свойства цементного камня и бетона.

Для поверхностной обработки бетона в настоящее время предлагается целый ряд реагентов, начиная с растительных масел и заканчивая растворами и эмульсиями на основе неорганических и органических соединений. Однако данные пропиточные композиции широкого распространения не получили из-за своей дефицитности, высокой стоимости, токсичности.

Одним из эффективных способов поверхностной обработки бетона является флюатирование – пропитка изделий растворами солей гексафторкремниевой кислоты. Из литературных источников известно, что водный раствор флюата, нанесенный на поверхность бетона, проникает по порам внутрь камня и взаимодействует с гидроксидом и карбонатом кальция, хлоридами, сульфидами и др. В результате протекающих химических реакций образуются водонерастворимые соединения в порах, которые заполняют их и предотвращают проникновение агрессивных сред внутрь бетона. В настоящее время в Республике Беларусь потребность в высокоэффективных химических добавках, обеспечивающих повышение долговечности бетона, удовлетворяется в основном за счет импорта.

На кафедре химической технологии вяжущих материалов Белорусского государственного технологического университета ранее разработан способ получения гексафторсиликата магния, пропиточный состав «Сифтом» на его основе и режим поверхностной обработки бетона. Следует отметить, что одним из сырьевых материалов для получения гексафторсиликата магния является каустический магнезит марки ПМК–75, полученный в результате улавливания пыли, образующейся при производстве спеченного периклазового порошка на ОАО «Комбинат Магнезит» (г. Сатка, Челябинская обл., РФ), стоимость которого в настоящее время составляет примерно 330 у.е. за тонну без учета транспортных расходов.

Анализ литературных данных показал, что наряду с гексафтосиликатом магния для поверхностной обработки бетона успешно применяется гексафторсиликат цинка. Для получения указанного материала может быть использована пыль газоочистки ОАО «Белорусский металлургический завод» управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания», которая характеризуется постоянством химического состава и содержит около 40 % оксида цинка, и гексафторкремниевая кислота с концентрацией 40-45 мас. %, образующаяся на ОАО «Стеклозавод «Неман». В настоящее время пыль газоочистки ОАО «Белорусский металлургический завод» управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» применяется в производстве портландцементного клинкера в ОАО «Белорусский цементный завод» в качестве железосодержащей корректирующей добавки. Однако вследствие высокого содержания оксида цинка в пыли качество портландцемента является крайне не стабильным.

В этой связи целью настоящего исследования является разработка технологического процесса получения гексафторсиликата цинка из техногенного сырья и пропиточного состава на его основе и изучение механизма защитного действия цинкового флюата при поверхностной обработке бетона.

Результаты исследований. Синтез гексафторсиликата цинка проводили в трехгорлой колбе, помещенной в термостат, что обеспечивало постоянство заданных температурных параметров. Последовательность операций синтеза была следующей: в реакционный сосуд заливали расчетное количество гексафторкремниевой кислоты, взятой с избытком против стехиометрического количества. При постоянном перемешивании в кислоту в один прием вводили цинксодержащий компонент. Синтез гексафторсиликата цинка осуществлялся в постоянном гидродинамическом режиме в широком диапазоне температур и при различных соот-

ношениях компонентов в системе. Полученную суспензию разделяли фильтрованием, после чего фильтрат упаривали на водяной бане. Кристаллический продукт подвергали сушке в сушильном шкафу при температуре 90°С до постоянной массы. Результаты исследований представлены в таблице 1 и 2.

Таким образом, в результате проведенных исследований оптимизирован режим синтеза гексафторсиликата цинка. Установлено, что оптимальными параметрами синтеза являются: концентрация гексафторкремниевой кислоты – 18–22 %; избыток гексафторкремниевой кислоты против стехиометрического количества – 1,5–3,0 %; температура синтеза – 70–80 С; время синтеза – 30–40 минут.

Рентгенографический анализ образца, полученного по оптимальному режиму, показал, что основной фазой является $ZnSiF_6 \cdot 6H_2O$.

Таблица 1 – Влияние концентрации гексафторкремниевой кислоты на выход гексафторсиликата цинка

Концентрация H_2SiF_6, мас. %	Выход гексафторсиликата цинка, мас. %	Примечание
5	93,9	Выпадение кристаллов $ZnSiF_6 \cdot 6H_2O$ из его раствора не обнаружено
10	95,1	то же
15	96,7	–//–
20	97,2	–//–
25	–	Высокая вязкость суспензии. Перемешивание затруднительно. Наблюдается выпадение кристаллов $ZnSiF_6 \cdot 6H_2O$
30	–	то же
35	–	–//–
40	–	–//–
45	–	–//–

Таблица 2 – Выход гексафторсиликата цинка в зависимости от режима синтеза

Избыток H_2SiF_6 против стехиометрического количества, мас. %	Выход шестиводного гексафторсиликата цинка (мас. %) при различных температурах синтеза, °С				
	30	50	70	90	110
0	78,6	88,3	93,7	90,4	87,1
2	82,4	89,5	97,2	93,3	88,2
4	83,6	90,7	97,6	92,8	88,5
6	83,8	91,9	97,7	93,0	90,3

На следующем этапе работы была проведена серия экспериментов по оптимизации режима поверхностной обработки цементного камня водным раствором гексафторсиликата цинка, т.е. определена кратность пропитки и концентрация раствора $ZnSiF_6$ для каждого слоя.

Для проведения испытаний были изготовлены образцы-кубики с размером ребра 20 мм из цементно-песчаного раствора. Цементно-песчаный раствор состоял из портландцемента производства ОАО «Красносельскстройматериалы» марки ПЦ 500 – Д0 (ГОСТ 10178–85) и песка (ГОСТ 8736–93) (Ц:П=1:3) с водоцементным отношением 0,43. После 28 суточного твердения образцов во влажных условиях их подвергали сушке в сушильном шкафу при температуре 80°С до постоянной массы. Затем сухие цементно-песчаные образцы пропитывались водными растворами гексафторсиликата цинка путем погружения их в раствор.

При разработке пропиточного состава на основе гексафторсиликата цинка проводили оценку защитных свойств комплексно по величине и изменению во времени показателей водопоглощения образцов, предела прочности при сжатии и морозостойкости. Полученные результаты представлены в таблицах 3 и 4. В качестве контрольных использовались образцы без пропитки и обработанные составом «Сифтом».

Таблица 3 – Водопоглощение и прочность на сжатие образцов, пропитанных раствором гексафторсиликата цинка

Кратность пропитки и концентрация раствора, мас. %		Водопоглощение, %	Прочность на сжатие, МПа
Контрольные образцы (без пропитки)		3,8	27,4
Гексафторсиликат цинка	*1* – 5; *2* – 10	3,6	31,6
	1 – 5; *2* – 15	3,2	33,9
	1 – 10; *2* – 15	3,3	33,0
	1 – 10; *2* – 20;	3,4	32,1
	1 – 10; *2* – 25	3,5	30,4
	1 – 5; *2* – 10; *3* – 15	3,3	29,8
Сифтом (гексафторсиликат магния)	*1* – 5; *2* – 15	3,0	34,2

Таблица 4 – Морозостойкость образцов, пропитанных по оптимальным режимам растворами гексафторсиликата цинка и магния

Пропиточный состав	Морозостойкость, количество циклов замораживания-оттаивания
Контрольный образец (без пропитки)	341
Гексафторсиликат цинка	486
Сифтом (гексафторсиликат магния)	502

Из приведенных результатов исследования видно, что оптимальным режимом обработки является пропитка в два приема 5 %–ным и 15 %–ным раствором гексафторсиликата цинка.

Поверхностное флюатирование позволяет улучшить эксплуатационные свойства бетонных изделий. Установлено, что при пропитке образцов из цементно-песчаного раствора достигается снижение водопоглощения на 8–10 % по сравнению с контрольными и, как следствие, повышение прочности при сжатии на 15–20 % и морозостойкости на 30–40 %.

Предварительные экономические расчеты показали, что себестоимость гексафторсиликата цинка, полученного из техногенного сырья, будет снижена 1,2–1,5 раза, по сравнению с гексафторсиликатом магния отечественного производства.

Выводы. Совокупность изученных свойств позволяет полагать, что предлагаемое средство защиты бетона и железобетона на основе гексафторсиликата цинка, является достаточно эффективным и целесообразным использовать на практике.

УДК 579.69

ВЛИЯНИЕ ШТАММА *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS* B2 НА ВСХОЖЕСТЬ НЕКОТОРЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ

Волченко Никита Николаевич, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар, volchenko.n@mail.ru*

Отрошко Дмитрий Николаевич, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар, otroshko_dmitrii@mail.ru*

Шеремет Владислав Викторович, *студент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар, sheremet-vlad-bio@yandex.ru*

Всхожесть растений является ключевым показателем для оценки токсичности почвы. Синтез фитогормонов и биодеградация углеводородов благодаря *Rhodococcus erythropolis* B2 прямо влияют на жизнедеятельность растений в стрессовых условиях. Кроме того, успешная вегетация растений способствует деградации углеводородов.

Ключевые слова: фиторемедиация, фитогормоны, стимуляция роста растений, нефтеокисляющие родококки

EFFECT OF STRAIN *RHODOCOCCUSERYTHROPOLISB2* ON A GERMINATION SOME AGRICULTURAL CROPS IN THE TERMS PETROPOLLUTION

Volchenko N.N., Otroshko D.N., Sheremet V.V.

Viability of plants is a key indicator for an assessment of the soil toxicity. Production of phytohormones and biodegradation of hydrocarbons by *Rhodococcus erythropolis* B2 affects on plant vital function in stressful conditions. Successful vegetation of plants promotes degradation of hydrocarbons.

Keywords: phytoremediation, phytohormones, promotion of plant growth, oil-degrading rhodococci

Введение Нефть является одним из важнейших соединений, которое используется нашим современным обществом. В результате процессов добычи, переработки, транспортировки и использования происходит попадание углеводородов нефти в окружающую среду. В результате большое количество территорий очень сильно загрязнены [6]. Наличие такого рода загрязнителей негативно влияет не только на здоровье человека, но и на рост и развитие растений [7]. Более того поллютанты сильно влияют на физические и химические свойства почвы, а также оказывают существенное влияние на активность популяций микроорганизмов и рост растений [5]. Гидрофобные свойства нефти уменьшают способность растений и микроорганизмов поглощать воду и минеральные соли из почвенных растворов.

Существующие в настоящее время технологии очистки являются очень дорогими. Кроме физико-химических методов ремедиации, может быть использована сравнительно молодая технология – фиторемедиация.

Фиторемедиация – это технология, в которой используются биохимические особенности растений и метаболические возможности микроорганизмов для очистки окружающей среды от токсичных органических соединений [9]. В Краснодарском крае команда кафедры генетики, микробиологии и биотехнологии Кубанского государственного университета успешно применяла технологию рекультивации нефтезагрязнённых грунтов с применением высших растений [1].

Растительно-микробные взаимодействия детально изучены и активно применяются для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Таким образом, использование растительно-микробных ассоциаций в рекультивации почв является весьма перспективным направлением. Функционирование таких ассоциаций зависит в большинстве случаев от наличия и метаболических возможностей связанной с растением микрофлоры (ризо- и эндофитов). Эти микроорганизмы имеют специальные гены, которые обеспечивают успешную биодеградацию углеводородов. Также микроорганизмы могут способствовать росту и развитию

растения (например, синтез фитогормонов, мобилизация фосфатов и способность к азотфиксации) и помогают преодолеть стресс, вызванный загрязнением.

Растения же способствуют деградации органических контаминантов за счёт выделения вторичных метаболитов (например, различных органических кислот). Известно, что растение выделяет в свою ризосферу около 10-30 % веществ, которые образовались в процессе фотосинтеза [8].

Целью нашей работы было изучение влияние штамма *Rhodococcus erythropolis* B2 на всхожесть некоторых сельскохозяйственных культур растений в условиях нефтезагрязнения с дальнейшей перспективой практического использования.

Материалы и методы. В работе использовались различные растения (пшеница *Triticum durum*, редис *Raphanus sativus*, подсолнечник *Helianthus annuus*) и коллекционная бактериальная культура кафедры генетики, микробиологии и биотехнологии *Rhodococcus erythropolis* штамм B2. Растения выращивались в пластиковых сосудах объёмом 0,5 л. Масса вносимой почвы на образец составляла 300 г. Почва предварительно высушивалась на открытом воздухе, после чего в неё вносили нефть в количестве 5 % от общего объёма среды (15 г/кг почвы). Вегетация растений проходила в течение 30 дней, после чего производили учёт взошедших семян. Бактериальную культуру ($2*10^8$ КОЕ/мл) вносили непосредственно в грунт.

Остаточное количество нефти определяли гравиметрическим методом.

Результаты и обсуждения. Все работы по фитотестированию проводились в лабораторных условиях.

Для оценки фитотоксичности почвы критерием оценки являлась всхожесть растений. При обработке грунта культурой нефтеокисляющих микроорганизмов наблюдалось повышение всхожести семян пшеницы и редиса по сравнению с контрольными растениями. Всхожесть семян пшеницы, обработанных штаммом *Rhodococcus erythropolis* B2, составила 73 %, что на 22 % выше в сравнении с контрольной группой, а аналогичный показатель для редиса составил 69 %, что на 42 % больше соответственно (рисунок 1).

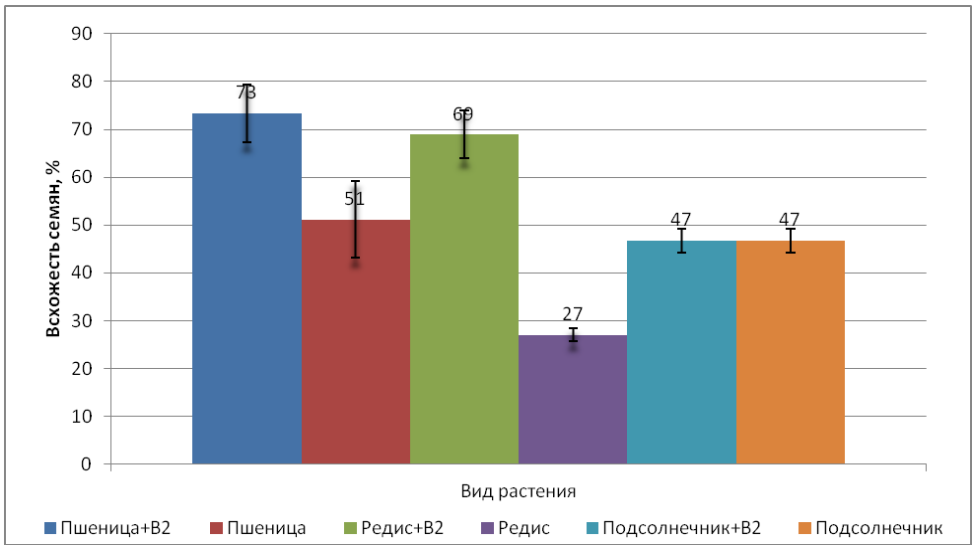


Рисунок 1 – Всхожесть тест – растений на 30 сутки роста.

Инокуляция бактериальной суспензией сосудов, в которые были высажены семена подсолнечника, не показали различий по показателю всхожести.

Сокращение всходов растений может быть связано с токсическим действием углеводородов нефти, а также с изменением физико-химических свойств почвы [3,4].

На следующем этапе определяли остаточное содержание нефтепродуктов в почве. Из рисунок 2 видно, что наименьшее количество углеводородов обнаруживалось в почве, где произрастали растения пшеницы, в среду которых вносились родококки. За период вегетации растений (30 дней) остаточное содержание нефти составило 42 % (6,32 г/кг. почвы)

Данный эффект может быть связан с тем, что пшеница обладает хорошо разветвлённой корневой системой. Корни, продвигаясь вглубь почвенного покрова, способствуют процессу аэрации, что положительно сказывается на процессе ремедиации. Кроме того, в ризосферу пшеницы выделяется большое количество корневых экссудатов, которые могут оказывать положительный эффект как на аборигенное сообщество, так и на активность вносимой нефтеокисляющей культуры [2].

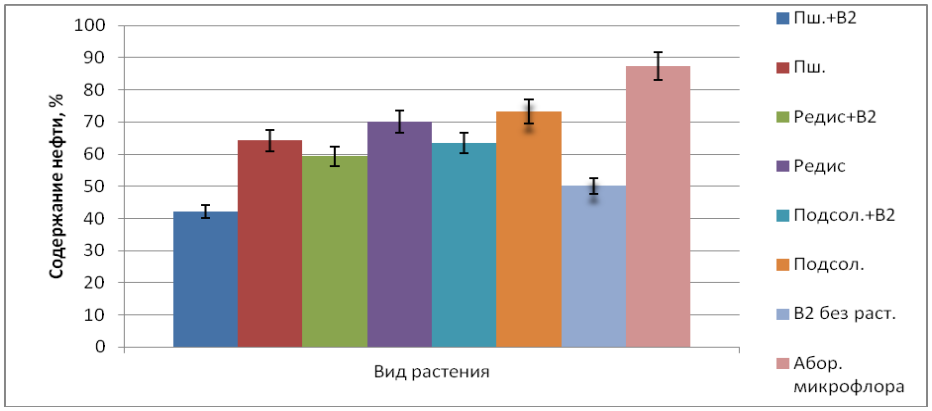


Рисунок 2 – Остаточное содержание нефти в почве при вегетации различных растений, %

Примечательно, что остаточная концентрация углеводородов в случае произрастания других растений несколько больше, чем при инокуляции грунта бактериальной суспензией (в случае с редисом на 9 %, подсолнечника – 13 %).

Из полученных данных можно сделать вывод, что при внесении родококков в почву наблюдается явный фитостимулирующий эффект на растения. Он может быть объяснен тем, что в результате жизнедеятельности штамма *Rhodococcus erythropolis* В2 происходила ассимиляция части нефтепродуктов. Положительный эффект на всхожесть растений может быть также связан и с продукцией родококком бактериальных ауксинов. Обнаруженная разница во всхожести разных сельскохозяйственных культур в комбинации со штаммом *Rhodococcus erythropolis* В2 свидетельствует о необходимости индивидуального подбора оптимальных сочетаний вид растения/штамм микроорганизма для дальнейшего практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карасёва Э.В., Гирич И.Е., Худокормов А.А., Алёшина Н.Ю., Карасёв С.Г. Биоремедиация чёрнозёмной нефти, загрязнённой нефтью / Биотехнология,2005.– №2. – С.67-72

2. Кравченко Л.В. Роль корневых экзометаболитов в интеграции микроорганизмов с растениями: автореф. дис. … д.б.н. - М.: МГУ, 2000. – 45 с.

3. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения / Вестник пермского университета, 2007. – №5. – С.134-141

4. Плешакова Е. В. Разработка нового метода определения токсичности нефтезагрязнённых почв / Экология, 2010.

5. Guo H., Jao J., Cai M., Qian J., Guo J., Richnow H., Blancke R., Doni S., Ceccandi B. Effect of petroleum contamination on soil microbial numbers, metabolic activity and urease activity / Chemosphere, 2012. – Vol. 87. – P. 1273-1280

6. Rojo F. Degradation of alkanes by bacteria: minireview / Environ. Microbiol., 2009. – Vol. 11. – P. 2477-2490.

7. Singh S. Microbial Degradation of Xenobiotics / Springer, 2012. – 483 p.

8. Walter N., Vega O. A review on beneficial effect of rhizosphere bacteria on soil nutrient availability and plant nutrient uptake / Rev. Fac. Nal. Agr. Medellin, 2007 – Vol. 60. – № 1. – P. 3621-3643

9. Pilon-Smits E. Phytoremediation /Anny Rev Piant Biol. 2005. – P. 15-39.

УДК 69.01

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ И ПОРЯДОК ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА

Мавлявеева Гульшан Ханифовна, *ГАОУ СПО «Набережночелнинский экономико-строительный колледж имени Е.Н. Батенчука», **Россия, Республика Татарстан**, г. Набережные Челны, gul160477@mail.ru.*

С увеличением в последнее время темпов строительства (особенно в крупных городах), уменьшением в связи с этим количества свободных незастроенных площадей и, как следствие, увеличением объемов сноса ветхих и старых зданий остро возникает необходимость решать наболевшие вопросы утилизации строительных отходов, полученных в ходе демонтажа зданий и сооружений. Под строительным мусором понимают все то, что остается после сноса старого здания или строения: старые рамы, двери, куски бетона, гипсокартона, кирпичи, и т. д.

Ключевые слова: строительство, отходы строительства, бетон, демонтаж, складирование, снос.

CONSTRUCTION WASTES AND WASTE MANAGEMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION

Mavlyaveeva G.H.

With the recent increase in the pace of construction (especially in big cities), reducing in this regard, the number of vacant undeveloped areas and as a consequence the increase of the demolition of dilapidated and old buildings in dire need to solve urgent problems of recycling of construction waste, obtained during dismantling of buildings and structures. Under building debris understand all that remains after the demolition of the old building or structure: old frames, doors, pieces of concrete, plasterboard, bricks, etc. – dismantlinganddemolition.

Keywords: construction, construction waste, concrete, dismantling, storage, demolition.

Целью работы является изучение строительных отходов, их свойств и перспективы их использования. Большая часть отходов вывозится на специализированные полигоны, имеющие лицензии на утилизацию отходов соответствующего типа и несанкционированные свалки. Сбор отходов, направляемых на захоронение и обезвреживание, осуществляется раздельно, по классам опасности. И только чуть более 10 % строительных отходов подвергаются переработке, которая является единственным экологически приемлемым способом их утилизации.

Ответственность за сбор и сортировку отходов на объектах их образования несут юридические лица и индивидуальные предприниматели, в процессе хозяйственной деятельности которых образуются отходы строительства и сноса (далее – отходопроизводители). На объектах образования отходов строительства и сноса допускается лишь временное хранение (складирование) отходов строительства и сноса и только в специально оборудованных для этого местах. Раздельный сбор (сортировка) образующихся строительных отходов должен осуществляться преимущественно механизированным способом. Допускается ручная сортировка строительных отходов при условии соблюдения действующих санитарных норм, экологических требований и правил охраны труда. Места временного хранения (складирования) строительных отходов (далее – места хранения) должны отвечать следующим требованиям:

• места хранения должны располагаться непосредственно на территории объекта образования строительных отходов или в непосредственной близости от него на участке, арендованном отходопроизводителем;

• размер (площадь) места хранения определяется расчетным путем, позволяющим распределить весь объем временного хранения образующихся строительных отходов на площади места хранения с нагрузкой не более 3 т/м^2;

• места хранения должны иметь ограждение по периметру площадки в соответствии с ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ»;

• места хранения должны быть оборудованы таким образом, чтобы исключить загрязнение строительными отходами почвы и почвенного слоя;

• освещение мест хранения в темное время суток должно отвечать требованиям ГОСТ 12.1.046-85 «Нормы освещения строительных площадок»;- демонтаж и снос

• размещение отходов в местах хранения должно осуществляться с соблюдением действующих экологических, санитарных, противопожарных норм и правил охраны труда, а также способом, обеспечивающим возможность беспрепятственной погрузки каждой отдельной позиции строительных отходов на автотранспорт для их удаления (вывоза) с территории объекта;

• для раздельного складирования габаритных строительных отходов (по позициям, классам опасности и последующему назначению: переработка, захоронение или обезвреживание) места хранения должны быть оборудованы бункерами-накопителями объемом не менее 2,0 $м^3$;

• раздельное складирование негабаритных отходов (НГСО), не относящихся к опасным, осуществляется на открытых площадях мест хранения;

• к местам хранения должен быть исключен доступ посторонних лиц, не имеющих отношения к процессу обращения отходов или контролю за указанным процессом.

Отходопроизводитель ведет Журнал учета размещения в местах временного хранения и удаления (вывоза) отходов строительства и сноса по установленной форме (п. 22 Приложения).

Отходопроизводитель обязан иметь заключенные договоры с подрядчиками по процессу обращения с отходами строительства и СНО-031 тходоперевозчиками (юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность по перемещению (перевозке) отходов), отходопереработчиками (юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность по переработке и использованию отходов) или лицами, эксплуатирующими объекты размещения отходов и имеющими лицензии и лимиты размещения отходов.

Процесс обращения с отходами строительства и сноса по каждому конкретному объекту образования определяется Технологическим регламентом процесса обращения с отходами строительства и сноса (далее – ТР).

Все отходопроизводители, независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности, обязаны иметь техническую и технологическую документацию, регламентирующую процесс обращения с образуемыми ими строительными отходами в виде ТР. ТР должен отражать полную и достоверную информацию по всему процессу обращения с отходами строительства и сноса от момента их образования до момента их использования или захоронения (типовая форма ТР представлена в п. 23 Приложения).ТР по строящимся, ремонтируемым, реконструируемым, разбираемым, сносимым зданиям, сооружениям или промышленным объектам разрабатывается отдельно по каждому объекту образования строительных отходов на стадии подготовки проектной документации.

Удаление (вывоз) строительных отходов с объектов образования и мест хранения осуществляется самим отходопроизводителем, либо на договорных началах с отходоперевозчиками.

Автотранспортные средства, задействуемые при перевозке негабаритных строительных отходов навалом должны быть оснащены тентовыми укрытиями кузовов, не допускающими высыпание и выпиливание груза из кузовов в процессе транспортировки. Бункеры-накопители строительных отходов, не оснащенные крышкой, при их перемещении должны оснащаться тентовым укрытием. Вывоз строительных отходов с объектов их образования и мест хранения должен осуществляться по наиболее оптимальным транспортным схемам и маршрутам. Пункт назначения вывоза отходов для отходоперевозчика и транспортные схемы перемещения отходов (в соответствии с ТР) определяется отходопроизводителем. Отходоперевозчик обязан:

• соблюдать общие требования, предъявляемые к грузоперевозчикам;- демонтаж и снос

• четко выполнять указания отходопроизводителя относительно пункта назначения вывоза строительных отходов;

• при следовании к указанному пункту назначения вывоза строительных отходов, по возможности, придерживаться транспортных схем перемещения отходов, заложенных в ТР и с которыми он был ознакомлен отходопроизводителем;

• при доставке отходов отходополучателю оформить данный факт и получить от отходополучателя отмеченный им сопроводительный талон отходов строительства и сноса;

• после завершения рейса незамедлительно передать сопроводительный талон отходов строительства и сноса, отмеченный отходополучателем, отходопроизводителю.

Контроль за исполнением отходоперевозчиками своих договорных обязательств осуществляет отходопроизводитель.

Порядок и правила захоронения строительных отходов, не подлежащих переработке и дальнейшему использованию, регламентируются правилами и нормами захоронения отходов производства и потребления, установленными действующим законодательством.

Лица, эксплуатирующие объекты по захоронению отходов строительства и сноса, должны иметь соответствующие разрешительные документы (разрешения, нормативы и лимиты размещения) на размещение отходов. Объекты, используемые для захоронения отходов строительства и сноса должны отвечать экологическим требованиям. Вывоз отходов для захоронения на объекты, эксплуатирующимися лицами, не имеющими соответствующих разрешительных документов и не соответствующие экологическим требованиям, не допускается.

Лица, эксплуатирующие объекты по захоронению отходов строительства и сноса, должны при приеме строительных отходов от отходоперевозчика или отходопроизводителя отметить сопроводительный талон отходов строительства и сноса указав наименование и количество сданных им отходов.

Талон, отмеченный лицами, эксплуатирующими объекты по захоронению отходов строительства и сноса, вручается отходоперевозчику для последующей передачи отходопроизводителю. Копия талона остается у лиц, эксплуатирующих объекты по захоронению отходов строительства и сноса, и подшивается в журнал учета принятых на захоронение отходов.

С каждым годом свободного места для захоронения строительных отходов становится все меньше. На сегодняшний день городские свалки заполнены на 90 %. Вывозить строительный мусор становится Дорого, да и просто некуда. Перерабатывать строительный мусор на месте сноса является рациональным и экономически выгодным действием. Экономия при этом достигается не только тем, что не надо нести затраты на погрузку, транспортировку и разгрузку строительного мусора и платить за место на полигоне под их захоронение, но и там, где производится демонтаж зданий, почти всегда предполагается строительство новых, где будет потребность в этих строительных материалах.

Предприятия, перерабатывающие отходы строительства и сноса, и промышленные установки, используемые при такой переработке, должны соответствовать действующим экологическим и санитарным нормам. Отходопереработчики должны при приеме строительных отходов от отходоперевозчика или отходопроизводителя отметить сопроводительный талон отходов, указав наименование и количество сданных им отходов.

Талон, отмеченный отходопереработчиками, вручается отходоперевозчику для последующей передачи отходопроизводителю. Копия талона остается у отходопереработчика и подшивается в журнал учета принятых на переработку отходов. Приобретение прав собственности сторон на продукты переработки отходов (вторичную продукцию) осуществляются в порядке, установленном ст. 220 Гражданского Кодекса РФ. К вторичной продукции, полученной в процессе переработки отходов строительства и сноса, применяются действующие стандарты, I СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», f и МУ 2.1.674-97 «Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промотходов».

Вторичная продукция, полученная в процессе переработки отходов строительства и сноса, подлежит сертификации в установленном порядке.- демонтаж и снос Вторичное сырье

не является полноценным строительным материалом, оно обладает низкой стоимостью и ограниченной областью применения.

После демонтажа сооружений, на площадке остается преимущественно железобетон, который сортируется с помощью специальной техники. Слишком большие куски измельчаются на более мелкие с помощью гидромолота или гидроножниц. В дальнейшем, как правило, он перерабатывается прямо на месте с использованием дробильной установки [1-3].

Получаемый в результате переработки бетона и кирпича щебень служит для засыпки болот и котлованов, используется при изготовлении строительных материалов для возведения основания под дороги и фундаментные плиты, при благоустройстве территорий и т.п.

Как показали исследования, из вторичного сырья возможно получение бетонов классов В15-В20 с плотностью 2,18-2,20 т/м^2 и расходом цемента 400-450 кг/м^3. Применение пластификаторов и других химических добавок способствует получению морозостойких сбор-дых и монолитных конструкций. Асфальт повторно применяют в строительстве дорог, предварительно термически обработав его при очень высокой температуре. Арматура так же повторно используется в строительстве.

Проблема переработки строительных отходов требует использования мобильного и высокопроизводительного дробильного оборудования, обеспечивающего получение материала требуемого качества [4,5].

Анализ эффективности использования различного дробильного оборудования показал, что для получения заполнителей для бетонов наиболее приемлемыми являются системы, оборудованные роторными или конусными дробилками, которые обеспечивают получение до I 70 % фракций в диапазоне от 0,25 до 40 мм. Переработка отходов железобетона и кирпича осуществляется на I специальных полигонах или площадках массового сноса зданий, где размещаются мобильные дробилки с производительностью до 450 м^3 в смену. Подача боя в дробилку осуществляется после сортировки экскаватором-погрузчиком на пневмоходу. Использование различного навесного оборудования обеспечивает дополнительное разрушение конструкций на требуемые габариты и подачу в загрузочный бункер дробилки. Дробилка снабжена ленточным транспортером, по которому перемещаются в зону складирования материалы переработки в виде щебня. Как показывает практика, переработка отходов от разработки зданий в два раза дешевле, чем захоронение их на полигонах. Получение материала в виде песка и щебня различной фракционности позволяет вторично использовать их при производстве бетонных и железобетонных изделий, а также для приготовления товарного бетона.

Следует отметить, что процесс переработки отходов требует создания технологических линий по разделению материалов из дерева, полимерных композиций и др., что является достаточно трудоемким и требующим механизации процессом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аханов В.С. Справочник строителя. – Ростов н/Д : Феникс, 2000.

2. Батиенков В.Т. Технология и организация строительства. Управление качеством в вопросах и ответах / учеб. пособ. – Ростов н/Д : Феникс, 2007.

3. Болотин С.А. Организация строительного производства / учеб. пособ. – М : Академия, 2007

4. Долгих А.И. Общестроительные работы / учеб. пособ. – М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2006.

5. Теличенко В.И. Технология строительных процессов / учеб .для вузов: в 2 ч. – М.: Высш. шк., 2006.

УДК: 510.42.

ВЛИЯНИЕ СЕРНИСТЫХ ГАЗОВ НА МИГРАЦИИ СЕРЫ В ПОЧВАХ

Диёрова Мухаббат Хуррамовна, *Ферганский государственный университет,* ***Республика Узбекистан,*** *г. Фергана, fardu_info@mail.ru, murodjon1980@mail.ru*

В работе приведены мониторинг изменение содержания валовой и органической серы в пустынно-песчаных почвах под влиянием сернистых газов Муборекского газоперерабатывающего завода. При этом обнаружены тенденция явной аккумуляции сернистых соединений в почвах в зоне влияния завода. Это увеличения произошло в основном за счет минеральной серы.

Ключевые слова: сернистые газы, мониторинг, механический состав, минералогический состав, гумус, обменные основания.

INFLUENCE OF SULPHUROUS GASES ON MIGRATIONS OF SULFUR IN SOILS

Diërova M.H.

Are given monitoring in work change of the content of gross and organic sulfur in desert and sand soils under the influence of sulphurous gases of Muboreksky gas-processing plant. Thus are found a tendency of obvious accumulation of sulphurous connections in soils in a zone of influence of plant. It increases occurred generally at the expense of mineral sulfur.

Key words: sulphurous gases, monitoring, mechanical structure, mineralogical structure, humus, exchange bases

На суше ещё имеются зоны, где отсутствует антропогенное воздействие на почву. Биогеохимические состояние таких почв характеризуется фоновыми уровнями, а почвы таких зон называются фоновыми. В фоновом или национальном мониторинге не меньшее значение имеет контроль поступления в почву и растения токсических и загрязняющих веществ через атмосферу в виде выбросов промышленного производства, в том числе газоперерабатывающих заводов.

Одной из главных задач мониторинга является выбор приоритетных токсичных и других загрязнителей. Необходимо учитывать количество и качество токсичных загрязнителей, масштабы загрязнений, их трансформацию в почвах. При этом следует вести наблюдения за содержанием загрязнителей не только на поверхности почв, но и во всех её генетических горизонтах. Следует выбрать химические загрязняющие вещества, которые подлежат в данном регионе контролю. Важное место занимают поллютанты техногенного происхождения: сероводород, сернистый ангидрид, тяжелые металлы, мышьяк и др.

Разработка показателей загрязнения воздушными и другими ингредиентами является одним из основных задач почвенно-геохимического мониторинга. По Г.В. Добровольскому, Л.А. Гришиной [2] почвенный мониторинг должен основываться на трех группах показателей состояния почв:

1) показатели сезонных изменений;

2) показатели долгосрочных изменений;

3) показатели ранней диагностики развития неблагоприятных изменений свойств почв и почвенных режимов.

При загрязнении почв кислыми осадками следует контролировать кислотно-основные свойства почв, в этом важную роль играют активная и потенциальная кислотность, состав и качество почвенно-поглощающего комплекса и др.

Газопылевые выбросы промышленных предприятий, таких как Муборекский газоперерабатывающий завод в Каршинской степи Узбекистана, содержат тяжелые металлы, оксиды серы. Сероводород и другие токсичные компоненты влияют на экосистемы, особенно на почвы, отличаясь от других заводов, которые расположены в гумидных регионах, что связано с типами почв и биоклиматическими особенностями региона.

Направление процессов трансформации выпавших на поверхность почвы газов зависит от ряда факторов, таких как механический и минералогический состав почв, реакция среды,

количество и качество гумуса, мощность гумусового горизонта, влажность, влагоемкость и др.

Газопылевые выбросы газоперерабатывающих заводов в основном содержат SO_2 , H_2S, подкисляющие почву, что в свою очередь влияет на подвижность ряда химических элементов-ионов. Атмосферный баланс сернистых газов на определенной территории должен иметь замкнутый характер. Этому способствует время среднего пребывания серы в атмосфере, которое составляет 4 суток [4]. Также определено, что основная масса сернистого газа переносится на расстояние до 3 км [3].

Расстояние переноса зависит от климатических условий, особенно от силы и направления ветра. Выпавшая на поверхность почвы и растения сера сильно влияет на них. При этом глубина изменения химических и физических свойств почв зависит от количества и качества, а также времени взаимодействия с почвой химических загрязнителей. Известно, что почва обладает широким спектром физических, химических, биологических механизмов, через которые химические загрязняющие вещества могут быть выведены из круговорота без серьезных нарушений равновесия биогеохимических циклов химических элементов и их соединений.

В настоящее время становится актуальной количественная оценка процессов взаимодействия атмосферных ингредиентов, особенно SO_2 , H_2S и др. газов, с почвой в условиях орошения. Несмотря на большие резервы буферной способности орошаемых земель и возможности эволюции почв пустынь и сероземного пояса Каршинской степи, в этих условиях некоторые антропогенные воздействия приводят к отрицательным последствиям, с которыми почва и растительность не в состоянии справиться. Это относится к загрязнению биосферы региона химическими веществами сернистого характера, не свойственный природе. В этих условиях орошаемые почвы являются главным поглотителем и переработчиком, нейтрализатором химических загрязняющих веществ, таких как SO_2, H_2S, в условиях пустынно-песчаных почв и светлых сероземов. Но буферная способность этих почв к SO_2, H_2S не беспредельна. Очевидно, чем больше карбонатов в почвенных горизонтах, особенно в верхних пахотных слоях, тем больше возможности почв противостоять вышеуказанным газам.

В целях изучения влияния газовых выбросов Муборекского газоперерабатывающего завода на орошаемых пустынно-песчаных почвах выбраны 3 участка, из них 2 ключевых – непосредственно на территории завода, где ощущается довольно сильное влияние серосодержащих газов на почву.

Заводом ежегодно выбрасывается в среднем 83,3т SO_2 и 13,8т H_2S. Эти газы через атмосферу распространяются в зависимости от румба ветров до 15 км. Основная масса осаждается на территории завода в радиусе до 3 км, где расположены II-III ключевые участки, где заложены разрезы 2, 3 в 2003 г. и 2^a, 3^a в 2010 г.

Один участок специально выбран за пределами завода на расстоянии 3 км на север, где влияние завода не фиксировано, здесь заложены разрезы 1 и 1^a. Основным методом исследований почв выбран морфогенетический метод Докучаева; химические анализы: гумус определяли по Тюрину, $S - SO_4^{-2}$ в почвах и растениях весовым методом; валовое содержание серы – методом Р.Х. Айдинян и др. [1].

Результаты исследований на ключевых участках приведены в таблице, из которых видно, что на всех ключевых участках за период 2003-2010 г. произошли некоторые изменения в содержании валовой и органической форм серы. При этом, как ожидалось, на контрольном I ключевом участке, как в общем содержании, так и в органической форме серы, существенных изменений не произошло. Эти показатели содержания серы для исследованных почв могут служит фоновыми, и они колеблется в профиле почв независимо от года исследований в переделах 0,18-0,31 % в почве, 0,13-0,15 % органическая форма. Что касается изменения содержания серы в двух других ключевых участках, которые расположены в пределах завода, произошли следующие изменения, а именно: в 0-20 см слое II и III ключевых участков в 2003 году колебания общей и органической серы соответственно составляли $\frac{2,59\%}{0,47\%}$; $\frac{2,66\%}{0,46\%}$.

Таблица – Изменение содержание серы в пустынно-песчаных почвах, %

№ разр.	Глубина, см	Содержание серы в почвах ключевых участках		
		I	II	III
2003 г.				
1, 2, 3	0-20	$\frac{0,19^{+}}{0,14^{++}}$	$\frac{2.59}{0,47}$	$\frac{2.66}{0,46}$
	21-50	$\frac{0,20}{0,15}$	$\frac{1,38}{0,48}$	$\frac{1,72}{0,49}$
	51-70	$\frac{0,28}{0,15}$	$\frac{3,29}{0,51}$	$\frac{3,51}{0,49}$
2010 г.				
1^a, 2^a, 3^a	0-20	$\frac{0,18}{0,13}$	$\frac{2,83}{0,42}$	$\frac{2,82}{0,50}$
	21-50	$\frac{0,20}{0,13}$	$\frac{2,03}{0,47}$	$\frac{2,10}{0,47}$
	51-70	$\frac{0,31}{0,17}$	$\frac{3,38}{0,47}$	$\frac{3,58}{0,48}$

$^{+}$*валовые,* $^{++}$ *органические*

На этих участках в 2010 г. изменения выглядели таким образом $\frac{2,83\%}{0,42\%}; \frac{2,82\%}{0,50\%}$.

При сопоставлении содержания как валовой, так и органической серы во всех горизонтах пустынно-песчаных почв региона обнаружены аналогичные изменения в двух других слоях почвы с некоторыми увеличениями общего содержания. В превращениях серы в почвах немаловажную роль играют микроорганизмы, именно они наряду со свойствами почв удерживают серу в исследованных почвах.

Микроорганизмы в круговороте серы не только используют самые разнообразные органические соединения, но и вовлекают в обмен сероводород, самородную серу, сульфиды, сульфаты и другие окисленные соединения серы. Микроорганизмы обладают уникальными свойствами приспособления к экстремальным условиям окружающей среды. Многие специализированные группы микроорганизмов: галофилы, ацидофилы выдерживают высокие концентрации солей и кислот.

Проведенные исследования показывают, что количество бактерий в пустынно-песчаных почвах составляет 500-1000 тыс./г, актиномицетов 2800-3600 тыс./г, эти показатели невысоки, но могут характеризовать пустынно-песчаные почвы.

В связи с очень низким содержанием органических веществ в изученных почвах относительно интенсивный рост сульфатредукции отмечается в подпахотных горизонтах, где содержание общей серы меньше, чем в верхних и нижних горизонтах. Все это говорит о том, что проблема изучения циклов миграции газовых примесей в системе атмосфера - почвы является одной из актуальнейших в связи с проблемой охраны биосферы и в частности почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айдинян Р.Х., Иванова М.С. Соловьева Т.Г. Методы извлечения и определения различных форм серы в почвах и растениях. – М.: 1968.

2. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв. – М:. – 1986.

3. Назаров И.М. Оценка трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ по самолетным измерениям. – В кн.: Контроль дальнего и трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ. – М.: Гидрометеоиздат., 1985.

4. Назаров И.М., Рябошапка А.Г., Фридман Ш.Д. Система мониторинга трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ. Метеорология и гидрология 1984. – № 11.

УДК 57.083.1

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕФТЕШЛАМОВ МНПЗ «КАПОТНЯ» (МОСКВА) С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОГО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «АРКОЙЛ»

Токаев Руслан Борисович, *кандидат экономических наук, академик АМТН, ООО «Нижегородский институт прикладных технологий», **Россия**, г. Нижний Новгород, ruslan@nipt.ru*

Жариков Геннадий Алексеевич, *доктор биологических наук, ФГБУН «Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов» ФМБА РФ, **Россия**, Московская область, п. Большевик, Zharikov@toxicbio.ru*

Тихонов Игорь Владимирович, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина», **Россия**, г. Москва, tixonoviv@mail.tu*

Кочкаров Асланбек Хаджи-Муратович, *ООО «Нижегородский институт прикладных технологий», **Россия**, г. Москва, kochkarov@nipt.ru*

Ларин Александр Александрович, *ООО «Нижегородский институт прикладных технологий», **Россия**, г. Нижний Новгород, office@nipt.ru*

Ильин Александр Александрович, *студент магистратуры, ФГБОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина», **Россия**, г. Москва, obolenck1@mail.ru*

Жариков Михаил Геннадьевич, *ООО «Нижегородский институт прикладных технологий», **Россия**, г. Москва, zarikov@mail.ru*

Проведена переработка 120 000 м^3 нефтешламов из накопителя Московского нефтеперерабатывающего завода «Капотня», с использованием нового высокоэффективного микробиологического препарата «Аркойл». В результате микробной деструкции получается нетоксичный субстрат, пригодный для отсыпки дорог и рекультивации свалок.

Ключевые слова: нефтешламы, микроорганизмы-деструкторы, биоремедиация.

INDUSTRIAL PROCESSING OF OIL SLUDGE MOSCOW REFINERY "KAPOTNYA" (MOSCOW) USING A NEW MICROBIOL OGICAL PREPARATION "ARKOYL"

Tokayev R.B., Zharikov G.A., Tikhonov I.V., Kochkarev Ah-M., Larin A.A., Ilyin A.A. Zharikov M.G.

Treatment of 120 000 m^3 oil slime from a slime pit of “Kapotnya” oil refinery was performed using a novel highly-efficient microbiological preparation “Arcoil”. As a result of microbial degradation non-toxic substrate suitable for road filling and landfill recultivation was obtained.

Keywords: oil slime, microorganisms-degraders, bioremediation.

Добыча и переработка нефти в России, так и за рубежом, сопряжена с высоким загрязнением окружающей среды. На сегодняшний день нет более насущной и актуальной проблемы, чем разработка эффективных и экологически безопасных технологий восстановления окружающей среды от нефтепродуктов. Эти вещества устойчивы к деградации, аккумулируются в почве и обладают токсическими, мутагенными и канцерогенными свойствами.

В настоящее время разработаны и на практике применяются различные технологии очистки: сбор н\п различными сорбентами, сжигание, отмывка грунтов ПАВ-ми и др. При этом особенно следует отметить свойство природной среды самоочищаться от нефтепродуктов за счет их биохимического окисления почвенными микроорганизмами. Процесс самоочищения почвы и водоёмов в природе всегда происходит и эффективен при низких уровнях загрязнения. Скорость самоочищения аборигенными микроорганизмами загрязненных почв резко снижается при высоких концентрации нефтепродуктов, например, при содержании н\п более 8000мг на кг почвы, необходимое время может составить 25 - 30лет. Следует подчерк-

нуть, что в нефтешламах, накопленных на территориях нефтеперерабатывающих заводов, содержание нефтепродуктов составляет 20-25 % (20000-25000 мг/кг), поэтому для переработки нефтешламов требуется разработка специальных биотехнологий. Наиболее полно требованиям экологичности отвечают технологии биоремедиации почв с использованием специальных штаммов микроорганизмов-деструкторов.

Решение данной проблемы заключается в создании современных экологически безопасных препаратов путем селекции углеводородокисляющих бактерий, выделенных из природных источников, загрязненных нефтепродуктами.

Для разработки биопрепарата – нефтедеструктора необходимо решить следующие задачи:

– выбор эффективных штаммов микроорганизмов-деструкторов,

– подбор питательной среды культивирования микробов,

– отработка режимов культивирования в ферментерах объёмом 150-350 литров и монтаж технологической линии,

– разработка технологии приготовления сухой формы биопрепарата методом контактно-сорбционного обезвоживания.

В настоящее время в доступной литературе описано более 30 видов биопрепаратов – нефтедеструкторов, содержащих монокультуру или ассоциацию микроорганизмов, содержащую от двух до восьми штаммов. Часть биопрепаратов доведено до коммерческого применения. Однако, эти биопрепараты малоэффективны в отношении нефтешламов.

В ходе многоплановых исследований получена ассоциация из 5 природных штаммов микроорганизмов-деструкторов, обладающих высокой эффективностью деструкции нефтешламов и безопасных для теплокровных животных. Биопрепарат «Аркойл» представляет собой биомассу живых природных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов, относящихся к родам: *Rhodococcus, Bacillus, Pseudmonas, Mycobakterium* и *Agrobakterium*. На биопрепарат «Аркойл» разработаны Технические условия ТУ 9291-015-93754080-2012. Препарат выпускается в жидкой и сухой форме, разработана технология его применения в полевых условиях.

С использованием биопрепарата «Аркойл» проведена переработка нефтешламов из накопителя Московского нефтеперерабатывающего завода «Капотня». В период 2012-2014 гг. было наработано более 100 тонн жидкого биопрепарата «Аркойл» для биоремедиации. Работы проводили круглогодично на специально оборудованной площадке с подогревом, в течение 3 лет. Общий объем переработанных нефтешламов составил 120 000 м^3. В результате микробной деструкции получается нетоксичный субстрат, пригодный для отсыпки дорог и рекультивации свалок.

Таким образом, биопрепарат «Аркойл» показал свою высокую эффективность по деструкции нефтешламов и рекомендуется для дальнейшего промышленного применения.

УДК 621.357+66.097

ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИЕ ОТХОДЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Курило Ирина Иосифовна, *кандидат химических наук, доцент, зав. кафедрой общей и неорганической химии, Белорусский государственный технологический университет,* ***Республика Беларусь****, г. Минск, kurilo@belstu.by*

Крышилович Елена Владимировна, *ассистент, Белорусский государственный технологический университет,* ***Республика Беларусь****, г. Минск, kryshilovich@belstu.by*

Внедрение способов комплексной переработки ванадийсодержащих промышленных отходов обеспечивает решение двух основных задач: расширение сырьевой базы на остродефицитный металл и снижение экологической нагрузки на природную среду. Разработаны гидрометаллургические способы выделения ванадия из зольных остатков шламов ТЭС и отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства, позволяющие извлекать до 98 % ванадия, содержащегося в отходах, и получать содержащий ванадий продукт, пригодный для дальнейшего использования в различных областях промышленности.

Ключевые слова: содержащие ванадий промышленные отходы; гидрометаллургическая переработка; вторичные материальные ресурсы; ресурсосбережение; импортозамещение.

USING OF VANADIUM-CONTAINING INDUSTRIAL WASTE

Kurilo I.I., Kryshilovich E.V.

Application of vanadium industrial waste complex processing provides the decision of two main tasks: expanding the raw material base for extremely scarce metal and reduction of an environmental impact on nature. Hydrometallurgical methods of vanadium extraction from the ash residues of TPS vanadium sludge and spent vanadic catalysts of sulfuric acid production have been developed. These methods allow to extract up to 98 % of vanadium that contains in waste, and to obtain a vanadium product suitable for using in different areas of industry.

Keywords: vanadium-containing industrial waste; hydrometallurgical treatment; secondary raw materials; resource conservation; import substitution.

Введение. Ванадий и его соединения широко используются в различных отраслях промышленности, в частности химической, металлургической, строительной, текстильной и многих других. Хотя ванадий и занимает второе место по распространенности среди металлов в земной коре [2], однако он находится в рассеянном состоянии, и руды Керченского (Украина) и Качканарского (Россия) месторождений, которые являются потенциальным источником ванадиевого сырья в странах СНГ, характеризуются низким содержанием V_2O_5 (0,06 % и 0,14–0,17 % соответственно [7]).

В последнее время накопители промышленных отходов стали рассматриваться в качестве техногенных месторождений, которые не только в будущем, но уже сегодня превращаются в важные источники сырья. К ванадиевым ресурсам техногенного происхождения относят содержащие ванадий шламы ТЭС, отработанные катализаторы сернокислотного производства (ОВК), шламы титанового и глиноземного производств, а также попутные продукты и вторичные материалы при выпуске ванадия и феррованадия.

На основании литературных данных были рассчитаны доли мирового производства ванадиевого сырья из различных источников по состоянию на 2014 год. Результаты расчета показали, что 68 % ванадиевого сырья производится из ванадийсодержащего шлака, 23 % – из титаномагнетитовых концентратов и лишь 9 % приходится на извлечение соединений ванадия из вторичных сырьевых ресурсов. Таким образом, вовлечение вторичных сырьевых ресурсов в производство ванадиевой продукции используется в незначительной степени и основными источниками ванадиевого сырья по-прежнему являются рудные ископаемые.

Следует отметить, что растворимые формы ванадия, содержащиеся в отходах и промежуточных продуктах ванадиевого и ряда других производств, представляют серьезную опасность для окружающей среды и человека. Некоторые его оксиды являются токсичными и способствуют развитию заболеваний кровеносной и нервной системы, органов дыхания и др.

Все вышеуказанное позволяет сделать вывод о целесообразности разработки способов переработки ванадийсодержащих отходов с целью извлечения ценного ванадиевого сырья.

Целью данной работы явилась разработка способов комплексного использования ванадийсодержащих промышленных отходов.

Материалы и методы исследования. Для исследований были выбраны содержащие ванадий зольные остатки (ВШ), образующиеся при сжигании мазута на КУП «Витебский кондитерский комбинат «Витьба» (г. Полоцк), содержащие 4,56 мас. % ванадия в пересчете на V_2O_5, а также отработанные ванадиевые катализаторы (ОВК) сернокислотного производства типа сульфованадат на силикагеле марки А, образующиеся на ОАО «Гродно«Азот» (г. Гродно), содержащие 7,5 мас. % ванадия в пересчете на V_2O_5.

Изучение растворимости ВШ и ОВК в воде при различных температурах, а также в растворах соляной и серной кислот, аммиака, щелочей различной концентрации, восстановителей различной природы ($Na_2S_2O_3$, Na_2SO_3, $NH_4 \cdot H_2SO_4$, $H_2C_2O_4$) проводилось гравиметрическим методом.

Идентификация и установление структур продуктов реакций проведены методами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDX), ЭПР-спектроскопии и РФА.

Определение элементного состава поверхности образцов проводили методом EDX на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-5610 LV (Япония), оснащенном системой химического микрорентгеноспектрального анализа EDX JED-2201 с точностью до 0,5 %.

Ультразвуковое выщелачивание проводили на ультразвуковой установке с пьезоэлектрическим излучателем производства фирмы «ИНЛАБ» (Россия) ИЛ 100–6/1. Мощность установки – 630 Вт, рабочая частота – 22 ± 10 % кГц, амплитуда колебаний – не менее 40 мкм, объем обрабатываемой суспензии – 50 мл.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что шламы теплоэлектростанций в наибольшей степени растворимы в соляной кислоте, наименьшая растворимость наблюдается в растворе аммиака, серной кислоте и воде при температуре 20°С [1,5,8]. Для оптимизации водопотребления и увеличения степени выделения ванадийсодержащих компонентов процесс выщелачивания целесообразно проводить в две стадии перемешивании. Ультразвуковая обработка суспензий золы в сернокислых окислительных средах не приводит к существенному увеличению растворимости зольных остатков и степени извлечения соединений ванадия из них.

Проведенные исследования показали, что наибольшая потеря массы ОВК наблюдается при проведении выщелачивания в две стадии при соотношении твердой и жидкой фазы 1 : 5. Первая стадия – сернокислое выщелачивание при наложении ультразвукового поля. При этом в раствор переходит до 90 % V_2O_5 от его исходного содержания в ОВК. Вторая стадия – восстановительное выщелачивание с использованием в качестве восстановителя сульфита натрия.

Установлено, что оптимальными условиями термогидролитического выделения соединений ванадия из растворов выщелачивания являются предварительное окисление предгидролизных растворов персульфатом аммония при мольном соотношении $n(V_2O_5) : n((NH_4)_2S_2O_8) = 5 : 1$ и пероксидом водорода – $n(V_2O_5) : n(H_2O_2) = 1 : 2$ [3].

Проведенные исследования позволили предложить гидрометаллургический способ переработки зольных остатков ванадийсодержащих шламов ТЭС (рисунок 1) и отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства (рисунок 2).

Гидрометаллургический способ переработки ванадийсодержащих шламов включает следующие стадии (рисунок 1):

1) измельчение сырья;

2) двухстадийное выщелачивание ванадийсодержащих компонентов из зольных остатков растворами соляной кислоты с добавлением пероксида водорода (pH 1–2);

3) фильтрование;

4) выделение соединений ванадия из растворов выщелачивания термогидролитическим методом;

5) отделение V_2O_5 от раствора;

6) сушка осадков и выделенного V_2O_5.

Рисунок 1 – Схема переработки зольных остатков, образующихся при сжигании мазута, гидрометаллургическим способом

Для оптимизации водопотребления и увеличения степени выделения ванадийсодержащих компонентов из зольных остатков процесс выщелачивания проводят в две стадии при соотношении твердой и жидкой фазы 1 : 5 при перемешивании в течение 10 минут. После первичного выщелачивания золу отфильтровывают и отправляют на вторичное выщелачивание. После вторичного выщелачивания золу отфильтровывают и подвергают сушке в сушильном шкафу. Для обеспечения более высокой концентрации соединений ванадия в растворе и оптимизации расхода реагентов на каждой стадии после отделения осадка фильтрат повторно используют для растворения новой порции золы.

После переработки 5–10 порций золы (один цикл переработки) собранные фильтраты первичного и вторичного выщелачивания смешивают, окисляют пероксидом водорода и подвергают термогидролизу. Термогидролиз проводят при температуре 80–90°С в течение 5–10 минут. Предварительное окисление растворов выщелачивания пероксидом водорода приводит к увеличению скорости образования осадка до 60 %. Образовавшийся осадок отфильтровывают и высушивают при температуре 60°С до постоянной массы. Содержание ванадия (в пересчете на V_2O_5) в выделенном продукте зависит от состава исходного содержащего ванадий шлама и может достигать 85 мас. %, что соответствует техническим условиям на данный реагент.

Для последующих циклов переработки вторичное выщелачивание осуществляют оборотным фильтратом, полученным после термогидролиза, а первичное – фильтратом, полученным после вторичного выщелачивания. При этом в растворы предварительно вводят необходимое количество пероксида водорода и корректируют величину pH.

Разработанный гидрометаллургический способ переработки шламов ТЭС позволяет извлекать до 95 % соединений ванадия. Расчет основных эколого-экономических показателей эффективности природоохранного мероприятия показал, что его внедрение является экономически и экологически эффективным.

Гидрометаллургический способ переработки отработанных ванадиевых катализаторов [6] включает следующие стадии (рисунок 2):

1) измельчение ОВК

2) выщелачивание ОВК в сернокислом растворе;

3) восстановительное выщелачивание;

4) отделение твердого остатка после выщелачивания;

5) термогидролитическое выделение V_2O_5 из растворов;

6) отделение V_2O_5 от раствора.

К предварительно измельченному, отмагниченному отработанному катализатору добавляют раствор серной кислоты с pH 1,2 – 1,3, и подвергают ультразвуковой обработке с частотой 20 кГц, мощностью 630 Вт на установке с погружным пьезоэлектрическим излучателем в течение 5 мин, соотношение Т : Ж = 1 : 5. Осадок отфильтровывают и подвергают восстановительному выщелачиванию в 0,01 М раствор сульфита натрия при Т : Ж = 1 : 5 в течение 5 мин при периодическом перемешивании. Осадок отфильтровывают, сушат и направляют на использование. Фильтрат после кислотного и восстановительного выщелачивания объединяют, окисляют пероксидом водорода при соотношении $n(V_2O_5) : n(H_2O_2) = 1 : 2$ или персульфатом аммония при соотношении $n(V_2O_5) : n((NH_4)_2S_2O_8) = 5 : 1$, кипятят, отделяют образовавшийся осадок V_2O_5, фильтрат возвращают на стадию кислотного выщелачивания. Использование в качестве окислителя пероксида водорода позволяет выделить до 65 % (масс.) соединений ванадия от их исходного содержания в катализаторе, а использование персульфата аммония – до 98 % (мас.). Кроме того, поскольку стоимость персульфата аммония и пероксида водорода практически одинакова, то наряду с указанными выше преимуществами это позволяет считать использование в качестве окислителя персульфата аммония более оптимальным как со стороны ресурсосбережения и экологической безопасности, так и со стороны экономической эффективности.

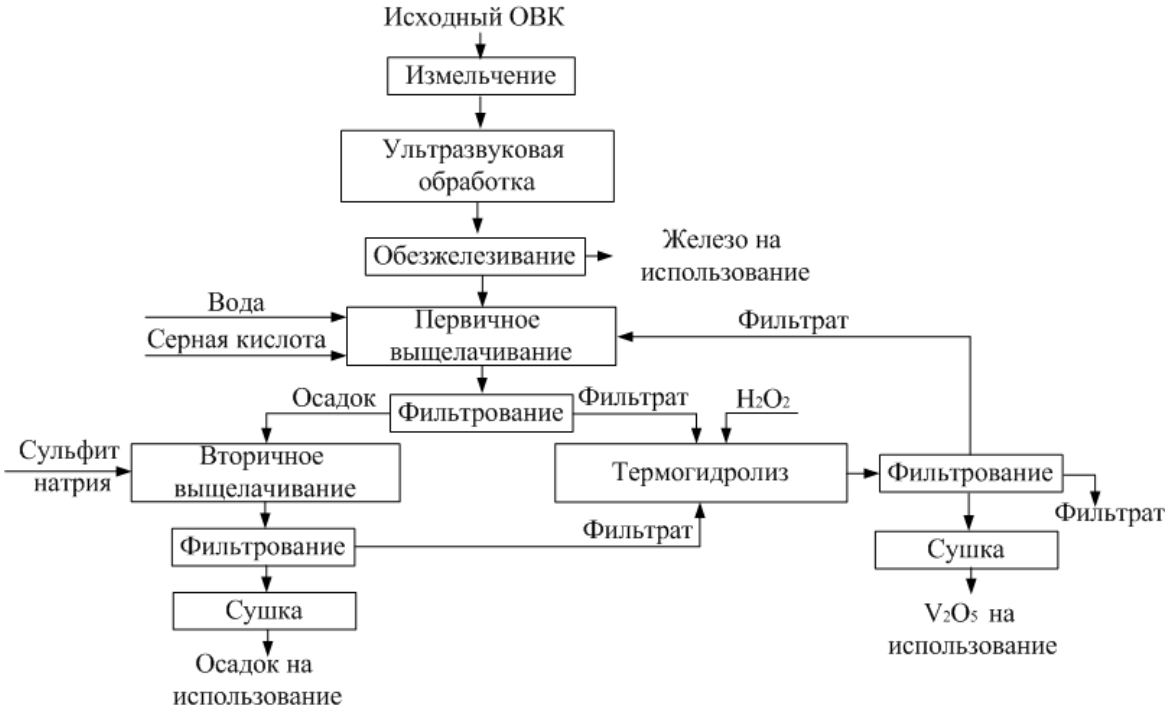


Рисунок 2 – Схема переработки ОВК

Преимуществами данного способа являются комплексная переработка отработанных ванадиевых катализаторов, сокращение количества используемых реагентов и расхода энергии (на стадии измельчения более чем в 2,5 раза) и сокращения времени выщелачивания, что достигается использованием ультразвуковой обработки для получения мелкодисперсного материала (50–250 нм). Гидрометаллургический способ переработки ОВК позволяет извле-

кать до 98 % соединений ванадия с содержанием V_2O_5 в готовом продукте до 87 %, в то время как в соответствии с требованиями ТУ–14–5–92–90 на технический оксид ванадия (V) содержание V_2O_5 должно быть не менее 72 %. Скорость растворения ОВК на стадии кислотного выщелачивания увеличивается более чем в 40 раз по сравнению с аналогами. Растворы, полученные после термогидролитического выделения соединений ванадия, используются повторно на стадии кислотного выщелачивания ОВК, что позволяет снизить себестоимость продукции и увеличить экологическую безопасность производства. Содержание соединений ванадия в твердых остатках выщелачивания составляет 0,3 – 0,4 %, что позволяет использовать их для изготовления керамических лицевых материалов.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали возможность использования гидрометаллургического способа для переработки ванадийсодержащих зольношламовых отходов, образующихся в результате сжигания мазута на ТЭС, а также отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства. Гидрометаллургический способ имеет ряд преимуществ по сравнению с высокотемпературными методами (пирометаллургическими, комбинированными и т.д.): он прост в реализации, не требует специального оборудования, его применение позволяет предотвратить образование токсичных газообразных веществ, применять доступные растворы электролитов, многократно использовать рабочие растворы, разработать замкнутый рецикл «выщелачивание – регенерация рабочих растворов». Предложенные способы экологически безопасны, позволяют выделять до 98 % ванадия, содержащегося в промышленных отходах, и получать коммерческий содержащий ванадий продукт, пригодный для дальнейшего использования в различных областях промышленности [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Жарский И.М., Курило И.И., Бычек И.В., Крышилович Е.В. Выделение ванадийсодержащих продуктов из шламов теплоэлектростанций. Труды БГТУ: Химия и технология неорганических веществ, 2013. – № 3. – С. 3–8.

2. Жуковский Т. Ф. Ресурсосберегающая технология получения ванадия из отработанных катализаторов сернокислотного производства // Экология – образование, наука и промышленность: м-лы Междунар. науч.-методич. конф. / БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2002. – С. 58–67.

3. Крышилович Е.В., Курило И.И., Орехова С.Е., Жарский И.М. Выделение соединений ванадия из растворов выщелачивания термогидролитическим методом. Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук, 2013. – № 1. – С. 30–35.

4. Масса для получения лицевого керамического материала: Республика Беларусь, МПК (2013) C04B 38/08 / Е.В. Крышилович, А.В. Гибхин, И.И. Курило, И.М. Жарский, заявитель Белорусский гос. технол. ун-т. № a20130930, заявл. 01.08.2013.

5. Орехова С.Е., Жарский И.М., Курило И.И., Бычек И.В., Крышилович Е.В. Возможность использования гидрометаллургических методов для переработки ванадийсодержащих шламов ТЭС. Свиридовские чтения. – 2012. – Вып. 8. – С. 115–123.

6. Способ переработки отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства: пат. № 17007 Республика Беларусь, МПК B01J 23/92, C01G 31/00 / С.Е. Орехова, Е.В. Крышилович, И.И. Курило, заявитель Белорусский гос. технол. ун-т. № a20110758, заявл. 02.06.2011: опубл. 28.02.2013.

7. Центр водных технологий. Передовые технологии очистки. Ванадий. [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: http://www.water.ru/bz/param/vanadium.shtml. – Дата доступа: 10.10.2009.

8. Zharski I.M., Orehova S.E., Kurilo I.I., Kryshilovich E.V. Vanadium-containing wastes recycling for enterprises using fuel oil: high expectations. Proceedings of BSTU: Chemistry and Technology of Inorganic Substances, Iss. 2012. – 3. – P. 3–6.

УДК 631.855

СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ПОСЛЕ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Никольский Виктор Михайлович, *доктор химических наук, профессор; ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», **Россия**, г. Тверь, p000797@mail.ru*

Лукьянова Наталья Ивановна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», **Россия**, г. Тверь*

Логинова Евгения Сергеевна, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», **Россия**, г. Тверь*

Яковлев Алексей Алексеевич, *аспирант, ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», **Россия**, г. Тверь, Alekseich_45@mail.ru*

Коррозия наносит огромный ущерб народному хозяйству. В связи с этим мы предлагаем обеспечить защиту трубопроводов и технологического оборудования от коррозии с использованием экологически чистых технологий фосфатирования и, с последующей утилизацией отработанной фосфорной кислоты для получения суперфосфатов.

*Ключевые слова***:** антикоррозионная обработка, фосфорная кислота, экологически безопасные комплексоны, утилизация, удобрения.

METHOD OF DISPOSAL OF WASTES OF PHOSPHORIC ACID SOLUTION AFTER ANTICORROSIVE PROCESSING OF FERROUS METALS

Nikol'skii V.M., Luk'yanova N.I., Loginova E.S., Yakovlev A.A.

Corrosion causes great damage to the national economy. In this connection we propose for ensure of protection of pipelines and technological equipment against corrosion using ecological safety technologies of phosphating with further utilization of spent phosphoric acid for produce superphosphate.

Keywords: anticorrosive processing, phosphoric acid, ecologically safe complexons, utilization, fertilizer.

Введение. Коррозия наносит огромный ущерб народному хозяйству. Ущерб выражается в безвозвратных потерях миллионов тонн металла в год. Поэтому существует проблема ингибирования коррозии трубопроводов и технологического оборудования. Например, около 10 % от производимого черного металла теряется ежегодно от коррозии. Помимо потерь, в ряде производств образующиеся в результате коррозии оксиды железа загрязняют продукты, транспортируемые по трубопроводам. Тверской государственный университет является участником технологической платформы "Технологии экологического развития", которой предусматривается одно из основных направлений "Экологически безопасное обращение с отходами". В ходе проработки вопросов обеспечения экологической безопасности нами предложен «Способ антикоррозионной обработки поверхности черных металлов».

Материалы и методы исследования. Мы предлагаем обеспечить защиту трубопроводов и технологического оборудования от коррозии с использованием экологически чистых технологий фосфатирования, как внутренних, так и наружных поверхностей трубопровода. Для этого предлагается проводить антикоррозионную обработку труб в ванне заполненной ингибитором ржавчины в комплекте с конвейером, имеющим подвески для труб и средства для их подъема и опускания. Благодаря высокой текучести, ингибитор ржавчины заполняет все неровности на поверхности стальных изделий.

Состав ингибитора:

240 г/л H_3PO_4,

5,6 г/л ZnO,

554,4 г/л вода,

40 г/л основного галлата висмута $C_7H_7BiO_7$,

160 г/л 0,1 N раствор динатриевой соли этилендиаминдиянтарной кислоты в воде.

Формирование фосфатной пленки начинается с электрохимического растворения металла, причем на анодных участках поверхности металл в ионном состоянии переходит в раствор, на катодных участках происходит выделение водорода:

$$Me^{2+} + 2H_3PO_4 \longrightarrow Me(H_2PO_4)_2 + H_2.$$

Результатом этой реакции является понижение содержания H_3PO_4 в растворе, что приводит к уменьшению концентрации ионов водорода и образованию вторичных и третичных солей:

$$Me(H_2PO_4)_2 = MeHPO_4 + H_3PO_4,$$
$$3Me(H_2PO_4)_2 = Me_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4.$$

Образующиеся однозамещенные фосфаты легко растворимы в воде, двухзамещенные трудно растворимы, а трехзамещенные практически не растворяются. Получающаяся при реакциях свободная фосфорная кислота повышает концентрацию ионов водорода в растворе, что способствует дальнейшему ходу процесса. Выделившийся на поверхности металла осадок нерастворимых фосфатов образует с ним прочную кристаллохимическую связь. Для предотвращения диссоциации однозамещенного фосфата и создания благоприятных условий для образования нерастворимого трехзамещенного фосфата раствор должен содержать некоторый избыток фосфорной кислоты. Исследования процесса фосфатирования стали показали, что формирующаяся пленка состоит как бы из двух слоев: 1) внутреннего, барьерного, небольшой толщины, гладкого, эластичного, весьма пористого, непосредственно прилегающего к металлу; 2) наружного, имеющего кристаллическое строение, хрупкого, состоящего из вторичных и третичных фосфатов и определяющего основные положительные свойства пленки. По мере роста защитного слоя поверхность металла изолируется от воздействия раствора, и скорость процесса постепенно уменьшается. Толщина и структура фосфатных пленок зависят от состава обрабатываемого металла, условий фосфатирования и способа предварительной обработки поверхности деталей. В обычных растворах на полированной поверхности стали образуется мелкокристаллическая пленка толщиной 1-4 мкм, длительность процесса составляет около 30 мин. При формировании пленки крупнокристаллической структуры обеспечивается более продолжительный доступ раствора к металлу, длительность процесса увеличивается до 60-90 мин, толщина пленки достигает 10-12 мкм. Мелкокристаллические пленки вследствие их меньшей пористости характеризуются более высокой защитной способностью в коррозионных условиях, чем крупнокристаллические пленки большой толщины. Травление стали в кислотах способствует образованию крупнокристаллической фосфатной пленки, а гидроабразивная обработка - мелкокристаллической. Соответственно изменяется и продолжительность процесса.

Наиболее широкое применение фосфатные пленки находят в качестве грунта под лакокрасочные покрытия. Они способствуют лучшей адгезии лакокрасочного слоя к поверхности металла и в таком комбинированном варианте существенно повышают стойкость изделий против коррозии даже в жестких климатических условиях.

Результаты исследования и их обсуждение

Достоинства:

1) Ввведение в состав антикора экологически безопасных комплексообразователей, таких как этилендиаминдиянтарная кислота (ЭДДЯК, артикул CAS 20846-91-7), обеспечивающих высокую антикоррозионную эффективность ОФК;

2) Исключается поступление в окружающую среду отработанного раствора фосфатирования, т.к. этот раствор используется для получения удобрений (преципитат, аммофос).

Для получения удобрения отработанный раствор можно обработать основными препаратами:

- известью $Ca(OH)_2$ (получение преципитата)

$$H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaHPO_4 \cdot 2H_2O \quad (1);$$

ОФК известь преципитат

- аммиачной водой (получение аммофоса)

$$H_3PO_4 + NH_4OH \rightarrow (NH_4)H_2PO_4 \quad (2).$$

ОФК аммиачная вода аммофос

3) Компоненты состава простые и выпускаются химической промышленностью.

4) Созданный состав имеет мировую новизну (подана заявка на изобретение). [1].

5) Технология применения антикоррозионного состава обеспечивает экологическую чистоту производства.

6) Технология ингибирования обеспечивает дополнительный экономический эффект от утилизации отработанного антикоррозионного состава на удобрения.

Проведены лабораторные испытания и патентные исследования показали преимущества предложенной рецептуры антикора. Использование галлата основного висмута в присутствии этилендиаминдиянтарной кислоты привносит совершенно новое качество при обработке химическим путем стальных поверхностей, обеспечивая формирование феррозащитной пленки путем преобразования FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4 в необратимые комплексные соединения, которые, подобно фосфатной пленке, подавляют процесс коррозии в жестких условиях эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заявка на изобретение №2014137006 от 12.09.2014 Способ антикоррозионной обработки поверхности черных металлов // Никольский В.М., Логинова Е.С., Яковлев А.А.

УДК 628

ТЕРМИЧЕСКАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ АПК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИХРЕВОЙ АДИАБАТИЧЕСКОЙ ТОПКИ

Делягин Валерий Николаевич, *доктор технических наук, ФБГНУ «Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства», **Россия**, Новосибирская обл., п. Краснообск, valdel@ngs.ru*

Иванов Николай Михайлович, *доктор технических наук, ФБГНУ «Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства», **Россия**, Новосибирская обл., п. Краснообск,ivanovnm@ngs.ru*

Мурко Василий Иванович, *доктор технических наук, ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника», **Россия**, Новокузнецк, sib_eco@kuz.ru*

Карпенок Виктор Иванович, *ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника», **Россия**, г. Новокузнецк, sib_eco@kuz.ru*

Черных Дмитрий Андреевич, *ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника», **Россия**, г. Новокузнецк, sib_eco@kuz.ru*

Рассмотрены вопросы эффективной утилизации отходов животноводства с использованием термического метода утилизации в отопительных котельных. В качестве активного элемента системы утилизации использована вихревая адиабатическая камера сжигания. Используемое топливо – водоугольная суспензия. Получены основные параметры режима утилизации отходов жизнедеятельности животных (ОЖЖ).

Ключевые слова: утилизация отходов, водоугольное топливо, адиабатическая топка, тепловая энергия

THERMAL UTILIZATION OF LIVESTOCK TOXIC WASTE

Delyagin V., Ivanov N., Murko V., Karpenok V., Chernykh D.

Utilization of livestock waste using the thermal utilization method at boiler houses was considered in order to assess its effectiveness. The adiabatic swirl combustion chamber was used as an active element of the utilization system. The fuel used was coal – water slurry. The key parameters of the animal waste utilization conditions were obtained.

Keywords waste disposal, coal – water fuel, adiabatic furnace, heat energy

Введение. Проблема утилизации высокотоксичных отходов животноводства за рубежом решается прежде всего за счет рассредоточения производства свинины, что позволяет не превышать предел рекреационный способности биосферы. Использование данного технологического приема в России в настоящее время невозможно – до 9/10 товарной свинины производится на крупных животноводческих комплексах, где проблема утилизации ОЖЖ практически не решена. Способ термической утилизации токсичных отходов сельскохозяйственных предприятий (свинокомплексов, птицефабрик и др.) в настоящее время является наиболее радикальным решением. Однако вследствие высоких энергозатрат и значительных объемов отходов на существующих предприятий (до 100 т/сутки) данный метод имеет ограниченное применение.

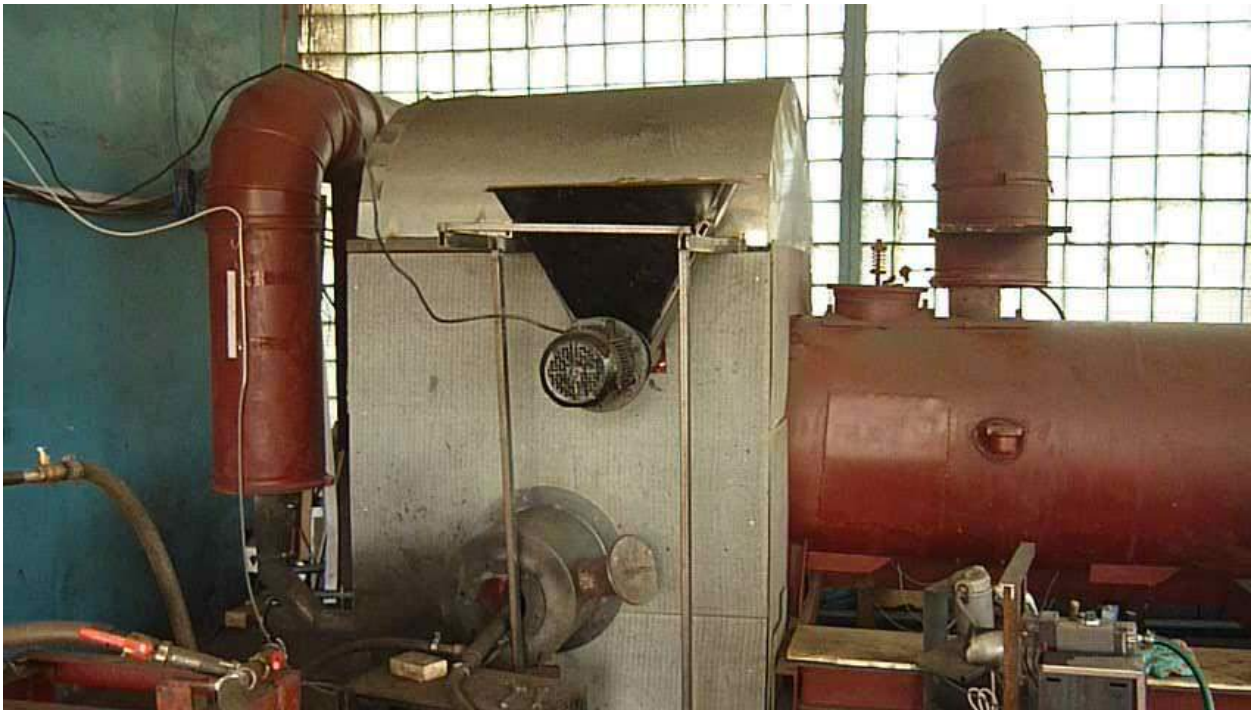
Материалы и методы. На основании анализа состояния проблемы утилизации ОЖЖ было признано целесообразным совместить два технологических процесса – производство тепловой энергии и утилизации ОЖЖ – в одном, используя котолоагрегаты существующих при каждом комплексе котельных. Для реализации данного предложения необходимо модифицировать имеющиеся топки. Признано целесообразным использование в данном случае вихревой адиабатической топки. В качестве топлива можно использовать водоугольную суспензию, произведенное из отходов углеобогащения – ОУ (таблица) [1].

Для решения данной проблемы были проведены исследования по термической утилизации отходов жизнедеятельности животных в вихревой адиабатической камере сжигания отопительной котельной, в которой энергоносителем является суспензионное водоугольное топливо (ВУТ), приготовленное на основе отходов обогащения угля (рисунок 1).

Характеристика продуктов, использованных при экспериментальных исследованиях, представлена в таблице.

Таблица – Качественная характеристика проб использованных при экспериментальных исследованиях

Наименование показателя	Символ	Ед. измерения	Числовое значение	
			навоз свиной	ВУТ на основе ОУ
1	2	3	4	5
Марка угля	–	–	–	«ГЖ»+ «Ж»
Влага общая	W_t^r	%	77	40,0
Зольность на сухое состояние топлива	A^d	%	10,4	26,0
Высшая теплота сгорания на сухое беззольное состояние топлива	Q_S^{daf}	МДж/кг (ккал/кг)	12,0 (2863)	33,05 (8436)
Низшая теплота сгорания	Q_i^r	МДж/кг (ккал/кг)	2,18 (520)	14,3 (3415)



Основными преимуществами разработанного способа термической утилизации с использованием вихревой адиабатической топки на водоугольном топливе являются:

– низкая стоимость основного топлива, что обеспечивает удельные затраты на получение 1 Гкал (по топливу), не превышающие 150 руб.;

– обеспечение требуемого температурного уровня в топке (1050-1100 ^{0}C);

– возможность оптимизации тепловой мощности комплекса за счет снижения влажности утилизируемого материала в сушилке с использованием высокотемпературных отходящих газов (что актуально для теплого времени года, когда потребности в тепловой энергии резко снижаются);

– экологическая безопасность.

Экспериментальный стенд включает:

– вихревую адиабатическую топку с системой подачи ОЖЖ в топочное пространство;

– систему дозированной подачи основного топлива;

– систему управления технологическим комплексом.

Количество подаваемого ОЖЖ в топочное пространство регулировалось дозатором-питателем в зависимости от температуры в топке, которая поддерживалась на уровне 1050-1100 ^{0}С, с использованием частотно-регулируемого привода.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что для термической утилизации ОЖЖ с исходной влажностью до 70 % потребуется соотношение подачи ВУТ и ОЖЖ до 3:1. Сокращение данного соотношения может обеспечить термическая сушка ОЖЖ до 45÷50 %. При данных показателях технологического процесса обеспечивается устойчивая работа котлоагрегата котельной .При этом, кроме снижения расхода основного топлива почти в 3 раза, уменьшается потребляемая тепловая мощность на цели утилизации более, чем в 2 раза, что актуально при минимальных отопительных нагрузок котельной в теплый период года.

Произведена технико-экономическая оценка эффективности утилизации ОЖЖ по предложенной схеме для условий ООО «СПК «Чистогорский". Энергетические характеристики объекта: установленная тепловая мощность 5.5 МВт, время использования максимума тепловой нагрузки – 5500 ч/год. Оценка эффективности инвестиций в проект по утилизации отходов выполнена в соответствии с методикой [2]. Расчетный период проекта – 20 лет. Суммарные дополнительные инвестиции – 29 млн руб., чистый дисконтированной доход 180 млн руб. Срок окупаемости дисконтированный – 3 года. Себестоимость производства тепловой энергии – 430 (дефлированные цены) и 700 р/Гкал (прогнозные цены).

Выводы

1. Экспериментальные исследования показали высокую эффективность разработанного метода термической утилизации ОЖЖ в топливных котельных оснащенных вихревой адиабатической камерой сжигания и использующих в качестве энергоносителя водоугольную суспензию.

2. Использование отходов углеобогащения и жизнедеятельности животных по предложенной технологической схеме позволит снизить затраты на производство тепловой энергии до 200…400 р/Гкал и обеспечить полную утилизацию отходов производства крупных животноводческих комплексов.

3. На основании проведенных исследований разработан бизнес-план и технико-коммерческое предложение по утилизации свиного навоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Делягин В.Н., Иванов Н.М., Мурко В.И., Ревякин Е.Л. Использование водоугольного топлива в энергообеспечении АПК. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», Россия. – 2013. – 92 с.

2. Коссов В.Г., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: Третья ред., испр. и доп., Россия, 2008. – М. – 237 с.

УДК 628

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Мурко Василий Иванович, *доктор технических наук, ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника», **Россия**, Новокузнецк, sib_eco@kuz.ru*

Карпенок Виктор Иванович *ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника», **Россия**, г. Новокузнецк, sib_eco@kuz.ru*

Черных Дмитрий Андреевич, *ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника», **Россия**, г. Новокузнецк, sib_eco@kuz.ru*

Делягин Валерий Николаевич, *доктор технических наук, ФБГНУ «Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства», **Россия**, Новосибирская обл., п. Краснообск, valdel@ngs.ru*

Иванов Николай Михайлович, *доктор технических наук, ФБГНУ «Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства», **Россия**, Новосибирская обл., п. Краснообск,ivanovnm@ngs.ru*

Разработан технологический комплекс по производству тепловой энергии для крупных животноводческих комплексов. Отличительная особенность предлагаемого технического решения – использование в качестве энергоносителя суспензионного водоугольного топлива (ВУТ), полученного на основе отходов углепереработки (ОУП). Реализация предложенного технологического комплекса позволит получить существенный экологический и экономический эффект.

Ключевые слова: технологический комплекс, водоугольное топливо, котельная, отходы углеобогащения, утилизация

TECHNOLOGICAL COMPLEX FOR PROCESSING COAL CLEANING WASTE FOR SMALL POWER ENGINEERING ENTERPRISESIN THE AGRIBUSINESS INDUSTRY OF SIBERIA

Murko V., Karpenok V., Chernykh D., Delyagin V., Ivanov N.

There was developed a technological complex to produce heat energy for distributed consumers. A distinctive feature of the engineering solution suggested is the use of coal–water fuel slurry (CWFS) obtained from coal cleaning waste (CCW) as an energy carrier. Realization of the technological complex allows gaining considerable ecological and economic effects.

*Keywords:*technological complex, water–coal fuel, boiler, waste coal, waste

Введение. Количество отходов (ОУП) в Кузбассе составляет свыше 150 млн т и продолжает непрерывно возрастать. Выведены из сельскохозяйственного оборота сотни тысяч га плодородных земель. Утилизация углесодержащих отходов производится, как правило, наиболее примитивным образом. Воды шахтного притока, технологические воды обогатительных фабрик с мелкими угольными частицами сбрасываются в поверхностные отстойники, которые периодически чистятся механогидравлическим способом, и повторно добытые угольные шламы сбрасываются либо в отработанные выработки шахт, либо в ближайшие овраги и водоемы.

Среднегодовой коэффициент использования топлива для угольных котельных в сельской местности по полному циклу (добыча – транспорт – распределение – сжигание) составляет в общем случае η = 0,19…0,38. Себестоимость производства составляет 1200…1800 р/Гкал.

Удельные выбросы вредных веществ небольших энергоустановок достигают следующих значений: двуокиси серы 0,26…1,30; двуокиси азота 0,20…0,30; окиси углерода 2,60…2,70; пыли 0,57..0,80 кг/ГДж. Летучая зола малых теплогенерирующих энергоустановок в сельской местности содержит бензо(а)пирена и других ПАУ в десятки тысяч раз выше, чем для крупных ТЭЦ. Учитывая, что выбросы вредных веществ данной категории энергоус-

тановок оседают в близлежащей (жилой) территории, содержание вредных веществ в атмосфере во много раз превышает критические значения.

Поэтому решение проблемы энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей имеет большое народнохозяйственное значение.

Результаты исследований. Суть проекта заключается в разработке и создании технологического комплекса по получению дешевой тепловой энергии за счет использования в качестве топлива – суспензионного водоугольного топлива (ВУТ) [1], полученного на основе отходов углепереработки (ОУП). Настоящий проект разработан для получения тепловой энергии в котельной производительностью 6,5 Гкал/ч. Тепловая нагрузка – свинооткормочный комплекс на 54 тыс. голов и коммунально-бытовые потребители поселка.

Отличительными особенностями технологического комплекса, в том числе, являются:

– использование в качестве исходного сырья для получения топлива отходов углепереработки, которые в настоящее время не имеют применения и сбрасываются в породные отвалы и отстойники, загрязняя окружающую среду;

– применение вихревого способа сжигания ВУТ, что позволяет получить устойчивое горение распыленного топлива за счет механизма внутренней стабилизации, в результате которого горячие продукты горения направляются в корень факела. В результате обеспечивается надежное воспламенение забалластированного топлива при сравнительно низкой температуре и полное выгорание угольных частиц.

Технология приготовления, хранения, транспортирования и сжигания водоугольного топлива полностью автоматизирована и может осуществляться без постоянного присутствия человека.

Реализация данного технологического комплекса будет способствовать решению задач по повышению энергоэффективности, ресурсосбережению и рациональному природопользованию.

Повышение энергоэффективности обеспечивается за счет:

– применения малоэнергоемкой технологии приготовления суспензионного угольного топлива;

– использования вихревой системы сжигания, при которой достигается полное выгорание органической части забалластированного влагой и золой топлива;

– повышения к.п.д. работы котла до 85–88 %.

Ресурсосбережение и рациональное природопользование обеспечивается за счет:

– полного использования угля, добытого на шахтах и разрезах;

–экологически чистой утилизации образованных и образующихся отходов углеобогащения;

– освобождения значительных территорий, занятых гидроотвалами и отстойниками для производства сельскохозяйственной продукции;

– существенное снижение выбросов окислов азота в жилой зоне сельских поселений.

Пилотный проект для отработки отдельных элементов технологического комплекса для предприятий малой энергетики реализован в г.Черепаново Новосибирской области.

Конечным продуктом, планируемым к производству, является тепловая энергия, полученная с использованием водоугольного топлива, приготовленного из отходов углеобогащения.

Комплекс состоит из следующих блоков:

– отделение приготовления ВУТ;

– котельное отделение.

Работа комплекса осуществляется по следующей схеме.

Отходы углепереработки автотранспортом доставляется на закрытый склад технологического комплекса. Емкость склада обеспечивает трехсуточный запас исходного материала.

Со склада отходы передвижным электрическим краном с грейфером подаются в приемную воронку ленточного конвейера, который направляет их в лопастной смеситель. Одно-

временно с отходами в смеситель подается дозированно из расходной емкости насосом–дозатором водный раствор реагента.

Водный раствор реагента готовится в установке приготовления, состоящей из металлической емкости с мешалкой и центробежного насоса. Реагент дозировано загружается в емкость и после перемешивания с водой насосом подается в расходную емкость.

После перемешивания в лопастном смесителе угольная суспензия самотеком поступает на фильтр грубой очистки для удаления посторонних примесей и крупных частиц. После фильтрации подрешетный продукт самотеком поступает в зумф откуда насосом направляется на доизмельчение и дополнительное перемешивание в двух– барабанную вибрационную мельницу. После измельчения угольная суспензия самотеком поступает на фильтр грубой очистки для удаления обломков изношенных мелющих тел. После фильтрации подрешетный продукт самотеком поступает в зумф и затем насосом – активатором направляется в аккумулирующую емкость, при этом осуществляется процесс гомогенизации, что позволяет снизить вязкость топлива.

Готовое ВУТ аккумулируется в вертикальных резервуарах с нижним выпуском. Количество и объем резервуаров обеспечивает суточную потребность котельной установки.

Из аккумулирующих резервуаров ВУТ насосом по трубопроводной системе поступает в приемно–расходные резервуары, установленные в котельной.

Подача ВУТ из расходной емкости к форсунке осуществляется насосом через фильтр тонкой очистки. Насос оснащен частотным преобразователем, что позволяет поддерживать оптимальный расход ВУТ. Одновременно с ВУТ к форсунке подводится сжатый воздух для распыла в топке. В топку от вентилятора подается дутьевой воздух, который через сопла поступает в топочное пространство и служит для поддержания горения и образования вихря, таким образом, осуществляется вихревой способ сжигания.

В котельной установлены специализированные котлы для сжигания ВУТ. Котлы оборудованы горелочными устройствами для установки форсунок. В топочном пространстве котла смонтирована камера вихревого сжигания. Вихревой способ сжигания позволяет обеспечить глубокое выжигание горючих составляющих топлива.

Технологические схемы приготовления ВУТ и его сжигания представлены на рисунке 1, 2. Цена конечного продукта – тепловой энергии – определяется на основании калькуляции себестоимости ее производства.

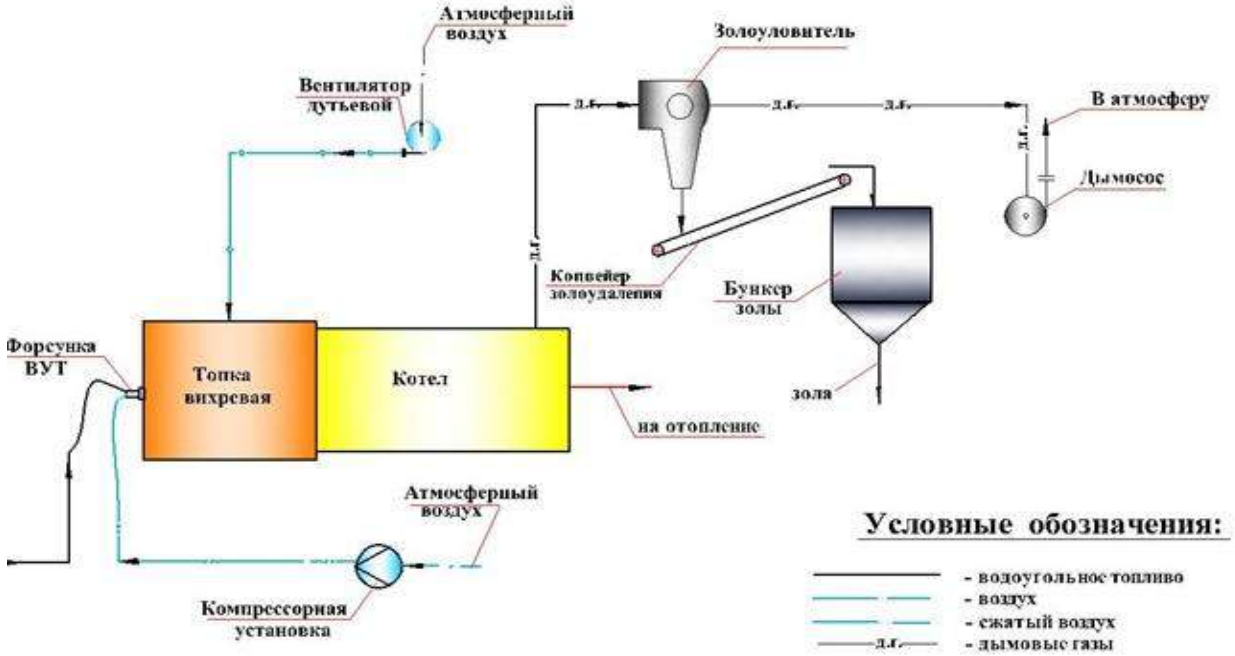


Рисунок 1 – Технологическая схема сжигания водоугольного топлива

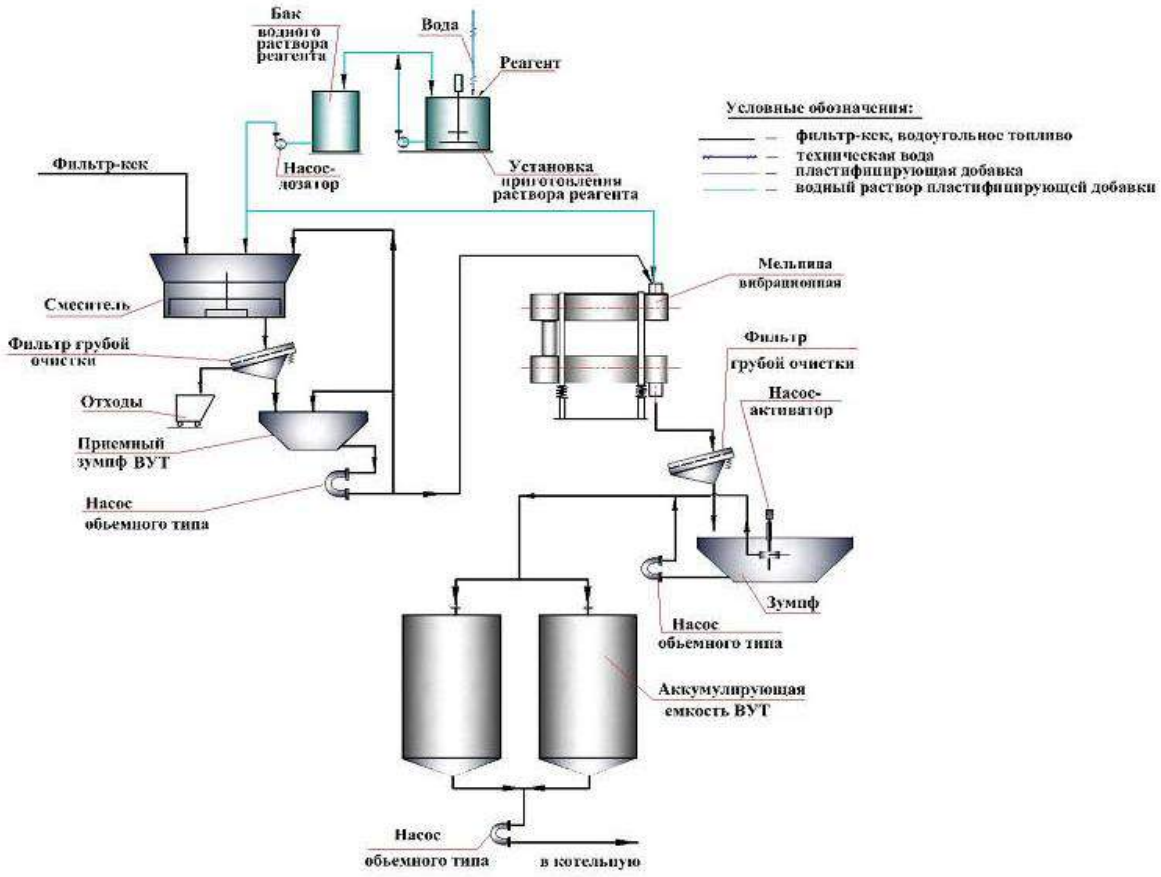


Рисунок 2 – Технологическая схема приготовления водоугльного топлива

В таблице 1 приведен расчет себестоимости 1 Гкал при получении ее с использованием в качестве энергоносителя ВУТ, приготовленного на основе ОУП.

Таблица 1 – Эксплуатационные затраты по технологическому комплексу и себестоимость 1 Гкал тепловой энергии

№ п/п	Элементы затрат	Потреб–ность	Цена, руб.	Затраты, тыс. руб.	Удельные затраты	
					руб.	%
	Произведенная тепловая энергия, Гкал/год	55 000,0				
I	Материальные затраты					
1.	Отходы углеобогащения, т/год	16 800	100	1 680,0	30,5	7,0
2.	Реагент–пластификатор, т/год	120,0	21 000	2 522,0	45,8	10,45
3.	Техническая вода, $м^3$/год	2690.0	3.0	8,0	0,2	0,05
	Всего I:	19 610,0	–	4210,0	76,5	17,5
II	Эксплуатационные затраты					
1.	Расходные материалы (металл, ГСМ)	–	–	250,0	4,5	1,0
2.	Электроэнергия, МВт·ч/год	2 400	2,5	6 000,0	109,0	24,8
3.	ФОТ, чел/сут.	18		5 400,0	98,2	22,4
4.	ЕСН	–	–	1 620,0	29,5	6,7
5.	Амортизационные отчисления	–	–	3 540,0	64,3	14,6
6.	Текущий ремонт	–	–	710,0	13,0	3,0
7.	Прочие общезаводские расходы	–	–	2 415,0	44,0	10,0
	Всего II:			19 935,0	362,5	82,5
	Общие затраты:			24 135,0	439,0	100,0
	Себестоимость:				450,0	

В настоящее время в теплоэнергетическом производстве издержки на сырье – топливо – растут по мере увеличения его цены, тарифов на перевозки и т.д. При использовании ВУТ

на основе ОУП доля топливной составляющей в себестоимости тепловой энергии значительно уменьшается.

На рисунке 3 представлена диаграмма затрат на топливную составляющую при производстве 1 Гкал тепловой энергии при использовании различных видов топлива.

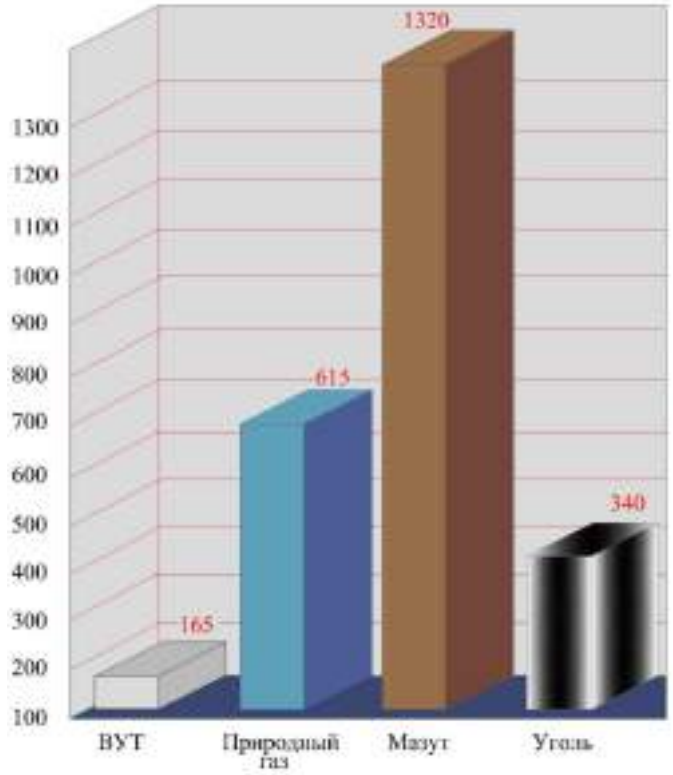


Рисунок 3 – Затраты на топливо при производстве 1 Гкал тепловой энергии

Себестоимость 1 Гкал в предлагаемом технологическом комплексе составляет 450 руб., что существенно ниже существующего уровня цен на тепловую энергию (1200 руб./Гкал). С учетом выше сказанного можно сделать вывод, что цена на ВУТ, а соответственно и стоимость тепловой энергии, полученной с его использованием, всегда будет ниже, чем при использовании других – традиционных – энергоносителей.

Таким образом, реализация тепловой энергии сторонним потребителям при ориентировочной цене до 1000 руб./Гкал будет приносить прибыль не менее 200 руб. /Гкал потребляемой тепловой энергии. Показатели финансово–хозяйственной деятельности по проекту рассчитаны исходя из нормы дисконта в 15 %. Горизонт расчета – 20 лет. Основные финансовые показатели проекта, определенные в соответствии с методикой [2], представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные финансовые показатели проекта

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Суммарное сальдо потоков	тыс. руб.	837888
Чистый недисконтированный доход (ЧНД)	тыс. руб.	837888
Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	тыс. руб.	351990
Внутренняя норма доходности (IRR)	лет	0,39
Срок окупаемости от начала операционной деятельности	год	2,0
Экологический эффект от снижения выбросов NO_x	тыс.руб./год	1543

Анализ чувствительности проекта произведен по двум параметрам: по доходам и расходам. В первом случае рассматривалась зависимость ЧДД и ВНД от изменения выручки по проекту (выручка принималась равной 95 % и 105 % от рассчитанной в бизнес-плане, для справки приведены величины для 100 %). Во втором – зависимость ЧДД и ВНД от измене-

ния производственных расходов проекта. Во всех случаях заново пересчитывались все налоговые платежи и другие необходимые показатели.

Результаты расчета чувствительности проекта по двум параметрам приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Чувствительность проекта

Показатель	95 %	100 %	105 %
По доходам:			
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	200634	351990	499826
Внутренняя норма доходности, %	35,5	39,0	40,5
По расходам:			
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	439988	351990	262233
Внутренняя норма доходности, %	41,0	39,0	36,7

Отдельные элементы представленной технологии реализованы на ряде энергетических объектов в России и за рубежом.

Выводы:

1. Реализация данного технологического комплекса будет способствовать решению задач по повышению энергоэффективности производства тепловой энергии (увеличение коэффициента использования топлива в 1.5…2.0 раза),

Ресурсосбережению (замещению качественного топлива посредством вовлечение в хозяйственный оборот отходов углеобогащения) и рациональному природопользованию – снижению выбросов вредных веществ в биосферу в 1.5 раза и увеличению площади сельскохозяйственных угодий за счет рекультивации территорий занятых под хранение отходов углеобогащения.

2. Экономический эффект в энергетической сфере оценивается величиной 200…300 руб. на произведенную гигакалорию.

3. Не учтенные составляющие общественной эффективности проекта включают:

– экономический эффект от увеличения экспорта качественного топлива (мазут, уголь и т.д.), вытесняемого отходами углеобогащения;

– уменьшению потерь рабочего времени о снижения уровня заболевания населения вследствие снижения выбросов вредных веществ в биосферу;

– дополнительный доход в сельскохозяйственном секторе экономики региона, обусловленный увеличением площади сельхозугодий при проведении рекультивационных работ.

ЛИТЕРАТУРА

3. Делягин В.Н., Иванов Н.М., Мурко В.И., Ревякин Е.Л. Использование водоугольного топлива в энергообеспечении АПК. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», Россия. – 2013. – 92 с.

4. Коссов В.Г., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: Третья ред., испр. и доп.к., Россия,. – М., 2008. – 237 с.

УДК 553.068. 54:5. 041 (571.61/64)

ОТХОДЫ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОДОБЫЧИ – ИСТОЧНИК ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

Мирзеханова Зоя Гавриловна, *доктор географический наук, профессор, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,* ***Россия****, г. Хабаровск, lorp@ivep.as.khb.ru*

Мирзеханов Гаджи Сиражудинович, *доктор геолого-минералогических наук, Институт горного дела ДВО РАН, ООО «НПФ «Компас Геосервис»,* ***Россия****, г. Хабаровск, mail:mgs_gold@mail.ru*

Работа посвящена анализу промышленных отходов россыпной золотодобычи, сформированных при гидравлическом способе отработки месторождений. Предложена структура дифференциации отходов, образующихся при эксплуатации россыпей. Определены потери драгметалла, происходящие на всех стадиях освоения россыпей золота, рассмотрен спектр сопутствующих полезных компонентов, усиливающий значимость повторной переработки отходов. Дана оценка ресурсного потенциала техногенных образований, показаны перспективы их вовлечения в рентабельную повторную эксплуатацию для поддержания минерально-сырьевой базы регионов, где золотодобыча является одной из основных отраслей промышленности. Все выводы проверены на многочисленных эталонных объектах Дальневосточного региона.

Ключевые слова: россыпные месторождения золота, техногенные образования, ресурсный потенциал.

WASTE GOLD PLACER MINING – THE SOURCE OF REPLENISHMENT OF THE MINERAL RESERVE BASE

Mirzekhanova Z.G., Mirzehanov G.S.

The article is devoted to the analysis industrial waste of the gold placer mining, formed during the process of hydraulic mining of deposits. The structure of the differentiation of waste resulted from the exploitation of placers is carried out. The gold losses taking place in all stages of gold placers development are identified; the range of associated useful components, reinforcing the importance of waste recycling is studied. It estimates the recourse potential of the technogenic formations, it shows the perspectives of their involvement in profitable repeated exposure in order to maintain the mineral reserve base of regions, where gold mining is one of the main industries. All conclusions are tested on numerous prototype objects of the Far Eastern region.

Keywords: gold placers, technogenic formation, resource potential.

Введение. В формировании промышленных отходов особое место принадлежит горнорудному производству, чье лидирующее положение объясняется как объемами формирующихся отходов, так и потенциальной возможностью использования ресурсного потенциала содержащегося в них. Ежегодно из недр Земли извлекается около 10 миллиардов тонн веществ, около 30 % из них используется в процессе промышленного производства, остальной объем – это отходы. Учитывая разнообразие горнопромышленного производства, размеры страны и особенности ее географического положения, многообразие видов полезных ископаемых и способов их извлечения из недр, а также последующего обогащения, следует признать справедливость суждений относительно того, что одной универсальной стратегии в использовании отходов данной отрасли выработать не удастся. Планы рационального использования накопившихся отходов горнорудного производства необходимо составлять дифференцированно, для каждого полезного ископаемого (или их группы) отдельно, с учетом специфики, как объектов эксплуатации, так и технологий их добычи и обогащения.

В настоящей публикации рассматриваются отходы, сформированные при гидравлическом способе освоения россыпных месторождений золота. Следует заметить, что для золотодобывающей отрасли доля полезного компонента, извлекаемого из руд и песков, составляет, по данным В.А. Макарова, лишь 0,01 %, все остальное – отходы [5]. Именно они являются объектом пристального внимания, как исследователей, так и практиков, на что есть веские причины.

Результаты деятельности золотодобывающей отрасли последних лет позволяют отметить тенденцию значительного увеличения интенсивности освоения богатств недр, что приводит к сокращению балансовых запасов россыпного золота и к существенному истощению минерально-сырьевой базы. Прирост запасов по отношению к добыче уже длительное время имеет отрицательный баланс. При сохранении современного уровня золотодобычи, через 5-10 лет

минерально-сырьевая база россыпного золота окажется неспособной обеспечивать потребность государства. По мнению многих ученых, наиболее привлекательным резервом ее пополнения, рассматриваются отходы отработанных россыпей, при определенных условиях представляющие техногенные объекты эксплуатации.

Материалы и методы исследования. В основу работы положены результаты исследований более 50 отработанных россыпных объектов Дальнего Востока. Отходы россыпной золотодобычи представлены преимущественно отвалами различного генетического типа, отличающиеся как морфологическими, морфометрическими параметрами, так и составом отложений и ресурсными возможностями их последующей переработки [8]. Помимо отвального комплекса к отходам этого вида деятельности следует отнести илистые образования отстойников, хвосты доводки шлюзового шлиха и хвосты ШОУ. Методы опробования для каждого вида отходов индивидуальные.

Анализ рыхлых образований отвального комплекса проводился традиционными гранулометрическими методами, ресурсный потенциал оценивался с использованием минералогического анализа проб, отобранных из расчисток и траншей. В расчистках, пройденных в галечных и эфельных отвалах, промывался весь объем выемочного грунта (более 1,0 м^3). В траншеях – через каждые 10 м отвал промывался на всю мощность разреза при ширине борозды 1,0 м и глубине 0,5 м. Объем пробы в зависимости от мощности опробуемой части отвального комплекса составлял 0,5–3,0 м^3. Рыхлые отложения отработанного пространства, представляющие на современном этапе аллювиальные шлейфы, сформированные в процессе разрушения различных отвалов, опробовались бульдозерными копушами – выемками по сети с промывкой всего объема выемочного грунта – 1,0–3,0 м^3.

Объем хвостов ШОУ, накопленных на территории приисков, подвергался крупнообъемному опробованию (1–5 м^3) с промывкой на бутаре и последующим лабораторным исследованием. Хвосты ШОУ, формирующие в настоящее время на действующих объектах, еженедельно промывались концентрационными столами с ручной доводкой на лотке. Материал из илоостойников (0,1 м3) отмучивался от илисто-глинистых отложений и более грубый материал доводился на лотке.

Результаты исследования. Решение проблемы оптимального использования отходов или техногенных образований россыпной золотодобычи зависит от результатов оценки их ресурсного потенциала. При этом следует отметить, что для каждого вида отходов перспективы повторной переработки различны. В данной связи важно знать их происхождение, морфологические и морфометрические параметры, закономерности размещения в отработанном пространстве, способ отработки месторождения и др. для получения объективной оценки полноты извлечения основных и ценных попутных компонентов.

Проведенные исследования позволили оценить для каждого вида отходов их ресурсные возможности. Как было отмечено выше, основную долю отходов составляют отвалы различной морфологии, морфометрии, состава (таблица1). В отвальном комплексе преобладают *разделенные галечные и эфельные отвалы,* которые четко выделяются в рельефе. Их происхождение связано с гидроэлеваторным или гидроважгердным способом промывки, широко использовавшемся в 60–70-е годы прошлого столетия. Ревизионные и опытно-эксплутационные работы позволяют судить о высоких содержаниях золота в *эфельных* отвалах, они нередко превышают кондиционные требования к активным запасам россыпей конкретных экономических районов. Если учесть тот факт, что доля фракции эфельной размерности составляет 70 % от промытой горной массы, то не приходится сомневаться, что это - наиболее перспективная для последующей переработки часть техногенных образований. Высокие содержания золота в эфельных отвалах (от 8 до 2000 мг/м^3) не являются случайностью, установлены повсеместно, отходы россыпной золотодобычи этого типа могут быть резервом восполнения минерально - сырьевой базы (таблица 1, 2). Поэтому неудивительно, что интерес к эфельным отвалам проявился чуть позже начала эксплуатации природных россыпей на Дальнем Востоке и имеет более чем вековую историю. Так, например, в Зейском районе Амурской области отвалы повторно отрабатывались еще в 1907 году, в Читинской области в 40х годах, в Ульчском районе Хабаровского края – 50-х годах прошлого века, они перемывались в Охотском, Полино Осипенко и Аяно-Майском районах Хабаровского края. В настоящее время успешно осваиваются отвалы ряда россыпей Магаданской области [2,3,4,7,9].

Таблица 1 – Дифференциация отходов (техногенных образований) россыпных месторождений, разрабатываемых открытым способом

Морфогенетические особенности ТО	Техногенные образования (ТО) – доля от общего объема, %								
	Галечные отвалы 20-30 %	Эфельные отвалы 30-20 %	Галечно - эфельные отвалы < 20 %	Смешанные отвалы <15 %	Отвалы вскрыши	Илисто-глинистые отложения отстойников	Современные аллювиальные шлейфы	Хвосты доводки шлюзового шлиха < 0,1 %	Хвосты ШОУ
Морфологические особенности ТО	Конусо-образные	Конусооб-разные, куэсто-образные, пла-щеобразные, подковооб-разные	Плаще-образные каплевидной формы в плане	Конусо-образные одно-сторон-ние	Линейно-вытяну-тые, ку-эстооб-разные	Преиму-щественно изо-метроп-ные, плас-товые	Преимущест-венно ли-нейные	Овально-конусообразные	Овально-конусо-образные
Пространственное размещение ТО	На склонах, в отработанном пространстве, на бортовых целиках	На склонах, в отработанном пространстве, на бортовых целиках	В отрабо-танном прост-ранстве	На склонах	На борто-вых целиках	Отстойники в отработанном пространстве	Русла современ-ных водотоков в отработанном пространстве	В отработанном пространстве	Терри-тории ЗПК, ШОУ
Происхождение ТО – способ отработки	Гидромехани-ческий	Гидромехани-ческий	Понурно – шлюзовой	Гидро-механи-ческий	Гидроме-ханичес-кий	Гидроме-ханический	Естественное, взаимодействие продуктов отра-боток	Ручная или ме-ханизированная доводка	Ручная до-водка или технологи-ческие линии
Морфометрические особенности ТО	L-25-60м, B-25-30м, h -6-9м, ∟35-37^0	L-15-80м, B-15-80м, h –до 10м, ∟20-35^0	L-до 150 м, B-10-50м, h -2 -8м, ∟5-8; 35-37^0	L-до 300 м, B-100м, h -2 -3 м, ∟10-15^0	L- nx100 м, B-20-40 м, h -1-8 м, ∟10-25^0	L-до 80-100 м, B-60-80м, m -2 -3 м, ∟0-5^0	L-до 1500 м, B-100м, m -2 -3 м, ∟1-3^0		
Содержания золота Max/среднее (мг/м^3, г/т*)	4000 /130	1000/150	3000/300	1950/280	2000/70	49/2.0*	1500/800	20/5,0*	1000/40,0*
Содержания сопутствующих полезных компо-нентов (кг/м3)	Магнетит, вольфрамит, киноварь, циркон, рутил 0.5-2.0					Серебро-28 г/т		Магнетит-nx1000 вольфрамит-nx10 Касситерит- nx10 Киноварь - nx10	Минералы платиновой группы до 10 г/т,

Таблица 2 – Содержание золота, мг/м^3 (min-max) в отходах отработанных россыпных месторождений золота

№ п/п	Административная принадлежность (количество изученных россыпей)	Техногенные образования						
		Эфельные отвалы	Галечные отвалы	Смешанные отвалы	Аллювиальные шлейфы	Илисто-глинистые отложения	Хвосты первичной переработки	Хвосты ШОУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Хабаровский край Охотский район (3 россыпи)	108-379						
2	Аяно-Майский район (20 россыпей)	0-4000	0,0-500	30-1950	0-1500	<0.1*	0.2-2.2*	4-272*
3	Р-н Полины Осипенко (3 россыпи)				52-742			
4	Ульчский район (8 россыпей)	20-3501			- 852		0.144-1.2.*	30—272*
5	Р-н им. Лазо (4 россыпи)	20-812	20-436			<0.1-		
6	Ванинский р-н (2 россыпи)	-100	-1000	10-1500			3238*	
7	Херпучинский прииск							20-1000*
8	Кербинский прииск							40 *
9	Тумнинский прииски							200*
10	Россыпи Амурской обл.: по различным россыпям [7]	43-300						
11	Селемджинский р-н (4 россыпи)	72-487	210-335	-250	-	1.5-49*		-
12	Соловьевский р-н: Нагима [4]					0.1-0.29*		
13	Россыпи Читинской обл. [5]	10-3000						

- - содержания приведены в г/т

Галечные отвалы по своим объемам значительно уступают эфельным (встречаются россыпи с обратным соотношением эфельной и галечной составляющей). В этих техногенных образованиях достоверное определение наличия золота связано только с крупнообъемным опробованием. Содержание золота в них составляет в среднем 60-280 мг/м^{3,} хотя существуют и исключения из правила – россыпи Пр. Юна, Лев. Джегдаг, Болотистый, Иликан и др. (таблица2). Как показывает практика, ресурсные возможности галечных отвалов очевидны и не должны игнорироваться при переоценке техногенного комплекса.

Значительно меньшую долю в отходах россыпной золотодобычи составляют *перемешанные галечные и эфельные отвалы*. Они расположены на склонах долин или в отработанном пространстве тех россыпных месторождений, эксплуатация которых осуществлялась в последние 15-20 лет с применением элеваторов (ПГШ) и вашгердов (ППГ). В таких отвалах, например, россыпей Амурской области, содержания золота составляют 43-300 мг/м^3, а в некоторых случаях, например, в пределах Джалиндинского района, они в 2,5 раза превышают содержания исходных песков – 463 мг/м^3 [1,6]. Неразделенные (смешанные) отвалы, размещенные в отработанном пространстве, как единое тело, составляют незначительную долю отходов россыпной золотодобычи, однако высокие содержания золота в них - до 800 - 1000 мг/м^3 (таблица1,2), позволяют рассматривать эти отвалы как потенциальные объекты, особенно для индивидуальной отработки.

Вскрышные отвалы – отвалы "пустой" породы или торфов, под последними понимаются рыхлые отложения, не содержащие полезные минералы или содержащие их в непромышленном количестве. Обычно они расположены вдоль отработанного пространства, в условиях широких долин могут размещаться на внутриконтурных целиках. Их ресурсные возможности оцениваются неоднозначно. Объем вскрышной породы, как правило, значительно превышает объем песков. По данным Б.И. Беневольского [3] за 70 лет открытой раздельной добычи в России в отвалы перемещено более 13, 5 млрд. м^3 торфов. При средних содержаниях 100 мг/м^3 прогнозная оценка сосредоточенного в них ресурса составляет 1,4 тыс. т. Ежегодно золотодобывающими предприятиями в Хабаровском крае из торфов извлекается около 5 % годовой добычи металла. В отвалах вскрыши отдельных россыпей установлены содержания золота близкие к минимально промышленным (россыпи Левый Лог - Амурская область, россыпи р. Евгеньевский и р. Дяппе - Хабаровский край и др.). Даже при низкой рентабельности повторной отработки, ресурсные перспективы вскрышных отвалов должны быть учтены.

Илисто-глинистые отложения отстойников – особый вид техногенных образований, золотоносность которых до настоящего времени плохо изучена. Размеры их площадей и объемы грунта определяются размерами отстойников и количеством глинистой составляющей в исходных песках. Согласно нашим исследованиям, содержания металла в большей части объектов данной группы незначительны, исключение может составить россыпь р. Иликан (таблица2). Однако, практически во всех пробах присутствуют сопутствующие полезные компоненты с достаточно высокими содержаниями, например, серебро - до 28 г/т. Вследствие слабой изученности илисто-глинистых отложений отстойников судить однозначно об их ресурсных возможностях затруднительно.

Все перечисленные техногенные объекты в различной степени преобразованы аллювиальными процессами. В процессе их деятельности сформировались элементы современного русла. *Аллювиальные шлейфы* имеют свое положение в отработанном пространстве, их размеры определяются особенностями строения и гидрологического режима водотоков (таблица 1). В пределах россыпей, отработанных в 60–70-е годы XX века с применением маломощной техники, аллювиально-отвальные шлейфы перекрывают высокоперспективные остаточные плотики. Современные русловые (аллювиально-отвальные) россыпи - особый подвид техногенных образований, сформированных вследствие влияния экзогенных процессов, которые размывая, отвалы и бортовые целики, создают современные шлейфы с высокими концентрациями металла (таблица 2). Несмотря на относительно незначительный (в сравнении с классическим пониманием) период формирования, современные техногенные россыпи в сжатом временном интервале отражают практически все черты процесса россыпеобразования: разрушение источника (в данном случае отвального комплекса), перенос (для определенных вмещающих золото агрегатов, например в гнездах и глинистых примазках песчано-галечного материала), аккумуляцию. Практически повсеместное их наличие в совокупности с пространственной близостью других перспективных техногенных образований дают основание

высоко оценить перспективы повторного извлечения металла из современного аллювия. Так, подобные объекты были выделены, переоценены и отработаны по р. Пр. Дарья, р. Белая в Хабаровском крае. В современном аллювии этих россыпей содержания золота составляют 100-2000 мг/м^3 при мощности продуктивных рыхлых отложений от 0,4 до 1,2 м.

Особое место для перспективной оценки ресурсного потенциала отходов россыпной золотодобычи занимают *хвосты первичной доводки на местах шлюзового шлиха, а также хвосты стационарных ШОУ и продукты доводок шлихов на участках.* Несмотря на высокие содержания золота и нередко экологическую опасность ртутного загрязнения (хвосты отработок до 1986 года), данные образования в виде хвостов обогатительных установок не востребованы и находятся на территории деятельности приисков и крупных старательских артелей. Объемы их от общей массы техногенных образований незначительны, менее 0,1 %, но содержания основного и сопутствующих полезных компонентов в них достаточно высоки. Так, по россыпи р. Пр. Дарья в хвостах первичной доводки содержание золота, составило от 0,2 до 2,2 г/м^3, по россыпи р. Мал. Жорма – 0,144-1,187 г/м^3. В шлихах продуктов вторичной доводки содержание металла значительно выше: от 16 до 272 г/м^3 по россыпи р. Пр. Дарья, от 30 до 271 г/м^3 по россыпи р. Дяппе, от 48,3 до 272 г/м^3 по россыпи р. Мал Жорма, от 4 до 18 г/м^3 по россыпи р. Таймень. При опробовании хвостохранилищ Кербинского, Херпучинского и Тумнинского приисков Хабаровского края золото установлено в содержаниях превышающих 1 кг/т извлекаемого металла. Высокий ресурсный потенциал хвостов ШОУ - "черных шлихов" нивелируется их крайне малыми объемами.

Ресурсная значимость отходов отработанных россыпных объектов существенно возрастает, если в них кроме основного металла встречаются попутные компоненты, извлечение которых не требует больших затрат. В россыпях юга Дальнего Востока вместе с золотом встречаются такие ценные минералы как платина, вольфрамит, шеелит, касситерит, магнетит, ильменит, циркон, рутил, монацит, ксенотим, тантало-ниобаты, хромит и киноварь. При этом перспективы повторной переработки отходов отработанных месторождений определяются их сохранностью. А она зависит от того, была ли проведена рекультивация. Если полигоны не рекультивированы, то степень сохранности обусловлена интенсивностью и длительностью влияния комплекса экзогенных процессов. В случае проведения рекультивации (как правило, это горно-технический этап) все параметры техногенных образований изменяются основательно и их ресурсный потенциал практически уничтожается.

Результаты исследований, проведенных на отработанных россыпных месторождениях золота Дальнего Востока, свидетельствуют о высоких ресурсных перспективах техногенных образований. Значимость их существенно повышается, если учитывать, что во вторичных и конечных продуктах отработки россыпей - отходах накапливаются попутные ценные компоненты. Отходы россыпной золотодобычи в сложившихся кризисных условиях должны быть реализованы для восполнения минерально-сырьевой базы и золото - валютных резервов России. В настоящее время рентабельность отработки техногенных образований зависит от государственной политики в области эксплуатации таких объектов (снижение налоговых ставок, освобождение предприятий, занимающихся отработкой техногенных россыпей от налога на добытое полезное ископаемое и т. д.) и природоохранной политики в части проведения рекультивационных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альков С.П., Кардаш В.Т. Перспективы вовлечения в эксплуатацию техногенных россыпей в Джалиндинском районе Приамурья // Инф.-аналит.обзор проблем недропользования (Дальний Восток). Благовещенск. М.:"НБЛзолото", Дальневосточн. фил. – 1998. – №5. – С. 7-15.

2. Анерт Э.Э. Богатство недр Дальнего Востока. Хабаровск-Владивосток, Акц. об-во «Книжное дело», 1929. – 932 с.

3. Беневольский Б.И. Золото России: Проблемы использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы. Изд.2-е, испр. и допол. – М.: ЗАО «Геоинформарк», 2002. – 464 с.

4. Кавчик Б.К. Пример успешной отработки техногенной россыпи в современных условиях // Золотодобыча. – 2012. – №163. – С.16-21.

5. Макаров В.А. Золото техногенных минеральных объектов-ресурсы и проблемы геолого-технологической оценки // Золото и технологии.– 2011. – №3(13). – С. 42-49.

6. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков /Васильев И.А., Капанин В.П., Ковтонюк Г.П. и др. Благовещенск, 2000. – 168 с.

7. Мирзеханов Г.С., Мирзеханова З.Г. Ресурсный потенциал техногенных образований россыпных месторождений золота. М.: МАКС Пресс. – 2013. – 288 с.

8. Мирзеханова З.Г., Мирзеханов Г.С., Морфология, генезис и ресурсные перспективы техногенных образований отработанных россыпей Дальнего Востока // Геоморфология. – 2005. – № 3. – С. 24-33

9. Шило Н.А. Учение о россыпях. М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. – 632 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта ДВО РАН % 15-I-6-002o

УДК 667.26 + 502.174.1 + 628.54

ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Ашуйко Валерий Аркадьевич, *кандидат химических наук, доцент, Белорусский государственный технологический университет,* ***Беларусь,*** *г. Минск*

Кандидатова Ирина Николаевна, *кандидат химических наук, научный сотрудник, Белорусский государственный технологический университет,* ***Беларусь,*** *г. Минск, kin1988@mail.ru*

Новикова Лариса Николаевна, *кандидат химических наук, доцент, Белорусский государственный технологический университет,* ***Беларусь,*** *г. Минск*

Изучена возможность переработки отработанных хромсодержащих растворов гальванических производств с целью извлечения ценных веществ и решения экологически проблем связанных с очисткой и обезвреживанием отходов. Разработаны схемы, определены условия получения соединений хрома, используемых в качестве пигментов лакокрасочных материалов.

Ключевые слова: отработанные хромсодержащие растворы, переработка растворов, получение хромсодержащих пигментов.

PROCESSING OF WASTE CHROME CONTAINING SOLUTIONS OF GALVANIC PRODUCTIONS

Ashuiko V.A., Kandidatova I.N., Novikova L.N.

The possibility of processing of waste chrome-containing solutions of galvanic productions is studied in order to extract valuable substances and solve ecological problems connected with waste treatment and neutralization. The researchers has developed schemes and defined conditions of extracting chrome compounds used as pigments in paintwork materials.

Keywords: waste chrome-containing solutions, solution processing, extraction of chrome-containing pigments

Введение. Важнейшими областями применения электролитического хрома является защита от коррозии; отделка деталей (защитно-декоративное хромирование); повышение износостойкости трущихся деталей. При нанесении многослойных покрытий при декоративном хромировании толщина слоя хрома составляет 1–60 мкм. Электролитические слои хрома хорошо сцепляются со сталью, никелем, медью и ее сплавами.

Хром обладает высокой твердостью и хорошо сопротивляется механическому износу. По значению стандартного потенциала (−0,7 В) он должен относиться к активным металлам. Однако в атмосферных условиях хром сохраняет цвет и блеск длительное время, что объясняется образованием на его поверхности тонкой, но очень прочной оксидной пленки. Наличием этой пленки объясняется высокая антикоррозионная стойкость хромовых покрытий [4,6]. Поэтому электрохимическое осаждение хрома отличается от других гальванических процессов. Хромирование производится из электролитов, содержащих не соли осаждаемого металла, а смеси хромовых кислот (H_2CrO_4, $H_2Cr_2O_7$) и других активных добавок (SO_4^{2-}, F^-, SiF_6^{2-}) и соединения хрома (III).

Чаще всего при хромировании используют сульфатные электролиты, содержащие два основных компонента: хромовый ангидрид CrO_3 (150–350 г/л) и серную кислоту H_2SO_4 (1,5–3,5 г/л). Для получения покрытия хорошего качества отношение хромового ангидрида и серной кислоты должно поддерживаться на постоянном уровне.

Нанесение металлического хрома электрохимическим методом на защищаемые изделия получило широкое применение. Однако хромсодержащие отходы гальванических производств представляют экологическую опасность из-за содержания высокотоксичных соединений хрома (VI).

Вопросы переработки хромсодержащих отработанных растворов и шламов гальванических производств с целью возврата хрома в производство и получения на его основе полезных продуктов, а также решение проблемы экологической безопасности вызывает несомненный интерес [2,3,8].

Важным продуктом переработки отработанных растворов хромирования могут быть сухие минеральные пигменты для лакокрасочных материалов. В работах [1,5] показана перспективность использования пигментов, содержащих фосфаты переходных металлов. Полученные на основе фосфатов пигменты обладают высокими антикоррозионными свойствами, ингибирующей активностью, низкой токсичностью, невысокой стоимостью.

Противокоррозионное действие пигментных фосфатов обусловлено их способностью к комплексообразованию и формированию на поверхности металлического субстрата пленок, пассивирующих коррозию. Кроме того, добавление фосфатов переходных элементов в состав пигментов, позволяет расширить спектр окраски используемых лакокрасочных материалов. Одним из путей удешевления лакокрасочной продукции является получение пигментов из отработанных растворов гальванических производств.

Антикоррозионные пигменты импортируются в Республику Беларусь из Испании, Германии, Китая, Чехии, что значительно повышает себестоимость лакокрасочных материалов, производимых отечественными предприятиями. В связи с этим, в комплекс мероприятий по снижению импортозависимости и ресурсоемкости продукции отечественной лакокрасочной отрасли целесообразно включить разработку способов получения новых ингибиторов коррозионных процессов. При этом частично решаются экологические проблемы утилизации отработанных растворов гальванических производств.

Однако, при длительной эксплуатации и неоднократных добавлениях новых порций реагентов в растворах хромирования, меднения, никелирования образуются различные побочные продукты – устойчивые гидрозоли. Это приводит к изменению электропроводимости, вязкости и других физико-химических свойств электролитов, растворы становятся вязкими, уменьшается скорость диффузии, нарушается адгезия металлов к поверхности деталей. Такие отработанные растворы выводят из эксплуатационного цикла, и они подлежат обезвреживанию.

В настоящее время переработка и использование отработанных электролитов ведется в различных направлениях:

– выделение тяжелых металлов в виде соединений, которые в дальнейшем используются для приготовления растворов электролитов (регенерация);

–выделение тяжелых металлов из растворов; полученный металл может использоваться в качестве анодного материала в металлургии;

– перевод тяжелых металлов в мало- или нерастворимые соединения, с последующим их использованием в качестве пигмента;

– использование отработанных электролитов в сельском хозяйстве (при производстве комплексных удобрений, мелиоранта).

Получение из отработанных электролитов веществ, применяемых в последующем для приготовления новых растворов электролитов, является достаточно перспективным направлением переработки этого вида отходов.

Авторы [2] предлагают проводить регенерацию хромсодержащих растворов окислением трехвалентного хрома до шестивалентного, удалением примесей посторонних ионов и

корректировке состава раствора по содержанию основных компонентов. Высокая агрессивность растворов на основе шестивалентного хрома создает дополнительные трудности при применении таких регенерационных способов, как ионный обмен, электролиз.

В работе [9] предложено использовать отработанные растворы электролитов для получения пастообразных веществ, используемых в сельском хозяйстве. Отработанные растворы электролитов можно использовать как компонент для получения комплексных удобрений с микроэлементами для подкормки и устойчивого развития сельскохозяйственных культур [7].

Основные задачи, поставленные при проведении исследований:

– разработка схемы переработки отработанных электролитов хромирования;

– определение оптимальные условия проведения процессов;

− получение из изученных отработанных растворов пигменты и определение их коррозионных свойств.

Объекты исследования – отработанные растворы электролитов хромирования, наиболее часто использующиеся в гальваническом производстве.

В работе определяли выход целевого продукта, остаточное содержание подвижных форм хрома, качественный состав полученных неорганических пигментов. Для этого использовали следующие методы анализа исходных и конечных продуктов:

– титриметрический, гравиметрический, фотоколориметрический методы анализа – для определения содержания ионов хрома (III) и (VI) в растворах;

– метод элементного анализа;

– рентгенофазовый анализ (РФА) проводили на установке ДРОН-3 с ионизационной регистрацией рассеянных лучей (излучение CuK_α, FeK_α) и рентгеновском дифрактометре D8 Advance фирмы Bruker (Германия) – для изучения фазового состава материалов;

– метод ИК-спектроскопии поглощения;

– термогравиметрический метод – для изучения процессов дегидратации воды и улетучивания других компонентов при прокаливании образцов.

Результаты исследования. За основу обезвреживания металлсодержащих растворов взят реагентный способ переработки, позволяющий проводить совместную нейтрализацию и обезвреживание отходов в химических реакторах [4]. Отработанный хромовый электролит обезвреживается тиосульфатом натрия по реакции:

$$4\ Na_2Cr_2O_7 + 3\ Na_2S_2O_3 + 13\ H_2SO_4 = 4\ Cr_2(SO_4)_3 + 7\ Na_2SO_4 + 13\ H_2O.$$

После нейтрализации щелочью из раствора выделяют гидроксид хрома (III), который прокаливают с получением оксида, который может использоваться в качестве пигмента.

В отработанных растворах определялось общее содержание хрома гравиметрическим методом. Для этого действием восстановителя переводили хром в трехвалентное состояние, а затем получали гидроксид, который прокаливали при 300ºС. Используемое нами фотоколориметрическое определение содержания хрома в отработанных растворах, дает значительную погрешность, что объясняется наличием неопределенных примесей.

Следует отметить, что в растворах гальванических производств кроме основных компонентов всегда присутствуют примеси других соединений, попадающих в ванну либо при химическом взаимодействии раствора с обрабатываемыми в нем деталями, либо в результате заноса их из предшествующих ванн промывки, обезжиривания и др.

Хромсодержащими пигментами, обладающими антикоррозионными свойствами, являются оксид хрома (III) и фосфат хрома (III), для их получения использовались следующие способы.

Отработанный электролит хромирования имел низкое значение pH, которое повышалось до значений 4–5 нейтрализацией раствором соды. Далее в раствор вводили восстановитель, в качестве которого использовались взятые с избытком как тиосульфат натрия, так и сульфит натрия. При использовании сульфита натрия восстановление дихромат-ионов протекало по уравнению:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3\ SO_3^{2-} + 8\ H^+ \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 3\ SO_4^{2-} + 4\ H_2O.$$

Восстановление ионов $Cr_2O_7^{2-}$ тиосульфат-ионами может протекать по следующим схемам:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3\ S_2O_3^{2-} + 8\ H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3\ S + 3\ SO_4^{2-} + 4\ H_2O,$$
$$4\ Cr_2O_7^{2-} + 3\ S_2O_3^{2-} + 26\ H^+ \rightarrow 8\ Cr^{3+} + 6\ SO_4^{2-} + 13\ H_2O.$$

Осадки, содержащие примеси и возможно серу, отфильтровывали.

Для получения гидроксида хрома (III) фильтраты в обоих случаях обрабатывали 25 % раствором аммиака. Осажденный гидроксид хрома (III), отфильтровывали, высушивали и прокаливали при 200ºС для удаления воды. Полученные после прокаливания образцы оксида хрома (III) измельчались, просеивались и исследовались методами физико-химического анализа.

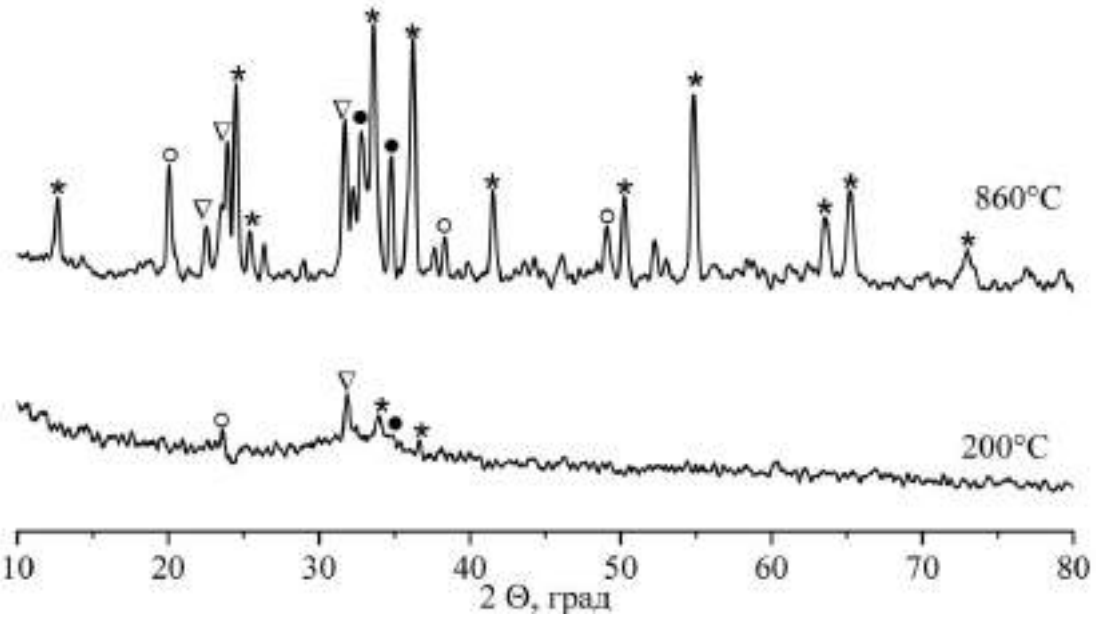
В лакокрасочной промышленности в качестве пигмента используется оксид хрома (III) и пигменты, содержащие фосфаты переходных металлов. Поэтому из растворов сульфата хрома (III), полученных переработкой отработанных растворов хромирования, методом осаждения был выделен кристаллогидрат фосфата хрома (III). Химическая реакция протекает по уравнению:

$$Cr_2(SO_4)_3 + 2\ Na_3PO_4 \rightarrow 2\ CrPO_4\downarrow + 3\ Na_2SO_4.$$

Из водных растворов фосфат хрома (III) кристаллизуется в виде кристаллогидрата $CrPO_4 \cdot 6H_2O$. Осадок промывали несколько раз декантацией, а затем на фильтре при отделении. Продукт высушивали, измельчали, прокаливали при температуре 860ºС, подвергали помолу и проводили отсев до остатка на сите 1–2 %.

Для полученных образцов оксида хрома (III) и фосфата хрома (III) вышеперечисленными методами проведены исследования. Результаты исследований приведены для образцов оксида хрома (III).

На рисунке 1 приведены рентгенограммы порошков образца оксида хрома (III). Видно, что образец, высушенный при температуре 200°С в течение 5 ч обладает низкой степенью кристалличности и является практически аморфным. В составе образца можно выделить фазы оксида хрома Cr_2O_3, фосфата $Na_3Cr(PO_4)_3$, а также небольшое количество фаз $HCrO_2$ и Cr_2SiO_5.



* – Cr_2O_3 (JCPDS 00-03801479), • – Cr_2SiO_5 (JCPDS 01-089-8743),
◦ – $HCrO_2$ (JCPDS 01-089-8252), Δ – $Na_3Cr(PO_4)_3$ (JCPDS 00-053-0185)

Рисунок 1 – Рентгенограммы оксида хрома (III)., прокаленного при 200 и 860°С

После прокаливания образца при температуре 860°С в течение 1 ч наблюдается заметное увеличение степени его структурного совершенства, становится возможным более точ-

ное определение фазового состава. Основной фазой, содержащейся в образце, является оксид хрома Cr_2O_3.

ИК-спектры поглощения образца оксида хрома (III), прокаленного при 200 и 860°С приведены на рисунке 2. Образец, прокаленный при 200°С содержит большое количество воды, полосы поглощения выражены слабо. Полосы поглощения в ИК-спектре образца, прокаленного при 860°С выражены значительно более отчетливо, воды в образце практически не содержится.

Кривые термического анализа непрокаленного образца оксида хрома (III) приведены на рисунке 3.

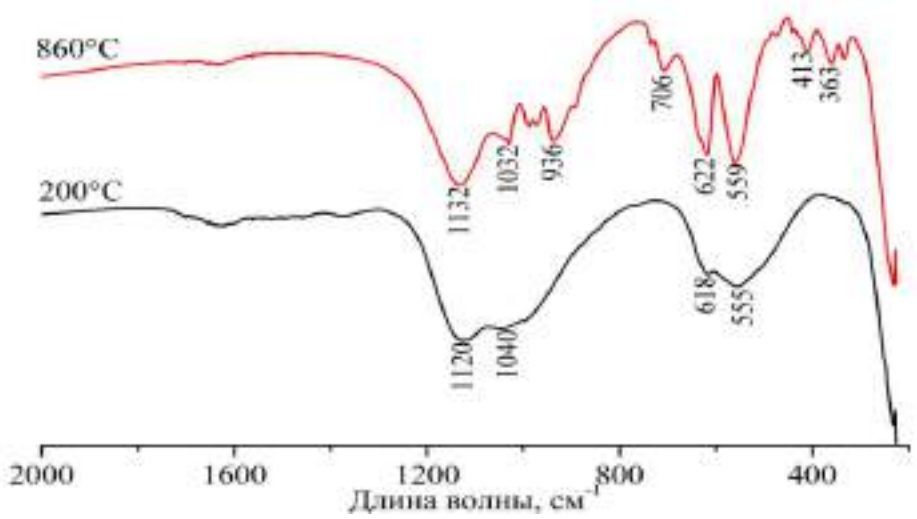


Рисунок 2. ИК-спектры поглощения образца оксида хрома (III), прокаленного при 200 и 860°С

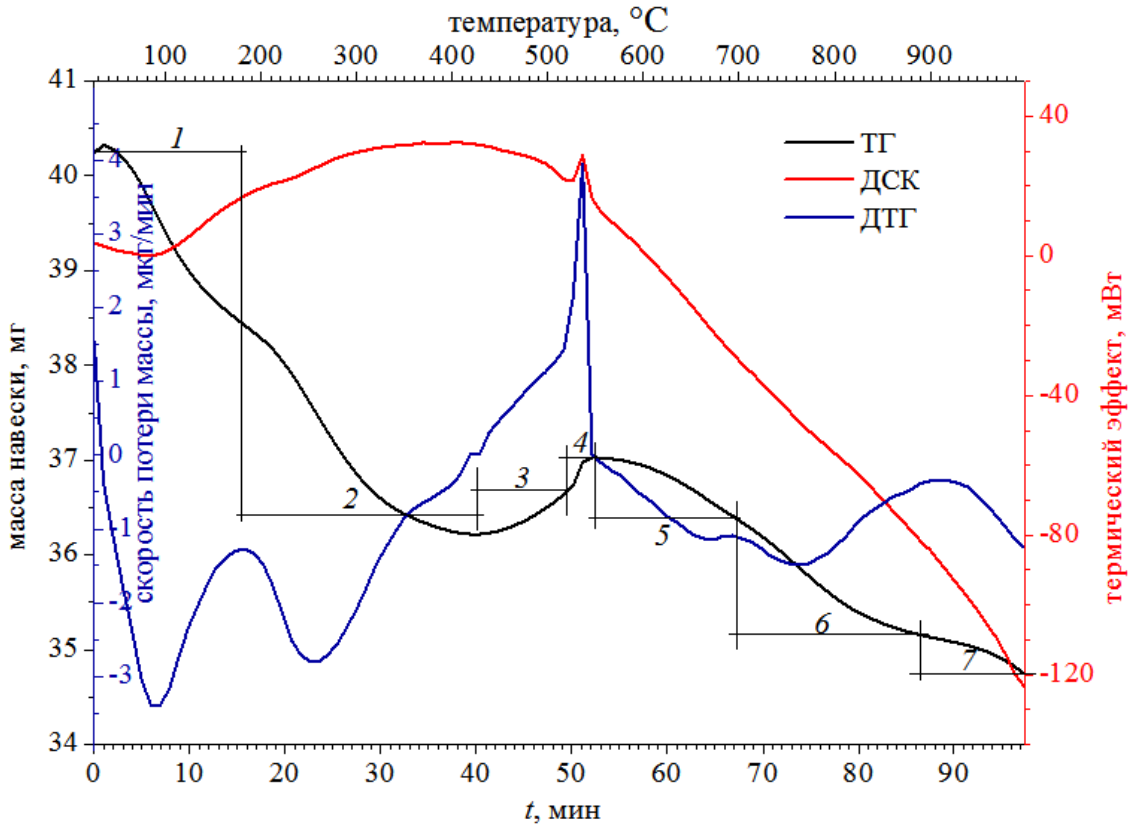


Рисунок 3. Кривые ТГ, ДТГ и ДСК непрокаленного образца оксида хрома (III)

На термогравиметрической кривой можно выделить 7 этапов, параметры которых приведены в таблице.

№ этапа	Температура начала этапа, °С	Температура окончания этапа, °С	Изменение массы навески	
			мг	%
1	27,19	179,61	-1,7907	-4,4498
2	179,61	425,73	-2,2340	-5,5514
3	425,73	519,85	0,4278	1,0632
4	519,85	547,01	0,3859	0,9590
5	547,01	698,21	-0,6631	-1,6479
6	698,21	893,38	-1,2358	-3,0712
7	893,23	988,82	-0,3893	-0,9674
Итог	27,19	988,82	-5,4993	-13,6655

На этапах 3, 4, 5 наблюдается некоторое увеличение массы, что возможно связано с поглощением кислорода присутствующими в образце органическими веществами и их выгоранием. При этом наблюдается экзоэффект в 29,06 мВт при температуре 538,51°С. Максимальная скорость потери массы составляет 0,30 мг/мин и наблюдается при 536,42°С. После 547°С и далее до конца исследованного интервала температур наблюдается практически монотонное уменьшение массы навески образца. Общая потеря массы составила 13,6655 %.

Для полученного пигмента определялись физико-технические свойства: маслоемкость первого и второго рода, pH водных вытяжек, водорастворимость. По этим свойствам полученный пигмент отвечает предъявляемым к пигментам требованиям.

Вывод. В результате проделанной работы изучены составы отработанных электролитов хромирования. Разработана схема переработки растворов хромирования, которые являются концентрированными по содержанию соединений хрома. Определены условия и количества реагентов, необходимых при получении оксида хрома (III) и фосфата хрома (III), используемых в качестве пигментов. Изучены свойства полученных пигментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашуйко В.А. Фосфатосодержащие пигменты для лакокрасочных покрытий металлов с улучшенными антикоррозионными свойствами // Materials of Belarusian-German Seminar «Energy efficiency and resource saving» / BNTU. – Minsk: BNTU, 2013. – P. 55–58.
2. Виноградов С.С. Вторичное использование в гальваническом производстве (рекуперация) отработанных растворов. Гальванотехника и обработка поверхности, т. 5, №3,1997. – С. 36–42.
3. Иванов В.В., Кочуров А.В., Тимошин В.Н., Яковлев С.И., Медков Б.К. Безотходная технология переработки токсичных промышленных отходов. Гальванотехника и обработка поверхности, т. 7, №2,1999. – С. 35–38.
4. Мамаев В.И., Кудрявцев В.Н. Никелирование: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014.
5. Орехова С.Е., Ашуйко В.А., Салычиц О.И. Синтез и свойства пигментов, обеспечивающих антикоррозионные свойства лакокрасочных материалов // Материалы IX Междунар. науч.-техн. конф. / Мн: «Беларуская навука», 2012. – С. 105–110.
6. Прикладная электрохимия. Под ред. Томилова А.П. – М.: «Химия», 1984.
7. Разговоров П.Б., Прокофьев В.Ю., Смирнов К.В. Утилизация электрохимических отходов в технологии производства силикатной краски. Гальванотехника и обработка поверхности, т. 15, №2, 2007. – С. 40–44.
8. Способ получения комплексного удобрения и аппарат для его осуществления: пат 2313510, РФ, МКП C05D9/02; Трофименко В.И, заявитель: Трофименко В.И. – № 2006116148/15, заявл. 10.05.2006; опубл.: 10.05.2006.
9. Способ получения мелиората для обработки солонцовых почв и аппарат для его осуществления: пат 2282606, РФ, МКП C05F11/02; Салдаев А.М, Елисеев А.К, заявитель: государственное учреждение культуры «Волгоградский музейно-выставочный центр». – № 2004123715, заявл. 02.08.2004; опубл.: 10.02.2006.

УДК 504.5:67.08

ОТХОД ВОДОПОДГОТОВКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Баян Екатерина Михайловна, *кандидат технических наук, доцент, Южный федеральный университет, **Россия**, г. Ростов-на-Дону, ekbayan@sfedu.ru, ek-bayan@yandex.ru*

Лупейко Тимофей Григорьевич, *доктор химических наук, профессор, Южный федеральный университет, **Россия**, г. Ростов-на-Дону, lupeiko@sfedu.ru*

Горбунова Марина Олеговна, *кандидат химических наук, доцент, Южный федеральный университет, **Россия**, г. Ростов-на-Дону, mg700@mail.ru*

Толстоброва Екатерина Владимировна, *студентка, Южный федеральный университет, **Россия**, г. Ростов-на-Дону, e-katerina61@yandex.ru*

В работе изучен количественный состав отхода водоподготовки теплоэлектроцентрали, проведена оценка его безопасности. На основании проведенных исследований предложены способы его использования.

Ключевые слова: отход водоподготовки, состав отхода, утилизация, сорбент тяжелых металлов

THE WATER-TREATMENT WASTE AND THE METHODS OF ITRECYCLING.

Bayan E.M., Lupeyko T.G., Gorbunova M.O., Tolstobrova E.V.

Abstracts: The quantitative composition and the safety assessment of the water-treatment waste were analyzed. The different waste recycling methods have been proposed.

Keywords: water-treatment waste, concentration (composition),recycling, the sorbent of heavy metals

Введение. Подготовка воды для использования на теплоэлектростанциях, теплоэлектроцентралях и котельных сопровождается образованием многотоннажных отходов, которые накапливаются в течение многих лет в шламохранилищах, занимая значительные территории для размещения. Вывоз и захоронение отхода требуют дополнительных затрат и проведения дорогостоящих мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, поэтому решением этой проблемы является поиск способов его утилизации.

Цель данного исследования – изучение количественного состава отхода и оценка егобезопасности с целью поиска новых способов его использования.

Материалы и методы исследования. В работе исследуется отход водоподготовки Ростовской теплоэлектроцентрали. Отход представляет собой материал бледно-желтого цвета со слоистой структурой, однородный, мелкодисперсный.

Количественный анализ состава отхода проводился с использованием титриметрических (Ca^{2+}, Mg^{2+}), спектрофотометрических ($Fe_{общ}$, Al^{3+}), гравиметрических (SiO_2, SO_4^{2-}), объемометрических (CO_3^{2-}) методик, а также пламенной фотометрией (Na^+) и рентгенофлуоресцентным анализом (Ni, Pb, Cu, Mn, Zn, Hg,Cr,) [11,12]. При этом было использовано следующее оборудование: спектрофотометр ЮНИКО 1201 (UNITED PRODUCTS & INSTRUMENTS, США), фотометр Flapho-4 (CarlZeiss, Jena), «Спектроскан МАКС-GV» (ООО "НПО "Спектрон", Россия). Фазовый состав отхода определяли рентгенофазовым методом (дифрактометр рентгеновский порошковый ARLX'TRA, Thermo ARL, Швейцария). Для определения pH использовали pH-метр pH-150 МИ (ООО НПО "Измерительная техника ИТ», Россия).

Результаты и их обсуждение. *Качественный состав* отхода был изучен ранее и установил, что основными элементами отхода являются: Ca, Mg, Fe, Al, Si. Присутствуют в следовых количествах: Na, Zn, Cu, Ni, Mn, Pb, Cr, Sn. Также определено отсутствие таких элементов, как Cd, Ba, Hg, Ag, Au, Pt, V, In, Pd [8].

Источником образования отхода является цех химической водоподготовки, где проходит очистка воды от накипеобразующих веществ (Ca^{2+}, Mg^{2+}, CO_3^{2-}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, силикатов) перед ее использование в нагревательных установках. Для очистки используют реагенты($Ca(OH)_2$, Na_2CO_3, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$), количество которых зависит от степени загрязненности воды. Учитывая, что состав воды не является постоянным, был проведен

количественный анализ проб отхода в разное время года. Результаты количественного анализа воздушно-сухой навески отхода приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Количественный состав отхода (n=5, P=0,95).

Номер пробы	Содержание компонентов, мг/г							
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Fe_{общ}$	Al^{3+}	Na^{+}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	SiO_2
1	265±33	27±3	20±2	10,8±1,3	2,0±0,2	14±2	465±53	25±3
2	290±36	30±4	13±2	9,1±1,2	1,9±0,2	22±3	449±51	41±5
3	247±31	32±4	20±2	10,1±1,2	2,2±0,2	35±3	377±45	55±6
4	313±39	23±3	9,6±1,4	10,7±1,3	2,1±0,2	8,2±0,9	424±50	31±4
5	281±35	27±3	12±2	9,3±1,2	1,8±0,2	12,1±1,5	445±50	24±3
6	283±34	28±3	9,8±1,2	9,4±1,2	1,9±0,2	10,3±1,2	473±52	28±3
7	276±34	28±3	8,9±1,1	10,0±1,2	2,1±0,2	9,4±1,2	490±57	30±4
8	284±34	29±3	10,0±1,2	8,4±1,2	1,8±0,2	12,6±1,6	455±51	22±2

Как видно из таблицы, содержание в отходе железа и диоксида кремния SiO_2 повышено в пробах 1–3, отобранных в весенний период, что связано, по-видимому, с повышенным содержанием взвешенных веществ и песка в воде, а также использованием в качестве коагулянта больших количеств сульфата железа. В другие сезоны состав отхода более постоянен (пробы 4–8). Несмотря на то, что содержаниеразличных компонентов осадка может колебаться в некотором диапазоне значений в зависимости от сезона, в целом состав техногенного отхода можно считать постоянным. Основными компонентами отхода являются ионы кальция и карбонат–ионы (таблица 1).

Рентгенофазовым анализом было установлено, что основной фазой отхода химводоочистки является карбонат кальция (кальцит). Также установлено присутствие небольших количеств карбоната магния, оксидов железа (III), оксидов алюминия и кремния.

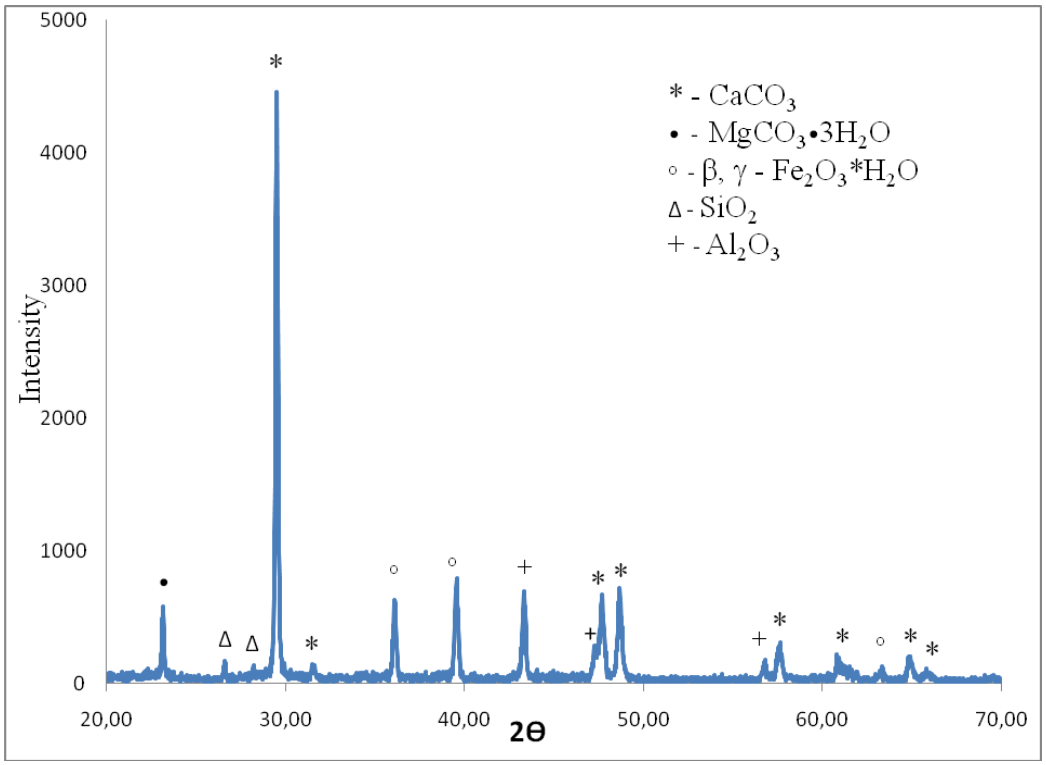


Рисунок 1 – Рентгенограмма отхода.

Для оценки безопасности отхода было определено валовое содержание токсичных металлов и мышьяка в усредненной воздушно-сухой пробе отхода. Установлено, что отход содержит анализируемые компоненты в концентрациях, не превышающих ПДК и ОДК для почв (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание токсичных металлов и мышьяка в отходе (n=3, P=0,95).

Наименование вещества	Содержание, мг/кг	ПДК для почвы, мг/кг [4]	ОДК* для почвы, мг/кг [3]
Марганец	110±20	1500	-
Свинец	13±2	32	-
Хром шестивалентный	0,020±0,004	0,05	-
Никель	10±2	-	40
Цинк	57±11	-	110
Медь	47±9	-	66
Ртуть	Не обнаружено	2,1	-
Мышьяк	Не обнаружено	2,0	-
Сурьма	Не обнаружено	4,5	-

* - ОДК приведены для кислых почв (суглинистые и глинистые), pH< 5,5.

С целью оценки поведения отхода в водной фазе (при воздействии ливневых вод) проведен *анализ его водной вытяжки* по ГОСТ 26449.1-85 [5].Содержание ионов в водной фазе в мг на 100 г воздушно-сухого шлама составляет: Ca^{2+}– 14,1±1,7; Mg^{2+}– 8,2±1,1; $Fe_{общ}$ – 0,60±0,07; Cl^-– 41±5; SO_4^{2-}– 112±14; CO_3^{2-} – 7,0±0,9; HCO_3^-– 103±13; NO_3^- – 5,7±0,7; NO_2^-– 4,2±0,5.

Для подтверждения *безопасности отхода* проведено биотестирование по методике определения острой и хронической токсичности питьевых, грунтовых, поверхностных, сточных вод, а также водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов в лабораторных условиях с использованием в качестве тест-объекта низших ракообразных дафний [13]. В результате установлено, что водная вытяжка отхода не оказывает острого токсического действия, следовательно, отход может считаться практически без опасным.

Водная вытяжка отходаимеет слабощелочную среду: pH=8,40–8,80. В связи с этим была исследована возможность использования отхода в качестве нейтрализатора кислых растворов. Нейтрализацию модельного раствора вели порциями отхода с размером зерна 0,25-0,50 мм при перемешивании. Очередную порцию шлама добавляли через каждые 5 мин. Результаты представлены на рисунке 2.

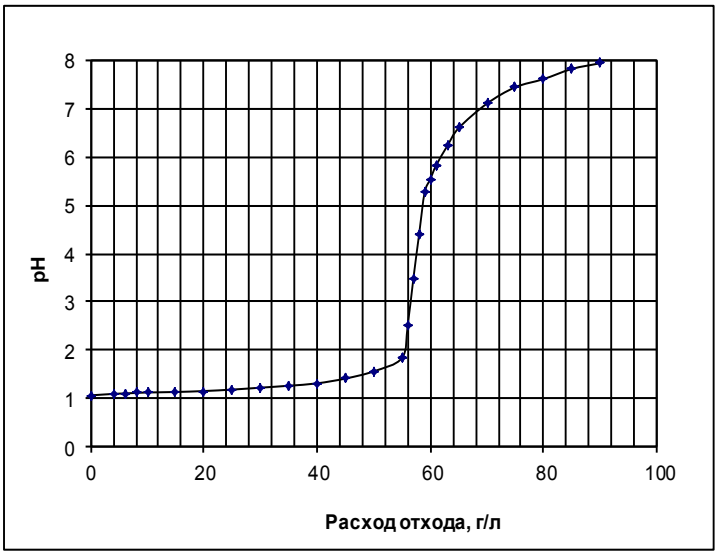


Рисунок 2 – Зависимость pH раствора от расхода сорбента.

Заметим, что расход сорбента на нейтрализацию сильно кислых растворов от pH=0 до pH=2 достаточно велик. Интенсивное выделение углекислого газа показывает, что происходит разложение карбонатсодержащих соединений кальция и магния. Расход сорбента резко уменьшается при нейтрализации кислых растворов от pH=2 до pH=6, выделение CO_2 становится более слабым. В среде, близкой к нейтральной, равновесие устанавливается очень медленно, а выделение CO_2 практически отсутствует. Следовательно, лимитирующим фактором процесса нейтрализации становится растворение шлама, поэтому

расход сорбента возрастает. Учитывая, что максимальное значение pH насыщенного раствора отхода составляет 8,8, более высокого значения pH при добавлении шлама получить невозможно.

Таким образом, результаты исследований показали, что отход водоподготовки может служить эффективным и «мягким» нейтрализатором кислых растворов, например сточных вод, за счет содержащихся в нем карбонатных фаз. При этом процесс нейтрализации может быть использован для получения товарного продукта – углекислого газа.

Заключение. На основании результатов проведенного исследования можно сделать заключение о химической безопасности отхода, что дает возможность его дальнейшего использования.

Перспективными направлениями использования отхода с учетом данного исследования и накопленного в этой области опыта [1,2,3,6,7,10,14] являются:

– нейтрализация и очистка водных растворов (сточных вод и пр.) от ионов тяжелых металлов;

– применение в качестве сырья для производства строительных материалов;

– получение углекислого газа;

– использование в качестве мелиоранта засоленных почв, для устранения процессов осолонцевания почв, в качестве источника микроэлементов для растений с учетом требований СанПиН 2.1.7.573-96;

– применение в качестве инертного слоя для организации полигонов промышленных отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валеев Р.Ш., Шайхиев И.Г. Способ применения шламовых отходов водоподготовки в строительных материалах с использованием суперпластификатора КМК-ОК // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 12. – С. 74-75.

2. Гамм Т.А. Использование осадка сточных вод ТЭЦ // Экология и промышленность России. – 2001. - №10. – с.32-33

3. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», введенные в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23 января 2006 г. № 1.

4. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве», введенные в действие постановлениемГлавного государственного санитарного врача Российской Федерации 23 января 2006 года № 2.

5. ГОСТ 26449.1-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод.

6. Лупейко Т.Г., Баян Е.М., Горбунова М.О. Использование карбонатсодержащего техногенного отхода для очистки водных растворов от ионов цинка (II). // ЖПХ. 2005. – Т. 78. – №9. – С. 1482-1486.

7. Лупейко Т.Г., Баян Е.М., Горбунова М.О. Использование техногенного карбонатсодержащего отхода для очистки водных растворов от ионов никеля (II). // ЖПХ. – 2004. – Т. 77. – №1. – С. 87-91.

8. Лупейко Т.Г., Баян Е.М., Горбунова М.О., Цапкова Н.Н. Техногенный карбонатсодержащий отход и возможности его использования. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. Приложение. – 2003. – № 3. – С. 75-79.

9. Лупейко Т.Г., Горбунова М.О., Баян Е.М. Глубокая очистка водных растворов от хрома (III) техногенным карбонатсодержащим отходом. // ЖПХ. 2001. – Т. 74. – № 10. – С. 1648-1650.

10. Лупейко Т.Г., Горбунова М.О., Баян Е.М. Глубокая очистка водных растворов от железа (III) карбонатсодержащим техногенным отходом. // ЖПХ. – 2004. – Т. 77. – №1. – С. 83-86.

11. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. – 464 с.

12. М-049-П/10 Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв рентгенофлуоресцентным методом. Свидетельство об аттестации МВИ № 242/18-2010 ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

13. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний // ФР.1.39.2001.00283 – М.: Акварос, 2001. – 47 с.

14. Чертес К.Л., Тупицына О.В., Гладышев Н.Г., Уварова Н.А., Никифоров С., Ярыгина А.А., Быков Д.Е. Обработка и утилизация шламов водоподготовки // Экология и промышленность России. – 2011. – № 3. – С. 26-29.

УДК 621.357

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИГМЕНТОВ

Ашуйко Валерий Аркадьевич, *кандидат химических наук, доцент, Белорусский государственный технологический университет,* ***Республика Беларусь****, г. Минск*

Залыгина Ольга Сергеевна, *кандидат технических наук, доцент, Белорусский государственный технологический университет,* ***Республика Беларусь****, zolha@tut.by*

Чепрасова Виктория Игоревна, *аспирант, Белорусский государственный технологический университет,* ***Республика Беларусь****, г. Минск, vicacheprasova10@gmail.com*

Одной из наиболее актуальных проблем гальванического производства является образование отработанных растворов электролитов, которые характеризуются высокой концентрацией загрязняющих веществ, прежде всего ионов тяжелых металлов. Поэтому в данной работе была исследована возможность их обезвреживания путем осаждения на примере отработанных электролитов никелирования. Поскольку никель обладает хромофорными свойствами, было предложено использовать полученные осадки в производстве пигментов.

Ключевые слова: гальваническое производство, сточные воды, отработанные растворы электролитов, хромофорные свойства, пигменты

USING SPENT NICKEL ELECTROLYTE FOR TO OBTAINING PIGMENTS

Ashuyko V.A., Zalygin O.S., Cheprasova V.I.

One of the most urgent problemsof galvanic productionis the formation of spent electrolyte solutions, which are characterized by a high concentration of pollutants, especially heavy metal ions.Therefore, in this paper, we studied the possibility of their neutralization by precipitation as an example of spent nickel electrolytes. Since nickel has chromophore properties, it was proposed to use received precipitations in production of pigments.

Keywords: galvanic production, waste water, spent electrolyte solution, chromophore properties, pigments

Введение. В Республике Беларусь гальваническое производство реализуется более чем на 140 предприятиях машино- и приборостроения, электронной, авиационной и радиотехнической промышленности [5]. Нанесение гальванических покрытий является не только хорошим способом защиты металлов от коррозии, но и возможностью значительно повысить износостойкость готового изделия, его электропроводность и ряд других свойств. Вместе с тем гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, в первую очередь ввиду образования большого объема сточных вод.

Одним из наиболее распространенных гальванических покрытий является никелевое. Как правило, никелирование используется для обработки металлических изделий, изготовленных из стали либо других металлов и сплавов, в частности меди, цинка, алюминия, реже

марганца, титана, вольфрама или молибдена. Кроме декоративного назначения никелирование получило широкое применение в химической промышленности для защиты рабочих поверхностей оборудования от воздействия различных агрессивных сред. Также никелевые покрытия используются как промежуточный подслой для нанесения других покрытий на сталь с целью обеспечения прочного сцепления покрытий с основой, для повышения износостойкости трущихся деталей.

Наибольшее распространение во всех отраслях промышленности получил сернокислый электролит никелирования, поэтому он является наиболее изученным и для него существует наибольшее количество составов и режимов осаждения, предназначенных для различных условий эксплуатации [3]. В современные электролиты никелирования вводят специальные добавки неорганического и органического происхождения, которые повышают растворимость анодов, предупреждают образование шлама, позволяют получить непосредственно из ванн блестящие осадки с выравниванием поверхности основного металла, повышают твердость и уменьшают пористость слоев [2,3].

Материалы и методы исследования. В данной работе исследовались отработанные электролиты никелирования различных белорусских предприятий. Отработанные растворы электролитов из гальванических ванн характеризуются высокой концентрацией содержащихся в них компонентов (100-200 г/л) и сравнительно небольшим объемом, определяемым размерами данного типа гальванической ванны (обычно 0,5–1,5 $м^3$) и количеством таких ванн на предприятии. Состав и концентрация входящих в растворы компонентов стандартизированы и поэтому практически одинаковы для всех предприятий. Следует отметить, что в растворах гальванических производств, кроме основных компонентов, всегда присутствуют примеси других соединений, попадающих в ванну либо при химическом взаимодействии раствора с обрабатываемыми в нем деталями, либо в результате заноса их из предшествующих ванн. Слив растворов из гальванических ванн происходит от 1 до 4 раз в год. Он производится только после накопления в рабочем растворе продуктов, необратимо ухудшающих технологические параметры работы гальванической ванны. Эти растворы направляются на очистные сооружения совместно с промывными водами, что приводит к залповому повышению концентрации ионов тяжелых металлов, нарушению работы очистных сооружений и превышению установленных нормативов по ионам тяжелых металлов в очищенной воде.

При никелировании деталей на подвесных приспособлениях потери никеля в промывные воды составляют от 12 до 15 $г/м^2$ покрываемой поверхности. При нанесении покрытия на поверхность мелких деталей в барабанах потери никеля могут быть более высокими и достигать 20 $г/м^2$. На современном рынке химических реагентов цены на никелевые аноды и семиводный сульфат никеля ориентировочно составляют 1000 руб/кг и 250 руб/кг соответственно (рубли российские). Несложные расчеты показывают, что даже при не очень высокой производственной программе (20000 $м^2$/год) потери в денежном выражении составят более 0,3 млн. рублей в год [4]. Помимо прямых потерь существуют и косвенные, связанные с затратами на обезвреживание никельсодержащих сточных вод на очистных сооружениях. Таким образом, извлечение никеля из отработанных электролитов никелирования вполне оправдано. Однако, извлечение никеля в виде металла является очень энергоемким, сложным в аппаратурном оформлении, экономически невыгодным и не находит практического применения.

Наиболее простым является осаждение никеля химическим способом с последующей переработкой полученного осадка в пигмент, что представляется возможным, поскольку никель обладает хромофорными свойствами. Цвет соединения зависит не только от самого хромофорного элемента, но и от того, в какой форме он находится (таблица 1).

В работе осаждение никеля проводили растворами гидроксида натрия, фосфата натрия, а также раствором обезжиривания с линии никелирования с последующим определением выхода целевого продукта, остаточного содержания подвижных ионов никеля, а также состава полученных неорганических осадков.

Таблица 1 –Цветовые характеристики некоторых соединений никеля

Название	Формула	Цвет
Никель (II)-оксид	NiO	От светло- до темно-зеленого
Никель (II)-гидроксид	$Ni(OH)_2$	Светло-зеленый
Карбонат никеля	$NiCO_3$	Светло-зеленый
Фосфат никеля	$Ni_3(PO_4)_2$ $Ni_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	Желтый Зеленый

Выход целевого продукта определялся весовым методом. Определение начальной и остаточной концентрации ионов никеля (II) осуществлялось прямым титрованием ионов никеля (II) раствором ЭДТА в присутствии мурексида. Состав полученных осадков определялся рентгенофазовым анализом и ИК-спектроскопией. Рентгенофазовый анализ проводили на установке ДРОН-3 с ионизационной регистрацией рассеянных лучей (излучение CuKα, FeKα) и рентгеновском дифрактометре D8 Advance фирмы Bruker (Германия). ИК-спектроскопия осуществлялась на ИК-Фурье микроскопе NicoletiN 10 (ThermoScientific, США).

Результаты исследования и обсуждение результатов. На первом этапе производилось осаждение ионов никеля из отработанного электролита никелирования 2М раствором гидроксида натрия.Процесс осаждения проводился при комнатной температуре и перемешивании. Осадок подвергался пятикратной декантации с последующей промывкой на фильтре. Полученный гидроксид никеля(II) высушивали при температуре 100°С, затем прокаливали при температуре 230-250°С. Химические реакции, описывающие стадии получения оксида никеля (II):

$$NiSO_4 + 2NaOH \rightarrow Ni(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

$$Ni(OH)_2 \rightarrow NiO + H_2O\uparrow$$

В результате был получен образец оксида никеля (II) серо-зеленого цвета, который может использоваться в качестве пигмента [1].

В полученных фильтратах определялась остаточная концентрация ионов никеля (таблица 2). Из данных таблицы 2 видно, что содержание ионов никеля (II) в фильтрате очень низкое, что свидетельствует о практически полном осаждении ионов никеля (II) из отработанного раствора электролита всех исследованных предприятий.

Таблица 2 – Степень осаждения ионов никеля Ni^{2+} из отработанных электролитов никелирования

Номер раствора	Концентрация Ni^{2+} в отработанном электролите, моль/л	Остаточная концентрацияNi^{2+}, моль/л	Степень осаждения Ni^{2+}, %
Предприятие №1	0,47	0,0049	99,2
Предприятие №2	0,961	не обнаружены	более 99,9
Предприятие №3	0,64	0,0114	98,3

Для определения оптимального количества осаждающего раствора гидроксида натрия были проведены исследования с различными соотношениями отработанного раствора электролита предприятия №1 и осаждающего раствора (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты определения необходимого объема осаждающего раствора

Избыток осаждающего раствора[1], раз	Масса образующегося пигмента[2], г	Остаточная концентрация Ni^{2+}, моль/л	Степень осаждения Ni^{2+}, %
1	46,8	0,0049	99,2
1,2	70,4	0,001	99,8
1,5	83,8	не обнаружен	более 99,9
2	86,0	не обнаружен	более 99,9

[1] избыток осаждающего раствора представлен по сравнению со стехиометрическим количеством;
[2] масса образующегося пигмента дается на 1 л отработанного электролита никелирования.

Наибольший выход осадка наблюдается при двукратном избытке осаждающего раствора по отношению к стехиометрическому количеству. При таком объеме осаждающего раствора остаточная концентрация ионов никеля в фильтрате ниже предела обнаружения вы-

бранного метода, а выход оксида никеля (II) составляет 86 г на литр отработанного электролита никелирования.

Для получения антикоррозионного пигмента – фосфата никеля(II) к отработанному электролиту никелирования добавляли избыточное количество раствора фосфата натрия. Процесс протекает согласно следующим уравнениям реакций:

$$3NiSO_4 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2\downarrow + 3Na_2SO_4 \text{или}$$

$$3NiCl_2 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl$$

После охлаждения из раствора выпадает осадок кристаллогидрата фосфата никеля $Ni_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Осадок фосфата промывали, отфильтровывали, высушивали и прокаливали при 960°С. Из ИК-спектров образцов кристаллогидрата фосфата никеля(II), прокаленных при разных температурах, видно, что при прокаливании происходит постепенное уменьшение содержания воды в образцах фосфата никеля(II).

В зависимости от температуры прокаливания получены образцы никельсодержащих пигментов зеленой цветовой гаммы, обладающие различными оттенками, что связано с содержанием в отработанных растворах никелирования различных вспомогательных соединений.

Никельсодержащие пигменты получали также осаждением никеля отработанным раствором обезжиривания, основными компонентами которого являются гидроксид натрия (30 г/л), фосфат натрия (30 г/л), карбонат натрия (30 г/л). Так как в растворе обезжиривания содержатся гидроксид, карбонат и фосфат натрия, то можно предположить образование нерастворимых гидроксида и фосфата никеля(II). Гидроксид никеля(II) образуется при взаимодействии сульфата никеля(II) с карбонатом натрия по реакции совместного гидролиза. Химические реакции, описывающие стадии получения пигмента:

$$NiSO_4 + 2NaOH \rightarrow Ni(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

$$NiSO_4 + Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow Ni(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4 + CO_2$$

$$NiSO_4 + Na_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

Гидроксид никеля и фосфат никеля являются трудно растворимыми соединениями ($ПР_{Ni(OH)2} = 5{,}48 \cdot 10^{-16}$ и $ПР_{Ni3(PO4)2} = 4{,}74 \cdot 10^{-32}$). Расчет их растворимости показал, что большей растворимостью характеризуется гидроксид никеля ($5{,}2 \cdot 10^{-6}$ моль/л), что свидетельствует о меньшей вероятности его образования по сравнению с фосфатом никеля ($2{,}1 \cdot 10^{-7}$ моль/л). Данные рентгенофазового анализа подтвердили образование фосфата никеля.

Высушенный осадок был плотным, мелкодисперсным, темно-зеленого цвета. Осадок прокаливали в электропечи при 240°С в течение 2 ч. После прокаливания осадок изменил цвет на светло-зеленый. Согласно литературным данным цвет оксида никеля(II) в зависимости от способа получения варьируется от светло- до темно-зеленого. Удаление воды из кристаллогидратной формы фосфата никеля (II) достигалось прокаливанием образца при температуре 860ºС. Цвет полученного образца темно-зеленый. Остаточная концентрация ионов никеля в фильтрате составила 0,0305 моль/л, выход конечного продукта (пигмента) –125 г на литр отработанного электролита никелирования.

Таким образом, в данной работе показана возможность использования отработанных электролитов никелирования для получения пигментов, что позволит решить проблему обращения с отработанными технологическими растворами гальванического производства, а также расширить сырьевую базу производства пигментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беленький Е.Ф., Рискин И.В. Химия и технология пигментов. – Л.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1960. – 756 с.
2. Гинберг А.М., Иванов А.Ф., Кравченко Л.Л. Гальванотехника (справочник). – Москва: «Металлургия», 1987. – 739 с.
3. Зальцман Л.Г., Черная С.М. Спутник гальваника. – Киев: «Техника», 1989. – 192 с.
4. Мамаев В.И., Кудрявцев В.Н. Никелирование: учебное пособие. – Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014.
5. Марцуль В.Н., Залыгина О.С. Экологические вопросы организации гальванического производства // Экология на предприятии, № 8 (38) , август 2014 г. – С. 34-49.

УДК 634.40

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Фомина Наталья Валентиновна, *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», **Россия**, Красноярск, natvalf@mail.ru*

В докладе представлены результаты изучения показателей ферментативной активности почвогрунта, созданного с использованием гумусового горизонта чернозема, торфа и золошлаковых отходов. Проведена экологическая оценка безопасности почвогрунтов по активности окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов.

Ключевые слова: почвогрунт, ферментативная активность, зола, экологическая безопасность.

ASSESSMENT ECOLOGICAL SAFETY OF SOIL BY USE ASH AND SLAG WASTE ON INDICATORS OF BIOLOGICAL ACTIVITY

Fomina N.V.

The report presents the results of a study of indicators of the enzyme activity of soil-ground-tive created using humus horizon humus, peat and ash waste. The ecological safety assessment of soil on the activity of redox and hydrolytic enzymes.

Keywords: Soils, enzymatic activity, ash, environmental safety.

Введение. В настоящее время актуальным направлением восстановления почв, которые находятся в области накопления золошлаковых отходов в зоне добычи бурого угля, – это комбинация технической и биологической рекультивации. Предварительные лабораторные опыты с созданием компонентных смесей в состав которых входит зола в разном соотношении является приоритетным направлением в утилизации промышленных отходов (Азарова, 2005; Алиев, 2012). В связи с тем, что процесс преобразования золошлаковых отходов в почве – это сложный и достаточно долгий процесс, на который оказывают влияние и климатические условия и физико-химический состав почвы, количество золы и других компонентов, то необходимо проводить предварительную экологическую оценку их безопасности для окружающей среды (Белозерова, 2005; Андреева, 2006; Демиденко и др., 2012). Сделать это возможно как по токсикологическим показателям, так и изучая биологическую активность почвогрунта и ее изменение во времени.

Биологическую активность почв или почвогрунтов определяют, используя микробиологические (прямой микробиологический подсчет микроорганизмов разных групп: бактерий, актиномицетов, грибов, и определение количества микроорганизмов на разных питательных средах), биохимические (определение ферментативной активности почв, АТФ, ДНК), физиологические (физиологический метод определения биомассы микроорганизмов, определение дыхания почв) и химические (определение содержания нитратов, аммиака) методы. Наиболее перспективным с точки зрения эффективности, быстроты и качества является ферментативный анализ. Установлено, что ферменты участвуют в процессах «самоочищения» почв от различных экзогенных веществ, трансформируя, нейтрализуя, разрушая несвойственные почвам вещества, которые могут быть токсичными изначально или в результате их накопления выше определенных пределов. Экологическая оценка создаваемых почвогрунтов с использованием золошалаковых отходов должна быть комплексной и включать как токсикологические показатели, так и показатели биологической активности, в частности - ферментативной активности.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись почвогрунты, созданные с добавлением золошлаковых отходов в разных соотношениях (Качаев, 2014). При создании почвогрунтов использовались основные компоненты: чернозем, торф и зола. Лабораторный опыт проводился по схеме (Демиденко, Качаев и др., 2011). Для проведения

лабораторных опытов использовали гумусовый горизонт чернозема выщелоченного среднегумусового маломощного среднесуглинистого – «чернозем 1» и чернозема обыкновенного тучного маломощного тяжелосуглинистого – «чернозем 2», торф поверхностный (0–10 см) и зола, полученная с «Березовской ГРЭС-1». На основе гумусово-аккумулятивного горизонта чернозема выщелоченного разреза №1 созданы черноземно-торфо-зольные смеси: чернозем-торф – 1:1; чернозем-зола – 1:1; торф-зола – 1:1; чернозем-торф-зола 1:1:1; чернозем-торф-зола 1:0,5:0,5; чернозем-торф-зола 1:1:0,5; чернозем-торф-зола 1:0,5:1; чернозем-торф-зола 0,5:1:1

На основе гумусово-аккумулятивного горизонта чернозема обыкновенного разреза 2 созданы следующие черноземно-торфо-зольные смеси: чернозем-торф - 1:1; чернозем-зола – 1:1; торф-зола – 1:1; чернозем-торф-зола 1:1:1; чернозем-торф-зола 1:0,5:0,5; чернозем-торф-зола 1:1:0,5; чернозем-торф-зола 1:0,5:1; чернозем-торф-зола 0,5:1:1. Контрольным вариантом являлся чернозем обыкновенный (Качаев, 2014).

Смеси, созданные с использованием золошлаковых отходов, а также контрольные варианты засевались пастбищной смесью. Повторность опыта – четырехкратная. Отбор образов для изучения ферментативной активности проводили в начальный период до посева трав и через 3 месяца активной вегетации смеси пастбищных трав.

Определение каталазы проводили по методу Джонсона и Темпле (1964) титрованием 0,1 н раствором *KMnO₄*, активность выражали в мл 0,1н $KMnO_4$ / г сух.почвы за 20 минут. Активность протеазы определяли по методу Гоффманна и Тейхера (1957) при длине волны 650 нм и выражали в мг аминного азота / 10 г почвы за 20 часов (Хазиев, 2005). Определение активности уреазы осуществляли по методике Щербаковой (1983) колориметрированием при длине волны 400 нм и выражали в мг аммонийного азота / 10 г сух.почвы за 4 часа. Активность инвертазы изучали методом колориметрирования по Гоффманну и Паллауфу (1965) при длине волны 578 нм и выражали в мг глюкозы / г сух. почвы за 24 часа. Измерение всех исследуемых параметров почвы осуществляли не менее чем в трехкратной повторности. Достоверность различий полученных результатов оценивали с использованием коэффициента Стьюдента (P>0,95).

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 1 представлены средние значения ферментативной активности всех опытных вариантов, полученные при их изучении на начальном этапе лабораторного эксперимента. каталаза относится к группе окислительных ферментов и показывает общее экологическое состояние почовгрунта. Так в контроле (чернозем) ее активность находилась на уровне 0,24 мл 0,1 н. $KMnO_4$ и достоверно не различалась с вариантами при соотношении в смеси чернозема, торфа и золы 1:1:1 – 0,22 мл 0,1 н. $KMnO_4$, а также при соотношении 1:0,5:0,1 и 0,5:1:0,5. Выше значения каталазы в вариантах при соотношении 160,5:0,5 и 1:1:0,5 – 0,31 и 0,33 мл 0,1 н. $KMnO_4$соответственно. Наиболее низкие значения данного фермента регистрировались в сравнительном контроле – торф+зола, составляя при этом лишь 0,10 мл 0,1 н. $KMnO_4$. В остальных скомбинированных вариантах значения активности каталазы не различались достоверно и находились в пределах 0,20-0,22 мл 0,1 н. $KMnO_4$ за 20 минут на 1 г почвы (таблица1).

Уреза как фермент, участвующий в азотном обмене, получила максимум активности в варианте с двумя компонентами чернозем+зола – 5,7 мг аммонийного азота на 10 г почвы, при уменьшении в составе смеси гумусового горизонта чернозема и торфа и увеличение количества золы происходит наоборот снижение ее активности до 2,3 мг аммонийного азота на 10 г почвы, а при уменьшении золы в половину возрастает до 3,8 мг аммонийного азота на 10 г почвы. В средних оптимальных пределах находится активность уреазы при соотношении компонентов смеси 1:0,5;0,5 и 1:1:0,5 – 4.1 и 4,4 мг аммонийного азота на 10 г почвы.

Изучение активности протеазы в контроле показало, что средние значения находятся в пределах 1,5 мг аминного азота на 10 г почвы, а уже в совместном варианте чернозем +торф возрастает до 2,2 мг, а при добавлении золы снижается до 1 мг аминного азота на 10 г почвы. Минимальные значения отмечаются лишь в вариантах без гумусового горизонта – 0,8 мг аминного азота на 10 г почвы, что свидетельствует о низком количестве аммонификаторов в

торфе или их ингибирование золой. Максимум активности протеазы регистрировался в варианте при соотношении компонентов 0,5:1:0,5 до 3,9 мг аминного азота на 10 г почвы (таблица1). В среднем отмечается, что увеличение количества золы в смеси способствует снижению активности протеазы в 3,5 раза. Вероятно, увеличение количества золы до единицы меняет характер биохимических процессов и в итоге приводят к снижению активности гидролитических ферментов.

Таблица 1 – Средние значения активности ферментов в смесях

N п/п	Варианты опыта	Каталаза, мл 0,1 н. $KMnO_4$/ г почвы за 20 минут	Уреаза, мг аммонийного азота /10 г почвы за 4 часа	Протеаза, мг аминного азота /10 г почвы за 20 часов	Инвертаза, мг глюкозы /г почвы за 24 часа
1.	Чернозем выщелоченный - контроль	0,24 0,14-0,30	4,7 3,0-5,9	1,5 0,8-2,9	8,6 7,9-15,8
2.	Чернозем 1 -торф - 1:1 (сравнительный контроль)	0,19 0,16-0,22	3,5 2,0-5,0	2,2 0,7-1,8	23,0 8,0-14,7
3.	Чернозем-зола – 1:1 (сравнительный контроль)	0,20 0,18-0,23	5,7 3,0-5,9	1,0 0,8-1,1	3,3 2,9-4,8
4.	Торф-зола – 1:1(сравнительный контроль)	0,10 0,03-0,09	2,3 1,9-4,2	0,8 0,8-1,0	2,1 1,6-4,3
5.	Чернозем -торф-зола 1:1:1	0,22 0,16-0,35	3,8 2,0-5,2	1,2 0,7-1,8	15,0 8,0-22,7
6.	Чернозем -торф-зола 1:0,5:0,5	0,31 0,23-0,39	4,1 1,9-6,0	3,5 1,5-6,8	9,9 8,3-13,3
7.	Чернозем -торф-зола 1:1:0,5	0,33 0,28-0,36	4,4 2,0-6,2	2,9 0,9-5,7	18,3 17,1-23,6
8.	Чернозем -торф-зола 1:0,5:1	0,22 0,16-0,30	2,3 2,0-4,2	1,8 0,9-3,0	10,1 8,2-12,6
9.	Чернозем-торф-зола 0,5:1:1	0,20 0,18-0,26	2,7 1,0-4,9	1,9 1,2-2,8	10,3 8,1-13,6
10.	Чернозем-торф-зола 0,5:1:0,5	0,21 0,13-0,29	3,8 2,3-5,4	3,9 2,5-5,7	19,9 18,3-23,3
11.	Чернозем-торф-зола 0,5: 0,5:1	0,22 0,16-0,30	2,3 1,9-4,0	1,0 1,0-1,5	3,1 2,2-4,6

Примечание: над чертой среднее за весь период исследования, под чертой пределы колебаний (min - max) значения

При изучении активности инвертазы максимальные значения были установлены в вариантах с большим количеством торфа, например при соотношениях чернозем + торф до 23 мг глюкозы на 1 г почвы за 24 часа, тогда как минимальные значения определены при увеличении в составе золы 2,1 и 3,1 мг глюкозы на 1 г почвы за 24 часа соответственно в вариантах торф и зола (1:1) и чернозем + торф + зола (0,5:0,5:1). В других вариантах значения активности инвертазы достоверно не различались с контролем и колебались в пределах 9-10 мг глюкозы на 1 г почвы за 24 часа (таблица1). Следует отметить, что активность как уреазы. так и протеазы и инвертазы является чувствительной к увеличению золы в составе почовгрунта и может использоваться в биодиагностике их экологического состояния.

Для сравнительной экологической оценки состояния почвогрунта необходимо установить исходный уровень ферментативной активности в контрольных вариантах. Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о средних уровнях активности всех изученных ферментов в контроле.

На основании ферментативного анализа данных, полученных при изучении разных групп ферментов, для дальнейших исследований были отобраны только те варианты почвоторфянозолошлаковой смеси, которые имели высокую продуктивность выращиваемых растений, т.е. условно не токсичны.

В итоге изучение показателей ферментативной активности было продолжено в течение трех периодов полтора, три и шесть месяцев в следующих вариантах: контроль (чернозем); чернозем-торф-зола в соотношении 1:1:1; 1:0,5:0,5; 1:1:0,5; 1:0,5:1.

Заключение. Создание искусственных почвогрунтов с использованием золы в минимальных соотношениях является экологически обоснованным для получения безопасной сельскохозяйственной продукции на рекультивируемых площадях, что подтверждают средние значения окислительных и гидролитических ферментов в половинном соотношении золы в составе смеси.

Практическая значимость данной работы обусловлена необходимостью определения экологической безопасности почвогрунтов, в составе которых присутствует зола, с целью дальнейшего их использования в качестве пастбищ и сенокосов и восстановления нарушенных площадей в зоне добычи бурого угля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азарова С.В. Отходы горнодобывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды (на примере объектов республики Хакасия): Автореф. Диссертации на звание канд. геол. - минер. наук. – Томск, 2005. – 22 с.

2. Алиев И.Н. Естественное облесение и биологическая рекультивация нарушенных земель северного Кавказа (на примере Кабардино-Балкарии): диссертация д.с.-х.н. / И.Н. Алиев. – Волгоград, 2012.- 311 с.

3. Андреева С.Г. Связь биологической агрессивности углей и токсичности золошлаковых отходов ТЭС // Сложные системы в экстремальных условиях: Тезисы докладов XIII Международного симпозиума. – Красноярск: КНЦ СО РАН, 2006. – С. 58 – 59.

4. Белозерова Т.И. , /Юдахин Ф.Н. Способ рекультивации золоотвалов тепловых электростанций в условиях Севера на примере Северодвинской ТЭЦ-1.// Геоэкология. Инженерная геоэкология. Гидрогеоэкология. Геокриология. – М.: Наука, 2005. - №1. - с. 35-42.

5. Демиденко Г.А., Качаев Г.В., Фомина Н.В. Экологический анализ искусственных почвогрунтов, созданных на основе золошлаковых отходов // Вестник КрасГАУ.- №8.- Красноярск. – 2011. –С.149 – 151.

6. Демиденко Г.А., Качаев Г.В., Фомина Н.В. Экологическая оценка влияния золошлаковых отходов и объектов их размещения на природные экосистемы // Материалы международн. научно-практич. конференции «Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития» - Красноярск, 2012. – С. 206-208.

7. Качаев Г.В. Эколого-токсикологический анализ состояния восстановленного пастбищного биогеоценоза // Вестник КрасГАУ. Красноярск. – 2014. – №.6 - – С.97 – 101 .

УДК 622

МИНИМИЗАЦИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Андронов Георгий Павлович, *ФГБУН «Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук», **Россия**, г. Апатиты, andronov@goi.kolasc.net.ru*

Захарова Инна Борисовна, *ФГБУН «Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук», **Россия**, г. Апатиты, zakharova@goi.kolasc.net.ru*

Филимонова Нина Михайловна, *ФГБУН «Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук», **Россия**, г. Апатиты, filimonova@goi.kolasc.net.ru*

Горно–обогатительный комбинат АО «Ковдорский ГОК» производит магнетитовый, апатитовый, и бадделеитовый концентраты. Увеличение минерально–сырьевой базы предприятия связано с освоением техногенных ресурсов. Это позволяет получать дополнительную продукцию и обеспечивает снижение экологической нагрузки на природную среду за счет сокращения объема техногенных образований при максимально возможном извлечении полезных компонентов.

Ключевые слова: техногенное сырье, АО «Ковдорский ГОК», магнитная сепарация, флотация, магнетитовый концентрат, апатитовый концентрат, бадделеитовый концентрат.

MINIMIZATION OF MINING WASTE MINERAL PROCESSING

Andronov G.P., Zakharova I.B., Filimonova N.M.

The “Kovdorsky GOK” JSC produces magnetite, apatite, and baddeleyite concentrates. The increase of mineral resources of the enterprise is connected with development of technogenic deposits. This allows the additional producing of concentrates, and decreases an impact on environment due to reduction of technogenic formations at the maximum recovery of useful components.

Key words: technogenic deposit, JSC «Kovdorsky GOK»; magnetic separation; flotation; magnetic concentrate; apatite concentrate, baddeleyite concentrate.

Введение. Основа недропользования – рациональное использование минерально–сырьевой базы и охрана недр в интересах современного и будущего поколений. Рациональное комплексное освоение недр предполагает максимально полное выявление и учет всех видов, разновидностей, специфических особенностей, возможных областей и направлений полезного использования ресурсов недр во всем их многообразии, включая нетрадиционные, в том числе отходы горнопромышленного комплекса – техногенные месторождения [8].

Одним из направлений, связанных с увеличением и укреплением минерально–сырьевой базы РФ является освоение техногенных ресурсов – отходов горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий, содержащие металлические и неметаллические полезные ископаемые.

Стратегия разработки и складирования минерализованной рудной массы на горнодобывающих предприятиях позволяет повысить на 20–30 % его сырьевой потенциал. Техногенное месторождение – это скопление минеральных веществ, образовавшихся в результате складирования отходов при добыче полезных ископаемых (некондиционные руды, вскрышные и вмещающие породы), обогащении (хвосты, шламы), металлургических и других производств (шлак, зола, кек), качество и количество которых позволяет осуществлять их добычу и переработку на рациональной экономической основе [6].

Количество горнопромышленных отходов на территории России составляет примерно 90 млрд т [7]. Проблемы с утилизацией, освоением, переработкой техногенных образований остро стоят во всех горнодобывающих регионах страны: Свердловская область [4], Дальний Восток [1], Западная и Восточная Сибирь [10], Центральный регион [3], Кольский полуостров [5], Якутия и т.д. Отходы являются источником получения минеральных концентратов и в то же время создают в промышленных и в сельскохозяйственных регионах страны проблемы, связанные с изъятием земель для их складирования и хранения, а также негативным экологическим воздействием на природную среду.

Обогащение техногенных отходов АО «Ковдорский ГОК». Горно–обогатительное предприятие ОАО «Ковдорский ГОК» расположено на территории Мурманской области (Кольский полуостров) – одном из наиболее развитых горнорудных регионов России. Объем перерабатываемой горной массы на предприятии достиг 16 млн тонн в год. Сохранение и увеличение объемов выпуска железорудного, апатитового и бадделеитового концентратов – основная задача, решаемая с учетом антропогенного влияния на состояние объектов окружающей среды. В структуру комбината входят: магнетит–обогатительная фабрика (МОФ), выпускающая железорудный концентрат, и апатит–бадделеитовая (АБОФ) – апатитовый и бадделеитовый концентраты. Перерабатывая последовательно на фабриках бадделеит–апатит–магнетитовую руду текущие отходы (хвосты) обогащения АБОФ в виде пульпы направляются в настоящее время в хвостохранилище (II поле). АО «Ковдорский ГОК» предприятие – одно из первых в России с 1991 года ведет переработку песков техногенного месторождения – отходов обогащения МОФ (I поле) (рисунок 1) [9].

Рисунок 1. Разработка I поля хвостохранилища.

Техногенное сырье – комплекс минералов с размером частиц менее 0,2 мм. Изменение поверхностных свойств минералов под воздействием окружающей среды и остаточных реагентов требует проведения предварительных подготовительных операций. В Горном институте КНЦ РАН разработана технология обогащения апатитсодержащего техногенного сырья – I поле хвостохранилища (70–75 % класса минус 71 микрон; 9–10 % P_2O_5, 0,2 % ZrO_2), основанная на флотации апатита и дальнейшим выделении бадделеитового концентрата комплексными методами.

Перерабатывая 3–5 млн тонн песков в год, комбинат дополнительно получал 0,4–0,5 млн т апатитового концентрата и 1–2 тыс. т бадделеитового концентрата. К началу 2015 года остаточные запасы песков техногенного месторождения составляют примерно 5–10 млн тонн. Данное сырье отличается более «тонким» гранулометрическим составом – содержание класса минус 71 микрон – 90 %. Обогащение такого материала требует совершенствования технологии.

Исследования по переработке текущих отходов АО «Ковдорский ГОК». Успешный опыт промышленного использования сырья техногенного месторождения – отходов обогащения МОФ на комбинате, его технологическая, экономическая и экологическая эффективность дали основание к рассмотрению отходов обогащения АБОФ – техногенного месторождения (хвостохранилище II) как перспективного минерально–сырьевого ресурса предприятия.

Запасы техногенного месторождения составляют более 190 млн т с содержанием 4,5–5,0 % P_2O_5; 3,5–4,0 % $Fe_{общ.}$ и 0,21 % ZrO_2. Минеральный состав техногенного сырья представлен на рисунке 2. Исследования по изучению возможности получения апатитового и железорудного концентратов проведены на пробах песков хвостохранилища II, отобранных с разных участков и горизонтов техногенного месторождения.

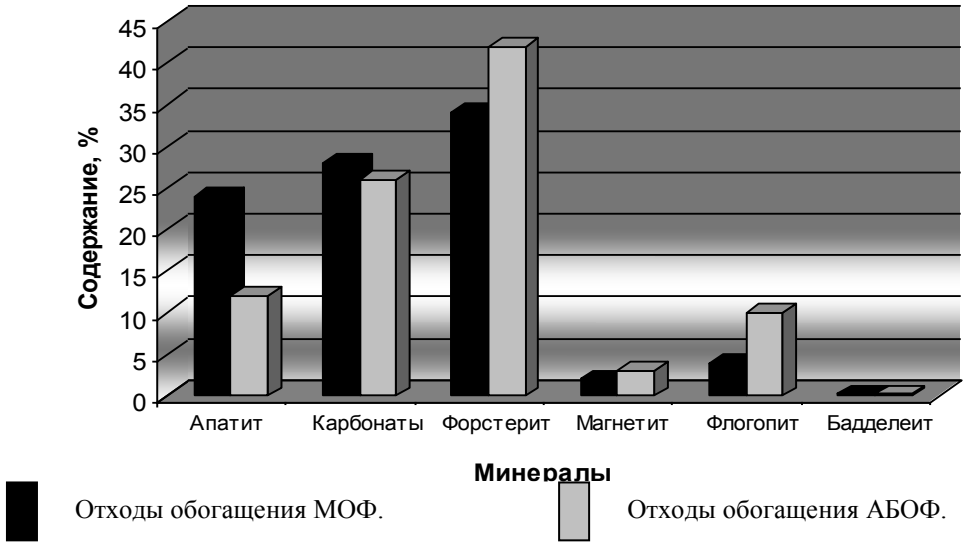


Рисунок 2 – Минеральный состав отходов обогащения**.**

Гранулометрический состав песков техногенного месторождения неоднороден как по глубине залегания, так и по площади (рисунок 3).

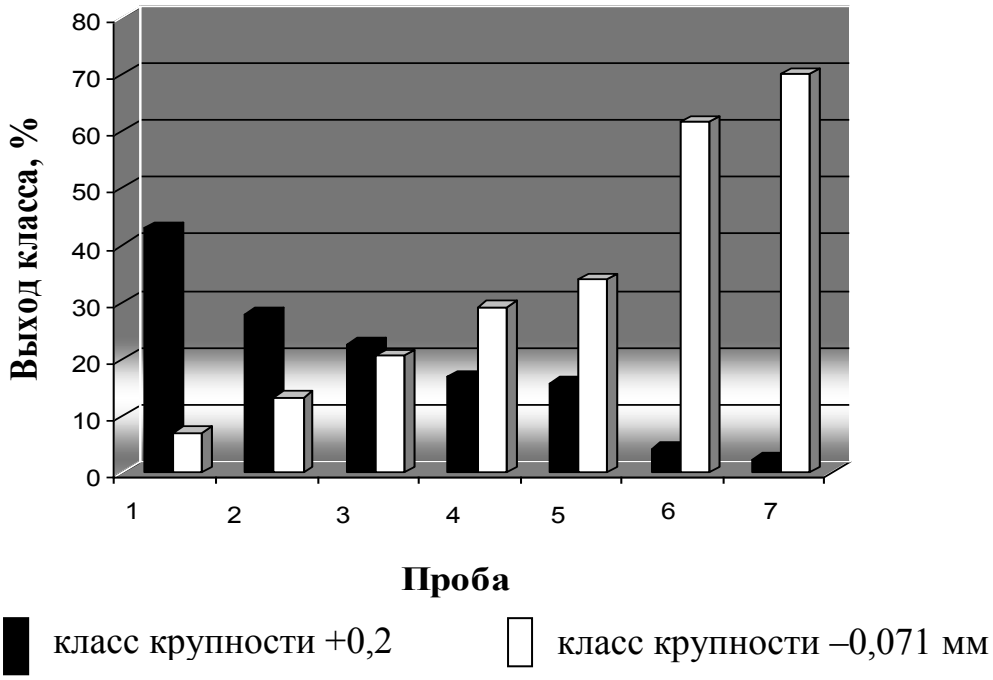


Рисунок 3 – Гранулометрический состав проб (действующее хвостохранилище).

В результате лабораторных исследований технологических проб песков хвостохранилища установлена последовательность технологических операций, методов, способов и режимов обогащения при получении железорудного и апатитового и бадделеитовых концентратов [2].

Начальной операцией при подготовке проб руды к обогащению является измельчение. Проведение данной стадии связано с необходимостью подготовки поверхности апатита к флотации, раскрытием крупных частиц апатита, а также сростков и включений магнетита. В результате проведения 2 стадий магнитной сепарации измельченных песков получены железорудные концентраты с содержанием 60,27–63,42 % $Fe_{общ}$. Магнетит в пробах тонковкрапленный, раскрытие происходит в классах крупности менее 50 микрон.

Немагнитная фракция после проведения операции обесшламливания (сгущения) – питание апатитовой флотации. Установлен оптимальный реагентный режим, основанный на применении флотационных реагентов, используемых в настоящее время на АО «Ковдорский ГОК». Гранулометрический состав проб руды различен, что отражается на технологических показателях обогащения. Выполнена классификация проб в зависимости от качественно–количественных показателей получения апатитового концентрата. В результате флотации проб песков II поля хвостохранилища получены апатитовые концентраты с содержанием 38,05–38,69 %.

Хвосты флотации являются исходным сырьем для получения бадделеитового концентрата. При комбинированной схеме обогащения, включающей гравитационные, флотационные и магнитные методы обогащения показана принципиальная возможность получения бадделеитового концентрата – сырья для производства огнеупоров и тугоплавкой керамики.

Выводы. На примере АО «Ковдорский ГОК» показано развитие и расширение сырьевой базы комбината. Увеличение выпуска минеральных концентратов связано с вовлечением в переработку отходов обогащения, что повышает в то же время техногенную безопасность окружающей среды.

В процессе эксплуатации техногенного месторождения (I поле хвостохранилища) накоплен практический опыт, показана экономическая эффективность, получены научные результаты при обогащении сырья сложного состава. Освободившиеся площади хвостохранилища можно использовать повторно для складирования отходов обогащения.

В Горном институте разработана технология обогащения песков техногенного месторождения для действующего хвостохранилища с получением апатитового – 37–38 % P_2O_5, железорудного – 63–64 % $Fe_{общ.}$ и бадделеитового концентратов. Текущие отходы обогащения апатит–бадделеитовой фабрики можно рассматривать в качестве перспективного источника сырья при получении дополнительного количества продукции. Экономическое развитие комбината взаимосвязано с минимизацией техногенной нагрузки на окружающую среду, оздоровлением экологической ситуации региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев А.В. К вопросу комплексного использования минеральных ресурсов на горнодобывающих предприятиях Приморья // Горн. инф–анал. бюл. Моск. гос. универ., – М., 2001. – № 4.– С. 107–108.

2. Белобородов В.И., Захарова И.Б., Андронов Г.П., Филимонова Н.М. Техногенное сырье как объект ресурсосберегающей технологии получения апатитового концентрата // Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды: сб.науч.тр. – Новосибирск: Ин–т горного дела СО РАН. – 2010. – Т. 1. – С. 291–294.

3. Гэогян Т.Н., Мельникова Н.Д. Пути использования песков вскрыши Михайловского месторождения // Строительные материалы. – 2002. – № 8. – С. 10–19.

4. Лешаков В.И., Мормиль С.М., Амосов Л.А. Техногенные минеральные объекты Свердловской области. Состояние их изученности и промышленное использование // Изв. вузов. Горн. журн. – 1997. – № 11. – С. 48–54.

5. Мельников Н.Н., Калашник А.И., Гершенкоп А.Ш., Вишняков И.А., Костин А.М. Техногенез и управление отходами горнопромышленного производства Кольского полуострова // Освоение недр и экологические проблемы в XXI веке: сб.науч.тр.– Москва, из–во ИПКОН РАН. – 2000. – С. 166–167.

6. Методическое руководство по изучению и эколого–экономической оценке техногенных месторождений.– Москва.– ГКЗ.– 1994. – 32 с.

7. Подтуркин Ю.А., Котин В.А., Муслимов Р.Х., Салиева Р.Н. Правовое регулирование хозяйственной деятельности по разработке техногенных месторождений / Недропользование .– 2009. – № 6. – С. 15–20.

8. Свиридова О.С. Вопросы нормативного закрепления принципа рационального использования и охраны недр в Российской Федерации // Рациональное освоение недр.– 2012. – № 2. – С. 10–16.

9. Туголуков А. В., Кампель Ф.Б., Быховец, А.Н., Жабин, С.В., Дунаев В.А. Интенсификация использования природных и техногенных минерально–сырьевых ресурсов // Горн. Журн. – 2007. – № 9. – С. 14–19.

10. Филиппов В.А. О потенциале техногенных образований рудников Западной Сибири //Физ.–техн. пробл. разраб. полез. ископ. – 2008.– № 4. – С. 71–77.

УДК 504.064.45: 691

ВИДЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Картушина Юрий Николаевич, *кандидат геолого-минералогических наук, ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград, kartysina@rambler.ru*

Нефедьева Елена Эдуардовна, *доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград, nefedieva@rambler.ru*

Севрюкова Галина Александровна, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград, sevrykova2012@yandex.ru*

Рассматривается проблема классификации отходов производства строительных материалов, проведен анализ их образования и даны характеристики свойствам.

Ключевые слова: строительные отходы, вторичное сырье, классификация отходов.

THE PROCESS OF WASTE FORMING IS A RESULT OF THE ACTIVITY OF THE ENTERPRISES OF CONSTRUCTION INDUSTRY

Kartushina Y.N., Nefedyeva E.E, Sevryukova G.A.

The problem of classification of production wastes is studied. The analysis of the forming of wastes and their properties is given.

Key words: building refuses, secondary raw materials, waste classification.

Большое разнообразие отходов, образующихся на предприятиях различных отраслей промышленности, вызывает определенные затруднения при их классификации. Этот момент важен для правильной организации дальнейшего сбора, переработки и захоронения отходов. Существует несколько различных подходов, базирующихся на определенных классификационных признаках: место образования отходов (отрасль промышленности); стадия производственного цикла; вид отхода; степень ущерба окружающей среде и здоровью человека; направление использования; эффективность использования; величина запаса и объемы образования; степень изученности и разработанности технологий утилизации.

При этом отходы различаются:

- по происхождению: отходы производства (промышленные отходы), отходы потребления (коммунально-бытовые);
- по агрегатному состоянию (твердые, жидкие, газообразные);
- по классу опасности.

Отходы производства – это остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства продукции, которые частично или полностью утратили свои качества и не соответствуют стандартам. Производственные отходы являются следствием несовершенства технологических процессов, неудовлетворительно организованного производства, а также несовершенного экономического механизма.

Отходы потребления – различные бывшие в употреблении изделия и вещества, восстановление которых экономически нецелесообразно. Например, изношенные или морально устаревшие машины, изделия производственного назначения (отходы производственного

потребления), а также пришедшие в негодность или устаревшие изделия домашнего обихода и личного потребления (отходы бытового потребления).

Промышленные отходы — твердые отходы производства, полученные в результате химических и термических преобразований материалов природного происхождения.

На основании природоохранной документации предприятий строительной промышленности Волгоградской области был проведен анализ. Определены виды отходов, которые целесообразно использовать в качестве вторичного сырья. Ниже приведена их характеристика.

Лом цветных металлов, образуется в результате ремонта техники и приборов. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозирует под воздействием влаги и кислорода, пожаро- и взрывобезопасен.

Лом черных металлов, образуется при ремонте используемой техники. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозирует под воздействием влаги и кислорода, пожаро- и взрывобезопасен.

Лом абразивных изделий, образуется при эксплуатации станков и инструмента металлообработки. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожаро- взрывобезопасен.

Стружка черных металлов, образуется при использовании станков металлообработки. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозирует под воздействием влаги и кислорода, пожаро- и взрывобезопасна.

Грунт, содержащий нефтепродукты, образуется при ликвидации проливов нефтепродуктов. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожароопасен.

Отходы кремнесодержащие, образуются при погрузке и перевозке сырья, транспортировке в шламовых мешках. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожаробезопасны.

Отработанное моторное масло, образуется в процессе эксплуатации машин и механизмов. По своим свойствам имеет жидкую консистенцию, текуче, склонно к загустеванию, не растворимо в воде, коррозионно не агрессивно, пожароопасно.

Нефтешлам при зачистке резервуаров, образуется при зачистке резервуаров. По своим свойствам имеет пастообразную консистенцию, нерастворим в воде, коррозионно не агрессивен, пожароопасен.

Отработанные аккумуляторы, образуются при эксплуатации автотранспорта. Состоят из свинца и пластмассы, хранятся в специальном помещении аккумуляторной без доступа посторонних лиц.

Отработанный электролит нейтрализованный, образуется после слива отработанного электролита с аккумуляторных батарей и его нейтрализации. По своим свойствам имеет жидкую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожаро- и взрывобезопасный.

Осадок от нейтрализации электролита, образуется при нейтрализации отработанного электролита. По своим свойствам имеет жидкую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожаро-и взрывобезопасен

Отработанные смазочные масла, образуются при эксплуатации и ремонте машин и механизмов. По своим свойствам имеют жидкую консистенцию, текучи, склонны к загустеванию, нерастворимы в воде, коррозионно не агрессивны, пожароопасны.

Древесные опилки, загрязненные нефтепродуктами, образуются при зачистке проливов нефтепродуктов. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожаро- и взрывоопасны.

Фильтры, загрязненные нефтепродуктами, образуются от эксплуатации машин и механизмов. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожароопасны.

Пыль абразивно-металлическая, образуется при эксплуатации станков и инструментов металлообработки. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивна, пожаро- взрывобезопасна.

Огарки сварочных электродов, образуются в процессе сварочных работ и резки металлов. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожаробезопасны.

Окалина, образуется в процессе сварочных работ. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, корозионно не агрессивна, пожаробезопасна.

Макулатура, образуется при работе с документацией инженерно-административного аппарата. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивна, пожароопасна.

Ветошь промасленная, образуется при обтирке оборудования, ремонте механизмов. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, склонна к склеиванию, коррозионно не агрессивна, пожароопасна.

Бой стекла, образуется от разбитой стеклотары и окон. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожаро- взрывобезопасен.

Отработанная резина неармированная, образуется при эксплуатации и ремонте транспорта и оборудования. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивна, пожароопасна.

Отходы лаков, краски, эмали, образуются при лакокрасочных работах. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожаро- взрывоопасны.

Отработанные накладки тормозных колодок, образуются при эксплуатации автотранспорта. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожароопасны.

Мусор промышленный, образуется после уборки производственных помещений. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, сыпуч, коррозионно не агрессивен, пожароопасен.

Шины с металлокордом, образуются при эксплуатации автотранспорта. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожроопасны.

Отработанная резина неармированная, образуется при эксплуатации автотранспорта и оборудования.

Отработанное электротехническое масло, трансформаторное, образуется при эксплуатации технологического оборудования. По своим свойствам имеет жидкую консистенцию, текуче, склонно к загустеванию, нерастворимо в воде, коррозионно не агрессивно, пожароопасно.

Отходы огнеупоров, образуются при ремонте футеровки печей. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, непожароопасны.

Полиэтилен высокого давления, образуется при распаковке огнеупоров. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожароопасен.

Отходы картона, образуются при распаковке огнеупоров. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожароопасны.

Изношенные тканевые рукава, образуются при замене рукавов фильтров. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожароопасны.

Отработанное компрессорное масло, образуется при эксплуатации компрессоров высокого давления. По своим свойствам имеет жидкую консистенцию, текуче, склонно к загустеванию, коррозионно не агрессивно, пожароопасно.

Отработанные люминесцентные лампы трубчатые, образуются при замене ламп освещения помещений. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, не слеживаются, не налипают, не смерзаются при низких температурах, по отношению к воздуху и воде являются химически неактивными (не впитывают влагу и не растворяются в воде) при сохранности колбы, коррозионно не активны, пожаро- и взрывобезопасны.

Отработанные ртутные лампы для наружного освещения, образуются при замене ламп наружного освещения. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожаро- взрывобезопасны.

Бой, брак газосветных ламп без ртути, образуется при замене ламп освещения помещений. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожаро- взрывобезопасен.

Смет с территории, образуется при уборке территории. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, сыпуч, коррозионно не агрессивен, пожароопасен.

Пенопласт, образуется при распаковке радиоэлектронной аппаратуры. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожароопасен.

Тонер электрографический, образуется при замене тонера в множительной технике. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, сыпуч, коррозионно не агрессивен, пожароопасен.

Бытовые отходы, образуются в результате жизнедеятельности персонала. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожароопасны.

Отходы цемента, образуются в результате просыпки цемента при погрузочных работах. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, сыпуч, при взаимодействии с влагой затвердевают, коррозионно не агрессивны, пожаробезопасны.

Канализационные отходы, не содержащие токсичные металлы, образуются в результате хозяйственно-бытовой деятельности людей. По своим свойствам имеют жидкую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожаробезопасны.

Отходы резины вулканизированной, образуются при ремонте автотранспорта. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожароопасны.

Сальниковая набивка, образуется при ремонте водоводов. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивна, пожароопасна.

Шлам от гашения извести, образуется при гашении извести. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивен, пожаробезопасен.

Отходы теплоизоляции, образуются при ремонте теплоизоляции трубопроводов и оборудования. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожароопасны.

Тара деревянная, образуется при распаковке арматуры и запасных частей. По своим свойствам имеет твердую консистенцию, коррозионно не агрессивна, пожароопасна.

Емкости из-под лакокрасочных материалов, образуются после использования лакокрасочных материалов. По своим свойствам имеют твердую консистенцию, коррозионно не агрессивны, пожаро и взрывоопасны.

Накопление значительных масс твердых отходов в строительной отрасли промышленности обусловлено существующим уровнем технологии переработки соответствующего сырья и недостаточностью его комплексного использования. Удаление (транспортирование) отходов и их хранение являются дорогими мероприятиями. В то же время, используя информацию о процессе образования, свойствах различных видов строительных отходов, значительная их часть может быть эффективно использована в народном хозяйстве.

УДК 504.05

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Минигазимов Наил Султанович, *доктор технических наук, Государственное унитарное предприятие Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан,* ***Россия***, ***Республика Башкортостан****, г. Уфа, info@nii–bgd.ru*

Белан Лариса Николаевна, *доктор геолого-минералогических наук, Государственное унитарное предприятие Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан,* ***Россия***, ***Республика Башкортостан****, г. Уфа, info@nii–bgd.ru*

Акбалина Зульфия Файзулловна, *кандидат химических наук, Государственное унитарное предприятие Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан,* ***Россия***, ***Республика Башкортостан****, г. Уфа, akbalina@mail.ru*

В докладе проанализирована существующая ситуация обращения с промышленными отходами в Республике Башкортостан. Рассмотрены основные проблемы по обращению промышленными отходами и пути их решения.

Ключевые слова: промышленные отходы, промышленные предприятия, окружающая среда, накопление, хранение, утилизация.

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF INDUSTRIAL WASTE TREATMENT IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Minigazimov N.S., Belan L.N., Akbalina Z.F.

The report analyzes the current situation of industrial waste management in the Republic of Bashkortostan. The basic problems for handling industrial wastes and their solutions.

*Keywords***:** industrial waste, industry, environment, accumulation, storage, disposal.

Республика Башкортостан – индустриально развитый регион Российской Федерации со значительным запасом полезных ископаемых и обширной сетью промышленных производств, деятельность которых оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. Становление и развитие промышленности в течение многих десятилетий привело к тому, что на территории республики образовался ряд экологически опасных объектов хранения отходов, наличие которых подвергает риску здоровье населения [1].

Эффективная система управления отходами в стране отсутствует, современные инструменты управления не применяются, что приводит к тому, что проблемы, связанные с отходами, практически не решаются.

Основными причинами обострения экологических проблем в области обращения с отходами являются:

– несовершенство природоохранного законодательства;

– высокий уровень износа технологического оборудования;

– использование на предприятиях республики многоотходных технологий;

– низкие темпы внедрения современных ресурсо- и энергосберегающих, малоотходных технологий.

В настоящее время на территории Республики Башкортостан в отвалах, и в различных хранилищах хранится более 10 млрд т промышленных и бытовых отходов. Данные отходы, как правило, складируются на территории предприятий, в отвалах, хранилищах, резервуарах и амбарах.

Нашим институтом был проведен анализ ситуации обращения промышленными отходами в Республике Башкортостан. На территории республики расположено более 200 мест хранения промышленных отходов общей площадью более 3549 га.

В 2013 году образовалось 801 видов отходов в количестве 44,95 млн т [2]. Из них 17,39 % отходов было использовано повторно и обезврежено (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика об образовании отходов производства и потребления в 2008–2013 гг. на территории Республики Башкортостан

Годы	Образовано отходов производства и потребления, млн. тонн						Использовано и обезврежено	
	Всего	I класс опасности	II класс опасности	III класс опасности	IV класс опасности	V класс опасности	Всего, млн тонн	в % от количества образовавшихся отходов
2008	42,835	0,078	0,039	1,12	1,471	40,127	7,694	17,97
2009	36,78	0,081	0,21	0,465	1,523	34,499	8,769	23,84
2010	47,01	0,068	0,172	0,424	1,813	44,532	11,32	24,1
2011	59,14	0,068	0,176	0,507	1,779	56,612	11,85	20,03
2012	47,82	0,080	0,163	0,265	2,522	44,790	7,871	16,46
2013	44,95	0,001	0,009	0,220	1,764	42,956	7,819	17,39

Основной объем образующихся отходов приходится на долю предприятий, осуществляющих добычу и переработку полезных ископаемых. Их вклад в 2013 году составил 40,107 млн т – это 89,2 % от суммарного количества отходов по республике. Из предприятий, осуществляющих добычу полезных ископаемых наибольший вклад в объем образования отходов вносят предприятия горнорудной промышленности, в 2013 году образовано 39,56 млн т (79 % от суммарного количества отходов по республике). Лидерами по объёмам образования отходов являются ООО «Башкирская медь», ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Башкирский медно-серный комбинат», ОАО «Сырьевая компания», ОАО «Сибайский горно- обогатительный комбинат», ОАО «Бурибаевский горно-обогатительный комбинат».

Вскрышные породы используются при возведении и наращивании дамб, обваловании хвостохранилищ, перерабатываются на дробильно-сортировочных участках с получением строительного щебня для заполнения выработанных пространств при добыче полезных ископаемых, строительства дорог и т.д.

Существует проблема утилизации хвостов обогащения, в состав которых входит широкий спектр полезных ископаемых и токсичных элементов. Объекты размещения хвостов обогащения на протяжении ряда лет являются источниками негативного воздействия на окружающую среду, однако вопросы их переработки и использования решаются крайне медленно.

Основными проблемами в области обращения с отходами данной отрасли являются вопросы утилизации крупнотоннажных отходов (вскрышных пород, некондиционных руд, хвостов обогащения и др.). С учетом содержания в составе отходов значительных концентраций цветных, редкоземельных и драгоценных металлов объекты размещения перечисленных отходов отнесены к категории техногенных месторождений, что, в свою очередь, предполагает иной порядок обращения с данными видами отходов: хозяйственное использование в ближайшем или отдаленном будущем в качестве вторичных ресурсов и включение в государственный кадастр техногенных месторождений и проявлений полезных ископаемых.

В целях снижения воздействия влияния объектов размещения горнорудных отходов на окружающую природную среду необходимо:

– определение перечня первоочередных объектов размещения отходов, оказывающих существенное негативное воздействие на окружающую среду;

проведение консервации объектов хранения отходов (отвалов вскрышных пород и некондиционных руд), не представляющих интерес в качестве источника сырья в ближайшие годы;

– выполнение работ по рекультивации техногенно-нарушенных земель (отработанных карьеров по добыче полезных ископаемых);

– внедрение современных технологий по переработке хвостов обогащения;

– переработка отвалов горных пород на щебень для строительства дорог, использования для собственных нужд, закладки шахтных выработок и других целей.

Второе место по количеству образовавшихся отходов в республике занимают обрабатывающие производства (в 2013 году образовалось 2,194 млн т отходов): производство нефтепродуктов, химические, металлургические, текстильные предприятия, производство пищевых продуктов и др.

Отходы нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических производств составляют 4,9 % от объема всех образовавшихся в республике и являются наиболее опасными по отношению к окружающей природной среде: ртутьсодержащий шлам, жидкая и твердая хлорорганика и др.

Наибольший вклад в образование токсичных отходов вносят: химическое производство, производство кокса и нефтепродуктов, производство прочих неметаллических минеральных продуктов. Источником крупнотоннажных отходов в этой отрасли является ОАО «Башкирская содовая компания», ОАО АНК «Башнефть», ОАО «Газпром нефтехим Салават».

Для предприятий, осуществляющих переработку нефти, актуальна проблема утилизации нефтешламов, образующихся при очистке сточных вод и поступающих в шламонакопители (мазутные ямы). Эти объекты длительного размещения нефтеотходов оказывают существенное негативное воздействие на окружающую среду, загрязняя подземные воды, почву, однако ликвидация нефтешламонакопителей решается медленными темпами.

Также в республике есть бездействующие и «бесхозные» объекты размещения нефтесодержащих отходов.

Приоритетными направлениями решения проблемы утилизации отходов вышеназванных отраслей промышленности являются:

– внедрение современных ресурсосберегающих и малоотходных технологий на действующих производствах;

– создание (строительство) установок по переработке как вновь образующихся, так и ранее накопленных отходов;

– обеспечение условий по безопасной эксплуатации действующих объектов размещения отходов;

– ликвидация объектов размещения отходов, выведенных из эксплуатации.

Основными отходами металлургической отрасли являются отходы литейных производств (шлаки, формовочные смеси), шлаки металлургического передела и др.

В Башкортостане крупнейшим металлургическим предприятием является ОАО «Белорецкий металлургический комбинат», где накоплено более 3 млн. т металлургических шламов и пыли, железосодержащих шламов пылегазоочистных сооружений, станций нейтрализации. Шламонакопители занимают площадь 55 га и являются постоянным источником загрязнения окружающей среды. Ежегодно на переработку передается 300 тыс.. т отходов, что является недостаточным. Для решения существующих проблем необходимо:

– внедрение малоотходных процессов;

– проведение рекультивации объектов хранения отходов (шламонакопителей, шламовых отвалов);

–внедрение технологии по переработке и использованию отходов металлургической промышленности (шлаков) в качестве вторичного сырья.

Еще одним «поставщиком» минеральных шламов в республике является ОАО «Мелеузовские минеральные удобрения». До сих пор не проводятся работы по ликвидации отвалов фосфогипса. Не определена окончательно судьба накопителя пиритного огарка. [3]

На предприятиях, осуществляющих производство и распределение электроэнергии, газа и воды, проблемой является образование большого количества шлама химводоподготовки, накапливающегося в шламоотстойниках, известьсодержащие шламы,

отработанные трансформаторные масла. Шлам используется в производстве строительных материалов. Основным предприятием данной отрасли является ООО «Башкирская генерирующая компания».

Первоочередными природоохранными мероприятиями в данной сфере являются:

– очистка отработанного шламоотстойника с последующей рекультивацией объекта.

– организация системы сбора и утилизации отработанных трансформаторных масел, содержащих полихлорбифенилы.

В машиностроении и приборостроении основными отходами являются отработанные смазочно–охлаждающие жидкости, эмульсии, гальванические отходы и др. Необходимо организовать сбор и утилизацию отходов гальванических производств, смазочно–охлаждающих жидкостей и эмульсий.

Серьезную тревогу вызывает накопление чрезвычайно опасных отходов, отнесенных к I и II классу опасности. Это отходы, содержащие хлорорганические соединения, бенз/а/пирен, свинец, ртуть и другие токсичные элементы.

В республике, как и во всей стране, нет эффективного механизма ликвидации накопленного экологического ущерба, хотя на территории Башкортостана имеются предприятия (ОАО «Уфахимпром», Семеновская золотоизвлекательная фабрика и др.), деятельность которых давно остановлена. Их территории существенно загрязнены и являются постоянным источником антропогенного воздействия на окружающую среду и человека.

В ОАО «Уфахимпром» накоплено более 21 тыс.. т известкового шлама и 36 тыс..т избыточного ила. На этом предприятии производились высокотоксичные хлорорганические соединения, такие как 2,4–Д кислота (2,4– дихлорфеноксиуксусная кислота), пентахлорбензол, хлорфенолы и др., а с середины 90–х годов хлорамин Б. В 2004 г. хлорорганические производства предприятия были законсервированы, а в 2011 году было принято решение о полной ликвидации промышленного комплекса.

Данные производства печально известны не только в России, но и во всем мире, как одни из крупнейших диоксиноопасных производств, что послужило одной из причин принятия в 1993 г. Верховным Советом Республики Башкортостан первой в России Программы «Диоксин».

Проблема загрязнения окружающей среды в зоне влияния Семеновской золотоизвлекательной фабрики встала остро после обнаружения в пробах воды из системы водоснабжения п. Семеновский высоких концентраций ртути, превышающих ПДК для питьевой воды от 1.9 до 23.2 раза и других токсичных компонентов.

Министерством природопользования и экологии Республики Башкортостан ведется постоянная работа с Минприроды России по включению объектов накопленного экологического ущерба прошлых лет в федеральную программу «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014–2025гг. Завершена разработка проектной документации по санации территории Семеновской ЗИФ. Проектная документация по ОАО «Уфахимпром» выполнена предприятием за счет возвратного бюджетного кредита. Планируется проведение работ по утилизации шлама и ила из шламонакопителей, рекультивации загрязненной территории ОАО «Уфахимпром». Согласно проекту программы, санация территории бывшей Семеновской золотоизвлекательной фабрики планируется с 2018 года. Также в проект программы включена санация объектов размещения промышленных отходов ОАО АНК Башнефть и ОАО «Газпром Нефтехим Салават».

До настоящего времени окончательно не решен вопрос обеспечения условий для обезвреживания непригодных к применению сельхозядохимикатов, биологических отходов и отходов лечебно–профилактических учреждений.

Сохранение сложившихся тенденций в сфере обращения с промышленными отходами может привести к дальнейшему ухудшению качества жизни и экологической безопасности населения. Решение указанных проблем возможно при цивилизованном формировании отходоперерабатывающей индустрии. В настоящее время обращение с отходами и их утилизацию следует рассматривать как самостоятельную отрасль российской экономики, находя-

щуюся в тесной взаимосвязи со всеми другими отраслями промышленности. При этом следует принимать во внимание, что политика в области обращения с отходами производства должна формироваться в первую очередь в тех отраслях промышленности и народного хозяйства, где эти отходы образуются.

Вовлечение отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья доказало свою экологическую и экономическую целесообразность.

Сложность и многообразие проблем, требующих приоритетного решения предполагают разработку и осуществление комплекса программных мероприятий, взаимосвязанных по конкретным целям, ресурсам, срокам реализации и исполнителям. В связи с тем, что проблема обращения с отходами производства является комплексной, ее решение наиболее целесообразно проводить путем разработки и реализации Программ.

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации «О подготовке долгосрочных целевых инвестиционных программ обращения с твердыми бытовыми и промышленными отходами в субъектах Российской Федерации» в субъектах Российской Федерации разработаны программы об отходах производства и потребления.

В Республике Башкортостан специалистами нашего института была разработана республиканская целевая программа «Совершенствование системы обращения с промышленными отходами в Республики Башкортостан на 2012–2020 гг.». Целью Программы является разработка и реализация комплекса мер, направленных на совершенствование системы обращения с промышленными отходами, внедрение современных технологий и методов утилизации, обезвреживания и переработки промышленных отходов, восстановление нарушенных и загрязненных земель, минимизация воздействия промышленных отходов на окружающую среду. [4].

В программе планируется решение следующих задач:

совершенствование нормативно–правовой и технологической базы для повышения эффективности системы обращения с промышленными отходами;

ликвидация объектов размещения промышленных отходов, не отвечающих нормативным требованиям (полигонов, бесхозных накопителей промышленных отходов и др.);

ликвидация последствий накопленного экологического ущерба хозяйственной деятельности прошлых лет, в том числе предприятий–банкротов;

сокращение объемов захоронения отходов производства, увеличение объемов переработки, утилизации и обезвреживания промышленных отходов;

улучшение санитарного и экологического состояния территорий муниципальных образований Республики Башкортостан путем ликвидации несанкционированных объектов размещения отходов производства и рекультивации техногенных массивов;

создание благоприятных условий для привлечения инвесторов к организации производств по обезвреживанию и переработке отходов; экологическое просвещение работников предприятий.

Общий объем финансирования Программы составляет более 12 млрд. рублей. Экологическая эффективность реализации Программы достигается в результате восстановления и сохранения природных ресурсов, уменьшения ущерба, нанесенного окружающей среде, и сохранения здоровья населения.

Размер предотвращенного экологического ущерба в результате переработки отходов производства и потребления составит более 21 млрд. рублей.

Действующее российское законодательное и нормативно–правовое обеспечение в области обращения с отходами должно отвечать новым экономическим условиям, современным научным представлениям о рациональном использовании сырьевых и материальных ресурсов, обеспечивать эффективный учет образования и утилизации отходов, использования вторичных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акбалина З.Ф., Минигазимов Н.С, Белан Л.Н., Маннанова С.А., Кузьмина Н.В., Т.И. Зверева «Эффективность системы обращения с промышленными отходами в Республике

Башкортостан: проблемы и решения» // Башкирский экологический вестник. – Уфа. – 2013. – № 2 – С. 49–52.

2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов в Республике Башкортостан в 2013 году».– Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан. – 336 с.

3. Зайнуллин Х.Н., Абдрахманов Р.Ф., Ибатуллин У.Г., Минигазимов И.Н., Минигазимов Н.С. Обращение с отходами производства и потребления . –Уфа: Диалог, 2005. – 292 с.

4. Постановление Правительства Республики Башкортостан от 31.07.2013г. №343 «Об утверждении республиканской целевой программы «Совершенствование системы управления промышленными отходами на территории Республики Башкортостан» на 2013–2020 годы».

УДК 351.713

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗИМАНИЯ УТИЛИЗАЦИОННОГО СБОРА ЗА АВТОТРАНСПОРТ НА ТЕРРИТОРИИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Зырянова Ульяна Петровна, *кандидат биологических наук, доцент, Ульяновский филиал Академии при Президенте РФ,* ***Россия****, г. Ульяновск, ulyana1503@mail.ru*

Гусарова Вера Сергеевна, *кандидат биологических наук, доцент, Комитет по охране окружающей среды администрации города Ульяновска,* ***Россия****, г. Ульяновск, verik2@mail.ru*

Абрамов Константин Сергеевич, *студент, Ульяновский государственный технический университет,* ***Россия****, г. Ульяновск*

В целях обеспечения экологической безопасности Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» и соответствующими нормативными актами с 2013 года установлен утилизационный сбор, взимаемый с организаций и физических лиц, за каждое колёсное транспортное средство, ввозимое в Российскую Федерацию или произведённое в Российской Федерации.

Ключевые слова: утилизационный сбор, транспортное средство, экономический механизм, сбор и транспортирование отходов

ORGANIZATION OF PAYMENTS OF UTILIZATION FEE OF THE MOTOR TRANSPORT IN ULYANOVSK REGION

Zyryanova U.P., Gusarova V.S., Abramov K.S.

Federal Law on Production and Composition Waste was amended on September, 1, 2012 in part concerning the recycling of vehicles. These amendments introduce a mandatory car recycling scheme that includes a recycling fee imposed on the local production and import of used and new cars.

Key words: recycling fee, car makers, vehicles, circulation

Утилизационный сбор, который задумывался с целью защиты отечественного автопрома после снижения импортных пошлин на иномарки, с 2014 года стал обязательным как для иностранных автомобилей, так и для производителей, выпускающих автомобили в России. В Российской Федерации предусмотрена компенсация затрат местных автопроизводителей на новый налог за счёт выделения субсидий в размере более 10 миллиардов рублей. По словам экспертов [4], это позволит избежать повышения цен на автомобили российского производства и удержать рынок от дальнейшего падения.

Изначально утилизационный сбор задумывался с целью защиты отечественного автопрома, после того как были снижены пошлины на импорт иномарок в рамках вступления России во Всемирную торговую организацию. Однако такой подход вызвал критику со стороны ЕвроСоюза, посчитавшего это нарушением принципов ВТО. Еврокомиссия требовала от России снижения утилизационного сбора, а также уравнивания импортёров и местных автопроизводителей в его уплате. В результате стороны договорились о том, что утилизационный сбор в обязательном порядке должны платить все участники авторынка. Базовые ставки для легковых автомобилей составляют 20 тысяч рублей, для грузовиков и автобусов – 150

тысяч рублей. При этом существуют коэффициенты в зависимости от возраста и технических характеристик автомобиля. В настоящее время утилизационный сбор приносит в федеральный бюджет около 54 млрд рублей в год. А с введением всеобщей уплаты утилизационного сбора «доходы» государства увеличатся ещё на 148,5 млрд рублей и, таким образом, превысят 202,5 млрд рублей в год.

Как заявляют в пресс-центре АВТОВАЗа, вопрос о введении утилизационного сбора затрагивает всех, кто производит автомобили в России, и его надо рассматривать в комплексе с мерами государственной поддержки отечественного автопрома, которые сейчас разрабатываются в правительстве России. «Все государства мира стараются поддерживать отечественных производителей, и Россия здесь – не исключение», – отмечают на АВТОВАЗе.

Так, Минпромторг предлагает компенсировать автопроизводителям, работающим на территории России, до 90 % затрат на выпуск автомобилей экологических классов «Евро-4» и «Евро-5», на научно-исследовательские работы, энергоресурсы и содержание рабочих мест. Компенсации в виде субсидий из федерального бюджета положены компаниям, работающим в режиме промышленной сборки или в особых экономических зонах (например, калининградский «Автотор»).

По данным агентства «Прайм» [6], ***первый проект*** предлагает компенсировать автопроизводителям, работающим в режиме «промсборки» или в пределах ОЭЗ в Калининградской области, 90 % затрат по выпуску и поддержке гарантийных обязательств по автомобилям классов «Евро-4» и «Евро-5». Как отмечают в Минпромторге, этот проект, в первую очередь, направлен на поддержку крупнейших инвестиционных проектов с участием иностранного капитала. Ставки субсидий предлагается дифференцировать – это связано с тем, что расходы на перевод техники на новый экологический класс различаются в зависимости от категории автомобиля. Кроме того, машины с большим объёмом двигателя наносят больший ущерб здоровью граждан и окружающей среде. Что касается Ульяновской области, производство автомобилей на заводе ОАО «УАЗ» осуществляется в соответствии с экологическими нормами четвертого класса (Евро-4), что объясняется мощным двигателем, работающим на дизельном топливе. В соответствии с данным фактом, ОАО «УАЗ» попадает в список субсидируемых предприятий на первом этапе реализации программы по утилизации старых автомобилей на территории РФ.

Второй проект призван стимулировать автопроизводителей к увеличению затрат на НИОКР. Компенсировать предлагается до 90 % общих затрат автопроизводителя на НИОКР, но не более установленных пределов. Так, при производстве менее 12,5 тысячи автомобилей в год предельные величины составляют до 15 млн рублей, от 12,5 до 25 тысяч – не более 25 млн рублей, от 25 до 50 тысяч – не более 35 млн рублей, от 50 до 100 тысяч – не более 70 млн рублей, свыше 100 тысяч машин – до 125 млн рублей.

По данным ежегодных отчетов ОАО «УАЗ», размещенных на сайте организации, завод ежегодно выпускает порядка 60 тысяч автомобилей [8]. Производительность предприятия варьирует в небольшом диапазоне в силу действия ряда внешних экономических и политических факторов. Таким образом, ОАО «УАЗ», расположенное на территории Ульяновской области, известное на мировом рынке своими внедорожниками, является одним из претендентов на участие в программе по утилизации старых автомобилей. В соответствии с поставленными критериями, заводу полагается субсидирование при проведении НИОКР в размере до 70 млн. рублей.

Минпромторг также предлагает установить начальные критерии допуска автопроизводителей к получению компенсации. Это наличие собственного научно-технического центра в России или долговременных отношений с российскими профильными НИИ; доля затрат на НИОКР – не менее 1 % годовой выручки; не менее 100 собственных сотрудников, занятых в НИОКР, либо договор на осуществление НИОКР с иными научно-исследовательскими организациями со штатом не менее 300 человек.

Третий проект разработан по причине «огромной финансовой нагрузки» предприятий, связанной с затратами на энергоресурсы. Он предусматривает компенсацию до 90 % фактических энергозатрат автопроизводителей, но не более предельных сумм, установленных в зависимости от объёма производства. При выпуске менее 50 тысяч машин в год произ-

водители могут получить до 18 млн рублей, от 50 до 100 тысяч – до 45 млн рублей; от 100 до 200 тысяч – 87 млн рублей, от 200 до 400 тысяч – 125 млн рублей, свыше 400 тысяч машин – 250 млн рублей. Авторы проекта рассчитывают, что он, с одной стороны, позволит поддерживать наиболее энергоёмкие предприятия, а с другой – мотивирует их увеличивать объёмы производства. Ульяновский автозавод в соответствии с вышеуказанной градацией может претендовать в силу поддержания уровня своей производительности на субсидии в размере до 45 млн рублей.

Четвёртый проект разработан «в связи с социальной необходимостью сохранения рабочих мест» в автопроме. Субсидии также предлагаются в размере до 90 % общих затрат производителя на выплаты рабочим, но не более установленных размеров. При выпуске до 50 тысяч автомобилей в год предприятие может получить до 600 млн рублей, от 50 до 100 тысяч – до 1,5 млрд рублей, от 100 до 200 тысяч – до 3 млрд рублей, от 200 до 400 тысяч – до 4 млрд рублей, свыше 400 тысяч – до 9 млрд рублей. Проект стимулирует отечественные предприятия увеличивать объём производства и повышать производительность труда, заявляют в Минпромторге.

По данным Минпромторга, на программу утилизации старых отечественных автомобилей в 2015 году из антикризисного фонда бюджета выделят 10 миллиардов рублей. Условия останутся прежними – при сдаче старого автомобиля в утиль покупатель получит скидку в 50 000 рублей на покупку нового; воспользовавшись схемой Trade-in, покупатель получит скидку в 40 000 рублей. На первую часть программы осенью в 2013 году тоже выделялось 10 миллиардов рублей, тогда как на завершение программы в 2014 году было решено выделить дополнительно 2,9 миллиарда рублей. По оценкам Минпромторга, доход бюджета от программы до конца года составит 12,5 миллиарда рублей.

Базовые ставки нового платежа для отечественных автозаводов будут такими же, как и для иностранных производителей – 20 тыс руб. для новых легковых автомобилей и 150 тыс руб. для спецтехники, грузовиков и автобусов. С учетом коэффициентов, зависящих от объема двигателей, размер утилизационного сбора для легковушек составит 17,2-110 тыс рублей, а для грузовиков – от 75 до 450 тыс рублей.

В отличие от импортеров, платежи от российских автопроизводителей будут поступать в Федеральную налоговую службу, а не в Федеральную таможенную службу. По оценке Минпромторга России, объём бюджетных поступлений за счёт взимания утилизационного сбора вырастет с 54 млрд рублей ежегодно до суммы в более чем 200 млрд рублей.

Нормативную базу для взыскания утилизационного сбора составляют:

– Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (в ред. от 29.12.2014) «Об отходах производства и потребления» [3];

– Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2013 года № 1291 «Об утилизационном сборе в отношении колесных транспортных средств и шасси и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [1].

Несмотря на имеющиеся проблемы, введение утилизационного сбора несет в себе и положительные черты [4]. К примеру, сильнее всего сократился импорт грузовиков из Азии, импорт грузовых автомобилей, включая легкий коммерческий транспорт, из Южной Кореи упал на 97 % и составил в сентябре лишь 67 машин. На 89 % упал и импорт из Китая, причем снижение коснулось в первую очередь сегмента тяжелых грузовиков. Импорт из Таиланда упал в 3,5 раза до 308 штук, снижение коснулось в основном легкового коммерческого транспорта. Незначительный рост показал лишь импорт из Японии.

Во многом сокращение импорта связано с отсутствием ясности реализации схемы введения утилизационного сбора. К тому же, многие производители успели воспользоваться десятью днями в конце августа, резко увеличив импорт, когда Россия уже присоединилась к ВТО, но еще не ввела утилизационный сбор. Не исключено, что в дальнейшем импорт автомобилей все же будет расти, хотя в краткосрочной перспективе утилизационный сбор оказался действенным.

Нами предлагается внести в соответствии с изученным зарубежным опытом и учитывая проблемные вопросы в схеме сбора утилизационного сбора следующие поправки:

1. ***Поэтапное введение утилизационных сборов*****.** Для каждой группы однородных (по назначению и/или по составу) товаров подзаконным актом (постановление Правительства субъекта РФ) установить дату введения нормативов утилизации, расчет утилизационного сбора и временной период их пересмотра. Установить срок уплаты утилизационного сбора (экологического сбора).

2. ***Определить перечень автомобилей,*** в отношении которых будут применяться нормативы утилизации, учитывая региональные особенности.

Перечень автомобилей, в отношении которых будут применяться нормативы утилизации, утилизационный сбор утвержден Постановлением Правительства. Однако для утилизации автомобилей необходимо учесть имеющиеся производственные ресурсы завода, который возьмет на себя функцию по разбору и утилизации каждого элемента автомобиля.

3. ***Установление нормативов утилизации*****.**

Нормативы утилизации и ставки утилизационного сбора устанавливаются подзаконным актом (постановление Правительства Российской Федерации) по каждой группе в процентах. Контроль за выполнением установленных нормативов осуществляется Росприроднадзором в ходе плановых и внеплановых проверок в порядке, предусмотренном законодательством Российской Федерации.

Производители продукции (товаров), в отношении которых введен утилизационный сбор, представляют в Росприроднадзор отчетность по выполнении установленных нормативов утилизации.

В случае ненадлежащего выполнения производителем продукции, взявшим на себя обязательства по утилизации отходов продукции, или недостижению нормативов утилизации, предусматривается отсрочка срока наступления административной ответственности за неисполнение своих обязательств, в том числе и за неуплату утилизационных взносов.

Контроль за выполнением установленных нормативов утилизации в отношении продукции, ввезенной на территорию Российской Федерации, осуществляется ФТС России при выпуске товара в обращение.

Таким образом, нами предлагается на уровне субъектов РФ принятие соответствующими территориальными управлениями государственных органов внутриведомственных нормативных документов, а также документов, регламентирующих деятельность каждого ведомства в сфере контроля за порядком взимания утилизационного сбора, отчетной деятельности выполнения установленных нормативов утилизации продукции, произведенной в России (территориальные подразделения Росприроднадзора), и ввезенной из зарубежья (территориальные подразделения ФТС России).

4. Совершенствование системы лицензирования в области обращения с отходами**.**

В связи с изменениями, вступившими в силу с 1 января 2015 года, внесенными в ряд правовых актов законом от 29.12.2014 № 458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации», меняется понятие отходов производства и потребления, как и сам порядок обращения с отходами. Стоит отметить, что предприятиям, которые планируют осуществлять утилизацию отходов от автопрома потребуется с 1 июля 2015 года оформление лицензии на деятельность по обезвреживанию, транспортированию, обработке, утилизации и размещению отходов I-IV классов опасности, в соответствии с ФЗ № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности», что создаст дополнительные трудности для отходоперерабатывающих предприятий [2].

5. Создание государственного фонда, аккумулирующего утилизационные сборы**.**

На уровне субъектов РФ необходимо создание правовой основы для функционирования региональных фондов обращения с отходами потребления на основе внесения дополнений в Бюджетный кодекс, аналогичных по содержанию федеральному дорожному фонду.

Доходную часть региональных фондов обращения с отходами потребления предлагается сформировать за счет платежей за утилизационные сборы и экологические взносы производителей, импортеров товаров, штрафов за нарушение правил по выполнению обязанностей

по утилизации отслужившей продукции, как это указано в законе об отходах производства и потребления.

Финансирование разработанных мероприятий планируется за счет регионального, местного бюджета, а также целевых кредитов банков, заёмных средств, привлечения средств отечественных и иностранных инвесторов.

Предлагается учесть разработанные мероприятия в действующих на территории Ульяновской области государственных программах соответствующими мероприятиями, в том числе.

– государственная программа «Охрана окружающей среды и восстановление природных ресурсов в Ульяновской области на 2014–2020 гг.», утв. Постановлением Правительства Ульяновской области от 11 сентября 2013 г. № 37/415-П;

– стратегия социально-экономического развития до 2020 года по Ульяновской области, утв. распоряжением Правительства Ульяновской области от 07.10.2008 № 522-пр;

– государственная программа «Развитие транспортной системы Ульяновской области на 2014–2018 гг.», утв. Постановлением Правительства Ульяновской области № 37-419-П от 11.09.2013.

Следовательно, соисполнителями при реализации данных мероприятий предлагается назначить следующие государственные органы власти: Министерство сельского, лесного хозяйства и природных ресурсов Ульяновской области, Министерство строительства, жилищно-коммунального комплекса и транспорта Ульяновской области, Министерство экономического развития Ульяновской области.

Показателями эффективности реализации запланированных мероприятий предлагается установить следующие:

1) количество утилизированных автомобилей, по государственной программе субсидирования из федерального бюджета.

2) количество организаций, вовлеченных в процесс утилизации старых автомобилей.

3) количество пунктов вторсырья по приему отходов от автомобильной промышленности.

4) объем финансовых средств, поступающих в региональный бюджет в виде утилизационного сбора.

Контроль за целевым расходованием средств на утилизацию старых автомобилей предлагается возложить на Счетную палату Ульяновской области и соответствующие государственные органы власти (Росприроднадзор и ФТС).

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2013 года № 1291 «Об утилизационном сборе в отношении колесных транспортных средств и шасси и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 августа 2012 г. № 870 г. Москва «Об утилизационном сборе в отношении колесных транспортных средств»

3. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (в ред. от 29.12.2014) «Об отходах производства и потребления»

4. http://customsexpert.ru статья «Утилизационный сбор: правила и особенности»

5. http://pddmaster.ru статья «Расчет размера утилизационного сбора»

6. http://www.uralst.ru статья «Правила взимания, исчисления и уплаты утилизационного сбора»

7. http://www.autostat.ru/all/onprint/2/15026/ статья «Утилизационный сбор оплатит «государство», 2013/ по данным «АИМ-Пресс»

8. http://www.uaz.ru/uploads/content/2014.5/206_1400841125_2-206.year_report_UAZ_2013.pdf - Годовой отчет ОАО «УАЗ» за 2013 год

УДК: 614.72:614.771(045)

ОТРАБОТАВШИЕ ГАЗЫ АВТОМОБИЛЕЙ – ИСТОЧНИК ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Перзадаева Акмарал Абуовна, *кандидат техничеких наук, доцент, АО Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,* ***Республика Казахстан****, г. Астана, akma_72@mail.ru*

В данной работе по результатам натурных наблюдений в зоне регулируемого перекрестка Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина проведены расчеты выбросов вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей. Проведен физико-химический анализ образцов почвы, атмосферного воздуха, снежного покрова на содержание тяжелых металлов, неорганической пыли, оксидов азота и серы.

Ключевые слова: отработавшие газы автомобилей, натурные наблюдения, загрязняющие вещества, тяжелые металлы, оксиды азота и серы, неорганическая пыль.

EXHAUST GASES VEHICLES - POLLUTANT EMISSION SOURCES

Perzadayeva A.A.

In this paper, based on the results natural observations in the zone adjustable crossroads Sh. Kudayberdyuly – st. Pushkin performed calculations of emissions of harmful substances entering into the atmosphere from the exhaust gases of vehicles. Physico-chemical analysis of soil, air, snow cover on the content of heavy metals, inorganic dust, nitrogen oxides and sulfur are conducted.

Keywords: exhaust-gass, model supervisions, contaminents, heavy metals, oxides of nitrogen and sulphur, inorganic dust.

Отработавшие газы автомобильных двигателей – это смесь примерно 200 токсичных веществ, прежде всего оксидов углерода, углеводородов, оксидов азота, серы, альдегидов, сажи, бенз(а)пирена, соединений тяжелых металлов. Один легковой автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем больше 4 тонн кислорода, выбрасывая с выхлопными газами примерно 800 кг оксидов углерода, около 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Почти 2 тыс. т асбеста, 50 тыс.т резиновой пыли, 2 тыс.т соединений свинца и других тяжелых металлов ежегодно оседают в придорожной полосе [1].

В отработавших газах автомобильных двигателей находятся многие углеводородные компоненты, присутствующие в топливе, прежде всего олефины, парафины, нафтены и ароматические углеводороды. Наиболее токсичны из углеводородов полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Максимальный уровень токсичности имеет бенз(а)пирен $C_{20}H_{12}$, который является канцерогенным и вызывает рак легких.

Сажа, содержащаяся в отработавших газах, обладает большей токсичностью, чем обычная пыль. Размеры частиц составляют 0,19-0,54 мкм и могут достигать альвеол легких или откладываться в носовых пазухах, трахеях или бронхах. В состав твердых частиц кроме сажи входят соединения серы, свинца. Оксиды серы при малом содержании (0,001 %) вызывают раздражение дыхательных путей, при содержании 0,01 % происходит отравление людей за несколько минут. Смесь SO_2 и CO при длительном воздействии вызывает нарушение генетической функции организма.

Контакт с соединениями свинца приводит к головной боли, утомлению, нарушению сна, снижению ферментативной активности белков. Свинец, накапливаясь в организме, может вызывать тяжелые расстройства нервной и кроветворной систем [2].

В продуктах сгорания двигателей могут одновременно присутствовать шесть соединений азота с кислородом: N_2O, NO, N_2O_3, NO_2, N_2O_4, N_2O_5. На организм человека NO_2 действует как острый раздражитель (концентрация до 15 мг/м^3) и может вызывать отек легких при концентрации 200–300 мг/м^3. При тех концентрациях, которые имеются в атмосфере, NO_2 только потенциально можно связать с хроническими заболеваниями. При концентрациях менее 0,01 млн$^{-1}$ у детей в возрасте 2–3 лет наблюдается некоторый рост количества заболеваний бронхитом.

Тяжелые металлы поступают в придорожное пространство как в результате работы собственно автотранспортных средств, так и при истирании дорожного полотна. В результате истирания автопокрышек в почву вблизи автомобильной дороги поступают алюминий, кобальт, медь, железо, марганец, свинец, никель, фосфор, титан, цинк и другие элементы [1].

Последствия воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, весьма серьезны и имеют широчайший диапазон действия: от кашля до летального исхода.

В связи с чем, расчеты выбросов отработавших газов автомобилей и изучение их накопления в приземных слоях улично-дорожных сетей является одной из острых проблем крупных городов как Астана.

Материалы и методы исследования. Для оценки величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на перекрестке Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина были проведены натурные наблюдения согласно «Методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов РНД 211.2.02.11-2004», утвержденного Министерством охраны окружающей среды Республики Казахстан. Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения были выполнены в часы «пик». Для большинства городских автомагистралей отмечается два максимума: утренний и вечерний, поэтому натурные наблюдения проводились с 8.00 ч. до 9.00 ч. и 17.00 ч. до 18.00 ч. Так как в районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора, и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора, то на выбранных перекрестках перед светофором было зафиксировано количество автомобилей по категориям (легковые, грузовые, автобусы). Подсчет проходящих по данному участку автомагистрали транспортных средств проводился в течение 20 минут одного часа на каждом светофоре, далее данные суммировались. По результатам натурных наблюдений были рассчитаны выбросы вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей: оксид углерода (CO), оксиды азота NO_x (в пересчете на диоксид азота), углеводороды (CH), сажа, диоксид серы ($S0_2$), формальдегид, бенз(а)пирен.

Для проведения анализа атмосферного воздуха в приземных слоях улично-дорожных сетей придорожного полотна были отобраны пробы согласно РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». Отобранные образцы были проанализированы по следующим показателям: диоксид азота, диоксид серы, оксид азота, свинец и его соединения, цинк и его соединения, пыль неорганическая на универсальном газоанализаторе ГАНГ-4. Для определения степени загрязнения почвы тяжелыми металлами в мае 2012 года были отобраны почвы, наиболее подверженные загрязнениям согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. Отбор проб проводился методом «конверта» на площадках размером 10*10 м с поверхностного горизонта от 0-10 см. В отобранных пробах согласно методике МУ 08-47/203 на вольтамперометрическом комплексе СТА были определены кадмий, цинк, свинец.

Результаты исследования. Натурные наблюдения за транспортным потоком в зоне регулируемого перекрестка пр. Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина были организованы в сентябре 2013 года и в апреле 2014 года в рабочие и выходные дни. Перекресток пр. Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина является Т-образным перекрестком, где движение регулируется тремя обычными светофорами.

В таблице 1 приведены расчеты выбросов загрязняющих веществ автомобилями в зоне перекрестка пр. Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина за сентябрь 2013 год.

Как видно из таблица 1, в зоне перекрестка пр. Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина выбросы CO находятся в пределах 27,01–47,48 г/мин; загрязнение угарным газом больше в утреннее время, чем в вечернее и в будничные дни, чем в выходные. Максимальный выброс оксидов азота зафиксирован 14 сентября с 8.00 ч. до 8.20 ч. в количестве 4,29 г/мин. Концентрация углеводородов находится в пределах 1,99-4,25 г/мин.

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ автомобилями в зоне перекрестка пр. Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина за сентябрь 2013 год

Время, ч	Выброс, г/мин						
	CO	NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	сажа	SO_2	формальдегид	бенз(а)пирен
11.09.2013							
8.00-8.20	47,48	0,99	4,25	0,05	0,17	0,020	$28{,}39 \cdot 10^{-6}$
17.00-17.20	30,52	0,74	2,90	0,04	0,12	0,020	$18{,}58 \cdot 10^{-6}$
14.09.2013							
8.00-8.20	43,14	4,29	3,87	0,05	0,17	0,020	$26{,}15 \cdot 10^{-6}$
17.00-17.20	33,40	0,82	1,99	0,04	0,14	0,020	$21{,}72 \cdot 10^{-6}$
25.09.2013							
8.00-8.20	35,10	0,85	3,63	0,04	0,15	0,020	$24{,}0410^{-6}$
17.00-17.20	36,57	0,87	3,40	0,05	0,15	0,020	$23{,}23 \cdot 10^{-6}$
28.09.2013							
8.00-8.20	30,51	0,81	2,99	0,05	0,13	0,020	$18{,}10 \cdot 10^{-6}$
17.00-17.20	27,01	0,71	2,74	0,05	0,12	0,070	$16{,}31 \cdot 10^{-6}$

Концентрации сажи, оксида серы, формальдегида относительно стабильны. Содержание бенз(а)пирена варьирует в пределах $16{,}31 \cdot 10^{-6}$ - $28{,}39 \cdot 10^{-6}$г/мин.

Таким образом, в зоне регулируемого перекрестка пр. Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина атмосферный воздух приземных слоев улично-дорожных сетей максимально загрязняется оксидом углерода (II), углеводородами, бенз(а)пиреном. Причем загрязнение больше всего происходит в утренние «час пики» в рабочие дни.

В таблице 2 представлены расчеты выбросов загрязняющих веществ автомобилями в зоне перекрестка пр. Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина за апрель 2014 год.

Как видно из таблица 2, в атмосферу в среднем в течение месяца выбрасывается CO в пределах 10,25-20,00 г/мин. Максимальные выбросы CO отмечаются с вечернее время чем в утреннее. Содержание оксидов азота находится в пределах 0,18-0,30 г/мин и остается стабильным в течение дня.

Таблица 2 – Выбросы загрязняющих веществ автомобилями в зоне перекрестка пр. Ш. Кудайбердыулы – ул. Пушкина за апрель 2014 год

Время, ч	Выброс, г/мин						
	CO	NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	сажа	SO_2	формальдегид	бенз(а)пирен
5.04.2014							
8.00-8.20	10,25	0,19	0,98	0,007	0,048	0,004	$6{,}03 \cdot 10^{-6}$
17.00-17.20	15,88	0,25	1,38	0,005	0,058	0,004	$8{,}40 \cdot 10^{-6}$
15.04.2014							
8.00-8.20	15,20	0,26	1,35	0,007	0,049	0,004	$8{,}72 \cdot 10^{-6}$
17.00-17.20	20,00	0,30	1,86	0,005	0,057	0,005	$10{,}60 \cdot 10^{-6}$
19.04.2014							
8.00-8.20	12,62	0,18	1,25	0,005	0,029	0,004	$6{,}42 \cdot 10^{-6}$
17.00-17.20	14,82	0,26	2,14	0,006	0,075	0,006	$9{,}30 \cdot 10^{-6}$
29.04.2014							
8.00-8.20	15,80	0,24	1,40	0,005	0,057	0,004	$8{,}90 \cdot 10^{-6}$
17.00-17.20	18,20	0,27	2,27	0,006	0,054	0,005	$9{,}70 \cdot 10^{-6}$

Высокая концентрация углеводородов 2,27 г/мин зафиксирована 29 апреля 2014 года в вечернее время. Выбросы сажи практически не меняются за весь период наблюдений, и остаются в пределах 0,005–0,007 г/мин. Выбросы оксида серы (IV) в вечернее время немного выше, чем в утреннее. Концентрация формальдегида в атмосфере остается практически неизменной в пределах 0,004-0,006 г/мин. Максимальные выбросы бенз(а)пирена наблюдаются в вечернее время, когда возрастает интенсивность движения, так 15 апреля 2014 года концентрация бенз(а)пирена достигла $10{,}60 \cdot 10^{-6}$ г/мин.

Таким образом, подытоживая результаты работы, можно сказать, что на перекрестке пр. Ш. Кудайбердыулы пересечение с ул. Пушкина в сентябре 2013 года в зоне регулируемого перекрестка по расчетам в среднем в атмосферу поступило 35,46 г/мин CO; 2,5 г/мин оксидов азота; 3,22 г/мин углеводородов; 0,046 г/мин сажи; 0,14 г/мин оксида серы (IV); 0,026 г/мин формальдегида; $22{,}06 \cdot 10^{-6}$ бенз(а)пирена. В утреннее время в окружающее пространство выбрасывается загрязняющих веществ больше чем в вечернее время, что связано с высокой интенсивностью движения транспортных потоков. По результатам 2014 года следует, что в апреле месяце в среднем в окружающее пространство поступило 15,34 г/мин CO; 0,25 г/мин оксидов азота; 1,67 г/мин углеводородов; 0,006 г/мин сажи; 0,053 г/мин оксида серы (IV); 0,005 г/мин формальдегида; $8{,}5 \cdot 10^{-6}$ бенз(а)пирена. Концентрации загрязняющих веществ в вечернее время несколько превышают объемы выбросов в утреннее время. Таким образом, выбросы отработавших газов автомобилей в 2013 году почти в 2 раза выше, чем выбросы в 2014 году.

В целях выявления уровня загрязнения воздушного пространства тяжелыми металлами в придорожной зоне проспекта Ш. Кудайбердыулы на пересечении с улицами Мустафина и Пушкина в декабре 2012 года были проведены гидрохимические исследования снежного покрова на содержание меди, цинка, свинца, кадмия. Результаты анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в снежном покрове по пр. Ш. Кудайбердыулы за 2012 год

Место отбора пробы	pH	Содержание тяжелых металлов			
		мг/дм^3			мкг/дм^3
		Cu	Zn	Pb	Cd
Пост 1	9,15	0,0049	1,062	0,0058	0,018
Пост 2	5,89	0,0049	0,628	0,0064	0,033
Пост 3	7,48	0,0049	0,654	0,0032	0,009
Пост 4	7,45	0,0052	0,884	0,0071	0,030
Примечание:посты 1, 2 – пр. Ш. Кудайбердыулы пер. с ул. Мустафина, посты 3, 4 – пр. Ш. Кудайбердыулы пер. с ул. Пушкина.					

Для определения качества воздуха в приземных слоях улично-дорожных сетей пр. Ш.Кудайбердыулы в мае 2013 года и в сентябре 2014 года были проведены инструментальные замеры атмосферного воздуха на содержание оксидов азота, серы, тяжелых металлов и неорганической пыли. Результаты анализа представлены в таблице 4, 5.

Таблица 4 – Результаты инструментальных замеров атмосферного воздуха в приземных слоях улично-дорожных сетей по пр. Ш. Кудайбердыулы за 2013 год

Место отбора пробы	Наименование определяемого показателя				
	диоксид азота	диоксид серы	оксид азота	свинец и соедин.	цинк и соедин.
	концентрации загрязняющих веществ, мг/м^3				
Пост 1	2,140	0,132	0,0966	0,000378	0,360
Пост 2	0,292	0,0152	0,0197	0,000192	0,267
ПДК$_{м.р.}$ для насел. мест, мг/м^3	0,2	0,125	0,4	0,001	0,05
Примечание – пост 1 – пр. Ш. Кудайбердыулы пер. с ул. Мустафина, пост 2 – пр. Ш. Кудайбердыулы пер. с ул. Пушкина					

Как видно из таблица 4, превышение ПДК$_{м.р.}$ по диоксиду азота наблюдается на посту 1 почти в 11 раз, на посту 2 в 1,5 раза. Некоторое превышение ПДК$_{м.р}$ по диоксиду серы зафиксировано на посту 1, т.е. на перекрестке пр. Ш.Кудайбердыулы пересечение с ул. Мустафина. По оксиду азота (II) и свинцу отклонений от ПДК$_{м.р}$ не выявлено. Концентрация цинка и его соединений в атмосферном воздухе превышает ПДК$_{с.с.}$ на посту 1 в 7 раз, на посту 2 в 5 раз.

Как видно из таблица 5, на момент отбора проб атмосферного воздуха в приземных слоях улично-дорожных сетей на обоих постах превышения по загрязняющим веществам не обнаружены.

Нужно отметить, что на концентрацию выбросов влияют метеоусловия, выпадение осадков, что ведет к самоочищению воздуха. Лето и осень 2014 года были дождливыми, ве-

роятно из-за чего не были зафиксированы превышения ПДК загрязняющих веществ в пределах данного перекрестка.

Таблица 5 – Результаты инструментальных замеров атмосферного воздуха в приземных слоях улично-дорожных сетей по пр. Ш. Кудайбердыулы за 2014 год

Место отбора пробы	Наименование определяемого показателя					
	диоксид азота	диоксид серы	оксид азота	свинец и соедин.	цинк и соедин.	пыль неорган.
	концентрации загрязняющих веществ, мг/м^3					
Пост 1	0,00312	0,00256	0,00411	0,000354	0,00322	0,163
Пост 2	0,00292	0,00365	0,00387	0,000256	0,00333	0,122
ПДК$_{м.р.}$ для насел.мест,мг/м^3	0,2	0,125	0,4	0,001	0,05	0,5
Примечание – пост 1 – пр. Ш. Кудайбердыулы пер. с ул. Мустафина, пост 2 – пр. Ш. Кудайбердыулы пер. с ул. Пушкина.						

Основная масса металлов автотранспортного происхождения очень быстро попадает на поверхность почвы. Наиболее опасными загрязнителями природной среды среди тяжелых металлов традиционно считаются свинец и кадмий [2]. Кадмий представляет особую опасность, поскольку он выводится из организма крайне медленно (период полувыведения 10 лет и более). Накопление кадмия идет преимущественно в почках и костной ткани до 40-летнего возраста [1].

Почва придорожной зоны загрязняется также другими металлами. Так, при фоновом содержании цинка в чистых почвах от 30 до 220 мг/кг, вблизи автомобильной дороги оно может составлять до 400 мг/кг. Предельно допустимое содержание кадмия – до 0,07 мг/кг, цинка – 23 мг/кг, свинца 6 мг/кг.

В таблице 6 представлены результаты химического анализа почв, отобранных вдоль придорожной полосы по пр. Ш. Кудайбердыулы на пересечении с улицами Мустафина и Пушкина в мае 2013 года.

Таблица 6 – Результаты анализа почв придорожной полосы по пр. Ш. Кудайбердыулы за 2013 год

Место отбора пробы	Единица изменения	Наименование определяемого показателя		
		цинк	свинец	кадмий
Пост 1	мг/кг	< 1,0	< 0,2	0,1
Пост 2	мг/кг	< 1,1	< 0,2	0,1
Примечание – пост 1 – пр. Ш. Кудайбердыулы пер. с ул. Мустафина, пост 2 – пр. Ш. Кудайбердыулы пер. с ул. Пушкина				

Как следует из данных, приведенных в таблице 5, превышения ПДК цинка и свинца не наблюдается. Содержание кадмия в почве около 0,1 мг/кг, что превышает предельно допустимую концентрацию почти в 1,5 раза на обоих постах наблюдений.

Высокий уровень техногенных загрязнений почв и в локальном, и в региональном масштабах затрудняет определение природной фоновой концентрации отдельных элементов, поэтому вопрос о возможности реабилитации почв придорожных зон весьма проблематичен. В связи с чем в придорожной зоне необходимо формировать искусственные экосистемы, поскольку естественные не выдерживают автотранспортного воздействия. Формирование искусственных экосистем необходимо проводить с учетом устойчивости биологических видов, совместимости растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзюба К.С., Никулин В.В. Автотранспорт. – Дубна: Эковестник Дубны, 2001. – 296 с.

2. Кавтарадзе Д.Н., Николаева Л.Ф. и др. Автомобильные дороги в экологических системах. – Москва: ЧеРо, 1999. – 240 с.

УДК 666.295.4

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Радченко Светлана Леоновна, *кандидат технических наук, старший преподаватель, УО «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, radchenko_75@list.ru*

Курило Ирина Иосифовна, *кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой. УО «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, radchenko_75@list.ru*

Радченко Юрий Сергеевич, *кандидат технических наук, доцент, декан факультета, УО «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, ysrad@mail.ru*

Жарский Иван Михайлович, *кандидат химических наук, профессор, ректор университета, УО «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, radchenko_75@list.ru*

Установлена возможность использования твердых остатков после выщелачивания ванадийсодержащих компонентов из отработанных ванадиевых катализаторов для изготовления цветных стекол, глазурных покрытий по керамике, керамических пигментов.

Ключевые слова: отработанные ванадиевые катализаторы, цветные стекла, глазури, керамические пигменты.

ON THE USE OF INDUSTRIAL VANADIUM-CONTAINING WASTE

Radchenko S.L., Kurilo I.I., Radchenko Y.S., Zharsky I.M.

The possibility of using the solid residue after leaching of components from waste vanadium catalysts for the manufacture of colored glass, glaze coatings on ceramics, ceramic pigments.

Keywords: waste vanadium catalyst, colored glass, glazes, ceramic pigments.

Введение. Среди твердых токсичных отходов, образующихся в различных отраслях промышленности, с точки зрения получения из них коммерческих продуктов определенный интерес представляют отработанные ванадиевые катализаторы сернокислотного производства (ОВК). На предприятиях Республики Беларусь используют катализаторы типа сульфованадата на силикагеле, содержание ванадия в которых в пересчете на V_2O_5 достигает 7,5 % (здесь и далее по тексту масс. %), что значительно выше, чем в рудном сырье. В процессе эксплуатации происходит потеря активности катализаторов, что в основном связано с частичным восстановлением оксида ванадия (V) и изменением структуры активного компонента и носителя. Отработанные катализаторы, являющиеся многокомпонентным сырьем, относятся к сложным видам отходов, и их переработка связана со значительными трудностями. В состав ОВК в качестве основных компонентов, помимо V_2O_5, входят оксид кремния – 40,4 %, а также оксиды натрия, калия и кальция – 13,9 %.

Утилизацию ОВК проводят пирометаллургическими и гидрометаллургическими способами. Последние имеют ряд преимуществ. Исследования, проведенные ранее [1,5], позволили предложить гидрометаллургическую схему переработки ОВК типа сульфованадата на силикагеле, включающую:

- измельчение ОВК;
- растворение ОВК в растворах серной кислоты при наложении ультразвукового поля;
- восстановительное выщелачивание;
- отделение твердого остатка после выщелачивания;
- химическое или электрохимическое окисление ванадийсодержащих растворов;
- термогидролитическое выделение V_2O_5 из растворов.

Целью данной работы является установление возможности использования твердых остатков (ТО) после выщелачивания ванадийсодержащих компонентов из ОВК для изготовления цветных стекол, глазурных покрытий по керамике, керамических пигментов.

Материалы и методы исследования. Материалами исследования являются твердые остатки после выщелачивания отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства.

Элементный состав отходов изучали методом энергодисперсионного микроанализа (EDX) на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL (Япония).

Рентгенофазовый анализ выполняли на установке ДРОН-3 с ионизационной регистрацией рентгеновских лучей. Излучение – FeK_α и детектор – Счетчик Гейгера. Скорость записи 1-2°/мин в области углов 2θ = 10-70°. Для идентификации кристаллических фаз использовались американская картотека ASTM [115] и программа идентификации PD Win 2.0. «Порошковые методы рентгеновского анализа» (НПП «Буревестник», г. Санкт-Петербург).

Синтез опытных стекол осуществляли путем сплавления шихт в фарфоровых тиглях емкостью 0,3 л в пламенной газовой печи при температуре 1350 – 1400°С с выдержкой при максимальной температуре в течении 2 ч. Тигли с шихтой помещали в холодную печь, в которой осуществлялся подъем температуры со скоростью 200°С/ч до 800°С и 300°С/ч до максимальной. Результаты варки стекол оценивалось качеством вытянутой нити. После варки стекольные расплавы резко охлаждали путем их отливки на холодную металлическую плиту.

Приготовление фриттованных глазурей осуществляли методом мокрого помола составляющих компонентов в агатовой ступке и в фарфоровом барабане на мельнице «Speedy-1» (Италия) с фарфоровыми шарами до тонины помола, составляющей остаток на сите № 0063 в количестве 0,1–0,3 %. Полученный глазурный шликер наносили на обожженную на утиль керамическую подложку методом полива и окунания.

Обжиг опытных образцов с глазурным покрытием проводили в электрических лабораторных печах типа СНОЛ при заданных режимах термообработки. Исследование качества глазурных покрытий в зависимости от температурно-временных условий процесса обжига проводили путем термообработки нанесенных на керамическую подложку глазурных суспензий с влажностью 50–55 % с последующей сушкой на воздухе и обжигом в электрической печи. Термообработку вели при 950 и 1000°С с выдержкой при максимальной температуре 30 мин. Подъем температуры до максимальной осуществляли в течение 1 ч 45 мин, охлаждение – инерционное в закрытой печи.

Синтез пигментов осуществляли путем совместного измельчения и перемешивания компонентов шихт с последующим обжигом в электрической печи при температуре 1000°С (выдержка при максимальной температуре – 1 час).

Результаты исследования и обсуждение. В пересчете на оксиды химический состав ТО представлен следующими компонентами, %: SiO_2 – 88,68; SO_3 – 4,93; K_2O – 2,13; V_2O_5 – 3,65; Al_2O_3 – 0,61. Согласно данным РФА оксид кремния в составе ТО находится в рентгеноаморфном состоянии, что положительно влияет на процессы стеклообразования, так как при этом понижается температура синтеза стекловидных материалов и вязкость силикатных расплавов. Наличие соединений в составе ТО обусловливает возможность синтеза окрашенных стекол и глазурей на его основе.

Синтез стекол осуществлялся в боросиликатной системе: R_2O-RO-V_2O_5-Al_2O_3-B_2O_3-SiO_2 (где R_2O = Na_2O+K_2O, RO = MgO+CaO). Количество вводимого ТО составляло 60 – 65 %. Синтезированные стекла характеризовались прозрачностью, имели черную окраску и блестящую поверхность. Высокая декоративность полученных цветных стекол определяет возможность изготовления на основе экспериментальных составов декоративных окрашенных стеклоизделий (стекла для витражей, вазы, пепельницы и др.). Кристаллизующих и опалесцирующих стекол при выработке не обнаружено, что свидетельствует о возможности получения на их основе качественных окрашенных глазурных покрытий.

Глазури, полученные на основе опытных стекол, характеризовались хорошей кроющей способностью. Цветовая гамма глазурей представлена различными оттенками серого тона. Фактура покрытий – блестящая и полуматовая. Твердость по Моосу составила 5–6. Глазурное покрытие, наносимое на поверхность керамических изделий, способствует их долговечности, предохраняет керамическую основу от загрязнения и придает ей высокие декоративно-эстетические свойства [2]. Разработанные цветные глазури могут использоваться в качестве коммерческого продукта для предприятий по производству печных изразцов, майолики и изделий художественной керамики.

Керамические пигменты представляют собой окрашенные в различные цвета жаропрочные неорганические соединения. Такие пигменты применяют для получения цветных глазурей, мастик, надглазурных и подглазурных керамических красок, а также для изготовления цветных ангобов, объемного окрашивания керамических масс. Наиболее совершенной классификацией пигментов является классификация С. Г. Туманова, в основу которой положены особенности кристаллических структур минералов, используемых в качестве основы для их синтеза. В настоящее время синтез пигментов направлен на наиболее полное внедрение в кристаллическую структуру муллита, корунда, шпинелей красящих ионов и получение твердых растворов [3,4].

С целью получения жаростойких керамических пигментов в данной работе исследована возможность синтеза пигментов со структурой муллитового состава. Наличие структурообразующих оксидов SiO_2 и некоторого количества Al_2O_3 в составе твердых остатков выщелачивания ОВК, при дополнительной подшихтовке ТО оксидом алюминия, позволило получить пигменты с кристаллической структурой муллита ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). В качестве хромофоров использовали соединения элементов 3-d подгруппы: V (V), Cr (III), Fe (II), Co (II), Ni (II). Пигменты окрашены в оранжевый, синие, зеленые, серые тона в зависимости от используемого хромофора. Разработанные пигменты можно применять для получения цветных глазурей и керамических красок.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить возможность использования твердых остатков после выщелачивания ванадийсодержащих компонентов отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства для получения цветных стекол, керамических пигментов и глазурных покрытий по керамике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крышилович Е.В., Орехова С.Е., Курило И.И. Оптимизация процессов выделения соединений ванадия из отработанных ванадиевых катализаторов // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – Минск.: «Беларуская навука», № 3, 2011.– С. 32–36.

2. Левицкий И. А. Легкоплавкие глазури для облицовочной и бытовой керамики. – Минск: БГТУ, 1999.

3. Масленникова Г.Н., Пищ И.В. Керамические пигменты. – М.: РИФ «Стройматериалы», 2009.

4. Седельникова М.Б., Погребенков В.М., Горбатенко В.В., Кауцман Е.Я. Керамические пигменты для строительной керамики // Стекло и керамика. – 2009. – № 9. – С. 3–7.

5. Способ переработки отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства: пат. № 17007 Республика Беларусь, МПК B01J 23/92, C01G 31/00 / С.Е. Орехова, Е.В. Крышилович, И.И. Курило, заявитель Белорусский гос. технол. ун-т. № a20110758, заявл. 02.06.2011: опубл. 28.02.2013.

УДК 678.745.842.: 628.516

ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ: ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ, РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ

Будников Виктор Иванович, *кандидат технических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, **Россия**, г. Пермь, F1448@yandex.ru*

Максимов Александр Юрьевич, *кандидат биологических наук, доцент, Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского Отделения Российской академии наук, Пермский государственный национальный исследовательский университет, **Россия**, г. Пермь, almaks1@mail.ru*

Максимова Юлия Геннадьевна, *кандидат биологических наук. Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук, Пермский государственный национальный исследовательский университет, **Россия**, г. Пермь, maks@iegm.ru*

Горбунова Анна Николаевна, *аспирантка, Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук, Пермский государственный национальный исследовательский университет, **Россия**, г. Пермь, anna.neustroeva.88@mail.ru*

Изучены водосорбционные свойства влагоудерживающих материалов, наполненных промышленными отходами и природными наполнителями, предназначенных для использования в растениеводстве, озеленения городских и промышленных ладшафтов. Показано, что получаемые материалы не подавляют рост средообразующей бактериальной флоры, могут служить дополнительным источником питания для почвенных бактерий и улучшают состояние корневой ситемы растений. Разработан технологический процесс для крупнотоннажного производства данных материалов.

Ключевые слова: влагоудерживающие материалы, промышленные отходы, природные наполнители, гидрогель, наполнитель, водосорбционные свойства, почвенные бактерии, фитопатогены.

THE WATER-RETAINING MATERIALS: STUDY OF THE PROPERTIES, DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR INDUSTRIAL PRODUCTION

Budnikov V.I., Maksimov A.Yu., Maximova Yu.G., Gorbunova A.N.

The properties of water-retaining materials using in crop production, planting of greenery of urban and industrial landscapes, filled with industrial waste and natural fillers, were studied. It is shown that the materials do not inhibit the growth of environment-forming bacterial flora, and may serve as an additional source of food for soil bacteria and improve the condition of the plant's root system. The technological process for large-scale production of these materials was developed.

Keywords: Water-holding materials, industrial wastes, natural fillers, hydrogel, filler. water-sorbtion properties, soil bacteria, phytopathogens

В настоящее время во многих странах существует дефицит пресной воды и только применение современных технологий может обеспечить рациональное использование водных ресурсов [2,7]. В сельском хозяйстве, при озеленении городских и промышленных ландшафтов в водосберегающих технологиях используются полимерные материалы, обладающие высокой степенью водопоглощения (до нескольких сотен г воды на 1 г исходного сухого полимера). Одним из наиболее эффективных способов снижения себестоимости и повышенияэксплуатационных свойств подобных материалов является введение в полимерную матрицу различных дешевых наполнителей – промышленные отходы, дешевые природные вещества и др. [1,3,4,5,6,8].

Проведен поиск новых веществ, подходящих в качестве дешевых наполнителей для получения влагоудерживающих материалов. В качестве наполнителей использовались отходы биокаталитического производства акриловых мономеров (БПАМ), отходы производства хлебопекарных дрожжей (ХД), природные наполнители: органоминеральный П2, минеральный ПФ и гуматы (Гм). Также рассматривались комбинированные наполнители, до-

полнительно включавшие стимуляторы роста – индолилмасляную кислоту (ИМК) и гиббереллин (ГИБ) в различных концентрациях.

Процесс получения порошкообразных наполненных влагоудерживающих материалов заключался в полимеризации 30-40 % водных растворов акриламида и 20-25 % водных растворов акрилата натрия с окислительно-восстановительной системой инициирования. [5]

Сравнительные водосорбционные характеристики исследуемых материалов приведены на рисунке1.

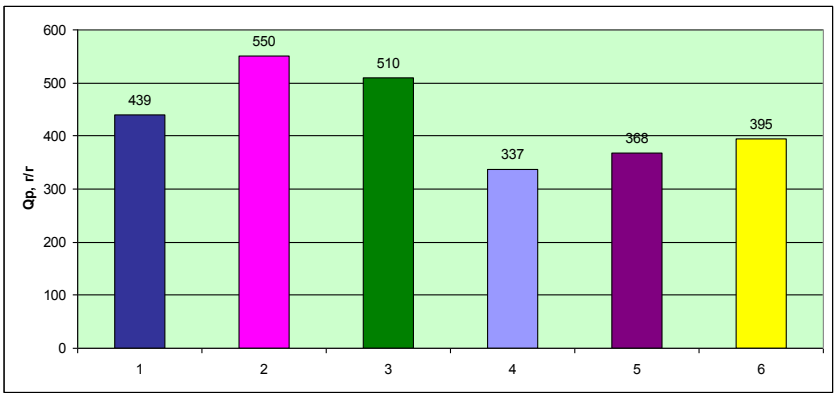


Рисунок 1 – Сравнительные характеристики равновесного водопоглощения влагоудерживающих материалов с различными наполнителями: 1- без наполнителя; 2–30 % БПАМ; 3–30 % П2, 4–20 % ХД; 5-10 % Гм; 6 – 20 % ПФ.

Результаты проведенных исследований дают основания рекомендовать для использования в производстве влагоудерживающих материалов, кроме ранее изученных отходов биокаталитического производства акриловых мономеров, природный органоминеральный наполнитель П2.

Также рассмотрено влияние циклов замораживания – размораживания на сорбционную ёмкость влагоудерживающих материалов с разными наполнителями. Испытания проводились с полным высушиванием образцов между циклами (рисунок 2) и без сушки.

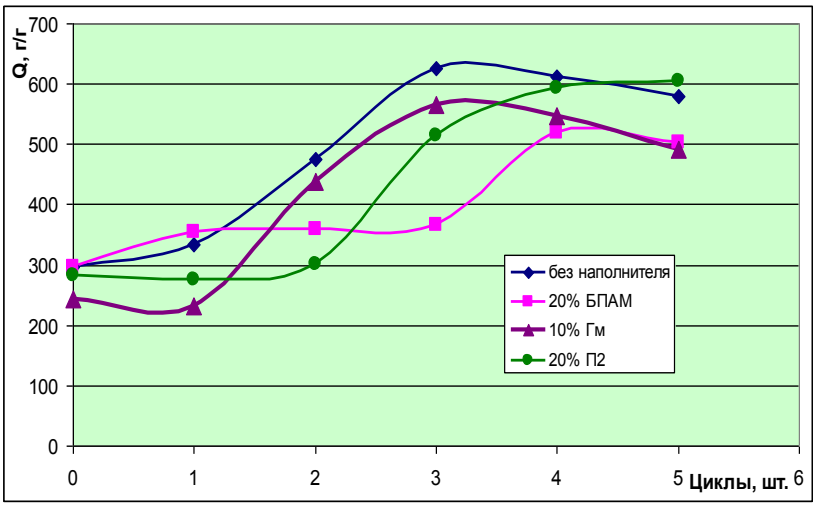


Рисунок 2 – Влияние циклов заморозки – разморозки на водосорбционные свойства влагоудерживающих материалов. 1- без наполнителя; 2 – 20 % БПАМ; 3 – 10 % Гм; 4 – 20 % П2.

Увеличение сорбционной ёмкости говорит о начале процесса разрушения материалов. Из полученных результатов следует, что наибольшую устойчивость к данным циклическим нагрузкам придают наполнители БПАМ и П2. Проверка устойчивости образцов к 10-кратному замораживанию без полной сушки показала, что разрушение происходит медленнее. Водопоглощение для материалов без наполнителя, 30 % БПАМ и 30 % П2 увеличилось в1,40 (323 и 454), 1,36 (382 и 520) и 1,48 (372 и 550) раз, соответственно.

Получены образцы полимерных материалов с наполнителями – фитогормонами (ИМК и ГИБ), изучено влияние наполненных гидрогелей на рост и развитие растений с учетом различных режимов полива. В качестве модельных растений были использованы семена перцев двух сортов – «Веснушка» и «Винни-пух». Эксперимент проводили по следующей схеме (таблица 1).

Таблица – Схема эксперимента по определению стимулирующей концентрации наполнителей с учетом различных режимов полива

	Концентрация ИМК/ГИБ в гидрогеле, %		
	0,3	0,3	0,3
Режим полива, мл/день	0	5	10
	0,6	0,6	0,6
Режим полива, мл/день	0	5	10
	0,9	0,9	0,9
Режим полива, мл/день	0	5	10
	Контроль без гидрогеля	Контроль без гидрогеля	Контроль без гидрогеля
Режим полива, мл/день	0	5	10

В ходе проведения эксперимента было установлено, что концентрации индолилмасляной кислоты, а также гиббереллина, оптимально стимулирующие процесс корнеобразования и рост вегетативной массы, составляет 0,9 % (рисунки 3, 4.).

3.1. 3.2. 3.3.

Рисунок 3 – Влияние различных концентраций индолилмасляной кислоты на степень набухания и водоотдачи полимерного гидрогеля, на общее состояние растения: 3.1. – концентрация ИМК 0,3 %, 3.2. – 0,6 %, 3.3. – 0,9 %.

Рисунок 4 – Влияние наполненного гидрогеля на рост и развитие растений с учетом различных режимов полива: 10, 5 и 0 мл/день.

Было выявлено, что наполнители – индолилмасляная кислота и гиббереллин не оказывают существенного влияния на свойства сорбента, его водоудерживающая способность оставалась без изменения.

Влияние наполненных препаратов гидрогелей на общее количество гетеротрофных бактерий в почвенной среде оценивали по изменению количества колониеобразующих единиц (КОЕ).

КОЕ определяли путем высева на среду Луриа - Бертани из почв, в которые добавляли полиакриламидный гидрогель различного наполнения (0,4 % от веса почвы), через 21 день выращивания перца (сорт «Подарок Молдовы»). Количество бактерий, гидролизующих амид, определяли при высеве на агаризованную среду N с ацетонитрилом в качестве единственного источника углерода и азота.

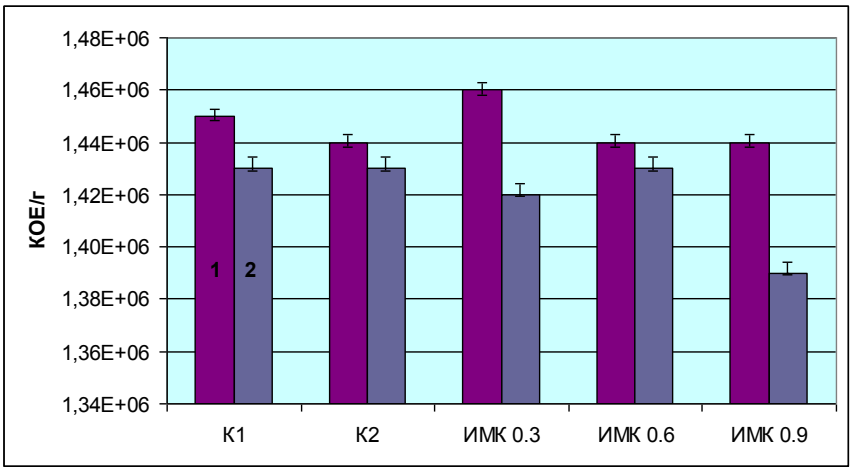


Рисунок 5 – Количество гетеротрофных бактерий в почве с добавлением гидрогеля, наполненного индолилмасляной кислотой (ИМК), после 21 дня выращивания перца: К1 – контроль без добавления гидрогеля, К2 – контроль с добавлением ненаполненного гидрогеля, ИМК 0.3, 0.6, 0.9 – гидрогель с добавлением ИМК в концентрации 0.3, 0.6 и 0.9 % соответственно; 1 – показатель КОЕ до взаимодействия с гидрогелем, 2 – показатель КОЕ после взаимодействия с гидрогелем.

Показано, что внесение в почву полимерных материалов с наполнителями-фитогормонами не оказывает на почвенную бактериальную флору влияния, достоверно отличающегося от контроля. Исключение составили гидрогели с наполнителями (ИМК и ГИБ) в концентрации 0.9 %, при внесении которых наблюдали небольшое снижение общего количества гетеротрофных бактерий.

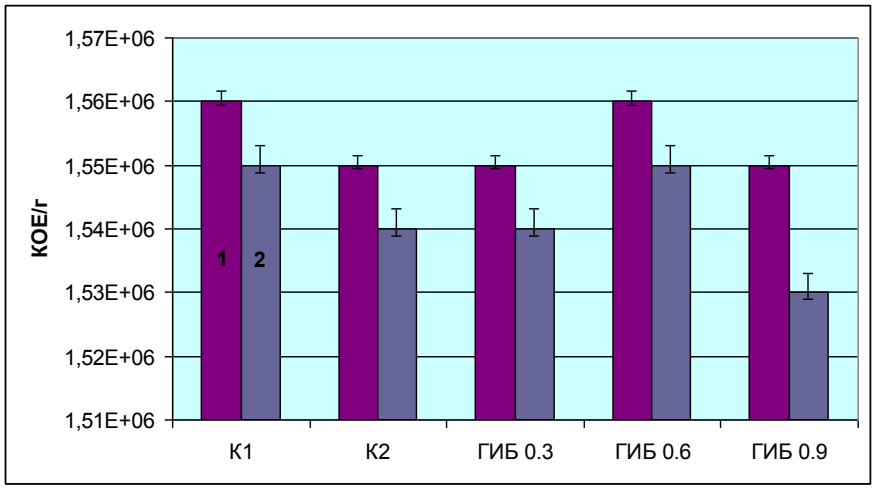


Рисунок 6 – Количество гетеротрофных бактерий в почве с добавлением гидрогеля, наполненного гиббереллином (ГИБ), после 21 дня выращивания перца: К1 – контроль без добавления гидрогеля, К2 – контроль с добавлением ненаполненного гидрогеля, ГИБ 0.3, 0.6, 0.9 – гидрогель с добавлением гиббереллина в концентрации 0.3, 0.6 и 0.9 % соответственно; 1 – показатель КОЕ до взаимодействия с гидрогелем, 2 – показатель КОЕ после взаимодействия с гидрогелем.

Определено, что количество бактерий, использующих амид в качестве единственного источника углерода и азота в образцах почв, составило от 6 до 16 % от общего количества гетеротрофов.

Таким образом, было показано, что влагоудерживающие материалы с наполнителями не нарушают бактериальную флору почвы и может служить дополнительным источником питания как для растений, так и для почвенных бактерий.

С целью разработки промышленной технологии проведено изучение влияния условий (время смешения, агрегатное состояние наполнителей и др.) и порядка ввода наполнителей в растворы мономеров, их дисперсности на водосорбционные, физико-механические свойства, содержание остаточных мономеров. Определены параметры сушки геля и физико-механические свойства сухого продукта. Разработаны технологические режимы сушки, измельчения и классификации наполненных влагоудерживающих материалов. Проведено аппаратурно-технологическое оформление всех стадий процесса получения наполненных влагоудерживающих материалов.

На основании проведенных исследований разработана нормативно-техническая и технологическая документация.

Таким образом, в результате проведенных работ показано, что использование промышленных отходов (БПАМ), отдельных природных веществ (П2) в качестве наполнителей позволяет создавать недорогие влагоудерживающие материалы, по водосорбционным свойствам не уступающие аналогам без наполнителей. Полученные полимеры, содержащие фитогормоны, оказывают не только положительное влияние на водный режим, но и стимулируют питание и рост модельных растений, а также рост и активность почвенной микрофлоры. Разработан технологический процесс крупнотоннажного получения влагоудерживающих материалов, содержащих наполнители.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будников В.И., Демаков В.А., Дубасов А.Н., Максимов А.Ю. Разработка современных высокоэффективных материалов для озеленения городских и промышленных ландшафтов. Сборник материалов научно-практической конференции «Экологические проблемы антропогенной трансформации городской среды». Пермь, ПГНИУ. – 2014. – С. 350-355.

2. Будников В.И., Синкин В.В., Стрельников В.Н. Исследование водосорбционных характеристик наполненных акриловых сополимеров / Журнал прикладной химии. – 2010. – Т. 83. – Вып.8. – С. 1284-1287.

3. Глобальная экологическая перспектива 3. – М.: ИнтерДиалект, 2002; Вода для людей, вода для жизни. Доклад ООН о состоянии водных ресурсов мира. Обзор (Программа оценки водных ресурсов мира). – М., 2003.

4. Максимов А.Ю., Максимова Ю.Г., Демаков В.А., Будников В.И. Влияние гидрогелей полиакриламида на микрофлору почв // Вестник Пермского университета. Серия «Биология». – 2010. – Вып. 1(1). – С. 45-49.

5. Патент RU 2536509 Композиционный влагоудерживающий материал и способ его получения / Будников В.И., Федченко В.И. и др.

6. Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв. М.: Изд-во МГУ, 2012. – 556 с.

7. Смагин А.В., Садовникова Н.Б. Влияние сильнонабухающих полимерных гидрогелей на физическое состояние почв легкого гранулометрического состава. – М.: МАКС Пресс, 2009. – 208 с.

8. Стрельников В.Н., Будников В.И., Синкин В.В. Полимерный гидрогель для использования в технологии орошения почв / Аграрная наука. 2007. – № 10. – С. 18-19.

УДК 504.03

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ И ИХ УТИЛИЗАЦИЯ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Любова Светлана Викторовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Лесотехнический институт, **Россия**, г. Архангельск, s.lyubova@narfu.ru*

Блынская Татьяна Анатольевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Архангельский НИИСХ, **Россия**, Архангельская область, Приморский район, п. Луговой, tanja315@ya.ru*

Любова Наталья Вениаминовна, *аспирант, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, лесотехнический институт, **Россия**, г. Архангельск, lyubova.natalya@yandex.ru*

Отходы – это одна из основных современных экологических проблем, которая несет потенциальную опасность для здоровья людей и для окружающей природной среды. Архангельская область, как субъект федерации, занимающийся активно такими направлениями народного хозяйства, как лесозаготовка и деревопереработка, целлюлозно-бумажная промышленность, железнодорожный и автомобильный транспорт, машиностроение подводных лодок и платформ для добычи нефти в акватории моря и т.д., накапливает достаточно много отходов, утилизация и переработка, которых весьма актуальна на современном этапе.

Ключевые слова: промышленные отходы, выбросы, загрязняющие вещества, строительный мусор

INDUSTRIAL WASTES AND THEIR UTILIZATION IN ARKHANGELSK REGION

Lubova S.V., Blynskaya T.A., Lubova N.V.

*Summary.*Waste - is one of the main contemporary environmental problems, which is a potential danger to human health and the environment. Arkhangelsk region, as the subject of the federation, actively engaged in areas of the economy such as forestry and wood processing, pulp and paper industry, rail and road transport, engineering and submarine platforms for oil in the waters of the sea, etc. accumulates a lot of waste, recycling and processing, which is very relevant at the present stage.

Keywords: industrial waste, emissions, pollutants, debris.

Введение. Архангельская область расположена на Севере Европейской части России. Ее побережье на протяжении 3 тыс. км омывается Белым, Баренцевым и Карским морями. Площадь территории 589913 км^2. Численность населения Архангельской области 1191,8 тыс. человек (01.01.2014), городское население составляет около 1 млн человек [1]. Крупные предприятия неравномерно распределены по территории области.

*Материалы и методы исследований.*Материалами для анализа современного состояния окружающей среды под воздействием промышленных отходов и выбросов являлись данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области за период 2000-2013 г.; министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области за период 2004-2013 г.; ГКУ Архангельской области «Центр природопользования и охраны окружающей среды» за период 2004-2013 г.

Результаты исследований. Наибольшее воздействие на состояние окружающей среды своими выбросами и сбросами техногенных загрязнений относятся: «Архангельская ТЭЦ», ОАО «Архангельский ЦБК», предприятия государственного Российского центра атомного судостроения (ГРЦАС): ГУПМП «Севмашпредприятие» и ГУЛ ПО «Звёздочка», акционерные общества Северодвинские ТЭЦ -1 и ТЭЦ-2, ОАО «Котласский ЦБК», космодром «Плесецк», ОАО «Онежский гидролизный завод», закрытое административное территориальное образование «Новая Земля»,магистральный газопровод «Ухта-Торжок», Урдомское и Приводинское ЛПУМГ и другие(таблица 1).

В таблице 2 представлены данные по отходам производства и потребления по классам опасности, наибольшее количество отходов V класса – 99,0 %, т.е. доминируют практически неопасные, степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую среду – очень

низкая, экологическая система практически не нарушается. Доля отходов IV класса -0,8 %, а других классов еще меньше.

Таблица 1 – Структура промышленного производства Архангельской области по видамэкономической деятельности

Вид деятельности	Структура, %
Добыча полезных ископаемых	0,8
Обрабатывающие производства, из них по основным видам деятельности:	89,3
производство пищевых продуктов	3,4
обработка древесины и производство изделий из дерева	4,3
целлюлозно-бумажное производство	13,7
химическое производство	0,9
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	1,3
производство транспортных средств и оборудования	62,2
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	9,9

Таблица 2 – Наличие, образование и размещение отходов производства и потребления по классам опасности в 2013 г.

Показатель	Отходы всех классов опасности	В том числе по классам опасности				
		I	II	III	IV	V
Наличие в организациях на 01.01.2013г.[1)]	196,3	2,7	0,0	33,1	27,8	132,6
Образовалось отходов	126242,5	0,6	0,1	76,7	1104,2	125061,0
Поступило от других организаций	1153,8	0,2	0,1	21,0	541,6	590,9
Использовано в организациях	13686,8	0,0	0,0	28,5	892,4	12765,8
Полностью обезврежено в организациях	32,1	0,1	0,0	4,3	22,8	4,8
Передано другим организациям – всего из них для:	961,1	0,2	0,2	40,5	256,3	663,9
Использования	538,8	0,0	0,2	13,0	49,0	476,5
Обезвреживания	96,7	0,2	0,0	26,1	68,9	1,5
Хранения	23,5	0,0	0,0	0,3	18,0	5,2
Захоронения	302,2	0,0	0,0	1,1	120,4	180,6
Размещено на собственных объектах за год из них в места:	112671,9	0,0	0,0	1.5	484,0	112186,4
Хранения	47,6	0,0	0,0	1,4	7,5	38,7
Захоронения	112624,2	0	0,0	0,0	476,4	112147,7
Наличие в организациях на 1.01.2014г.	288,4	3,1	0,1	57,5	25,5	202,3

Промышленные предприятия Архангельской области выбрасывают в атмосферу наиболее масштабным и значительным химическими загрязняющими веществами, несвойственными окружающей среде. Среди них – газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения структура производств загрязняющих атмосферу представлена в таблице 3. Преимущественно это производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона, производство неметаллических минеральных продуктов,производство и распределение электроэнергии, газа и воды.

Таблица 3 – Улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников(тыс. тонн)

Показатели	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.
Всего, в том числе:	748,8	608,3	656,1	569,9
обрабатывающие производства	526,2	402,7	449,8	413,0
из них:				
обработка древесины и производство изделий из дерева	5,4	6,3	3,9	8,9
производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона	310,0	374,8	357,1	309,6
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	210,2	20,9	88,2	93,9
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	219,3	204,3	203,2	139,4
транспорт и связь	1,0	0,5	1,7	0,8
прочие виды экономической деятельности	1,0	0,4	1,2	16,5

Утилизацию загрязняющих атмосферу веществ, уловленных очистными установками, к сожалению в полной мере осуществляют, только производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона 51,5 – 93,6 (по годам), производство неметаллических минеральных продуктов – до 42,7 % (2013 г.), именно они имеют оборудование позволяющее осуществлять этот процесс (таблица 4).

Таблица 4 – Утилизация загрязняющих атмосферу веществ, уловленных очистными установками(тыс. тонн)

Показатели	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.
Всего, в том числе:	179,4	219,5	264,7	219,2
обрабатывающие производства	173,4	217,1	259,7	216,0
из них:				
обработка древесины и производство изделий из дерева	5,1	6,1	3,6	8,5
производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона	168,0	189,8	167,6	113,3
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	0,0	20,9	88,2	93,9
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3,4	1,5	2,1	1,9
транспорт и связь	0,8	0,4	1,7	0,8

Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, осуществляют предприятия по добыче полезных ископаемых – 28,3-32,6 %, производство и распределение электроэнергии, газа и воды 26,3-32,3 % (таблица 5).

Таблица 5 – Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников(тыс. тонн)

Показатель	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.
Всего, в том числе:	402,7	425,9	373,0	245,4
сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	2,9	2,0	1,5	1,2
добыча полезных ископаемых	131,5	168,4	155,6	69,4
из них добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	131,1	168,0	155,0	68,2
обрабатывающие производства из них:	62,9	68,4	70,3	59,7
производство пищевых продуктов, включая напитки	0,5	0,5	0,6	1,0
обработка древесины и производство изделий из дерева	5,1	3,6	3,6	2,9
производство целлюлозы древесной массы бумаги и картона	46,4	60,2	60,0	51,3
производство прочих неметаллических минеральных продуктов	8,2	1,8	4,3	2,6
производство транспортных средств и оборудования	1,9	1,9	1,6	1,7
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	130,2	140,6	102,2	64,2
транспорт и связь	35,9	33,0	33,8	42,2
операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	21,9	4,7	2,6	0,7
здравоохранение и предоставление социальных услуг	1,7	1,1	0,9	0,9
прочие виды экономической деятельности	15,7	7,3	5,9	6,8

Архангельская область богата водными ресурсами. По данным Управления «Севрыбвод» площадь озер составляет 1678,9 тыс. га (или 224253 озера - с учетом Ненецкого автономного округа), протяженность рек 112,33 тыс. км (или 4457 водотоков - здесь с учетом Ненецкого автономного округа). Все реки (кроме Илексы) относятся к бассейну Северного Ледовитого океана. В период весеннего половодья реки сбрасывают до 50-65 % годового стока, а в межень сильно мелеют. Крупные реки: Северная Двина, Печора, Вага, Пинега, Онега, Мезень. В области около 2,5 тыс. озер, от малых до относительно крупных (более 50 км^2) - Лача, Кожозеро, Кенозеро, Лекшмозеро, Ундозеро.Забор воды из водных объектов составляет около 840 млн.м^3, в т.ч. из подземных источников – 42 млн.м^3, шахтно-рудничной воды – 4 млн.м^3, морской воды – 55 млн.м^3. Основное количество свежей воды забирается из водотоков бассейна Северной Двины предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности; энергетики, коммунального хозяйства. Всего на территории области по данным Госкомэкологии зарегистрировано 270 выпусков сточных вод. Водопотребление в области представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Водопотребление в Архангельской области (по данным Двинско-Печерского бассейнового водного управления (млн. куб. метров)

Показатель	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.
Забор воды из природных источников	756,4	700,7	740,7	738,8
Использование свежей воды	693,5	636,9	669,5	634,2
Объем сброса сточных вод	686,4	621,8	634,1	641,5

По сравнению с 2007 годом водопотребление в области в среднем по всем по всем показателям сократилось незначительно (6 %).Водные объекты области подвергаются загрязнению в результате деятельности жилищно-коммунального хозяйства Архангельска, предприятий энергетики и др. Повышенный уровень загрязнения сохраняется в устьевых участках рек Северная Двина и Вычегда ниже сбросов сточных вод Архангельского и Котласского целлюлозно-бумажных комбинатов. Главным источником загрязнения Белого моря является речной сток, с которым поступает основная масса загрязняющих веществ от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, энергетики, коммунального хозяйства, судов речного и морского флота и др.

Анализируя структуру сброса загрязняющих веществ на территории области по данным Государственного учета об использовании воды можно сказать, что основная (75,4 %) доля приходится на группу загрязняющих веществ с условным обозначением "Прочие". Сюда отнесены вещества, сброс которых не превышает в сумме 1 тыс.т. Исключение составляют хлориды, объем их сброса более 10 тыс.т (одна из причин высокого содержания хлоридов - вторичное загрязнение воды в процессе водоподготовки и обеззараживания), и танины - более 47 тыс.т. В эту группу веществ отнесен не только танин (вытяжка из древесины), но и лигносульфоновые кислоты, лигнин сульфатный (характерные загрязняющие вещества производства целлюлозно-бумажной промышленности). Наиболее распространенными загрязняющими веществами, сбрасываемыми со сточными водами и отнесенными в эту группу, являются нефтепродукты, сульфаты и др. Наибольший объем в структуре характерных загрязняющих веществ области (более 17 %) приходится на общий фосфор. Это, в первую очередь, объясняется неудовлетворительной работой очистных сооружений. [2]

На современном этапе развития одной из наиболее быстро развивающихся отраслей промышленности г. Архангельска является строительство. За последние 13 лет в строительные объемы, сданные в год, увеличились в 4 раза.

Таблица 7 – Объемы строительства и объемы строительного мусора по годам, куб. м

Показатель	2000 г.	2004 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.
Объем строительства	694855	1784042	1673263	1686455	2045921	2955571
Объем строительного мусора	13897,1	35680,84	33465,26	33729,1	40918,42	59111,42

Вместе с объемами строительства возросли и объемы строительного мусора, которые согласно РДС 82-202-96 «Правила разработки и применения нормативов трудно устранимых потерь и отходов материалов в строительстве» принимаюв среднем принимают 2 % от объемов строительных материалов. Отходы по опасности делятся на 5 классов, и строительный мусор относится к третьему классу опасности,классифицируется как умеренно опасные отходы. К ним относят: строительный мусор, остатки кирпича, щебенки, облицовочной плитки, цементного раствора, древесины, а так же металлолом и битое стекло, производственные отходы, вышедшее из строя оборудование, резиновые скаты, машинное и другие масла, кислота, щелочь и т.д.Степень губительного воздействия на экологию – средняя. Последствия от нанесенного отходами ущерба нейтрализуются в течение десяти лет.

Утилизация строительного мусора застройщиками в Архангельской области должна вестись в соответствие со следующим порядком:следует иметь отдельные контейнеры для досок, коробок, лома, бетона и пр., т.е. проводить сортировку мусора.Также необходимо заключить договоры с компаниями, специализирующимися на транспортировке и обезврежи-

вании отходов, либо заниматься этим самостоятельно.Еженедельно на городской полигон ТБО Архангельска вывозится от 2 до 3 тыс. тонн отходов от строительных компаний.

Таких полигонов для твердых бытовых отходов в Архангельской области семь – в Новодвинске, Северодвинске, Коряжме, Котласе, Мирном, Яренске и Плесецке,их эксплуатация согласована с Роспотребнадзором. Городская свалка г. Архангельска введена в эксплуатацию в 1961 году, ее площадь - 28,8 га, вместимость – более 1,5 млн. т, мощность – 155 тыс. т в год. Сейчас городской полигон ТБО эксплуатируется по всем нормам действующего санитарного и природоохранного законодательства.Система централизованного сбора и сортировки мусора в Архангельской области на настоящий момент так и не прижилась. Бизнес, связанный с переработкой отходов производства и потребления, непопулярен из-за обилия административных барьеров.

На современном этапе создается региональная государственная информационная система - областной кадастр: в реестры с набором данных о размещении и использовании отходов. В этоткадастр включены и организации-«загрязнители», и компании, занимающиеся сбором и утилизацией мусора.

Генеральная схема санитарной очистки Архангельска предполагает возведение нового мусороперерабатывающего завода, полигона твердых бытовых отходов, а также рекультивацию уже существующей городской свалки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Окружающая среда, природные ресурсы Архангельской области (2007-2013). Статистический сборник. Архангельск – 2014. – 54 с.

2. Окружающая среда, природные ресурсы Архангельской области (2004-2008). Статистический сборник. Архангельск – 2009. – 60 с.

3. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2013 год. Сборник. Архангельск – 2014. – 385 с.

УДК 658.567.1:69

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУБОВОГО ОСТАТКА ДИСТИЛЛЯЦИИ КАПРОЛАКТАМА

Жарская Тамара Александровна, *кандидат технических наук, доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь,** г. Минск*

Коротченя Татьяна Сергеевна, *студентка, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск*

Представлены результаты исследований возможности использования кубового остатка дистилляции капролактама в производстве стройматериалов. Показано, что данный отход можно использовать в составе добавки для цементного раствора, а также в качестве компонента состава для покрытия бетонных изделий.

Ключевые слова: капролактам, кубовый остаток дистилляции капролактама, использование отходов производства, цементный раствор, водопоглощение.

INVESTIGATION OF PROSPECTS OF USING RESID OF DISTILLATION CAPROLACTAM

Zharskaya T.A., KorotchenyaT.S.

Here are the results of a study into the composition and properties of caprolactam vat residue distillation and its possible use in production of building materials. It is shown that the mentioned substance can be used as a supplement to the cement solution and as a component part for covering of concrete materials .

Keywords: caprolactam, vat residue, waste use, cement solution, water absorption.

Введение. Технологические процессы производства продукции на ОАО «Гродно Азот» сопровождаются значительным воздействием на окружающую среду за счет образования большого количества отходов. Одним из отходов производства является кубовый остаток

дистилляции капролактама, который относится к отходам 3-го класса опасности и в настоящее время не используется, а подвергается огневому обезвреживанию, приводящему к загрязнению атмосферного воздуха. В настоящее время в Республике Беларусь нет предприятий, осуществляющих переработку кубового остатка дистилляции капролактама.

В то же время известно несколько направлений использования кубового остатка: при приготовлении полирующего состава; как добавка при производстве бетонных смесей; для получения адипиновой кислоты; для модифицирования сорбента, применяемого для извлечения ионов тяжелых металлов; в качестве выгорающей добавки в керамических массах; в составе строительных растворов и некоторые другие.

Проведенный анализ показал, что наиболее радикально решать проблему утилизации отходов возможно в отрасли строительных материалов, так как их производство является массовым и многотоннажным, а заводы по их изготовлению расположены почти в каждой области.

Целью данной работы является определение возможности использования отходов производства капролактама - кубового остатка дистилляции капролактама - в качестве компонента добавки для бетонной смеси и составляющего композиции для покрытия бетона. Использование и переработка отхода позволит снизить воздействие производства на окружающую среду.

Материалы и методы исследования. В промышленности капролактам получают из бензола, фенола или толуола. Полученный капролактам очищают с помощью ионообменных смол, а затем перегоняют. В результате дистилляции образуется 3 фракции: головная фракция, очищенный продукт и кубовый остаток. Головная фракция состоит из низкокипящих сложных эфиров 6-аминокапроновой кислоты, непрореагировавшего нитрила 6-аминокапроновой кислоты. Кубовый остаток состоит, в основном, из капролактама и его олигомеров. Свойства кубового остатка дистилляции капролактама приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства и состав кубового остатка дистилляции капролактама

Массовая доля έ-аминокапроновой кислоты, %	Массовая доля капролактама-мономера, %	Щелочность, ммоль/кг	Массовая доля Na, %	Массовая доля олигомеров, %
1,03	90,61	34,65	0,082	8,04

Кубовый остаток синтетических жирных кислот представляет собой смесь алифатических высших жирных кислот, преимущественно фракций C_{17}-C_{20} и выше, насыщенных монокарбоновых кислот, а также неомыляемых веществ смолистого вида продуктов конденсации и полимеризации. Образуется в виде отхода при дистилляции "сырых" жирных кислот C_5-C_{20}.

Состав добавки для бетонной смеси включает в себя кубовый остаток дистилляции капролактама, отход производства синтетических жирных кислот (кубовый остаток производства), гидроксид натрия при следующем соотношении компонентов, мас. %:

- кубовый остаток дистилляции капролактама на основе капролактама и его олигомеров (КОДК) - 47,62-62,5;
- кубовый остаток производства СЖК на основе высших жирных кислот (КОСЖК) - 31,25-47,62;
- гидроксид натрия - 4,76-6,25;
- вода – остальное.

Композиция для покрытия бетона включает, мас. %:

- низкомолекулярный полиэтилен 3,9-6,5;
- синтетические жирные кислоты 1,3-3,3;
- капрол 8,9-29,4;
- вода 65,4-81,3.

Добавку для бетонной смеси готовили путем смешения при заданном соотношении трех вышеуказанных компонентов при температуре 40-60^{o}C и разбавлении ее водой. Полу-

ченную эмульсию добавляли в воду затворения при приготовлении растворных и бетонных смесей. Все составы цементных растворов с добавками готовились на основе исходного, в котором для сохранения его качеств цементно-песчаное отношение Ц/П составляло 1/3, водоцементное отношение В/Ц – 0,6. (Составы приведены в таблице2). Для получения бетонных изделий цементный раствор помещали в специальные формы. После затвердевания образцы набирали прочность во влажной атмосфере в течении 28 суток, после чего их подвергали испытаниям на прочность.

Приготовление композиции для покрытия бетона заключалось в следующем. Капрол добавляли к воде при перемешивании в течение нескольких минут и нагревании до 40-50°С. В разогретый раствор добавляли синтетические жирные кислоты и перемешивали до полного их растворения, после чего вводили предварительно расплавленный низкомолекулярный полиэтилен. Смесь интенсивно перемешивали до получения устойчивой эмульсии, после чего ее наносили на бетонное изделие методом окунания. Сушку производили при комнатной температуре. Для окунания бетонных образцов использовали следующие составы:

№1 - Вода + КОДК + СЖК; Соответственно образцы №1.

№2 - Вода + КОДК + СЖК + ПЭ; Соответственно образцы №2

Образцы сравнения №3 – без обработки в указанных составах.

Для исследования влияния полученного покрытия на водопоглощение бетона испытания проводили в соответствии с ГОСТ 12730.3 - 78. Испытание проводили на образцах естественной влажности и высушенных до постоянного веса. Образцы помещали в емкость, наполненную водой выше верхнего уровня уложенных образцов примерно на 50 мм. Температура воды составляла 20 ± 5°С. Каждые 24 часа образцы взвешивались. Испытания проводились до тех пор, пока результаты взвешиваний стали отличаться не более чем на 0,1 % [1-5].

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 2 представлены результаты исследования прочности цементных растворов в зависимости от вида и количества вводимых добавок. Количество вводимых в цементный раствор добавок – кубового остатка дистилляции капролактама (КОДК), кубового остатка производства синтетических жирных кислот (СЖК) и гидроксида натрия (NaOH) рассчитывалось, исходя из количества в нем цемента (смотри выше).

Таблица 2 – Прочность цементных растворов в зависимости от их состава

№ опыта	Состав цементного раствора	Добавки, % масс, от количества цемента			Среднее значение прочности, МПа
		КОДК	СЖК	NaOH	
1	Исходный (Ц:П:В)	-	-	-	14,32
2.	(Ц:П:В) +*				
2.1.	(Ц:П:В) +	0,05	-	-	12,18
2.2.	(Ц:П:В) +	0,10	-	-	16,39
2.3.	(Ц:П:В) +	0,25	-	-	17,16
2.4.	(Ц:П:В) +	0,40	-	-	20,66
2.5.	(Ц:П:В) +	0.50	-	-	19,04
3.	(Ц:П:В)+	0.25	0,25	-	18,65
4.	(Ц:П:В)+	0,125	0,112	0,013	14,75
5.	(Ц:П:В)+	0,24	-	0,01	13,85

+* - добавки к исходному составу:КОДК, СЖК, NaOH

Из приведенной таблицы видно, что с повышением содержания в смеси КОДК от 0,05 до 0,5 % прочность на сжатие образцов, твердевших в водных условиях в течение 28 суток, по сравнению с образцами сравнения, возрастает, достигая 20,66 МПа при 0,4 % концентрации КОДК в смеси, после чего начинает уменьшаться. Увеличение прочности отмечалось также в образцах, в составе которых содержалось по 0,25 % КОДК и СЖК. Увеличение прочности образцов, по-видимому, связано с появлением дополнительных связей межу составляющими вяжущего за счет появления в его составе КОДК.

Параллельно испытывались образцы, твердевшие на воздухе, причем их прочность на сжатие была значительно ниже, чем прочность образцов, насыщенных водой. Можно предположить, что это обусловлено недостаточным количеством воды для гидратации вяжущего в условиях естественной сушки на воздухе.

Результаты исследования влияния добавок рассматриваемых на водопоглощение бетонных образцов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость водопоглощения образцов от состава смеси для покрытия и времени выдержки в воде

Состояние образца	Время выдерживания в воде, сутки	Водопоглощение, %		
		№ смеси для окунания*		
		№1	№2	№3
Естественная влажность	1	5,13	5,31	5,27
	2	5,43	5,39	5,27
	3	5,63	5,41	5,68
	4	5,80	5,60	5,75
	10	5,84	5,78	5,69
Высушенные до постоянного веса	1	6,32	5,62	7,76
	2	6,40	5,87	7,79
	3	6,64	5,94	7,94
	4	6,65	5,95	8,06
	10	7,22	6,20	8,19

* - пояснения к составам №1, №2 и №3 смотри выше

По полученным результатам отмечено снижение водопоглащения образцов при использовании данного покрытия (примерно до 2 %), причем наблюдалось незначительное улучшение результатов для образцов с естественной влажностью, покрытых составом с полиэтиленом.

Таким образом, проведенные исследования показали целесообразность использования кубового остатка дистилляции капролактама в качестве компонента добавки для бетонной смеси и составляющего композиции для покрытия бетона. Для получения более детальных рекомендаций о возможности использования кубового остатка дистилляции капролактама в производстве строительных материалов необходимо продолжить исследование. Использование и переработка промышленных отходов позволяет решать не только вопросы снижения воздействия производства на окружающую среду, но и более рационально использовать сырьевые ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добавка для бетонной смеси: пат. 2072971, Россия, МПК C04B28/04, C04B28/04, C04B24:04, C04B22:06/ Ю.П . Гладких, В.И. Завражина, В.В. Ядыкина.

2. Полирующий состав: пат. 2048501, Россия, МПК C09G1/02 / В.М. Усиченко, М.И. Стуль, В.А. Колнооченко, А.М. Ивченко, В.Ф. Туманов, С.В. Липочкин, Н.Н. Тарасенков, Т.М. Стуль, Е.А. Андреева, Л. Фабри.

3. Состав строительного раствора: пат. 2099302, Россия, МПК C04B/ Г.Г. Рябов, Л.К. Егорычев, В.И. Коноплев, Н.М. Качурин, Р.Г. Рябов, М.И. Горбачева.

4. Способ извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов: пат. 2495830, Россия, МПК B01J C02F/ Т.Е. Никифорова, В.А. Козлов, Н.А. Ефимов.

5. Способ получения адипиновой кислоты из отходов производства капролактама окислением циклогексана: пат. 2366645, Россия, МПК C07C55/14, C07C55/14, C07C51/16 / И.Л. Глазко, Ю.А. Дружинина, С.В. Леванова, А. Б. Соколов; И. Л. Глазко, Ю. А. Дружинина, С. В. Леванова, А.Б. Соколов.

УДК 628.386

ПОЛУЧЕНИЕ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ РАСТВОРОВ ТРАВЛЕНИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Лихачева Анна Владимировна, *кандидат технических наук, доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, alikhachova@mail.ru*

Лисинецкая Мария Александровна, *магистрант, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, ramacca@bk.ru*

В статье представлены результаты проведенных исследований, направленных на получение пигментов из отработанных травильных растворов. Предложенные методы переработки отходов решают экологические проблемы и экономически выгодны.

Ключевые слова: отработанные травильные растворы, переработка отходов, железооксидные пигменты.

OBTAINING PIGMENTS FROM THE WASTE PICKLING SOLUTIONS OF FERROUS METALS

Likhacheva A.V., LisinetskayaM.A.

The article presents the results of research aimed at obtaining pigments from spent pickling solutions. The proposed methods of waste processing solve environmental problems and cost effective.

*Keywords***:** spent pickling solution,waste management, micaceous iron pigments.

Введение. Отработанные травильные растворы образуются в гальваническом производстве на стадии удаления с металлических поверхностей окалины, ржавчины и оксидных пленок. Операция травления производится как для черных, так и для цветных металлов. В основном травление черных металлов производится в серной, соляной кислоте или в их смеси. Отработанные травильные растворы содержат 250-350 г/л солей железа (II). Высокое содержание в отработанных травильных растворах солей железа позволяет рассматривать их как сырьевые ресурсы для получения: железного купороса, пигментов, сорбентов, коагулянтов, вяжущих материалов и др. Из отработанных растворов от травления черных металлов можно получить железосодержащие пигменты, которые можно использовать для приготовления красок, грунтовок, в производстве цветных строительных материалов и изделий [1,2].

Материалы и методы исследования. Для выполнения работы использовали отработанные травильные растворы крупнейших машиностроительных предприятий Республики Беларусь.

В лабораторных условиях было проведено технологическое моделирование процессов получения из отработанных травильных растворов гальванического производства железооксидных пигментов разных цветов: желтого, оранжевого, красного, черного. Исследования были выполнены на оборудовании кафедры промышленной экологии и центра физико-химических исследований БГТУ с использованием современных физико-химических методов анализа (фотоколориметрический, потенциометрический, рентгенофазовый анализ и др.). На рисунке 1 приведены условия получения железооксидных пигментов.

Результаты исследования. В таблице 1 представлена цветовая палитра полученных железооксидных пигментов.

Окраска железооксидных пигментов обусловлена присутствием в их составе одного из оксидов железа. Практически все оксиды и гидроксиды железа окрашены. Наличие в их составе катиона Fe^{2+} придает светлый зеленовато-желтый цвет, а катиона Fe^{3+} - бурокрасный или желто-бурый цвет. Совместное присутствие катионов Fe^{2+}и Fe^{3+} вызывает черно-синее окрашивание.

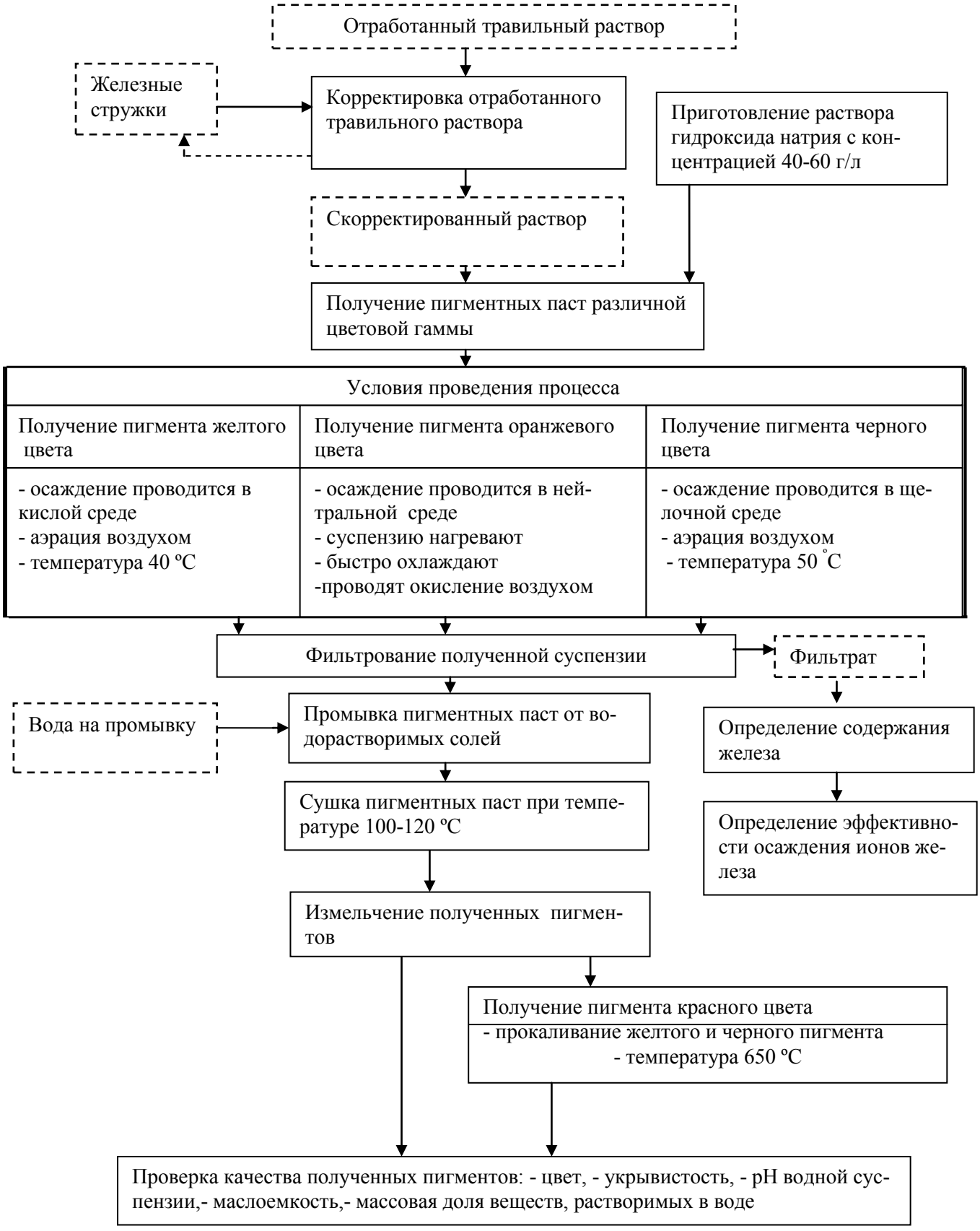


Рисунок 1 – План эксперимента получения железооксидных пигментов из отработанных травильных растворов

Таблица 1 – Цветовая палитражелезооксидных пигментов

Название минерала, содержащегося в пигменте	Цветовая гамма пигментов, получаемых разными производителями		Фото полученного пигмента
Гетит (α-FeOOH)	Россия, Челябинский ЛКЗ Марка Ж-2		
	Россия, ООО «Ярпромцентр» Марка Ж-2		
	Украина, Сумы, ОАО «Химпром» Марка Ж-2		
	КНР, «Шанхай пигментный завод» Марка S313		
Лепидокрокит (γ-FeOOH)	КНР «Шанхайский пигментный завод», Марка S960		
Гематит (α-Fe_2O_3)	Россия, Челябинский ЛКЗ		
	Россия, Челябинский ЗАО «Оксид»		
	Россия, ООО «Ярпромцентр»		
	Украина, Сумы, ОАО «Химпром», К-2		
	Украина, Крым, ГАК «Титан», Марка К-4		
	КНР «Шанхайский пигментный завод». МаркаS 120		
	КНР «Шанхайский пигментный завод». МаркаS 130		
Магнетит (Fe_3O_4)	Россия, Челябинск НИИ Пигментных материалов		
	КНР Шанхайский пигментный завод «»Спецстройколор, Марка S 722		
	КНР Шанхайский пигментный завод «Дахуа», Марка S 722		

По химическому составу железооксидные пигменты представляют собой гидратированные и негидратированные оксиды трехвалентного железа, а также смешанный оксид железа (II) и железа (III) – Fe_3O_4.

Между химическим составом и цветом железооксидных пигментов существует следующая зависимость: желтые пигменты являются гидратированными оксидами железа (III), красные – оксидами железа (III), коричневые – гидратированными оксидами железа (III) или смесью желтых и красных пигментов, черные – Fe_3O_4.

Железооксидные пигменты обладают высокой укрывистостью и интенсивностью, стойки к действию УФ-излучения, солей, слабых кислот и щелочей, придают лакокрасочным покрытиям прочность и влагопроницаемость.

Желтый железооксидный пигмент – гетит (α-FeOOH). В промышленности выпускают несколько его оттенков, проявляющихся в основном в полном тоне: чем выше дисперсность, тем светлее оттенок. Так, пигмент с частицами менее 0,2 мкм имеет блекло-желтый цвет с

зеленоватым оттенком, с частицами 0,3-0,4 мкм – ярко-желтый, 0,5-0,8 мкм – желтый с наивысшей красящей способностью. Пигмент с частицами более 2 мкм имеет темно-желтый цвет с красноватым оттенком.

Желтый железооксидный пигмент характеризуется очень хорошими пигментными свойствами. Его укрывистость выше, чем у других желтых пигментов, в том числе органических, и достигает 12 г/м^2. Очень высоки свето-, атмосферо- и щелочестойкость пигмента, он растворяется в неорганических кислотах и нерастворим в уксусной кислоте. Термостойкость пигмента составляет 180-200°С, при более высоких температурах переходит в красный оксид железа (III). Желтый железооксидный пигмент применяют для изготовления всех типов лакокрасочных материалов.

Оранжевый железооксидный пигмент – лепидокрокит (γ-FeOOH). Обладает хорошими малярно-техническими свойствами. Он свето- и атмосферостойкий, устойчив в щелочной среде, но растворяется в минеральных кислотах. Оранжевый пигмент широко применяется для производства красок и эмалей всех типов.

Красный железооксидный пигмент – гематит (α-Fe_2O_3). Красный пигмент содержит 95-98 % оксида железа Fe_2O_3. Цвет этого пигмента зависит от размера и формы частиц, которые определяются условиями получения. В промышленности выпускают пигменты 10-15 цветовых оттенков, различие в которых обусловлено только формой и размером частиц. Размер частиц составляет, мкм: для светлых оттенков 0,35-0,45; средних 0,50-0,70; малиновых 1,0-1,5; пурпурных 2,5. Форма частиц пигмента светлых оттенков – игольчатая и пластинчатая, темных – зернистая.

Черный железооксидный пигмент – магнетит (Fe_3O_4). Синтетический черный железооксидный пигмент характеризуется насыщенным синевато-черным цветом, хорошей укрывистостью, интенсивностью, свето- и атмосферостойкостью. Пигмент растворим в разбавленных растворах кислот, не растворяется в концентрированной азотной кислоте и аммиаке. При прокаливании с доступом воздуха он легко окисляется, переходя в красный оксид железа.

Черный железооксидный пигмент применяют в составе грунтовок и эмалей, особенно предназначенных для абразивостойких покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинская, Т.В. Цветные пигменты. – М.: Издательство ООО “ЛКМ-пресс”, 2013. – 360 с.

2. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах. – М.: Издательство ООО “Пэйнт-Медиа”, 2005. – 168 с.

УДК 630*5

ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Цыгарова Марина Валентиновна, *кандидат технических наук, доцент, Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», **Россия**, г. Сыктывкар, mtsygarova@mail.ru*

Кочева Мария Николаевна, *Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», **Россия**, г. Сыктывкар, td.kocheva@mail.ru*

Предложен способ использования и переработки отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки, а также производства на их основе стеновых блоков «Элстар» для строительства жилых, промышленных зданий и других сооружений в Республике Коми.

Ключевые слова: лесозаготовка, лесопиление, деревообработка, щепа, стружка, опилки, кусковые отходы, композиционные материалы, цемент, магнезиально-вяжущее, гипс, опилкобетон.

PROCESSING OF WOOD WASTE IN REPUBLIC OF KOMI

Tsygarova M.V., Kocheva M.N.

We made the analysis of different uses and waste processing of logging, sawmillings and woodworking and the production of blocks «Elstar» to construct residential, industrial buildings and other constructions in Komi Republic.

Keywords: logging, sawmilling, woodworking, spill, shaving, sawdust, lumpy waste, composite materials, the cement, magnesium oxychloride cement, plaster, wood-cement concrete.

В лесопилении образуется наибольшее количество древесных отходов, так как в этой группе перерабатывается около половины заготавливаемой древесины. Основными отходами в лесопилении являются кора, горбыли, рейки, вырезки, торцовые отрезки, опилки, стружка, отсев от щепы, древесная пыль.

Целью работы является изучение технологии получения стеновых блоков «Элстар» из древесных композиционных материалов и рекомендации по выбору типов домов по оптимальной технологии их строительства в условиях севера Республики Коми.

В настоящее время значительный объем отходов древесины сжигается. Однако, как показывают расчеты, эффективность использования отходов на топливо экономически себя не оправдывает себя из-за низкой теплотворной способности, высокой стоимости по сравнению с другими видами топлива (уголь, нефть, газ).

Древесные вторичные материальные ресурсы могут быть использованы в качестве сырья для производства различных новых древесных композиционных материалов. Новые материалы создаются лишь тогда, когда ранее применяемых уже недостаточно или, когда их свойства не удовлетворяют возросшим научно-техническим требованиям. Нужно создавать и применять такие материалы, которые наилучшим образом подходят для данной цели, имеют наименьшую стоимость и будут востребованы.

Древесные композиционные материалы - это материалы, состоящие из частиц древесины и одного или нескольких взаимно нерастворимых компонентов, обладающих своими специфическими свойствами, отличными от суммарных свойств составляющих компонентов, взаимно нерастворимых и имеющих между собой заметную границу раздела и адгезионное взаимодействие [1-4].

Производство древесных композиционных материалов развивать перспективно, так как:

- для их получения используется разнообразное вторичное сырье от различных производств (лесозаготовка; лесопиление; деревообработка; ЦБП; производство мебели; фанеры; древесной муки и т. д.), которое не будет загрязнять окружающую среду;

- сырьевая база (древесные отходы) практически неиссякаема, лес непрерывно возобновляется;

- повышается показатель комплексного использования древесины в целом;

- снижается не только расход древесины, но и других различных материалов, так как древесные композиционные материалы являются полноценными заменителями многих традиционных материалов: натуральной древесины, бетона, металлов, сталей, пластмасс и др.;

- в процессе изготовления древесным композиционным материалам, возможно, придавать разнообразные и заранее заданные требуемые свойства: прочность, модуль упругости, теплофизические, механические и другие свойства.

Анализ древесных композиционных материалов и их компонентов показал, что для получения требуемых древесных композиционных изделий необходимо более глубокое изучение физико-механических свойств каждого компонента. Зная физико-механические свойства каждого компонента, входящего в состав композиционной смеси, а также требуемые физико-механические свойства древесного композиционного изделия, можно наиболее правильно рассчитать состав каждого компонента древесного наполнителя, вяжущего, необходимое содержание воды, выбрать химические добавки, рассчитать их содержание, а также осуществить операцию их дозирования. В зависимости от состава компонентов смеси, их физико-механических свойств, а также требуемых физико-механических свойств изделия выбрать технологический процесс, состоящий из оптимальных технологических операций и обеспечивающий минимальные затраты.

Предприятия лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности Коми увеличили объем производства за первое полугодие 2014-го по сравнению с аналогичным периодом 2013 года на 4,1 % - до 3 330 000 м^3. Для предприятий лесопромышленного комплекса Коми 2014 год стал годом стабильной работы и роста основных производственно-экономических показателей.

Предприятие по производству электростабилизированного арболита НПП «Технополис» находится в поселке Усть-Кулом, который расположен в двухстах километрах от города Сыктывкара. В сферу деятельности НПП «Технополис» входят: научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в области деревообработки; производство стенового материала «Элстар»; возведение зданий и сооружений жилого, общественного и производственного назначения с применением винтовых свай, клееных деревянных несущих конструкций и материала «Элстар» по собственно разработанной технологии.

В цехе по производству материала «Элстар» задействовано 6 человек рабочих и один мастер цеха. Данный цех работает в две смены. Мощность производства составляет 5000 м^3 в год, что позволяет строить 50 индивидуальных домов в год. В будущем планируется выход на производственную мощность до 15000 м^3 блоков в год, для этого имеются производственные помещения и дополнительные ресурсы предприятия. Электростабилизированный арболит «Элстар» - это стеновой материал в виде блоков, размерами 2000 × 600 × 400 мм, используемый в качестве наружных стен и перегородок. Для получения стенового материала используют цемент марки М 400, жидкое стекло (натриевое) и сухую стружку, которая отвечает требованиям по его производству. Сухую стружку закупают у лесопильно-деревоперерабатывающего предприятия, где она скапливается в виде отходов, после производства обшивочной доски. Доставка стружки в цех производится автощеповозами. Для вывозки блоков на строительные объекты и возведение стен из них применяется наемный автотранспорт.

Технологическая схема производства электростабилизированного арболита представляет следующие этапы:

1. Загрузка стружки в контейнер ручным способом.

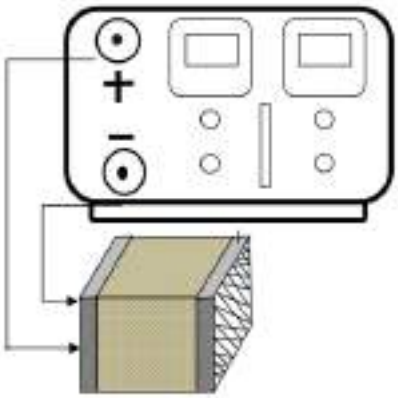
2. Замачивание стружки в контейнере и бассейне. Время замачивания не менее 1 часа. Слив воды из контейнера. Время не менее 15 минут.

3. Загрузка стружки контейнером в смеситель при помощи автокара. Таким же способом загрузка смесителя цементом при помощи автокара. Дозировка жидкого стекла на объём стружки по контейнеру. Процесс формирования массы в смесителе.

4. Загрузка массы в пресс-форму. Размещение грузовых скоб в блоке.

5. Подача пресс-формы кран-балкой на участок электростабилизации.

6. Процесс электростабилизации (время от 30 до 60 минут).



Опалубка оборудуется электродами, к которым от автономного электрогенератора через специальный преобразователь подаётся напряжение особой формы. Воздействие напряжения длится 40-50 минут. После чего фрагмент сооружения приобретает необходимую прочность.

7. Выдержка блоков в полуоткрытых формах для лучшего схватывания цемента (2-4 часа). Освобождение блоков из пресс-форм.

8. Складирование блоков в помещении цеха и хранение их 3 – 7дней.

9. Вывозка на строящиеся объекты при помощи наемного автотранспорта.

Структурная схема технологического процесса производства электростабилизированного арболита представлена на рисунке 1.

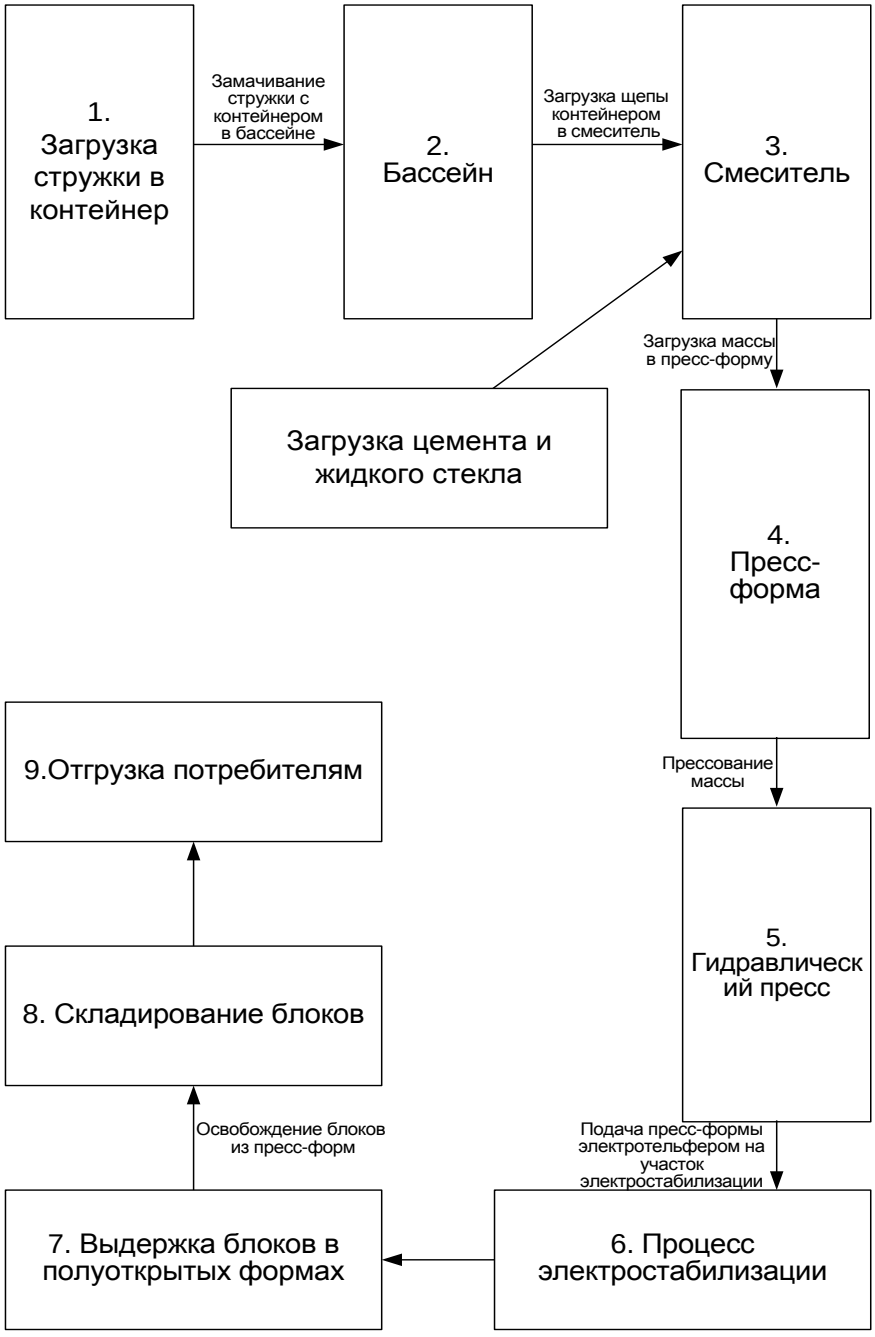


Рисунок – Структурная схема технологического процесса электростабилизированного арболита «Элстар».

Предполагается, что прибыль от производства и реализации стеновых блоков в 2014 году будет больше уровня 2013 года за счет увеличения объемов производства, роста цен на продукцию и небольшого снижения себестоимости продукции.

Заключение. Использование отходов в качестве вторичного сырья на всех стадиях переработки следует рассматривать как часть большой и важной научно-технической проблемы лесопильно-деревообрабатывающей отрасли.

Одним из условий экономической целесообразности эффективного использования отходов является их концентрация на том или ином предприятии. Выбор наиболее эффективного направления переработки отходов зависит от типа производства, его объема, номенклатуры и количества образующихся отходов, а также от условий транспортировки, потребности и сбыта готовой продукции. Дальнейшая концентрация лесопильных и деревообрабатывающих производств и создание лесопромышленных комплексов – основное направление, позволяющее накапливать большое количество отходов для рационального их использования и переработки.

Анализируя приведенные исследования, априори можно рекомендовать для внедрения в Республике Коми производства электростабилизированного арболита «Элстар» как стенового материала для строительства домов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине [Текст] / Под ред.: Б. Н. Уголев. – Москва : Лесн. пром-сть, 1989. – 296 с.

2. Волынский В.Н. Технология древесных плит и композитных материалов [Электронный ресурс] : учебно-справочное пособие / Издательство "Лань" (ЭБС). – Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 336 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/1927/.

3. Мельникова Л. В. Технология композиционных материалов из древесины [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. 250403 "Технология деревообработки". ГОУ ВПО "Моск. гос. ун – т леса". – Изд. 3 – е, испр. и доп. – Москва : МГУЛ, 2007. – 235 с.

4. Справочник по производству древесностружечных плит [Текст] / И. А. Отлев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Лесн. пром-сть, 1990. – 381 с.

УДК 630*5

ОТХОДЫ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ОСНОВА ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Цыгарова Марина Валентиновна, *кандидат технических наук, доцент, Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», **Россия**, г. Сыктывкар, mtsygarova@mail.ru*

Кочева Мария Николаевна, *Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», **Россия**, г. Сыктывкар, td.kocheva@mail.ru*

В статье рассматривается возможность внедрения технологической линии по производству древесного топлива на примере деревоперерабатывающего предприятия с целью утилизации древесных отходов и перевода угольной котельной на древесное топливо.

*Ключевые слова***:** переработка древесины, древесные отходы, древесное топливо, угольная котельная.

WASTES OF WOODWORKING OF ENTERPRISES AS A BASIS ENERGY- AND RESOURCE SAVING TECHNOLOGIES

Tsygarova M.V., Kocheva M.N.

Article considers the possibility to implement the technological line of wood fuel production on the example of wood processing enterprise for the purpose of wood waste utilization and wood fuel usage in the coal boiler room.

Keywords: wood processing, wood waste, wood fuel, coal boiler, wood fillers, pellets.

Правительство республики Коми в сотрудничестве с норвежской компанией «ТЕКНА» в 2011 году предложило предприятиям малого бизнеса программу «Чистое производство и энергоэффективность». Целью данной программы является переработка древесных отходов и использование их в качестве энергоресурсов. Основной целью норвежской компании «ТЕКНА» является улучшение экологической обстановки в мире. Инженеры из ТЕКНА считают, что многие экологические проблемы созданы самими инженерами через задействованные технологические схемы, поэтому они же должны попытаться исправить ситуацию. Гармония экономики и экологии реальна в эпоху глобальной экономики. В настоящее время все большое внимание руководства компании направлено на ликвидацию «горячих точек» в Баренцевом регионе.

В настоящее время большая часть отходов «Промышленного комбината древесных плит», расположенного в поселке Жешарт республики Коми, не утилизируется, а накапливается и складируется, образуя несанкционированные свалки. Данные свалки неблагоприятно влияют на экологическую обстановку. Поверхностный сток осадков, проходя через отходы от деревообработки, переходит во внутренний сток. Это вызывает ухудшение качества грунтовых вод, которые используются для питьевых и технических нужд.

Изучив программу «Чистое производство и энергоэффективность», также учитывая поддержку правительства республики Коми малому бизнесу, нами совместно с руководством предприятия рассматривается возможность переработки древесных отходов «Промышленного комбината древесных плит» с целью производства топлива (пеллет) для дальнейшего их использования в качестве энергоресурсов.

Топливные гранулы (пеллеты) имеют большие преимущества перед другими видами топлива. Сжигание пеллет можно автоматизировать: в зависимости от размера бункера загружать пеллеты можно от 1 раза в неделю до 1 раза в отопительный сезон. Зола, образующаяся при сжигании гранул, составляет, как правило, до 1 % по массе, причем ее можно использовать как удобрение. При сжигании пеллет из трубы не идет дым, а продукты горения имеют приятный запах костра из очень сухих дров [1,2].

Преимущества пеллет перед другими видами топлива следующие:

−перед газом: высокая пожаро- и взрывоопасность газа, тяжелая и дорогая процедура согласования, подключения и получения лимитов;

−перед соляркой: высокая стоимость солярки, неприятный запах при сжигании, пожароопасность и возможность утечки из емкости;

–перед электричеством: высокая стоимость электроэнергии, практическая невозможность подключения нужной мощности;

–перед углем: сжигание угля нельзя автоматизировать, в дымовых газах очень большое содержание соединений серы (до 100 раз больше), необходимость утилизировать шлак, достигающий 40 % от массы угля, низкий КПД котлов;

–перед дровами: невозможность автоматизировать сжигание дров, нужно много площади для хранения, низкий КПД котлов;

–перед сжиженным газом (пропан-бутановая смесь): высокая стоимость, высокая взрыво - и пожароопасность, возможность утечки из газгольдеров;

–перед мазутом: высокая стоимость, практическая невозможность применения в малых котлах, необходимость разжижения в холодное время года, до 100 раз больше содержание серы в дымовых газах.

Процесс производства древесного топлива классически строится по следующей схеме: крупное дробление – сушка – мелкое дробление – смешение, водоподготовка – прессование – охлаждение, сушка – расфасовка.

Одним из ключевых вопросов в определении экономической эффективности предприятий, занимающихся производством древесного топлива, является вопрос обеспечения сырьем. Вопрос грамотного обеспечения предприятия сырьевыми ресурсами может либо повысить общую эффективность, либо сделать его неэффективным. Основной целью проекта является расчет затрат на внедрение технологической линии по производству древесных гранул, их производство, определение потерь денежных средств на отходы и сравнение данных показателей. В результате чего, в данном проекте было установлено, что ежегодно предприятие теряет 244800 тыс. руб./год что составляет 670 тыс. руб./день, используя закупаемое сырье по цене 1700 руб./м^3 лишь на 62 %, остальная же часть уходила на отходы и не использовалось предприятием.

Структурная схема и масс-баланс ООО «ПКДП» с внедрением линии по производству древесного топлива представлены соответственно на рисунке 1 и 2.

Рисунок 1 – Структурная схема технологического процесса предприятия ООО «Промышленный комбинат древесных плит» с внедрением линии по производству древесного топлива

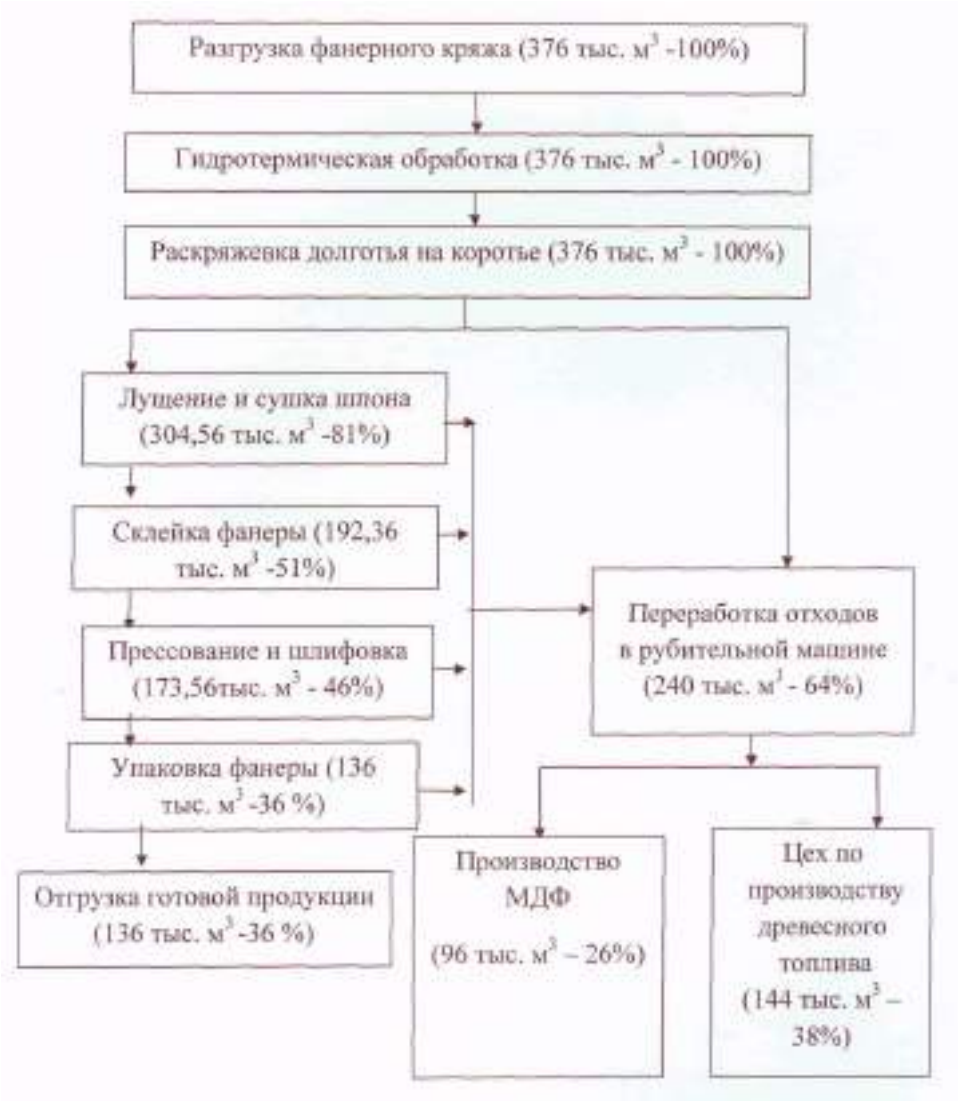


Рисунок 2 – Сырьевой баланс технологического процесса предприятия ООО «Промышленный комбинат древесных плит» с внедрением линии по производству древесного топлива

Для определения сырьевой базы производства пеллет необходимо произвести сырьевое планирование, представленное на рисунке 3.

Рисунок 3 – Сырьевое планирование предприятия

Для расчета предусматриваются следующие условия работы цеха по производству древесных гранул*:*

- Продолжительность рабочей смены -8 часов;
- Количество прессов-1 шт.;
- Режим работы – в одну /две /три смены;
- Количество рабочих дней в году -360;
- Расход сырья – из 1 $м^3$ древесины получается 0,39 тонны пеллетов.

Результаты расчетов условий работы цеха в одну/две/три смены представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели работы цеха по производству древесного топлива

Условия производства	Пеллеты		
Режим работы	В одну смену	В две смены	В три смены
Расход сырья, $м^3$/ год	144 тыс. $м^3$/год	144 тыс. $м^3$/год	144 тыс. $м^3$/год
Производительность	156 т/ сут.		
часовая	19,2 т/час	10 т/час	6,5 т/час
годовая	56064 т/год	58400 т/год	56160 т/год

После анализа расчетов режима работы цеха по производству древесных гранул, подберем технологическую линию по производству пеллет, в зависимости от критерия необходимой производительности.

Основные характеристики линии представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики линий гранулирования

Показатели	Линия для производства древесных гранул производительностью 6,5 т/ч
Продукт линии	гранулы диаметром 6 или 8 мм
Сырье линии	опилки, стружка, щепа (до 20 мм), при использовании рубильной машины
Потребность в сырье при его влажности 45 %	9,0 т/ч
Необходимая площадь для установки	750 $м^2$
Установленная электрическая мощность	851 кВт
Потребляемая электрическая мощность	680 кВт
Потребность в воде	160 л/ч
Завод изготовитель	г. Нижний Новгород «Доза Гран»

Таким образом, для переработки отходов нами подобрана технологическая линия по производству древесных гранул производительностью 6,5 т/ч, российского производства, г. Нижний Новгород, завод-изготовитель «Доза Гран».

В результате расчетов выяснилось, что затраты на производства пеллет и внедрение технологической линии во много раз меньше, чем потери денежных средств на отходы, а именно:

1. Затраты денежных средств на производство древесного топлива и инвестиции в оборудование составят 21432,937 тыс./руб.
2. Потери денежных средств на неиспользование закупленного сырья в полной мере, а только 62 % (остальная доля приходится на отходы) составляет 244800,0 тыс./руб.

Сравнивая данные показатели видно, что разница в денежных средствах составляет 22336,706 тыс./руб., это позволяет сделать вывод, что внедрение технологической линии дает возможность комбинату окупить денежные средства, теряемые на отходы и использовать готовый продукт как энергоресурс для котельной. Для организации пеллетного производства предприятию «Промышленный комбинат древесных плит» необходимо:

–Строительство площадки временного хранения отходов;

–Строительство помещения для производства пеллет;

–Участок подготовки и подачи исходного сырья;

–Участок сушки сырья;

–Участок производства пеллет;

–Участок подготовки и хранения продукции;

–Подъездной путь для подвоза сырья и вывоза готовой продукции;

–Проектирование и строительство ЛЭП к помещению;

–Установка котла для отопления помещения;

–Строительство водопроводных и канализационных сетей к помещению.

При производстве пеллет будут утилизироваться отходы древесного производства, будет ликвидирована свалка «Промышленного комбината древесных плит». В качестве сырья рассматриваются отходы производства в виде шлифованной пыли и опилок.

Пеллеты планируется использоваться в качестве топлива на муниципальных котельных. Для этого потребуется преобразовать угольные котельные под использование древесных отходов в качестве топлива. Данные котельные расположены в поселке Жешарт и отапливают такие объекты как многоквартирные дома, две школы и детский сад. Пеллеты так же могут использоваться для отопления частных домов.

В отличие от других видов топлива пеллеты не взрывоопасны и не подвержены самовоспламенению при повышении температуры. В процессе прессования не добавляются химические вещества, поэтому не вызывают аллергическую реакцию у людей. Зола является ценным удобрением и может использоваться в сельском хозяйстве.

Технико-экономические показатели проекта представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технико-экономические показатели проекта

Показатели	Ед. изм.	Пеллеты	Котельная
Годовой объём производства /потребления	т/год	56160	52581,6
Капитальные вложения	млн. руб.	5,0	20, 562
Период реконструкции	дни	-	68
Себестоимость производства 1 т. гранул	руб./т	290,3	-
Прибыль предприятия	тыс. руб.	13871,4	9136,31
Чистый доход денежных средств	тыс. руб.	15217,0	7155,320
Норма дисконта	%	12	12
Индекс эффективности	руб./руб.	4,6	1,39
Период возврата инвестиций	год	1,4	3,5

Таким образом, использование древесных отходов улучшит экологическую ситуацию и не позволит в дальнейшем наносить ущерб окружающей среде, улучшит вид посёлка. Также производство пеллет будет способствовать появлению новых 27 рабочих мест, развитию инфраструктуры, дополнительным налоговым поступлениям в бюджет, решению вопроса с отоплением поселка Жешарт. Кроме того, древесное топливо относительно дешевый источник энергии по сравнению с постоянно растущим в цене углем и мазутом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безруких, П. Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра – необходимость // Энергоаудит. – 2008. – №2. – С. 4-11.

23. Проблемы производства древесного топлива. // Аналитический журнал лесопромышленного комплекса Северо-Запада России «Лес. Государство. Отрасль. Компании». – №8 апрель 2011. – С. 56-57.

УДК 502.7

ПРОБЛЕМЫ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИИ

Чомаева Мадина Назировна, *кандидат педагогических наук, доцент, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У.Д. Алиева,* ***Россия, Карачаево-Черкесия****, г. Карачаевск, m.tchomaeva@yandex.ru*

Дана подробная характеристика воздействия твердых и бытовых отходов (ТБО) в Карачаево-Черкесии на природную среду и здоровье человека. Рассматриваются проблемы ТБО и их утилизации в КЧР.

Ключевые слова: твердые и бытовые отходы, мусор, свалка, полигоны, биоразлагаемые отходы, утилизация мусора,

PROBLEMS OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN KARACHAY-CHERKESSIA

Chomaeva M.N.

The detailed description of the impact of solid waste and in the Karachay-Cherkessia on the environment.Assessed the impact of solid waste on the environment and human health.The problem of solid waste and recycling in the KCR.

Keywords: solid and household waste, garbage dumps, landfills, biodegradable waste, waste disposal,

В процессе развития человеческой цивилизации абсолютное количество твердых бытовых отходов неуклонно возрастает. Это связано с ростом населения, с чрезмерной концентрацией его в городах и изменением образа жизни людей. Тема исследования была выбрана неслучайно, она актуальна не только для крупных городов (для городов с большой численностью населения), но и для таких небольших, как город Черкесск в Карачаево-Черкесии.

Сейчас проблема бытовых отходов является одной из главнейших проблем в Карачаево-Черкесии. С каждым годом отходов становится все больше и больше. Состав их усложняется, следовательно, увеличивается токсичность таких отходов. Но главной проблемой является не увеличение количества отходов и не повышение их токсичности, главной проблемой является размещение бытовых отходов, проще говоря, проблема заключается в свалках и в их размещении.

В результате этого в Карачаево-Черкесии остро встал вопрос о «кризисе свалок». Чтобы как-то решить эту проблему, люди стали придумывать различные способы утилизации отходов, например такие, как сжигание мусора, сливание отходов в водоемы, захоронение мусора и многие другие. Но каждый из этих видов утилизации имеет свои недостатки. Например: сжигая мусор, в результате мы получаем большой выброс диоксидов в атмосферу и несколько килограмм высокотоксичной золы, а сливая мусор в водоканалы, мы загрязняем воду. Вследствие этого мы считаем, что самый приемлемый способ утилизации - вторичное использование, которое помогает не только уменьшать количество мусора, но и сберегать ресурсы.

Твердые промышленные и бытовые отходы (ТП и БО) засоряют и захламляют окружающий нас природный ландшафт, а также являются источником поступления вредных химических, биологических и биохимических препаратов в окружающую природную среду. Это создает определенную угрозу здоровью и жизни населения поселка, города и области, и целым районам, а также будущим поколениям. То есть, эти ТП и БО нарушают экологическое равновесие. С другой стороны, ТП и БО следует рассматривать как техногенные образования, которые нужно промышленнозначимо характеризовать содержанием в них ряда черных, цветных металлов и других материалов, пригодных для использования в металлургии, машиностроении, энергетике, в сельском и лесном хозяйстве [4,10,11].

Сделать производство безотходным невозможно так же, как невозможно сделать безотходными и потребление. В связи с изменением промышленного производства, изменения уровня жизни населения, увеличения услуг рынка значительно изменился качественный и

количественный состав отходов. Запасы некоторых малоликвидных отходов, даже при современном спаде производства в России, продолжают накапливаться, ухудшая экологическую ситуацию городов, районов [9, 12].

Утилизация мусора – одна из важнейших проблем современной цивилизации. Особенно тяжело утилизировать неорганизованно выброшенный мусор. Пока человечество придумало три принципиально разных пути утилизации мусора : организация свалок, вторичное использование отходов, сжигание отходов. Однако ни один из них нельзя признать абсолютно приемлемым.

Вторичное использование отходов – наиболее ресурсосберегающий путь, но не всегда рентабелен как в экономическом, так и в экологическом плане. Здесь существует ряд проблем.

Первая проблема заключается в том, что прежде чем мусор использовать, его необходимо рассортировать. Бумага, железо, битое стекло – должны находиться отдельно. Очевидно, рассортировать мусор, уже поступивший на свалку, практически невозможно – автоматов таких нет, а люди работают очень медленно, да и вредно это для их здоровья. Поэтому сортировать мусор надо в тот момент, когда его выбрасывают. Значит, каждый человек должен завести отдельные вёдра для пищевых отходов, бумаги, пластмассы и т. д. Такой подход приживается в деревнях, но в городах подобные идеи внедрить трудно. Хотя в некоторых зарубежных странах на улицах уже появились отдельные контейнеры для разных типов мусора [1].

Раздельный сбор разных категорий отходов определяет эффективность и стоимость утилизации отдельных компонентов. Наиболее неудобны для утилизации смешанные отходы, содержащие смесь биоразлагаемых влажных пищевых отходов, пластмасс, металлов, стекла и пр. компоненты.

Вторая проблема – доставка мусора к месту переработки. Если мусора и потребителей продуктов его переработки много, то и заводов, способных перерабатывать отходы такого типа, можно понастроить много. Тогда, например, битое стекло, собранное с окрестных свалок, будут перерабатывать на многочисленных стеклозаводах. А как быть с электрическими лампочками? В каждой лампочке содержатся несколько десятков миллиграммов молибдена и вольфрама – редких и ценных металлов.

Вторичная переработка этих металлов требует высоких температур. Для поддержания высоких температур необходим реактор большого объёма. Поэтому в каждом городе завод, производящий электролампочки, а соответственно, и перерабатывающий молибден и вольфрам, не построишь – произойдёт затаривание. Таким образом, чтобы утилизировать молибден и вольфрам, надо объехать все помойки, собрать на каждой несколько выброшенных лампочек и везти их за тридевять земель. На всё это нужен бензин – тоже недёшево и невозобновляемое сырьё, выделяющее при сгорании токсичные вещества. Вот и получается, что вторичная переработка лампочек при всей её кажущейся привлекательности занятие накладное. По той же причине не стоит организовывать централизованный сбор мусора для вторичного использования в деревнях и сёлах.

Третья проблема заключается в том, что мусор – сырьё принципиально нестандартное. Каждая новая партия мусора, поступившая на переработку, будет заметно отличаться от предыдущей по целому ряду параметров. Поэтому мусор невозможно использовать как сырьё для производства высококачественной продукции.

Таким образом, столь привлекательная, на первый взгляд, идея вторичного использования бытового мусора до сих пор почти не находит воплощения. Исключение составляют пищевые и растительные отходы на садовых участках и в деревенских домах, которые компостируют, получая полезное удобрение. Поэтому мусор приходится либо вывозить на свалки, либо сжигать [2].

Вывоз мусора на свалку – самый дешёвый, но при этом недальновидный способ его утилизации. Недальновидный он в первую очередь потому, что мусор остаётся мусором. Свалки вокруг городов занимают огромные площади. Ядовитые вещества, оказывающиеся

на свалках, проникают в подземные воды, которые часто используются в качестве источников питьевой воды, развеиваются ветрами по окрестностям и тем самым наносят ущерб окружающей среде. Кроме того, в результате процессов гниения без доступа воздуха образуются различные газы, которые также не освежают атмосферу вокруг свалки. Некоторые продукты гниения способны самовоспламенятся, поэтому на свалках регулярно возникают пожары, при которых в атмосферу выбрасывается сажа, фенол, бензапирен и прочие ядовитые вещества.

Итак, мусор сваливают на поверхность земли или подвергают захоронению. Что хуже – неизвестно, поскольку, с одной стороны, захоронённый мусор не даёт пыли, разлетающейся вокруг свалки, и не так портит ландшафт, а с другой – он находится ближе к грунтовым водам. К тому же захоронения мусора – процесс достаточно дорогостоящий. Оно эффективно в том случае, если надо обезвредить небольшое количество мусора.

Тем не менее, свалки мусора могут оказаться полезными. Так, строительным мусором засыпают овраги, ямы и т.д. Поскольку основная часть строительного мусора по составу аналогична природным камням, большого ущерба природе такое использование не наносит. На Западе существуют и уже осуществляются проекты рекультивируемых свалок. Во-первых, такие свалки дренируют, чтобы не допустить проникновения вод со свалки в подземные водоносные горизонты. Во-вторых, их вентилируют, чтобы не допустить образования горючих и ядовитых газов. Мусор на свалку насыпают так, чтобы её поверхность была ровной [2].

Чтобы высвободить огромные площади, занимаемые свалками, возникла идея сжигания мусора: он должен превратиться в газообразные продукты, которые развеялись бы в воздухе и включились в естественный круговорот. Однако действительность отличается от идеи.

Во-первых, далеко не весь мусор горит. В частности, железо, содержащееся, например, в сломанных бытовых приборах. Многие горючие отходы при сгорании дают золу, масса которой может составлять несколько процентов от массы исходного мусора. Поэтому все шлаки, которые остаются после сгорания, всё равно приходится вывозить на свалки.

Во-вторых, мусор содержит много влаги и трудносгораемых материалов, поэтому горит плохо. Неполное сгорание мусора приводит к выбросу огромного количества сажи и вредных органических соединений. Чтобы подобные вещества не выделялись, температура сгорания мусора должна быть выше 12000С, но при простом сгорании мусора температура редко превышает 8000С. Приходится либо не давать энергии сгорания мусора рассеиваться, либо специально подогревать горящий мусор [5].

Есть проекты по сжиганию мусора в расплавах солей, расплавленном железе и т.д. Были даже идеи добавлять мусор в доменные печи, что вряд ли улучшило бы качество получаемого чугуна. В любом случае сжигание мусора – процесс, требующий специальных мер безопасности.

Переработка — повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора. Наиболее распространена вторичная, третичная и т. д. переработка в том или ином масштабе таких материалов, как стекло, бумага, алюминий, асфальт, железо, ткани и различные виды пластика. Также с глубокой древности используются в сельском хозяйстве органические сельскохозяйственные и бытовые отходы.

Большинство металлов целесообразно перерабатывать вторично. Ненужные либо же испорченные предметы, так называемый металлолом, сдаются на пункты приема вторсырья для последующей переплавки. Особо выгодна переработка цветных металлов (меди, алюминия, олова), распространённых технических сплавов (победит) и некоторых черных металлов (чугун).

Бытовые отходы представлены различными видами органических и неорганических соединений, естественного или искусственного происхождения. В зависимости от вида бытовых отходов различаются и способы их утилизации и переработки. Наиболее распространенными способами переработки бытовых отходов на сегодняшний день, являются следующие способы.Самым распространенным на сегодняшний день и один из самых старых – *это спо-*

соб, при котором производиться сбор и захоронение твердых бытовых отходов на специально предназначенных для этого полигонах [1].

К сожалению, сегодня в России очень часто бытовые отходы утилизируются на полигонах без предварительной подготовки местности. Сами бытовые отходы практически не сортируются, да и выбор места для будущих полигонов, зачастую производится практически стихийно. К тому же еще одним негативным фактором является увеличение числа стихийных полигонов, а так же не санкционированных захоронений, опасных твердых бытовых отходов. Важно, чтобы все эти проблемы решались на государственном уровне. Таким способом утилизируется до 50-55 % всех бытовых отходов по всему миру, данный показатель разнится в разных странах.

Следующим способом, немного уступающим первому способу по распространенности, но намного превосходящий его по экономическим и экологическим положительным характеристикам, *является повторное использование твердых бытовых отходов, то есть вторичная переработка материала с целью получения сырья*.

Сегодня вторичной переработки может подвергаться довольно большая группа бытовых отходов. Основными ее представителями являются макулатура, и картонно-бумажные бытовые отходы. После нескольких видов сортировки, дополнительного измельчения происходит специальный технологический процесс, направленный на получение нормальной бумаги и картона из бытовых отходов. Применение этого производства позволяет значительно уменьшить количество вырубаемых для целлюлозной промышленности деревьев. Все это благотворно действует на окружающую среду, а так же удешевляет стоимость конечной продукции.

Другим видом бытовых отходов, являются алюминиевые банки. Благодаря тому, что их собирают в специальных контейнерах, а затем спрессовывают, облегчается их дальнейшая переработка, что уменьшает количество добываемой алюминиевой руды, и уменьшает стоимость конечного продукта, то есть других алюминиевых банок. В связи со значительным увеличением количества различных пластиковых отходов, встал вопрос о необходимости использования данного вида сырья в промышленности [5].

Такой подход значительно снижает затраты на электроэнергию при производстве изделий из пластика. Так же одним из видов бытовых отходов, подвергающихся вторичной переработке, являются различные стеклянные бытовые отходы. Их можно применять, как повторно в стеклодувной промышленности, в измельченном виде, либо в других отраслях промышленности, давая им вторую жизнь, а так же сберегая экологию и финансовые средства.

Далее идет довольно распространенный в развивающихся странах метод утилизации бытовых отходов, путем *их сжиганияв специальных высокотемпературных печах*. Положительная сторона такой утилизации в том, что объем отходов, уменьшается на девяносто процентов, а вес на шестьдесят - семьдесят. Кроме того, при сжигании отходов выделяется тепловая энергия, которую можно использовать для выработки электроэнергии или обогрева помещений.

Однако следует признать, что в процессе горения могут образовываться токсины и тяжелые металлы, потому стремясь обезопасить окружающую среду и не допустить выброса токсинов и тяжелых металлов в атмосферу необходимо печи оборудовать сложными и дорогостоящими фильтрами. В процессе использования они также приходят в негодность и отправляются на свалку. Потому при утилизации отходов путем сжигания необходимо большое внимание уделять снижению количества кислотных газов, оксида азота, двуокиси серы и конечно же выброса тяжелых металлов.

Все эти вещества наиболее опасны. Они выделяются в процессе горения и могут попасть даже в продукты питания, так как в виде мельчайших частиц сажи попадают на растения, которыми питаются животные. А если человеческий организм усвоит вместе с пищей полученные эти элементы, они могут вызвать самые непредсказуемые последствия и заболевания раком, расстройство гормональной системы организма.

Последним методом, наиболее щадящим экологическую обстановку, является набирающий все большую популярность в развитых странах, метод *биологической переработки*. Большим минусом, ограничивающим его широкое внедрение, является тот факт, что данным методом могут перерабатываться только лишь органические соединения, да и то не всех химических групп. Ведется постоянный поиск микроорганизмов способных разлагать все новые классы органических соединений.

Наиболее "весомый вклад" в загрязнение и отравление среды обитания человека в Карачаево-Черкесии вносят стихийно загрязненные твердыми бытовыми отходами (далее - ТБО) территории, постоянно генерирующие токсичные газовые выбросы. Эти нарушения экологического баланса в атмосфере приводят к формированию процессов вторичного синтеза токсичных химических веществ и опасных биологических агентов, приводящих к отравлению воды, почвы, атмосферного воздуха [7].

Нерешенность вопросов размещения, переработки и утилизации отходов приводит к увеличению их объемов, размеров занимаемой ими территории, росту числа несанкционированных свалок, интенсивному загрязнению почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха.

Практически по всей территории республики наблюдается катастрофическая ситуация со сбором, вывозом, переработкой и утилизацией отходов. Во многих населенных пунктах отходы не вывозятся неделями, иные природоохранные мероприятия практически не проводятся. Все это не может не сказаться на устойчивом развитии республики как региона с уникальными бальнеологическими ресурсами, туристско-рекреационными возможностями и большим сельскохозяйственным потенциалом.

Постоянное население Карачаево-Черкесской Республики производит около 200 тысяч тонн ТБО в год.

Санкционированные места для размещения ТБО (полигоны ТБО), отвечающие экологическим требованиям, практически отсутствуют и зачастую, из-за их отсутствия, население вывозит отходы либо на окраины населенных пунктов, либо в поймы рек. Не организована вторичная переработка отходов.

В связи с этим, в первоочередном порядке необходимо решать вопрос строительства отвечающих природоохранным и санитарным требованиям полигонов ТБО и организации вторичной переработки и утилизации отходов по всей территории республики.

Как же в КЧР происходит процесс утилизации бытовых отходов и куда их вывозят?

По-прежнему остается острой проблема загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами. Очистка населенных мест от бытового мусора остается неудовлетворительной. Причинами неудовлетворительной очистки в республике являются:

-недостаток производственных мощностей предприятий, осуществляющих сбор, вывоз, утилизацию ТБО;

-отсутствие раздельного сбора, вывоза и утилизации ТБО;

-образование стихийных свалок на территории городов, районных центров, сел, приводящих к микробному загрязнению почвы;

- недостаточное количество полигонов ТБО, отвечающих санитарным нормам и правилам;

- отсутствие мусороперерабатывающих предприятий в республике.

В большинстве населенных пунктов контейнеры вывозятся не регулярно, из переполненных баков отходы высыпаются на тротуары и проезжую часть, источая зловоние, вокруг образующихся свалок мусора бродят бездомные кошки и собаки, плодятся крысы. А вот службы, ответственные за своевременную уборку твердых бытовых отходов, постоянно ссылаясь на нехватку и ремонт спецтранспорта, похоже усвоили только одну из своих функций - регулярно и бесперебойно взимать с граждан плату за предоставляемую услугу. И пока желания улучшить экологическую ситуацию ни у кого не возникает.[2]

В республике остро стоит вопрос размещения бытовых отходов. Для организации регулярного вывоза отходов на полигоны ТБО, нужны немалые средства и специально оборудо-

ванный транспорт. Во многих сельских поселениях не организован сбор и не осуществляется вывоз отходов в места санкционированного складирования, отсутствуют также специально оборудованные площадки для временного накопления отходов.

На территории республики существуют всего три полигона ТБО общей площадью 20 га:

1. полигон ТБО ЧГ МУП «САХ» (Абазинский район) площадью 10 га;
2. полигон ТБО ОАО «КЧРЭКО» (Усть-Джегутинский район) площадью 7 га;
3. полигон ТБО МУП «ЖКХ г. Усть-Джегута» (Усть-Джегутинский район) площадью 3 га.

Полигон ТБО ЧГ МУП «САХ», обслуживающий наиболее густонаселенный район республики – г. Черкесск: проектная вместимость полигона 1 050 000 тонн отходов, на 01.01.2014 накоплено - 988 239,717 тонн, т,е полигон заполнен на 94,1 % своей проектной вместимости, таким образом, при сохранении нынешней интенсивности заполнения, его вместимости не хватит даже на ближайший год.

Полигон ТБО ОАО «КЧРЭКО», обслуживающий частично Усть-Джегутинский и Адыге-Хабльский районы: вместимость полигона 1 200 000 тонн отходов на 01.01.2014 года накоплено - 87835,397 тонн, т.е. заполняемость составила 7,3 %, а это значит, что полигон пригоден в перспективе.

Полигон ТБО МУП «ЖКХ г. Усть-Джегута», обслуживающий Усть-Джегутинский район: вместимость полигона 67 900 т на 01.01.2014 года накоплено - 45 795,508 тонн, т,е, полигон заполнен на 67,4 %, что позволит размещать здесь отходы еще в течение 3-4 х лет.

Для решения проблемы полигонов ТБО при участии Управления Росприроднадзора по КЧР Правительством республики принята республиканская целевая программа *"Экологическая безопасность в Карачаево-Черкесской Республике на 2011-2018 годы"*. Данной программой предусматривается:

- строительство 5 полигонов твердых бытовых отходов;
- строительство 5 мусоросортировочных комплексов;
- организация сбора и переработки цветных металлов;
- организация сбора и вторичной переработки полиэтиленовых отходов.

Потребность в финансовых средствах, предусмотренных на реализацию Программы, составляет 1,117 млрд. рублей.

Проектирование и строительство на территории республики сразу пяти современных полигонов ТБО в итоге позволит решить имеющуюся проблему [3].

Однако реализация данной программы, которая позволила бы значительно улучшить состояние охраны окружающей среды, не была начата по той причине, что в республиканском бюджете ни на 2011 год, ни на 2012 год средства на ее реализацию не были предусмотрены.

На мой взгляд, человечеству предстоит принять еще множество решений, связанных с проблемой ТБО. И в ближайшем будущем ему нужно стремиться не к созданию техники, которая станет лучшим другом человека, а к созданию такого способа утилизации, при котором отходов существовать вообще не будет. Ведь искусственное легко создать, а вот естественное порой так сложно сохранить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимова Т.А., Хаскин Т.В. Экология: Учебник для вузов. – М.:ЮНИТИ. – 1999.
2. Бобович Б.Б. и Девяткин В.В., «Переработка отходов производства и потребления», М. 2000.
3. Государственный доклад «Об экологической ситуации в Карачаево-Черкесской Республике за 2013 год» - Черкесск, Управление охраны окружающей среды и водных ресурсов Карачаево-Черкесской Республики, 2014. – 76 с.
4. Дрейер А.А., Сачков А.Н. Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка//«Экология городов», 1997.

5. Константинов В.М.Охрана природы: Учеб. пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 240 с.

6. Криксунов Е.А., Пасечник В.В. Экология. 10 – 11 классы: Учеб. для общеобразоват. Учеб.заведений. – М.: Дрофа, 2000. – 256 с.

7. Мазур И.И. и др., «Инженерная экология, Т. 1: Теоретические основы инженерной экологии», 1996.

8. Матросов А.С. Управление отходами. Учебник. – М.: 1999.

9. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. I: Пер. с англ./Под ред. Ягодина Г.А. – М.: Издательская группа «Прогресс», «Пангея», 1993. – 256 с.

10. Утилизация твердых отходов // под ред. А.П. Цыганкова. – М.: Стройиздат, 1982г.

11. Федоров Л.Г. Управление отходами в крупных городах и агломерационных системах поселений. – М.: 2000

12. Черп О.М., Виниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. – М.: Эколайн, Ecologia, 2006.

УДК 504.054 (574)

ВОЗМОЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

Шаймарданова Ботагоз Хасымовна, *доктор биологических наук, доцент, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева,* ***Республика Казахстан****, г. Астана, sbotagoz55@mail.ru*

Асылбекова Гулмира Ермукановна, *кандидат биологических наук, доцент, Павлодарский государственный педагогический институт (ПГПИ),* ***Республика Казахстан****, г. Астана, assylbekovag@mail.ru*

Корогод Наталья Петровна, *кандидат биологических наук, доцент, Павлодарский государственный педагогический институт (ПГПИ),* ***Республика Казахстан****, г. Астана, natalya_korogod@mail.ru*

Изучено накопление химических элементов в волосах детей и листьях тополя черного в условиях длительного техногенного воздействия на природную среду промышленного города (Казахстан). Проведено зонирование территории г. Павлодара, и определены участки максимальной концентрации химических элементов. Выделены 3 группы главных источников воздействия: предприятия угольной энергетики и металлообрабатывающей промышленности (Hg, Zn, Fe, Cr); химическая промышленность (Hg, Se, Rb, Cr) и нефтехимическое производство (Zn, Se, Br, Ba).

Ключевые слова: биомониторинг, техногенная трансформация, урбоэкосистема, биосубстраты, волосы, листья тополя.

CAPABILITIES OFBIOLOGICAL MONITORING INCONDITIONS OF TECHNOGENIC-TRANSFORMED ECOSYSTEMS IN THE NORTH-EAST OF KAZAKHSTAN

Shaimardanova B., Asylbekova G., Korogod N.

Accumulation of chemical elements in children hair and *Populus nigra* leaves in long-term anthropogenic impact on the environment of the industrial city (Kazakhstan) was studied. Azoning of Pavlodar and identification of areas with maximum concentration of the chemical elements were held.There 3 groups:the coalenergy andmetal industry(Hg, Zn, Fe, Cr);chemical industry (Hg, Se, Rb, Cr) and petrochemicals (Zn, Se, Br, Ba)were isolated frommain sources ofinfluence.

Keywords: biomonitoring, a technological transformation, urban ecosystems, biological substrates, hair, leavesof *Populus nigra*.

Введение. Уровень активной техногенной нагрузки на городскую природную среду в промышленных центрах увеличивает степень экологического риска в целом для населения.

Многофакторное антропогенное влияние на окружающую среду становится все более интенсивным и масштабным. Неблагоприятные факторы внешней среды, как природные, так и техногенные, воздействуют на качество здоровья населения, вызывая сложный спектр ответной реакции организма: присутствие загрязнителей в органах и тканях, субклиническая патология, заболеваемость, смертность. В связи с этим биологический мониторинг за уровнем содержания химических элементов в урбоэкосистемах, состоянием биоты, в т. ч. здоровья населения, приобретает исключительное значение. Использование растений и животных как биоиндикаторов для оценки качества среды, позволяет вычленить воздействие неблагоприятных экологических факторов природного и техногенного происхождения.

На северо-востоке Казахстана более полувека активно функционирует Павлодар-Экибастузский топливно-энергетический комплекс, обеспечивая около 40 % энергии государства. В условиях существующего мощного антропогенного пресса, загрязняющих выбросов от комплекса предприятий угольной и цветной металлургии, нефтеперерабатывающей промышленности, возросшего автотранспортного парка в г. Павлодаре здоровье населения испытывает достаточно сильное воздействие. Особенно важным становится изучение реакции биоты как приближенной к человеку модели профилактического воздействия и в первую очередь токсичных элементов.

Ключевой экологической проблемой Павлодарской области является загрязнение атмосферного воздуха тепловыми электрическими станциями, повышенные выбросы золы. Эмиссии от предприятий электроэнергетики, металлургии и угледобывающей промышленности составляют более 94,4 % от полного объема выбросов загрязняющих веществ по Павлодарской области.

Многочисленные источники поступления загрязняющих веществ вызывают сочетанное воздействие на биологические объекты урбоэкосистемы г. Павлодара. Проведенный анализ позволяет выделить наиболее значимые источники загрязнения окружающей среды:

- аэрогенные выбросы по розе ветров (юго-запад, запад) зольных частиц от предприятий электроэнергетики (ЭГРЭС-1,2 и Аксуская ГРЭС), угледобывающей промышленности (разрезы Северный, Восточный и Богатырь) и металлургии (Аксуский завод ферросплавов);

- зола угля и мазута ТЭЦ-1,2 и 3, «Алюминий Казахстана» расположенные в северной и восточной промзонах г. Павлодара;

- предельные и непредельные углеводороды, бенз(а)пирен, метан, бензол, толуол, ксилол, фенол, оксиды алюминия, углерода, азота, серы и др., пары соляной и азотной кислот и др. загрязняющие вещества в выбросах Павлодарского нефтеперерабатывающего завода (ПНХЗ), предприятий «Каустик», «Казэнергокабель», «Кастинг» и др.

Установлено, что производственные условия могут влиять на изменение геохимических особенностей территорий, как на локальном уровне, так и в региональном и глобальном масштабах. В отдельных регионах, характеризующихся избыточным содержанием химических элементов, формируются техногенные геохимические провинции [3,4,8,13]. Использование в качестве биоиндикаторов высокочувствительных биосубстратов и их микроэлементный состав – является перспективным направлением для оценки существующей экологической обстановки и прогнозирования возможных рисков для здоровья населения и биоты.

Цель и задачи исследования. Цель данного исследования - определить возможности биологического мониторинга в условиях техногенно-трансформированной урбоэкосистемы**.** Задача –оценить пространственное распределение (зональность) токсичных элементов в биосубстратах окружающей среды.

Материалы и методы исследования. Объекты исследования: Листья тополя черного *Populus nigra* (60 проб) и пробы волос детей 12-14 лет (120 проб). Контрольные пробы были взяты на фоновых участках Павлодарской области, поселок Железинка, в 180 км на север от г.Павлодар. Химический анализ на содержание токсичных элементов в биосубстратах проведен с использованием метода инструментального нейтронно-активационного анализа - ИНАА [ГОСТ 17.4.1.02-83] по методике МАГАТЭ [9] в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) Томского политехнического университета (ТПУ),

имеющей аккредитацию (№ РОСС RU.0001.511901)по аттестованным методикам (№ 410-ЯФ), аналитик – старший научный сотрудник Судыко А.Ф.

Полученные результаты статистически обработаны по стандартным показателям с учетом малых выборок [12,18]. Построение таблиц, диаграмм и графиков проводили с помощью программ Statistica 6 и MicrosoftExcel. Геоинформационный анализ распределения элементов, построение моноэлементных картосхем осуществляли с помощью программ Arc GIS 9.

Результаты исследования. Определен широкий спектр химических элементов (26), включая редкие, редкоземельные, радиоактивные и благородные элементы в золе листьев тополя черного *Populus nigra.* Исходя из представлений о том, что при симметричном (нормальном) распределении показатели среднего, моды и медианы примерно равны [8], установлено, что близки к нему распределения следующих элементов выборки: Sc, Ag, La, Sm, Ta, Zn, Th, Eu, U.

На территории Павлодара наблюдается неравномерное распределение большей части изученных элементов, о чем свидетельствуют такие показатели, как стандартное отклонение, коэффициент вариации и др. Особенностью техногенных ореолов является неоднородность распределения в них химических элементов. Дендрограмма кластерного анализа элементного состава позволяет разбить множество химических элементов на группы, которые объединяют элементы с наивысшими значениями меры сходства (парных коэффициентов корреляции Пирсона r). Геохимические спектры микроэлементов в золе листьев тополя черного образуют значимые ассоциации [15].Наиболее значимые (более 95 %) микроассоциации на территории г. Павлодара выделены как 2 группы: *Lu, CeиSm, La, Th, Sc.* Эти микроэлементы характеризуют выбросы от сжигания углей на ТЭЦ (компоненты зольного происхождения).

Для установления специфики накопления элементов растениями из почв рассчитывали коэффициент биологического поглощения (Ах) как отношение

содержания элементов в золе листьев к их содержанию в почве [14]. Данный показатель (выше единицы) установлен для трех элементов: кальция (8,9), хрома (1,36) и золота (1,33), что свидетельствует о возможности формирования природных аномалий на территории города. Максимальное проявление характерно для кальция, что отражает геохимическую специфику пород данной территории.

Нами также была проанализирована общая биогеохимическая картина по следующим показателям: Кк(содержание элемента относительно кларка биосферы) и Кс (содержание элемента относительно фоновых показателей). Геохимические ряды, выстроенные по этим показателям, характеризуют элементную специфику листьев тополя на территории г. Павлодара [5,16].

Элементы из трех классов токсичности располагаются (Кс) в следующем порядке: $Cr_{21,6}>Sb_{8,2}>Zn_{6,7}>Ba_{1,7}>Co_{1,5}>Sr_{1,1}$. Сопоставляя полученные нами данные с геохимическими показателями жидкой фазы снегового покрова [1], отмечаем повышенное содержание хрома, цинка, стронция и кобальта как общую региональную особенность.

С целью установления региональной специфики элементного состава листьев тополя черного нами проведен сравнительный анализ [6] собственных материалов с литературными данными и результатами по территории г. Томска, любезно предоставленными нам коллегами из Томского политехнического университета (Л.П.Рихванов, Н.В.Барановская). Необходимо отметить, что содержание хрома в листьях тополя черного на территории г. Павлодара превышает фоновое в 21 раз, в других индустриальных центрах - от 3 до 7 раз. Накопление цинка в наших исследованиях выше фона в 7 раз, показатели из других регионов выше в 3 раза.

Таким образом, анализ региональной специфики накопления элементов в золе листьев тополя черного показал, что в отличие от других урбанизированных зон в г. Павлодаре преобладают хром, цинк, кобальт, сурьма, что может быть обусловлено значительным воздействием выбросов от городских промышленных предприятий и автотранспорта.

На основе полученных нами данных по химическому составу листьев *Populus nigra* были построены схематические карты элементного распределения по территории г. Павлодара. Выделяются участки с явными аномалиями химических элементов. Высокий уровень накопления *Cr* проявляется в центральной (3,4 участки) и юго-западной (5 участок) частях города. Максимальные скопления *Ba, Co, Sr, Sb* отмечены в северо-восточной частии юго-западной части города, 2 и 5 участки соответственно.

Такое распределение, на наш взгляд, возможно под воздействием выбросов ферросплавного завода и ГРЭС г. Аксу в соответствии с розой ветров. На всех участках по городу высокие показатели Кс отмечены для хрома, сурьмы и цинка**,** а также на 1 и 5 участках – тербий, на 2 - барий, на 3, 4 и по городу – натрий. Суммарный показатель накопления токсичных элементов по участкам выражен в виде следующего ряда: 5 > 3 > 4 > 6 > 1 > 2.

Зональное распределение токсичных элементов в биосубстратах человека (волосы детей). На территории г. Павлодара экологическая ситуация достаточно хорошо изучена в плане накопления ТМ в почвах, снеге. Однако для более полного анализа состояния окружающей среды и рисков для здоровья городского населения необходима биогеохимическая оценка биосубстратов человека.

Выделены отдельные участки с высоким содержанием химических элементов (ХЭ) в данномбиосубстрате.Так, повышенное содержание Cr, Fe, Hg, Ba, Rb, U, Co, Sm характерно для припойменных участков (1, 3 и 5), расположенных на северо-западе, западе и юго-западе, т.е. по розе ветров. Факт схожести пространственного распределения ХЭ на изученной территории города указывает на наличие единого источника, влияющего на распределение данных элементов.

В биосубстратах детей, проживающих в 1, 2 и 3 участках г. Павлодара, обнаружено максимальное содержание элементов: Ca,Zn,Fe,Ba,Ce,Rb,Hg,Au, La, Co, Sm, Eu, Hf. В восточной части города максимальное накопление в волосах установлено для элементов: Na, U, Cr, Se, Sb, Ce, Sc.

По результатам анализа (метод ИНАА) волос детей из участков г. Павлодара установлено, что максимальное превышение характерно для рубидия (Кк от 60,6 до 74,1); минимальное – для ртути и селена (Кк от 1,1 до 2,9). Однородное распределение имеют следующие элементы: Rb, Yb, Lu; слабо дифференцированное - Br, Ta, U, Ag; дифференцированное - Hg, Co, Sb, Cs, Sc, La, Th, Au и интенсивно дифференцированное - Cr, Hf, Ce, Tb. Полученные нами результаты свидетельствуют о неоднородном характере распределения токсичных элементов: цинка, селена, ртути (1 класс опасности); хрома, кобальта, сурьмы (2 класс опасности); бария (3 класс опасности), что возможно связано с разными источниками их поступления.

Специфика пространственного распределения данных токсичных элементов позволяет предположить, что не только предприятия нефтехимии и предприятия, работающие на угле, являются потенциальными источниками поступления этих элементов в организм человека, но возможен и трансграничный перенос их по р. Иртыш. Содержание Hg, Ba, Sb, Zn, Cr в волосах детей максимально выражено в северной части города, граничащей с промышленной зоной, где функционируют нефтеперерабатывающий, химический, тракторный заводы и две ТЭЦ. По литературным данным [2] для водной фазы снега Павлодара характерна ртутно-медная геохимическая специализация.

Высокое содержание Hg, Cr, Co и Zn в биосубстратах человека отмечено нами по направлению розы ветров (запад, юго-запад) в западном участке, прилегающем к реке Иртыш. На территории западной части города (северо-западный, западный и юго-западный участки) коэффициент концентрации для Cr, Co, Ba и Hg выше, чем в восточной части города (северо-восточный, восточный и юго-восточный участки), что свидетельствует о едином источнике поступления. Однотипность источников поступления этих элементов также подтверждается и дендрограммой кластерного анализа.

Сравнительный анализ собственных и литературных данных по содержанию токсичных элементов в различных средах г. Павлодара показывает высокую степень концентрации

ртути и цинка, как в волосах, так и в почве, снеге, что свидетельствует об избыточном поступлении этих элементов и активной миграции в системе: почва - снег - растения - биосубстрат человека [11].

Ранее проведенные на территории г. Павлодара исследования показали, что в почве, снеге и овощных культурах из селитебной части города наблюдаются повышенные концентрации токсичных элементов: Co, Cr, Hg, Zn. Наши исследования по биосубстратам человека согласуются с этими данными.

Нами также установлено, что в волосах детей из шести участков г. Павлодара коэффициент концентрации (Кк) относительно кларка биосферы [7] по четырем элементам (Rb, Zn, Se, Hg) изменяется в диапазоне от 1,1 до 74,1 [10].

Анализ показал, что для всех участков города характерен одинаковый качественный элементный состав волос, что свидетельствует об одних и тех же источниках поступления этих веществ. Суммарный показатель загрязнения изученныхбиосубстратовпредставлен в следующем убывающем ряду: *юго-западный участок$_{84}$ >западный участок$_{83}$ >северо-западный участок$_{75}$ >северо-восточный участок $_{71}$ >восточный участок $_{69}$>юго-восточный участок $_{56}$.*

Ранжирование территории г. Павлодара по содержанию ХЭ в волосах детей, Кс и Zc территории города в различных средах (почва, снег, растения, волосы) выявил аналогичные экологически неблагополучные участки.

На первом месте находится юго-западный, на втором месте - западный. Полученные данные позволяют утверждать, что уровень накопления изученных химических элементов в биосубстратах отражает степень техногенного влияния на население из развитого промышленного комплекса г. Павлодара и прилегающих к нему территорий. При этом, как минимум, из спектра химических элементов, могут быть выделены 3 группы главных источников воздействия: предприятия угольной энергетики и металлообрабатывающей промышленности (Hg, Zn, Fe, Cr); химическая промышленность (Hg, Se, Rb, Cr) и нефтехимическое производство (Zn, Se, Br, Ba).

Таким образом, по результатам исследования элементного состава биосубстратов проведено зонирование территории г. Павлодара и определены участки максимальной концентрации химических элементов, которые совпадают с ореолами загрязнения почвы и снега.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажаев Г.С. Оценка экологического состояния г.Павлодара по данным геохимического изучения жидких и пылевых атмосферных выпадений: автореф. дис. канд. геолого-минералогических наук: 25.00.36. – Томск, 2007. – 25 с.
2. Ажаев Г.С., Панин М.С., Гельдымамедова Э.А. Использование геохимических данных о содержании микроэлементов в снеговом покрове и почве для районирования территории г. Павлодара. Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде. Материалы VI-международной научно-практической конференции. – Семипалатинск : СГПИ, 2010. – С.246-249.
3. Алексеенко В.А. Природные и техногенные факторы безопасности жизнедеятельности // Известия Русского географического общества. –- 2005. – Т. 137. – № 4. – С. 62-70.
4. Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Геохимические исследования углей в Сибири // Известия Томского политехнического университета. 2009. – Т. 314. – № 1. – С. 96-100.
5. Асылбекова Г.Е., Шаймарданова Б.Х., Корогод Н.П. Сравнительная оценка накопления токсичных элементов в золе листвы тополя черного *PopulusnigraL.* Геохимия живого вещества: материалы Международной молодежной школы-семинара (Томск, 2-5 июня 2013г.); Томский политехнический университет. - Томск: Томский политехнический университет, 2013. – С. 118-119.
6. Барановская Н.В., Шаймарданова Б.Х., Рихванов Л.П., Корогод Н.П., Асылбекова Г.Е., Усенова Ш.Ж. Оценка накопления химических элементов природными средами в условиях техногенного загрязнения урбосистемы г. Павлодара. Материалы 1 Международных

Фарабиевских чтений, 2-я Международной научно-практической конференции «Биологическое разнообразие и устойчивое развитие природы и общества». – Алматы, 2014. – С. 115-119.

7. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая шк. – 1988. – 328 с.

8. Ермаков В.В. Проблема микроэлементозов – глобальные и локальные аспекты. VI международная научно-практическая конференция «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». – Семей, 2010. – Т. 1. – С. 15-27.

9. Картирование элементного состава волос / Жук Л.И., Кист А.А. // Активационный анализ. Методология и применение. – Ташкент: ФАН Узбекской ССР, 1990. – С.190-201.

10. Корогод Н.П., Шаймарданова Б.Х., Асылбекова Г.Е. Биогеохимический аспект развития промышленного центра на северо-востоке Казахстана. Геохимия живого вещества. Материалы Международной молодежной школы-семинара (Томск, 2-5 июня 2013); Томский политехнический университет. – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – С. 144-146.

11. Корогод Н.П., Шаймарданова Б.Х., Асылбекова Г.Е. Редкоземельные и радиоактивные элементы в волосах детей г.Павлодара. Материалы IV Международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – С. 298-301.

12. Михальчук А.А. Статистический анализ эколого-геохимической информации: учебное пособие. – Томск: ТПУ. – 2006. – 235 с.

13. Панин М.С., Койгельдинова М.Т. Накопление меди и цинка растениями клевера гибридного*(TRIFOLIUM HYBRIDUM* L.) из искусственно загрязненной темно-каштановой почвы // Агрохимия. – 2010. – № 9. – С. 77-87.

14. Соловова А.П. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловова, А.Я. Архипов В.А. Бугров и др. – Москва: Недра, 1990. – 134 с.

15. Шаймарданова Б.Х., Барановская Н.В., Асылбекова Г.Е., Корогод Н.П. Геохимическая характеристика листьев Populus nigra L. на территории Павлодарской области // Вестник ПГУ. Серия химико-биологическая. – 2008. – №3. – С. 191-201.

16. Шаймарданова Б.Х., Корогод Н.П., Асылбекова Г.Е. Биогеохимические показатели в оценке качества трансформированной экосистемы г.Павлодар // Вестник СГУ им. Шакарима. – 2009. – № 1 (45). – С. 155-158.

17. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии. Учебное пособие. – Красноярск: Красноярский университет, 1988. – 208 с.

18. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Шатилов А.Ю. Методика комплексной эколого - геохимической оценки территорий для решения геологических задач. Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо – Востока России. – Томск, 2000. – Т. 2. – С. 246 - 248.

УДК 911.9(571.62)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОДСКОЙ СВАЛКИ ТБО

Мирзеханова З.Г., *доктор географический наук, профессор, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,* ***Россия****, г. Хабаровск, lorp@ivep.as.khb.ru*

Дебелая Ирина Дмитриевна, *кандидат географических наук, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,* ***Россия****, г. Хабаровск, debelaya@rambler.ru*

Рассматриваются методические подходы оценки экологического состояния в районах эксплуатации городских свалок ТБО. В качестве основного метода исследования определен геоэкологический анализ. Выделены экологические проблемы и дана их характеристика. Предложены оптимизационные мероприятия.

Ключевые слова: свалки твердых бытовых отходов, экологическое состояние территории, экологические проблемы, рекультивация ландшафта.

EVALUATION OF ECOLOGICAL SITUATION OF THE TERRITORY DURING OPERATION OF CITY DUMP OF SOLID HOUSEHOLD WASTES

Mirzekhanova Z.G, .Debelaya I.D.

Methodical approaches of an assessment of ecological conditions in the areas of city dumps of solid domestic wastes are considered. Geoecological analysis is defined as the main method of research. Environmental problems are allocated and their characteristic is given. Optimizing actions are offered.

Key words: dump of solid domestic wastes, environmental condition of the area, environmental problems, recultivation of the landscape.

Введение. В настоящее время для удовлетворения потребности 1 чел. во всем необходимом за год добывается около 20 т (по некоторым данным – 45 т) различного сырья. При этом в готовую продукцию переходит от 1 до 6 % [1]. Все остальное превращается в отходы, образующиеся на всех стадиях производства. Спустя некоторое время отходом становится и сам конечный продукт. Поэтому можно смело сказать, что в процессе производства и потребления образуются только отходы, значительная часть которых вследствие качественного изменения производства, обусловленного влиянием научно-технического прогресса, не усваиваются природой [6].

Развитие современного общества – неустанная борьба с огромным количеством формирующихся отходов и чаще всего человек не может признать себя победителем. Если с промышленными отходами, в связи с ограниченностью первичных ресурсов, в некоторой степени достигнуты определенные результаты, то проблемы, связанные с формированием бытовых отходов, с каждым днем становятся все острее.

Особенностью функционирования городов является образование огромного количества твердых бытовых отходов (ТБО), ответственность за обращение с которыми возложена на органы местного самоуправления. В мире существует несколько способов ликвидации ТБО. Самый распространенный из них (до 80 %) – захоронение или складирование отходов на специальных полигонах. Более затратный, но относительно простой – уничтожение на мусоросжигательных заводах. Наиболее приоритетный способ – утилизация отходов – применяется в странах с ограниченными природными и земельными ресурсами, где используются современные технологии переработки отходов [4,6].

Современные эколого-географические исследования направлены на поиск оптимальных путей обеспечения комфортных условий для жизнедеятельности людей. В связи с этим акцентируется внимание на решении острейшей проблемы, влияющей на экологическое состояние городской территории, – складирование и захоронение ТБО [3].

В Хабаровске работы по сбору, транспортировке и захоронению ТБО выполняет МУП «Спецавтохозяйство по санитарной очистке», подчиняющееся городской администрации и обеспечивающее сбор и захоронение более 80 % ТБО, образующихся в городе [2].

Городская свалка «Березовская», единственно официально зарегистрированная, была расположена в отработанных карьерах строительных материалов, эксплуатировавшихся при строительстве федеральной автотрассы. Более 30 лет принималось ежегодно от 195 тыс. т отходов. Изначально свалка не была оборудована в соответствии с санитарно-экологическими требованиями и СниП. За время её функционирования периодически нарушались противопожарые мероприятия и техника безопасности; не были проложены нагорные канавы для отвода поверхностных вод, образующихся в результате снеготаяния и ливневых дождей; не организован мониторинг химического состава и температуры грунтовых и поверхностных вод; не выделена санитарно-защитная зона и др.

Мощность слоя захороненных на свалке отходов 15–20 м, а занимаемая ими площадь – 5 га. Как специально оборудованное сооружение, она исчерпала свой ресурс: по своей мощности уже не могла обеспечить потребности города в целом по утилизации ТБО, а также промотходов 3-го и 4-го классов опасности. Федеральными контрольными и надзорными органами были выданы предписания о закрытии свалки, что и было сделано в 2012 году.

Материалы и методы исследования. Работа основана на материалах полевых исследований, анализе фондовой и опубликованной информации ведомственных, научных учреждений по исследованию экологического состояния территории при складировании и захоронении ТБО в Хабаровском крае и других регионах РФ.

Потребность в комплексной оценке экологического состояния территории различных местностей как целостных геосистем, предопределила развитие эколого-географического анализа (ЭГА). Согласно Б.И. Кочурову, «…это совокупность методов изучения взаимодействия природных и природно-антропогенных ландшафтов с обществом» [5]. ЭГА – это анализ комплексный, системный, пространственно-временной, имеющий конструктивную направленность на оптимизацию природопользования.

Использовался комплекс методов: сравнительно-географический, ландшафтный, анализ морфологического состава ТБО, химико-аналитический, оценка аттрактивности ландшафтов, картографический, статистический.

Для комплексной оценки экологического состояния территории в период функционирования городской свалки ТБО, на основе геоэкологического и проблемного подходов, выделен алгоритм исследований: 1) проанализирован и систематизирован комплекс факторов, предопределяющих возникновение специфических экологических проблем; 2) выделены экологические проблемы и дана их характеристика; 3) выполнен анализ пространственных и временных особенностей проявления экологических проблем, позволяющий оценить экологическое состояние территории; 4) предложены оптимизационные мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния территории.

Обсуждение результатов исследования. Анализ морфологического состава ТБО, образующихся в нескольких среднестатистических семьях Хабаровска из 3 человек и вывозимых на свалку, показал, что в сутки накапливалось 2–2,5 кг мусора [7], преобладают пищевые отходы, бумага и картон, полимеры (таблица 1).

Таблица 1 – Морфологический состав ТБО, образуемых насвадке «Березовская»

Компонент	% от общей массы ТБО
Бумага, картон	30,0
Пищевые отходы	38,0
Дерево	1,5
Металл черный	1,0
Металл цветной	1,5
Текстиль	3,0
Кости	0,5
Стекло	2,0
Кожа, резина	0,5
Камни, керамика	1,0
Пластмасса, полимеры	5,0
Прочее	16,0 (в т.ч. дерево, кости, отсев)

Кроме представленных компонентов (таблица 1), на городскую свалку вывозились отходы промышленных предприятий, отработанные аккумуляторы и старые автомобильные покрышки, опасные отходы, содержащие тяжелые металлы и синтетические средства бытовой химии.

Складируемые отходы в различной степени влияют на окружающую среду. Нетоксичные отходы (в основном макулатура, разлагающаяся в условиях муссонного климата за 2–3 года) при сжигании совместно с органическим и хлорсодержащим материалом образуют диоксиды. Полимеры практически не разрушаются естественным путем, а при их сжигании выделяются токсичные вещества, в том числе диоксины и фураны. Автомобильные шины, попадая на свалки, не подвергаются биологическому разложению, огнеопасны, являются идеальным убежищем для размножения кровососущих насекомых и переносчиков инфекционных заболеваний. Еще один опасный источник загрязнения – лом черных и цветных металлов.

Складирование и захоронение ТБО порождает серьезные экологические проблемы, острота проявления и сочетание которых влияет на формирование экологического состояния территории, и, в значительной степени зависит от местоположения объекта, природно-экологических особенностей района, пространственной и функциональной дифференциации городских земель. При проведении эколого-географических исследований, мы оценивали состояние ландшафтов в целом и изменение природных компонентов.

Воздействие на ландшафты, прилегающие к свалке ТБО. Структура рас- пределения земель в Хабаровске отличается неблагоприятным соотношением между промышленными и селитебными зонами в расчете на единицу площади и душу населения: в среднем по городу на 1 жителя приходится около 89 м^2 промышленной зоны, в то время как в городах США и Англии эти показатели соответственно 18 и 16 м^2 [8].

К промышленным зонам относятся такие утилизационные территории, как свалки, золоотвалы, карьеры, занимающие около 500 га, что составляло 2,4 % площади Хабаровска. Городская свалка «Березовская» была расположена в экологически благополучном Северном округе, где соотношение между промышленными, селитебными и условно природными ландшафтами наиболее благоприятное [8].

Массив останцовой возвышенности, в пределах которого проводилось захоронение ТБО является частью водораздельной поверхности между небольшими притоками р. Амура, дренирующими ландшафты Краснофлотского района города, и долиной р. Березовой, впадающей в р. Амур за городской чертой.

На обследованной площади выделены ПТК: 1) останцовой возвышенности, преимущественно полностью измененные – техногенные ГЛК (свалка, карьер, дороги) с фрагментами дубовой рощи в северной части возвышенности; 2) склонов, также сильно преобразованные – доминируют пустыри антропогенного происхождения; 3) полого-холмистой равнины IV надпойменной террасы р. Амур с долинными комплексами рек Правой и Левой Березовой – здесь локализованы техногенные пустыри и заброшенные земли сельскохозяйственного назначения. В целом на прилегающей к Березовской свалке территории облик природного ландшафта практически полностью изменен [7].

Геолого-геоморфологические экологические проблемы. Согласно схеме районирования Хабаровска по проявлению опасных геологических процессов, на исследованной площади отмечена активизация опасных геологических процессов: овражной и струйной эрозии, оползней, осыпей, техногенного заболачивания и подтопления [9], что обусловливает высокую экологическую уязвимость территории.

Локализация свалки на водораздельной поверхности в отработанных карьерах, её «открытость» способствовала формированию воздушного и водного (поверхностные и грунтовые воды) потока переноса загрязняющих веществ. В связи с этим учет особенностей климатических и гидрологических характеристик исследованного района является наиболее важными при анализе возникновения экологических проблем и их пространственно-временных сочетаний.

Загрязнение атмосферного воздуха. Постоянным спутником свалок является самопроизвольное возгорание отходов, приводящее к распространению специфического запаха, едкого дыма, выделению токсичных веществ. Например, за две недели в августе 2001 г. было отмечено от 1 до 5 очагов самовозгорания в сутки. Из-за отсутствия мерных столбов, учета и контроля ввозимых ТБО оценить количество сгорающих отходов было затруднительно. По предварительным оценкам длительность горения одного источника – от 1 до 3 суток, общая

площадь, охваченная пожарами, около 0,1 га. За период наблюдений максимальная глубина выгорания составила 0,8 м, средняя глубина – 0,5 м, объем – около 500 м^3 [7]. Размещение единственной официальной городской свалки ТБО без учета направления преобладающих ветров и близости жилой застройки, предопределили возникновение опасности для здоровья населения.

Загрязнение поверхностных и подземных вод. Муссонный климат и, в частности, неравномерный ливневый характер осадков, обусловливают интенсивную водонасыщенность складированного техногенного материала и, как следствие, поступление фильтрата в поверхностные и подземные воды. Рельеф территории также способствует распространению загрязнения дождевыми и талыми водами.

Со временем (даже после закрытия полигона захоронения ТБО) подземные воды района, особенно по долине р. Березовой, будут испытывать загрязнение от профильтровавшихся через тело свалки атмосферных осадков. Как отмечает К.П. Караванов, водоносный горизонт голоценовых отложений долины этой реки потеряет важное хозяйственное значение. Наблюдения за загрязнением подземных вод в других районах свидетельствуют, что в водах увеличится содержание хлора, сульфат-иона, аммонийного азота, нитратов и нитритов; повышение минерализации подземных вод обусловит увеличение содержания ионов кальция, натрия, магния, фосфора и алюминия. В воде сильно возрастет значение БПК, появятся комплексные органо-минеральные ионы [7].

Загрязнение вод в значительной степени определяется свойствами фильтрата, образующегося в результате уплотнения мусора, разложения органического вещества и взаимодействия ТБО с осадками. Исследование фильтрата, образующегося на полигоне, было затруднено, так как непосредственно из тела свалки его нельзя выделить. В большинстве случаев он уходит в нижележащие слои и на поверхности практически не задерживается. При отборе пробы инфильтрата исследовалось качество поверхностных вод небольшого водоема, примыкающего непосредственно к телу свалки. Параллельно на расстоянии 20 м от полигона были взяты пробы воды из этого же водоема (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание загрязняющих веществ в поверхностных водах водоема, расположенного около тела свалки

Загрязняющие вещества	Содержание загрязняющих веществ в поверхностных водах водоема, мг/л		ПДК водоема, мг/л
	около тела свалки	в 20 м от свалки	
Взвешенные вещества	5022	28,00	-
Сухой остаток	3251,00	1025,00	-
Хлориды	308,50	113,00	35,00
Ионы аммония	не определялись	126,00	-
Нитриты	2,10	0,51	3,30
Нитраты	5,15	1,15	45,00
Фосфаты	5,12	0,84	3,50
БПК5	723,00	31,00	-
Сульфаты	160,00	191,20	500,00
СПАВ	1,20	1,06	0,50
Железо (общ.)	23,00	3,80	0,30
Медь	0,11	0,08	1,00
Цинк	2,12	0,12	1,00
Никель	2,41	-	0,10
Свинец	0,23	-	0,30
Кадмий	0,00	-	0,001
Нефтепродукты	3,10	0,26	0,30

Примечание: *Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.689-98.

Водотоки, расположенные вблизи захоронения ТБО, различны по режиму и особенностям функционирования: р. Правая Березовая в летний период полностью пересыхает, р. Левая Березовая сильно загрязнена жилищно-коммунальными стоками, выделить составляющую влияния сточных вод свалки было практически невозможно.

Загрязнение почв. С загрязнением атмосферы и поверхностных вод связано формирование локальных техногенных аномалий почвенного покрова. Согласно исследованиям Л.А. Матюшкиной, на территории, прилегающей к свалке, распространены бурые лессированные почвы на элювиально-делювиальных щебнистых образованиях выветрелых сланцев, а также дерново-глеевые смыто-намытые на делювиально-пролювиальных и аллювиально-пролювиальных наносах, относящихся к овражно-балочному комплексу.

Результаты анализа проб почвы, взятых на свалке и в прелегающей к ней 500-метровой зоне, показали: 1) максимальные концентрации загрязняющих веществ и их повторяемость отмечены для северо-восточного направления, что соответствует румбам преобладающих ветров; 2) превышение ПДК наблюдалось для Mn+V, Ni, Zn, Pb; наибольшее – для Zn: в 69 раз на удалении 50 м от тела свалки. По остальным загрязнителям превышения незначительные.

Характер распределения химических элементов в почвенных пробах неодинаков: для Fe, Ti, Sr, Rb, Mn, Ga, Cu – концентрации элементов варьируют незначительно на различных расстояниях от тела свалки; для V, Cr, Ni, Zn, Pb – концентрация уменьшается при удалении от тела свалки; Ge, Co встречаются эпизодически. В целом четкой закономерности в распределении химических элементов в 500-метровой зоне, прилегающей к свалке, не установлено [7].

Трансформация растительного покрова. Свалка «Березовская» окружена участками с кустарниковыми зарослями, которые чередуются открытыми участками с рудеральной растительстью, и лишь на юго-востоке небольшие площади заняты мелколиственным лесом из осины, березы, ивы, ольхи. Отсутствие древесной растительности на территории, прилегающей к свалке, способствовало техногенному загрязнению всех компонентов ландшафта. Самым действенным «зеленым щитом» для этой территории мог бы быть дубовый лес, еще несколько лет назад здесь произраставший. В настоящее время восстановление дубняков будет сопряжено со значительными затратами и немалым промежутком времени, поэтому можно высадить породы деревьев (ильм низкий, клен ясенелистный и др.), которые через 5–6 лет будут «экранировать» свалку [7].

Эпидемиологическая опасность. Складирование ТБО способствует возникновению эпидемиологической опасности, обусловленной гнилостными органическими отходами и распространением грызунов, гельминтов, кровососущих насекомых, бездомных собак.

Таким образом, проведенный эколого-географический анализ в период эксплуатации городской свалки ТБО «Березовская» и прилегающей к ней местности позволил сделать следующие выводы:

1. Экологическое состояние территории оценивается как напряженное.

Длительный период сбора и захоронения ТБО оказал негативное экологическое воздействие на все природные компоненты и ландшафт в целом.

2. Выделены приоритетные экологические проблемы: реальная угроза загрязнения поверхностных и подземных вод бассейна р. Березовой (может привести к загрязнению водоносных горизонтов, эксплуатируемых населением для бытового и промышленного водоснабжения); загрязнение атмосферного воздуха (согласно преобладающему направлению ветров, оказывает негативное влияние на жизнедеятельность населения); потеря эстетической ценности ландшафтов, вследствии их полной трансформации.

3. После захоронения отходов ТБО необходимо провести биологический этап рекультивации: оптимальный вариант – это создание зеленой зоны, выполняющей санитарно-гигиеническую функцию. В связи с острым дефицитом земель в пределах города рекультивация техногенных ландшафтов улучшит структуру земель плохого качества.

4. Остро стоит вопрос о необходимости организации нового полигона захоронения ТБО, отвечающего современным экологическим требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. – М.: Тейс, 1997. – 272 с.

2. Государственный доклад о состоянии и об охране Окружающей среды Хабаровского края в 2013 году/ под ред. В.М. Шихалева. – Хабаровск: ООО "Медиа-Мост", 2014. – С. 94–97.

3. Волосникова Г.А. Инженерно-экологическая оценка схемы обращения с бытовыми отходами в городах // Конференция с международным участием «Регионы нового освоения: экологическая политика в стратегии развития», 1-3 октября 2013 г., Хабаровск: сб. докладов [Электронный ресурс] – Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН, 2013. – С. 306–312.

4. Дебелая И.Д. Рациональное природопользование: учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. – 142 с.

5. Кочуров Б.И. Развитие геоэкологических терминов и понятий // Проблемы региональной экологии. 2000. – № 3. – С. 5–9.

6. Мирзеханова З.Г. Ресурсоведение: учебное пособие: 2-ое изд. доп. и перераб. – Владивосток: Дальнаука, 2008.

7. Мирзеханова З.Г., Антонова Л.А., Дебелая И.Д., Кан В., Караванов К.П., Климина Е.М. Геоэкологические аспекты захоронения твердых бытовых отходов // География и природные ресурсы. – 2004. – № 1. – С. 51-59.

8. Нарбут Н.А., Антонова Л.А., Матюшкина Л.А., Климина Е.М., Караванов К.П.. Стратегия формирования экологического каркаса городской территории (на примере Хабаровска). – Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2002. – 129 с.

9. Подгорная Т.И., Росликова В.И. Влияние техногенных геоэкологических процессов на современное почвообразование в городах Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 75 с.

УДК 504. 054

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ПОМОЩИ БИОИНДИКАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Королёв Владимир Александрович, *доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва, va-korolev@bk.ru*

Шумкина Юлия Александровна, *аспирант, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва, shumkina7@mail.ru*

Предложена методика эколого-геологической оценки урбанизированных территорий на основе биоиндикационного мониторинга. Описаны методика проведения биоиндикации с помощью определения коэффициента симметрии листовых пластин древесных растений, методика проведения биоиндикационного мониторинга, а также их применение для эколого-геологической оценки юго-восточного административного округа г. Москвы.

Ключевые слова: биоиндикация, мониторинг, урбанизация, коэффициент симметрии.

EVALUATION OF ECOLOGICAL SITUATION URBANIZED TERRITORIES BY MEANS OF BIOINDICATION MONITORING

Korolev V.A., Shumkina Y.A.

Methodology of ecological and geological assessment of urbanized territories on the basis of monitoring bioindication is offered. Technique of carrying out bioindication by determining the coefficient of symmetry leaf plates of woody plants, methods of bioindication MONITORING , as well as their use for ecological and geological evaluation of the South-Eastern Administrative District of Moscow are described.

Keywords: bioindication, monitoring, urbanization, the coefficient symmetry

За многовековую историю деятельность человека привела к глобальным изменениям среды своего обитания. Урбанизация территорий сопровождается глубоким антропогенным изменением природы, заменой естественных экосистем урбосистемами. Ухудшение экологической обстановки урбанизированных территорий требует экологического подхода к решению проблем охраны природы и организации мониторинга. В практике эколого-

геологического мониторинга разработано и широко используется большое количество методов и приемов биоиндикации. Их применение дает прямую информацию о реакции организмов на загрязнение, что позволяет изучать последствие антропогенного воздействия на окружающую среду. Физиологические и биохимические признаки растительных биоиндикаторов позволяют установить нарушения на ранних стадиях антропогенного воздействия на экосистемы. Кроме того, биоиндикация является одним из надежных методов оценки качества урбанизированных территорий [1,6].

В настоящее время методика биоиндикационного мониторинга урбанизированных территорий остается все еще не достаточно разработанной. Существует достаточное количество литературы и публикаций, в которых описаны методики проведения биоиндикации. Предприняты лишь единичные попытки применения методов биоиндикации для оценки качества среды. Отсутствие общей методики проведения подобных исследований, а также многообразие биоиндикаторов, отсутствие эколого-геологической интерпретации результатов затрудняют проведение биоиндикационного мониторинга.

Авторами была предпринята попытка разработать методику проведения биоиндикации и биоиндикационного мониторинга, позволяющего дать оценку эколого-геологического состояния (ЭГУ) урбанизированной территории на примере ЮВАО г. Москвы. В качестве объекта исследования изучали верхние горизонты литосферы Юго-Восточного административного округа г. Москвы, как абиотический компонент эколого-геологической системы урбанизированной территории.

Юго-Восточный административный округ является одним из самых загрязненных в Москве. На состояние природной среды влияют предприятия-загрязнители: Капотненский нефтеперерабатывающий комбинат, Люблинский литейно-механический завод, завод «Автофрамос» (бывший АЗЛК), а также крупные автомагистрали (Волгоградский проспект и др.).

Одним из наиболее информативных показателей техногенного загрязнения территории ЮВАО г. Москвы являются грунты, особенно их верхняя часть - почвенный слой. Основная часть металлов поступает в грунты за счет атмосферных выпадений и их распределение в грунтах можно рассматривать как долговременный индикатор степени экологического благополучия или неблагополучия городских территорий. Очаги техногенного загрязнения грунтов в ЮВАО г. Москвы представляют собой избыточную концентрацию в грунтах не одного, а целого комплекса химических элементов.

Кроме того, большинство промышленных предприятий г. Москвы специализируются на металлообработке и машиностроении, приборостроении, радио- и электротехническом производствах, для которых характерна поставка в окружающую среду меди, цинка, свинца, молибдена, вольфрама, кобальта, никеля и ряда других химических элементов.

В качестве объекта биоиндикации использовали тополь бальзамический *Populus balsamifera*. Он широко распространен в Москве, неприхотлив, газоустойчив, хорошо переносит полутень, листья обладают четко выраженной билатеральной симметрией, что является важным условием осуществления предлагаемой методики. Также в качестве биоиндикатора исследовали травяную растительность, растущую непосредственно под наблюдаемым тополем.

Методика биоиндикации урбанизированных территорий для целей мониторинга проводится в несколько этапов. На первом этапе определяется масштаб исследований, который может включать всю урбанизированную территорию в целом, отдельные административные или промышленные районы, наиболее проблемные городские участки. Выбираются биотопы с различной техногенной нагрузкой. Далее по выбранной территории создается информационная база, производится сбор и систематизация фондовой, опубликованной, административной и статистической информации.

Параллельно выполняется сбор материалов по геологическим, гидрогеологическим, инженерно-геологическим, геохимическим, геофизическим, почвенным и другим природным условиям, формирующим экологические функции изучаемой геологической среды. Собран-

ные материалы тщательно анализируют, выбирают наиболее информативный древесный биоиндикатор, обладающий билатеральной симметрией.

На исследуемой территории было выделено 5 биотопов с различной техногенной нагрузкой: территории парков (Печатники, Кузьминки-Люблино), жилых микрорайонов, территории общего назначения (спортивный комплекс АЗЛК), автомобильные дороги (Волгоградский проспект, промышленные районы (завод Автофрамос, ЛЛМЗ).

На втором этапе в установленных временных рамках (с мая по сентябрь) осуществляется сбор фактического материала (листовых пластин, почв, травяной растительности) с выбранных биотопов. Затем выполняется подготовка собранного материала для исследований. Листовые пластины высушиваются, обрабатываются для расчета коэффициента симметрии $К_{сим}$ по формуле:

$$К_{сим} = \sum m_м / \sum m_б,$$

где $\sum m_м$ – сумма масс меньших половинок листовых пластин, $\sum m_б$ – сумма масс больших половинок листовых пластин.

По разработанной методике было обработано 210 листовых пластин для расчета коэффициентов симметрии $К_{сим}$ листовых пластин. Наименьшие значения $К_{сим}$ были зафиксированы в рекреационной зоне (парк Печатники), наименьшие – в промышленном районе завода Автофрамос (бывший АЗЛК). По значению $К_{сим}$ все биотопы можно расположить в следующем порядке: парки > территории общего назначения > жилые микрорайоны > автомобильные дороги > промышленные районы.

Все собранные образцы листовых пластин, почв, травяной растительности подвергались спектральному анализу для определения их элементного состава на приборе Спектроскан MAX GV. Для подтверждения существования причинно-следственной связи между $К_{сим}$ и содержанием элементов в почвах были рассчитаны коэффициенты корреляции между этими величинами. Результаты корреляционного анализа между $К_{сим}$ листовыми пластинами и концентрациями элементов в почвах были проанализированы, отсортированы по характеру взаимосвязи: весьма тесная, тесная и слабая. Элементы, обладающие тесной и весьма тесной обратной корреляцией с коэффициентом $К_{сим}$ листовых пластин, использовали для построения оценочных диаграмм [7-10].

Была разработана методика построения оценочных диаграмм, которая заключается в следующем: для каждого биотопа рассчитывают суммарный показатель загрязнения Z_c в каждом месяце; строят графики изменения $К_{сим}$ и Z_c для почв в вегетационном периоде; полученные зависимости аппроксимируют и строят график зависимости $К_{сим}$ от Z_c; на график наносят градационные уровни Z_c=8, Z_c=16, Z_c=32. Полученный график является оценочной диаграммой экологического состояния экосистем в определенном биотопе. В работе были получены 5 типов оценочных диаграмм: для парков (рекреации), для территорий жилых микрорайонов, для территорий общего назначения, для территории автомобильных автодорог, для промышленных районов. Наряду с разработанной методикой были построены и проанализированы для сравнения оценочные диаграммы с использованием методики геоэкологической биоиндикации георисков, предложенной Косиновой И.И. и др. (2012) [4].

С помощью данной методики можно проводить биоиндикационный мониторинг любых городских участков, районов или города в целом на основе предложенного метода, описанного далее.

Полученные оценочные диаграммы затем используются для определения состояния эколого-геологических условий изучаемой территории. Для этого с помощью полученных графиков по экспериментальному значению $К_{сим}$ листовых пластин тополя определяется значение Z_c почв и делается вывод о состоянии ЭГУ на изучаемой территории: экологическая норма, экологический риск, экологический кризис, а также об опасности содержания токсичных элементов в эколого-геологических системах [5]. Аналогично используют оценочную диаграмму второго типа (по методике И.И. Косиновой и др., 2012), только в этом случае на оценочный график наносят экспериментальное значение $К_{сим}$ в соответствующем месяце [4].

Согласно оценке с использованием полученных оценочных диаграмм эколого-геологическое состояние исследуемой территории в 2013 году соответствовало экологической норме и экологическому риску с умеренно опасным и опасным содержанием токсичных элементов. Ни в одном пункте наблюдения состояния экологического кризиса зафиксировано не было. Оценочные диаграммы, составленные и обоснованные двумя методами, дают весьма схожую комплексную оценку эколого-геологического состояния городской среды, позволяют наглядно оценивать его динамику, а также позволяют проводить экологический мониторинг городских экосистем.

Для прогнозирования возможных изменений объекта наблюдений будем использовать модель временных рядов. Для прогнозирования значений $К_{сим}$ в следующем вегетационном периоде предполагается использовать программу MicrosoftExcel: с помощью функции «предсказание» вычислять теоретическое значение зависимой переменной (в данном случае $К_{сим}$) в фиксированной точке аргумента; либо с помощью использования инструмента анализа «экспоненциальное сглаживание» при рекомендуемой константе сглаживания а=0,3.

Функциональная структура биоиндикационного мониторинга на основе вышеописанной методики в общем виде состоит из следующих этапов [1, 2, 3]:

1) определяются пункты наблюдения (СППИНФ): участок, район или территория городской агломерации, испытывающие различную степень техногенной нагрузки, включая полное ее отсутствие;

2) в каждом пункте проводится ежемесячный сбор с мая по сентябрь листовых пластин биоиндикатора;

3) по собранным листьям определяется $К_{сим}$;

4) по вышеописанной методике с использованием оценочных диаграмм и найденных значений $К_{сим}$ ежемесячно проводится оценка состояния ЭГУ изучаемой территории: экологическая норма, экологический риск или экологический кризис;

5) на основе полученных данных и их динамики во времени, а также опираясь на прогнозную модель (например, модель временных рядов), прогнозируются возможные изменения ЭГУ объекта исследования;

6) принимаются рекомендации и управляющие решения по снижению техногенного воздействия на эколого-геологические системы;

7) затем позиции 2-6 циклически повторяются.

Применение метода биоиндикации в экологическом мониторинге городских агломераций позволит получать постоянно обновляемую информацию об экологическом состоянии исследуемых территорий. Полученные результаты исследований, а именно разработанная методика биоиндиакционного мониторинга и полученная эколого-геологическая оценка ЮВАО г. Москвы, в дальнейшем могут быть использованы изыскательскими организациями города для принятия проектных решений; разработанная методика проведения биоиндикационного мониторинга и его результаты могут быть использованы экологическими организациями города при создании системы эколого-геологического мониторинга, а также служить его информационной базой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг: Учеб.-метод. пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический Проект, 2006. – С. 48-52,

2. Королёв В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем: Уч. пособие // под ред. В. Т. Трофимова. – М.: КДУ, 2007.

3.Королёв В. А. Мониторинг геологической среды // под ред. В. Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1995.

4. Косинова И. И., Базарский О. В., Козинцев С. Н. Методика геоэкологической биоиндикации георисков техногенно-трансформированных территорий. – Георискъ, 2012. – №3. – С. 22-25.

5. Косинова И.И., Богословский В.А., Бударина В.А. Методы эколого-геохимических, эколого-геофизических исследований и рациональное недропользование: Учебное пособие. – Воронеж: ВГУ, 2004.

6. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений. С-ПБ: Изд-во С-Пб ун-та, 2004. – С. 8-40, 218-225;

7. Шумкина Ю.А. К методике применение биоиндикации в системе экологического мониторинга городских агломераций // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: Тезисы докладов Международной конференции, 2013. – С. 247;

8. Шумкина Ю.А. Методика определения коэффициента симметрии для целей биоиндикации на городских территориях // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы, (Молодые в науке): Материалы третьей научно-практической конференции. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2013. – С. 170;

9. Шумкина Ю.А. Методика проведения экомониторинга городских территорий с помощью биоиндикации // Электронный сборник материалов XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов 2013», Москва, 2013.

10. Шумкина Ю.А. Применение методики биоиндикации в эколого-геологическом мониторинге городских агломераций // Электронный сборник материалов XXI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов 2014», Москва, 2014.

УДК 502.55.001.18

ФЛОРОГЕНЕЗ ОТВАЛОВ ГЛИНЫ КЕЛЛОВЕЯ МИХАЙЛОВСКОГО КАРЬЕРА КМА

Стифеев Анатолий Иванович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф.И.И. Иванова,* ***Россия****, г. Курск*

Головастикова Антонина Валентиновна, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф.И.И. Иванова,* ***Россия****, г. Курск, golovastikova.a.v@mail.ru*

В статье представлены и обобщены исследования по особенностям зарастания отвалов глин келловея, занимающих значительные территории, занятые вскрышными породами. Показан характер флорогенеза в связи с литогенной основой. Предложено направление их использования.

Ключевые слова: флорогенез, фитоценоз, природный ландшафт, пионерная группировка растительности, рудеральная группировка, проективное покрытие, вегетативная масса, гемикриптофиты, терофиты, гамефиты.

FLORIGENE DUMPS CLAY CALLOVIANMICHAEL'S CAREER KMA

Stifeev A.I.,Golovastikova A. V.

Investigations on characteristics of overgrowing dumps clays of Callovian, occupying large areas, are presented and summarized in this article. Character of florogenesis in connection with the lithogenic basis is show. Direction of their use is offered.

Key words: florigene, phytocenosis, the natural landscape, pioneer grouping of vegetation, ruderal grouping, the projective cover, vegetative mass, hemicryptophyte, tirophita, halfeti.

Измененные хозяйственной деятельностью человека экосистемы следует рассматривать как модификацию естественных ландшафтов. В первую очередь изменяется структура растительного покрова, в которой происходит деградация и смена коренного ценоза неустойчивыми производными.

Изученные нами биолого–почвенные сообщества техногенного ландшафта отвалов глины келловея Михайловского карьера существенно разнятся между собой и значительно отличаются от зональных по всем показателям: состояние фито-, зоо-, микробоценоза, а также по скорости формирования почвенного профиля в зависимости от возраста отвала.

Одним из основных и наиболее ярких показателей состояния биоценоза является растительность, как эдификатор экологических условий и основной фактор, изменяющий эти ус-

ловия. Направление и характер флорогенеза непосредственно определяются факторами внешней среды, влияющими на заселение нарушенных субстратов, выражающихся как в физико-химических свойствах пород отвалов, так и в проявлении ряда факторов, случайных по отношению к особенностям самой территории: состав фитоценоза близлежащих территорий, количество растений, господствующее направление ветра, преобладающий способ размножения (вегетативное или семенное).

Условия существования на нарушенных землях всегда отличаются от условий существования в зональных фитоценозах. На глине келловея они сдвинуты в сторону большой влажности субстрата (полная влагоемкость 58 %) и перепада температур. Так, в пасмурный день при температуре воздуха 18°С температура зональной почвы 17°С, а глины келловея – 14°С. В то же время в солнечный день прогреваемость склонов, не занятых растительностью, на глинах келловея достигает 26°С [1].

При снижении суровости условий среды меньшую роль играют внешние факторы и большее значение приобретает конкуренция. На северных и западных склонах отвалов глины келловея формируется пионерная группировка, преимущественно одновидового состава. Наибольшей встречаемостью здесь отличается мать-и-мачеха – хвощевые группировки. На выровненных участках и в микропонижениях хвощ заменяется вейником наземным. Основная часть склонов отвалов с наклоном 45° и высотой до 30 метров достигает 75 % зарастания, покрыта одновидовой группировкой мать-и-мачехи.

Прочие растения: полыни (*Artemisia*), кипрей узколистый (*Chamaenerion angustifolium*), латук татарский (*Lactuca tatarica*), коровяк метельчатый (*Verbascum lychnitis*), горлюха ястребинковая (*Picris hieraccioides*) – рассеяны и приурочены в основном к эродированным оползающим участкам. Здесь же встречаются единичные растения пальчатокоренника кровавого (*Dactylorhiza cruenta*) (охраняется в Курской области) [2].

Склоны южной и юго-восточной экспозиции имеют проективное покрытие от 5 % (на гривах) до 50 %. Кроме мать-и-мачехи, которая является основным эдификатором, здесь встречаются коровяк метельчатый и горлюха ястребинковая. На гривах – щавелек малый (*Rumex acetosella*), икотник серо-зеленый (*Berteroa incana*). Вершины отвала и некоторые гривы на южных и восточных склонах не покрыты растительностью.

По флористическому составу отвалы пятилетнего возраста глины келловея характеризуются абсолютным преобладанием астровых (40 %). Семейства норечниковых (20 %) и гречишных (12 %) менее многочисленны. Прочие семейства: мятликовые, кипрейные, хвощовые, орхидные представлены 1 видом. В целом количество растений на м^2 колеблется от 56 (на северных и западных склонах) до 26 экземпляров (на южных и восточных склонах), при видовой насыщенности 1–3 вида на 1 м^2.

Кроме того, важным показателем устойчивости фитоценоза служит соотношение надземной и подземной массы растений, поскольку формирование и рост надземных и подземных органов является одновременно процессом образования структурных элементов их продуктивности. Чем полнее удовлетворяются материально–энергетические потребности при взаимодействии растений с окружающей средой, тем интенсивнее происходит образование и накопление органического вещества. В конечном итоге наиболее общим показателем, отражающим весь ход морфогенетических и ростовых процессов. является биомасса надземных и подземных органов, образующихся у растений в течениt вегетационного периода. При этом значительное преобладание наземной биомассы над корневой, а также небольшое содержание сухого вещества в зеленой массе свидетельствует о высокой степени неустойчивости растительного сообщества. Вегетативная масса составляет 390 г/м^2 (на северном склоне) и 250 г/м^2 (на южном склоне) (таблица 1).

Таблица 1 – Биомасса травостоя на 5–летнем отвале глины келловея

Экспозиция склона	Вегетативная масса			Масса корней в слое 0–50 см, г/м^2
	Сырая, г/м^2	Сено, г/м^2	Содержание сухого вещества, %	
Северо–западная	390	65	16,6	40,2
Юго–восточная	250	42	16,7	26

Ценотическая характеристика отвалов отличается однообразием. По длительности жизни преобладают многолетники (73 %), по типу корневой системы – стержнекорневые ви-

ды (60 %), однако по реальному проективному покрытию эта группа растений носит случайный хаотичный характер и приурочена в основном к склонам южной и восточной экспозиции с более мягкими условиями увлажнения. Дерновинные виды отсутствуют. По отношению к влаге 67 % – мезофиты. Ксеромезофиты представлены полынями (горькая, австрийская, равнинная) и коровяками (метельчатой и медвежье ушко) – 33 %. По жизненным формам преобладают гемикриптофиты (53 %) и криптофиты (34 %). Достаточно много терофитов (13 %) при абсолютном отсутствии хамефитов, т. е. растений, у которых почки и концевые побеги, предназначенные для перенесения неблагоприятного периода, расположены на поверхности земли или близко к ней. По типу возобновления преобладают виды с семенным возобновлением (60 %), но по реальному распространению господствуют виды с вегетативно–семенным возобновлением. По степени микотрофности преобладают немикотрофные виды (53 %), но высокое распространение имеют виды с высокой степенью микотрофности: мать-и-мачеха, вейник наземный,

Среди древесно-кустарниковых видов, поселяющихся на отвалах глин келловея, пионерами являются виды, обладающие высокой степенью микотрофности: осина, береза, в меньшей степени – ива козья.

Коэффициент рассеянности фитоценоза достаточно велик, а коэффициент пестроты сложения снижен, так как травостой отвала сильно разрежен. Биологическая гомогенность (JBD) (50 %– 36 %) достигается за счет мать–и–мачехи.

Коэффициент общности видового состава отвала составляет 25 %.

Со временем неравномерный характер травостоя отвалов глин келловея усиливается. На большей части 25–летних отвалов формируется сложное групповое зарослевое сообщество. Отвалы этого возраста имеют относительно выровненный (до 15 метров высотой) грядовый рельеф.

На отвале отмечается разреженный древостой березы повислой (до 15 м высотой), сосны обыкновенной (до 1,5 м) и ивы козьей (до 5 м), поросль осины и дуба. Разреженность древостоя дает возможность поселению здесь (особенно на южных склонах) ряда новых видов: рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), клена платановидного (*Acer platanoides*), груши дикой (*Pyrus communis*).

Гряды зарастают монодоминантными сообществами донника лекарственного с небольшим обилием угнетенных особей одуванчика лекарственного и единичными экземплярами мать-и-мачехи. Размеры таких куртин достигают 50 м^2 при проективном покрытии 100 %. Через год при отсутствии донника лекарственного эти участки имеют слабую степень проективного покрытия (10 %). Таким образом, накопление основной вегетативной массы подобных участков происходит с интервалом в 1 год. Куртины с доминированием донника белого имеют максимальное распространение в годы отсутствия донника лекарственного. Такие участки (до 30 м^2) обладают меньшей плотностью зарастания донником, но включают ряд луговых и рудеральных видов: тысячелистник обыкновенный, мать–и–мачеху, кипрей узколистый, пастернак лесной, одуванчик лекарственный, полынь равнинную, мятлик обыкновенный (до 150 экземпляров на м^2).

Выровненные участки отвалов зарастают тысячелистниково – мать-и-мачеховыми ассоциациями с большим набором луговых и сорно-рудеральных видов: кипрея узколистого, пастернака лесного, люцерны серповидной, мятлика лугового, осоки соседней, ястребинки зонтичной, вейника наземного, льнянки обыкновенной, земляники лесной и других (89 экземпляров на м^2), при видовой насыщенности 9 видов на 1м^2 и проективном покрытии 40 %. В северной части отвалов встречаются: валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*) (охраняется в Курской области), цикорий обыкновенный, пальчатокоренник кровавый. Пальчатокоренник имеет угнетенное состояние из-за загущенности участков его произрастания.

Небольшие микропонижения имеют вейниково-тысячелистниковый тип ассоциации, иногда с примесью осота обыкновенного, мать-и-мачехи, подмаренника мягкого и других. В понижениях глубиной 2-3 метра отмечается разреженный характер зарастания с единичными экземплярами ястребинки зонтичной, щавеля птичьего, моркови дикой, мятлика лугового,

кипрея узколистного, полыни горькой или заросли с доминированием камыша обыкновенного и полевицы гигантской (*Agrostis gigantea*), а также с единичными экземплярами вейника наземного, кипрея узколистного, зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*) – 30 экземпляров на м^2.

Северные и западные склоны отвалов сильно эродированы и имеют практически пионерный характер зарастания с доминированием мать-и-мачехи при участии пастернака лесного, кипрея узколистого, хвоща лугового, земляники лесной. Проективное покрытие на этих участках достигает только 5-10 %.

На склонах южной и восточной экспозиции наблюдается достаточно разреженный характер травостоя с проективным покрытием 30 %. В видовом составе преобладают рудералы. Мать-и-мачеха, вейник наземный обладают максимальным обилием, пастернак лесной, стенаксис однолетний, донник лекарственный, кипрей узколистый, молочай прутьевидный (*Euphorbia walsteinii*) – единичны. Одуванчик лекарственный, тысячелистник обыкновенный, мятлик луговой достаточно обильны, но находятся в угнетенном состоянии.

Некоторые понижения, образованные водоупорными глинами заполнены водой и образуют озера, окруженные типично азональной растительностью гигрофитов: тростник обыкновенный, рогоз широколистный (*Typha latifolia*), камыш озерный (*Scirpus lacustris*), частуха подорожниковая (*Alisma plantago*).

Неравномерный характер зарастания отражается в соотношении вегетативной биомассы (таблица 2).

Таблица 2 – Биомасса травостоя на 25–летнем отвале глины келловея

Экспозиция склона	Вегетативная масса			Масса корней в слое 0–50 см, г/м^2
	Сырая, г/м^2	Сено, г/м^2	Содержание сухого вещества, %	
Плато	1200	450	37,5	320
Микропонижения	900	250	27,7	282
Юго-восточная	350	120	34,3	138

В флористическом отношении заметно снижение роли астровых до 33 % и мотыльковых до 12 % при увеличении количества семейств, участвующих в сложении травостоя данных отвалов: розоцветных, гвоздичных, молочайных, капустных. Заметно уменьшение доли однолетников и двулетников, не столько за счет выпадения их из травостоя, сколько за счет появления большого количества новых многолетних видов, особенно криптофитов. На этой стадии идет увеличение корневищных видов, что соответствует той же стадии на 15-летних отвалах лессовидного суглинка. Кроме того, сохраняется достаточно большое количество ксеромезофитов и видов с семенным размножением, за счет которых идет увеличение числа видов. Процент микотрофных видов сокращается до 58 %.

Крайняя неравномерность сложения отражается в ряде показателей: коэффициент дисперсности варьирует от 28 до 42 %, коэффициент рассеяния 2-2,9, а коэффициент пестроты сложения от 34 до 49 %. Коэффициент общности видового состава снижается до 12 %.

Таким образом, сформированное на 25–летних отвалах глины келловея сложное групповo-зарослевое сообщество носит промежуточный (серийный) характер, но достигает определенного уровня стабильности. На ограниченных, не заросших древесной растительностью участках отвалов формируется сложный фитоценоз, характеризующийся четким выделением двух ярусов. Однако это сообщество можно считать относительно устойчивым, тем более что отмечается его значительная дифференциация на плато и склонах.

Флорогенез изученных нами, растительных сообществ отвалов глины келловея может быть выражен через коэффициент флористического сходства с зональным фитоценозом и составляет около 5 % на 5-летних отвалах и 35 % на 25–летних [3].

Исходя из литературных данных и собственных наблюдений за процессами зарастания техногенных территорий, следует отметить особенности заселения растениями специфической литогенной основы, а также то, что общей чертой является развитие растительного покрова от рудеральных пионерных группировок с преобладанием пионерных растений к сообществам с более устойчивыми ценотическими связями и господством многолетних расте-

ний преимущественно сорно–лугового типа. Однако в различных физико-географических зонах на различных типах отвалов сингенетические сукцессии растений будут иметь различную направленность и разную скорость прохождения отдельных стадий.

Произрастающие на отвалах донники являются, как известно, прекрасными медоносами. Донники лекарственный и белый имеет очень длительный период цветения – 40-45 дней. Медопродуктивность дикорастущего донника достигает 200 кг с 1 га в год. Максимальная продуктивность, известная для нашей зоны, – 100 кг на 1 пчелиную семью. При планомерном скашивании отдельных участков донниковых зарослей период его цветения может быть продлен до октября, когда практически все растения уже отцвели.

Кроме донников, для целей пчеловодства могут быть использованы мать-и-мачеха и ивы, которые зацветают рано весной (с середины апреля), когда в природе отсутствует всякий взяток. Медопродуктивность ивы козьей – 150 кг с 1 га. Для целей пчеловодства могут быть использованы и другие виды, растущие на отвалах.

В связи с произрастанием на отвалах большого количества растений пальчатокоренника кровавого, принадлежащего к семейству орхидных, необходимо закрепление за отдельными участками отвалов статусов охраняемых территорий или памятников природы с целью сохранения флористического богатства подзоны северной лесостепи. Необходимо отметить, что из 25 видов орхидных встречающихся в области, в разряд охраняемых занесено 24 (96 %). Северные орхидеи очень требовательны к изменяющимся природным условиям: предпочитают влажные карбонатные почвы в сочетании с хорошей освещенностью. Кроме того, наклюнувшийся зародыш нуждается в обязательном симбиозе с грибом. Произрастающие на отвалах всех возрастов глины келловея пальчатокоренник кровавый отнесен ко второй категории редкости, то есть к видам, которым в ближайшее время грозит перемещение в категории исчезающих вследствие значительных нарушений местообитаний и сокращения большей части популяции.

Таким образом, фитогенез отвалов из глин келловея Михайловского карьера КМА характеризуется формированием сложного зарослевого сообщества промежуточного характера с возможностью использования для производства меда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головастикова А.В. Индикационные свойства биогеоценозов техногенных экосистем и прогнозирование их стабилизации // Методы и методики мониторинга окружающей природной среды техногенных ландшафтов. Сб. материалов научно–практического семинара (г. Кемерово, 30 октября 2012 г.); Кемеровский ГСХИ. – Кемерово, 2012. – С. 22–24. http//event.ksai.ru

2. Сафонов Г.Е., Прудников Н.А. Охраняемые растения и ботанические памятники природы Курской области / Курск, 1992. – 38 с.

3. Стифеев А.И., Головастикова А.В. Биогеоценоз как показатель экологического состояния техногенного ландшафта // Экология – 1999. – № 6. – С. 449–454.

УДК 632

ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ГРУНТОВ В СВЯЗИ С ВОПРОСАМИ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ

Григорьева Ия Юрьевна, *кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва*
Саркисов Георгий Алексеевич, аспирант, *ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва, footfint@rambler.ru*

В работе рассматривается влияние жидких углеводородов на водоудерживающую способность грунтов как основную характеристику оценивающую доступность воды растениям и, как следствие, эффективность метода фиторемедиации – очистки грунтов с помощью зеленых растений.
Ключевые слова: водоудерживающая способность; влажностные характеристики; жидкие углеводороды; модельные смеси; фиторемедиация.

INFLUENCE OF HYDROCARBON POLLUTION ON WATER-HOLDING CAPACITY SOILS IN MATTERS OF PHYTOREMEDIATION

Sarkisov G.A., Grigorieva I. Yu.

Influence liquid hydrocarbons on the water-holding capacity soils as basic characteristic, which evaluate of access of water to plants, and as a consequence the efficiency of the method of phytoremediation - cleaning soils with the help of green plants is presented in the work.
Keywords: water-holding capacity; humidity properties; liquid hydrocarbons; model mix; phytoremediation.

Введение. Активное развитие нефтедобывающей промышленности приводит к существенному увеличению территорий, отводимых для освоения нефтяных месторождений. При этом возникает опасность углеводородного загрязнения экосистем, которая является следствием разливов нефти и нефтепродуктов при их добыче, хранении, транспортировке и переработке.

Опасность нефтяного загрязнения состоит в нарушении динамического равновесия в сложившихся экосистемах из-за изменения структуры грунта, биогеохимических свойств и функций грунта, а также токсического действия на растения и микроорганизмы. Загрязнение нефтепродуктами влияет на весь комплекс морфологических, физических, физико-химических, биологических свойств грунтов, определяющих их экологические функции [4]. С эколого-геологических позиций происходит трансформация всех экологических функций литосферы, что определяется спецификой нефтепродуктов как экотоксикантов. В большинстве случаев загрязнение нефтью и нефтепродуктами рассматривается исключительно с позиций прямого токсичного воздействия на живые организмы, тогда как аспект, связанный с изучением изменений свойств грунтов, освещен незначительно.

Разработка экологически эффективного и экономически выгодного метода рекультивации грунтов от загрязнения нефтепродуктами – одна из актуальных задач современного общества, рассматриваемая в рамках экологической геологии. Наиболее перспективным методом очистки углеводородных загрязнений в промышленно развитых странах в настоящее время считается фиторемедиация – очистка грунтов с помощью растений.

В связи с этим в данной работе была поставлена цель: оценить влияние изменения содержания различных категорий воды в дисперсных грунтах при углеводородном загрязнении на эффективность фиторемедиации.

Подготовка исследуемого грунта к определению. Для исследования были подготовлены модельные смеси путем смешивания кварцевого песка и каолиновой глины. Предварительно кварцевый песок просеивали через сито с отверстиями 1 мм. Так были получены модельные смеси различного гранулометрического состава (таблица 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав модельных смесей

Количество вносимых глинистых частиц	Содержание фракций в %								Наименования грунта по В.В. Охотину
	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
0 %	4	31	59	0	6	0	0	0	
10 %	1,92	42,23	29	14,54	6,16	0	0	6,15	супесь легкая
20 %	1,02	60,8	8,44	5,93	0	6,25	8,25	9,25	суглинок легкий
60 %	0,24	12,21	0,08	21,33	18,9	6,3	15,74	25,2	суглинок тяжелый

В качестве загрязняющего вещества использовали дизельное топливо. Выбор загрязняющего вещества определялся исходя из следующих соображений: во-первых, отсутствие в дизельном топливе легколетучих фракций сводит к минимуму возможность изменения концентрации загрязняющего вещества в ходе эксперимента за счет испарения; во-вторых, относительно низкая вязкость дизельного топлива и отсутствие в нем высокомолекулярных соединений уменьшает вероятность неравновесных распределений воды и углеводородов в поровом пространстве.

Методика проведения вегетационного эксперимента. Загрязнение исследуемых грунтовых смесей проводилось путем добавления в них дизельного топлива в концентрациях (г/кг): 5, 10, 15. Далее грунтовые смеси оставляли в темной комнате при температуре не выше +17 ^{0}C для испарения легколетучих веществ и наступления кислотного равновесия.

В чистые (контрольные) и загрязненные жидкими углеводородами модельные смеси высаживался овес, как одна из наиболее устойчивых сельскохозяйственных культур, широко применяющихся при восстановлении нефтезагрязненных территорий, и регламентированная нормативом [1].

Методика проведения вегетационного эксперимента проводилась в соответствии с [1].

Выращивание проводилось в течение 14 суток [2]. По истечению этого времени растения срезали на уровне поверхности грунта и определяли некоторые контрольные точки, из которых наиболее важными и информативными является сырая и сухая биомасса растений.

Данный эксперимент проводили с трехкратной повторяемостью для каждой модельной смеси и для выбранных концентраций загрязнителя г/кг: 5, 10, 15. Таким образом, были получены данные по 36 единичным экспериментам.

Методика проведения определения влажностных характеристик. Экспериментальное определение влажностных характеристик проводилось с помощью метода равновесного центрифугирования, модифицированного профессором факультета почвоведения Смагиным А.В [2].

Физическая основа метода заключается в удалении влаги из насыщенного грунта при разных скоростях вращения центрифуги. Каждой скорости вращения центрифуги будет соответствовать определенное давление влаги, которая удерживается в грунте различными силами: осмотическими, капиллярными, адсорбционными [2] (рисунки 1-4).

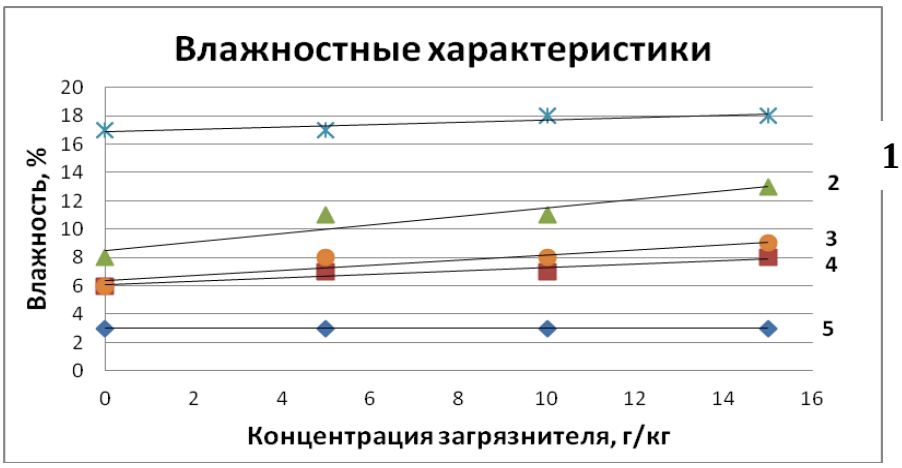


Рисунок 1 – Изменение влажностных характеристик исследуемого песка при углеводородном загрязнении. Условные обозначения: 1- КВ, 2- МКСВ, 3- ДДВ, 4- ММВ, 5- ВЗ

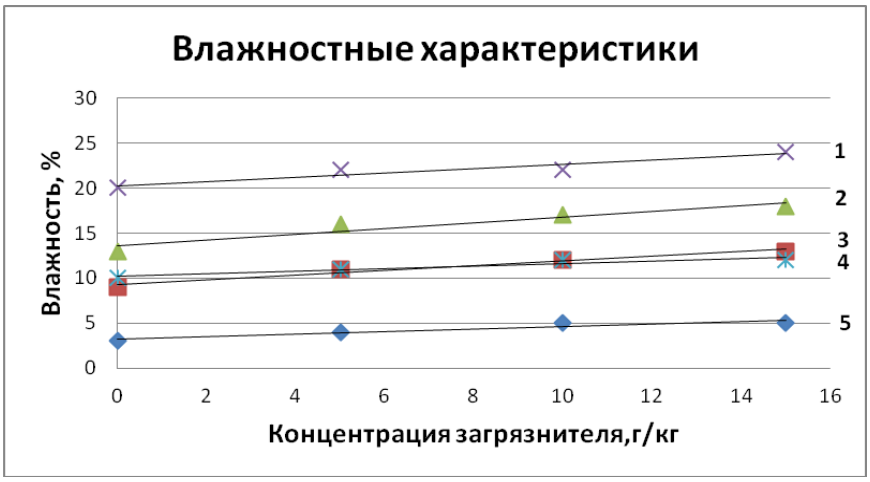


Рисунок 2 – Изменение влажностных характеристик исследуемой супеси при углеводородном загрязнении. Условные обозначения: 1- КВ, 2- МКСВ, 3- ММВ, 4- ДДВ, 5- ВЗ

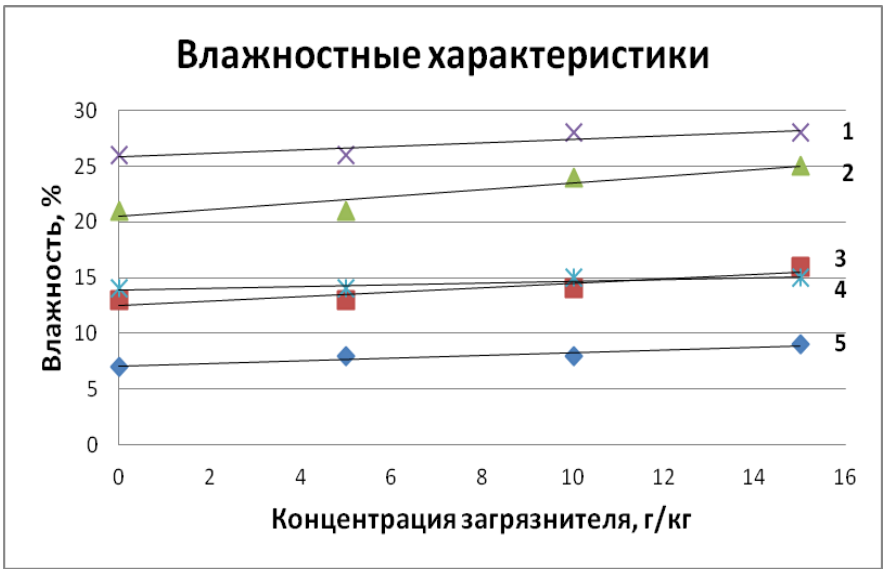


Рисунок 3 – Изменение влажностных характеристик исследуемого суглинка при углеводородном загрязнении. Условные обозначения: 1- КВ, 2- МКСВ, 3- ММВ , 4- ДДВ, 5- ВЗ

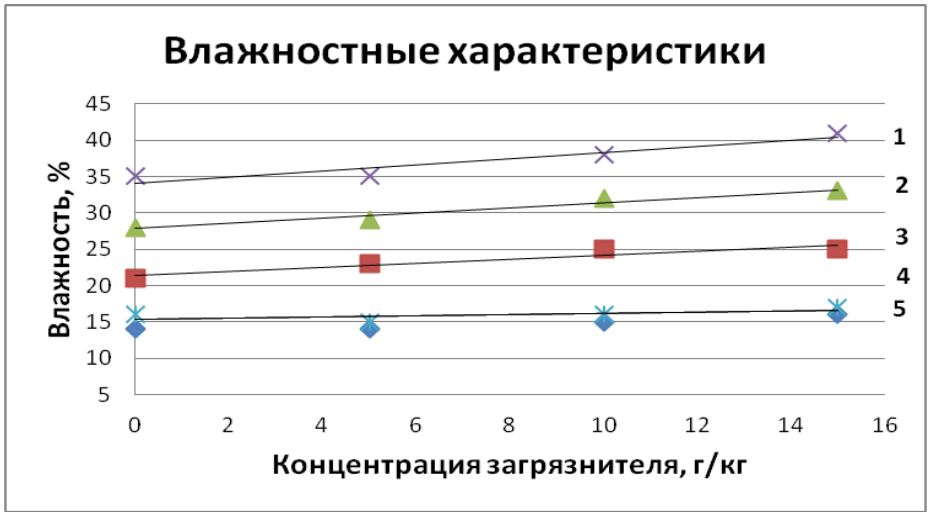


Рисунок 4 – Изменение влажностных характеристик исследуемого песка при углеводородном загрязнении. Условные обозначения: 1- КВ, 2- МКСВ, 3- ММВ, 4- ДДВ, 5- ВЗ

Так как в данном эксперименте мы имеем дело с загрязненным грунтом (с загрязнителем в жидкой форме), необходимо проведение дополнительных исследований для оценки количественного содержания жидкого загрязнителя (дизельного топлива) при разных скоростях вращения центрифуги и его влияния на величину общей влажности грунта. Для этого дополнительно были использованы образцы загрязненных грунтов (по всем видам модельных смесей), которые предварительно не насыщали водой, как это указано в методике. Далее эксперимент проводили согласно методике. Таким образом, в подобных образцах определяли количество дизельного топлива, потерянное на каждой ступени вращения центрифуги. При определении влажности грунта, загрязненного дизельным топливом, на каждой ступени вращения центрифуги вводили соответствующую поправку по формуле:

$$W_n = W_{n\,(д.т)} - W_{д.т.},$$

где $W_{n\,-}$ истинная влажность грунта (за исключением дизельного топлива), %, $W_{n\,(д.т.)}$ – влажность грунта (с дизельным топливом), % $W_{\,д.т.}$ – количество дизельного топлива, выраженное в %, n- скорость вращения центрифуги, об/мин.

По окончании эксперимента строили графики зависимости давления грунтовой влаги P от влажности на каждой ступени вращения центрифуги. В рамках данного исследования были выбраны следующие скорости вращения центрифуги: n=100, 200, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 об/мин, которые соответствуют давлениям грунтовой влаги P= 0,49; 1,17; 3,86; 8,35; 22,71; 90,05; 359,40; 661,41 кПа. Далее, после получения графика зависимости давления влаги от влажности, которую принято называть кривой водоудерживания или ОГХ (основная гидрофизическая характеристика) для каждой полученной кривой проводили «секущие» Воронина, которые определялись следующими уравнениями:

$$pF_{ммв} = 2{,}17 + 3W$$

$$pF_{мксв} = 2{,}17 + W$$

$$pF_{КВ} = 2{,}17, \text{ где}$$

pF- см.водного столба, W- влажность, г\г.

Подставляя в эти уравнения полученные значения влажности (не менее 2-х), строили прямую, пересекающую кривую водоудерживания, и по точкам пересечения находили значение влажности соответствующее определенной влажностной характеристики. В последствие, строили графики зависимости влажности той или иной энергетической константы от концентрации дизельного топлива для исследуемых модельных смесей.

Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение. По кривой водоудерживания с помощью «секущих Воронина» определяли экологически значимые влажностные характеристики, такие как: влажность завядания (ВЗ), максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ), максимальная капиллярно-сорбционная влагоемкость (МКСВ), капиллярная влагоемкость (КВ). А также была рассчитана экологически важная характеристика - диапазон доступной влаги для растений (ДДВ) для всех испытуемых модельных смесей.

Таким образом, исходя из полученных данных, дизельное топливо способствует увеличению значений влажности почвенно-гидрологических и энергетических констант, однако, это увеличение незначительно и проявляется, скорее, локально в диапазоне изменений, который не влияет на доступ воды растениям и возможность их существования. Похожие результаты, полученые в исследованиях, проведенных Ф.Х. Хазиевым и Ф.Ф. Фатхиевым [3], показали, что нефтяное загрязнение темно-серой лесной почвы способствовало увеличению влажности в среднем на 12 %. Противоречивые результаты были получены в исследованиях Н.Н. Шипилина и Д.А.Жанина [5]: при увеличении максимальной гигроскопической влаги в 1,5 раза наблюдалось уменьшение наименьшей влагоемкости. Одной из причин, отмечаемых авторами данных работ, является ухудшение оттока влаги при нефтяном загрязнении. Однако имеются данные, которые противоречат данным, полученным в ходе нашего эксперимента. Суть разногласий заключается в том, что в похожих экспериментах в виде загрязнителя использовалась сырая нефть, которая содержит в себе высокомолекулярные высоковязкие компоненты, такие как смолы, асфальтены и др., которые могут проявлять гидрофобные свойства и даже запечатывать поры, препятствуя проникновению воды. Еще одной причиной различий в полученных результатах является использование нами относительно невысоких

концентраций дизельного топлива, которые, с одной стороны, губительны для растений, но с другой, не оказывают существенного воздействия на влажностные характеристики грунтов. Также требуют дополнительного внимания методики, используемые авторами в похожих исследованиях.

Наиболее информативными и важными показателями при проведении вегетационного эксперимента является сырая и сухая биомасса растений (рисунок 5,6). Графики зависимости построены по средним значениям трех параллельных измерений, стандартное отклонение не более 0,1 для сырой биомассы и 0,01 для сухой биомассы растений. Для модельной смеси - тяжелый суглинок - контрольный образец не соответствовал критериям применимости, указанных в [1]. Так, энергия прорастания на контрольных растений значительно меньше 75 %, что не позволяет проводить эксперимент с использованием данной модельной смеси. Для контрольных образцов более легкого гранулометрического состава все условия, предписанные [1] были выполнены. Доказано, что эффективность фиторемедиации напрямую зависит от биомассы растений, проросших на загрязненном грунте: чем больше биомасса, тем больше эффективность фиторемедиации. Определение сырой и сухой биомассы необходимо для того, чтобы однозначно оценить изменения, связанные с потерей воды, а также установить, как это влияет на общую тенденцию

Анализируя графики зависимости (рисунок 5,6) сырой и сухой биомассы от концентрации загрязнителя, видно, что при увеличении концентрации дизельного топлива ее ингибирующее воздействие увеличивается. При концентрации 15 г/кг во всех исследуемых смесях растительность существовать не может. При увеличении дисперсности ингибирующее воздействие дизельного топлива уменьшается, так в песке уже при концентрации 10 г/кг растения существовать не могут. На графиках зависимости (рисунок 5,6) необходимо отметить пересечение прямых, соответствующих супеси и суглинку. Это пересечение связано с тем, что сырая и сухая биомасса растений у супеси больше, так как ее плотность меньше и способствует лучшему росту растений. Однако, при достижении концентрации 10 г/кг ситуация меняется: в суглинке биомасса становится больше, что связано с увеличением дисперсности и увеличением количества глинистой фракции, которая увеличивает пороговые значения дизельного топлива в грунте. Это может быть связано с высокой адсорбционной способностью глинистых частиц, а также с наличием элементов способствующих питанию растений.

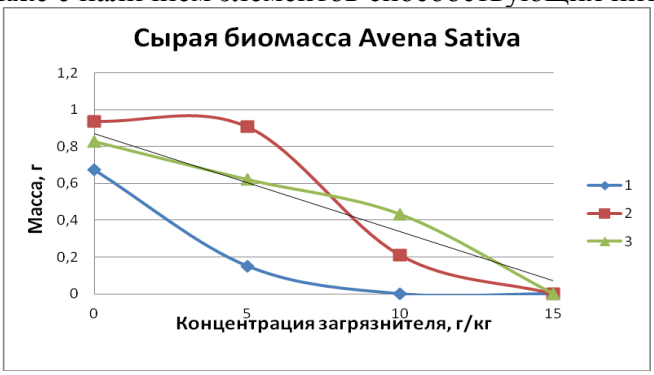


Рисунок 5 – Зависимость сырой биомассы овса посевного (*Avena Sativa*) от концентрации дизельного топлива. Условные обозначения: 1 – песок, 2 – супесь, 3 – суглинок.

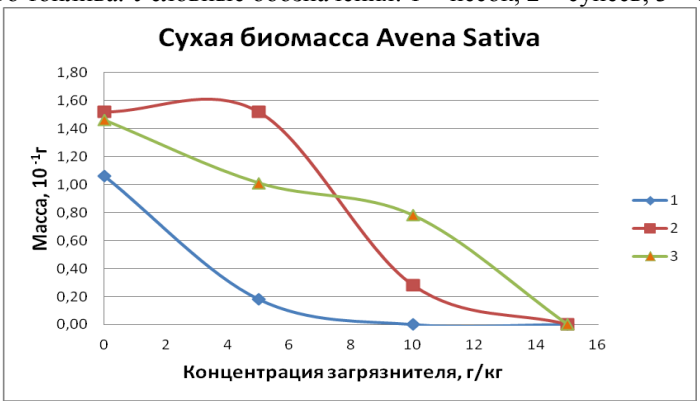


Рисунок 6 – Зависимость сухой биомассы овса посевного (*Avena Sativa*) от концентрации дизельного топлива. Условные обозначения: 1- песок, 2- супесь, 3- суглинок.

Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы:

1) жидкие углеводороды значительно не влияют на значения влажностных характеристик;

2) при увеличении дисперсности увеличивается влияние жидких углеводородов на значения влажностных характеристик;

3) жидкие углеводороды оказывает сильное ингибирующее воздействие на растение овес посевной: при концентрации 15 г/кг наблюдается полное подавление роста растений во всех исследуемых модельных смесях;

4) гранулометрический состав значительно влияет на пороговые значения концентрации дизельного топлива в грунте: при увеличении количества глинистых частиц, ингибирующее воздействие токсиканта уменьшается, что подтверждается данными по сырой и сухой биомассе растений. У песка при концентрации 10 г/кг наблюдается полное подавление роста растений, тогда как у супеси и суглинка это значение 15 г/кг;

Таким образом, исходя из полученных данных, можно заключить, что влияние изменения влажностных характеристик дисперсных грунтов незначительно и не оказывает существенного влияния на рост и развития растений и, как следствие, на эффективность фиторемедиации. Стоит, скорее, говорить о прямом токсикологическом воздействии дизельного топлива. Считается, что жидкие низкомолекулярные углеводороды проникают в клетки организмов через мембраны, растворяют липиды клеток и вызывают расслоение цитоплазматической мембраны, проникают в растения, нарушая строение клеточных мембран, регулирующих процессы обмена веществ.

Существенным выводом в работе является то, что влияние дизельного топлива и сырой нефти на влажностные характеристики грунтов и пороговые значения концентрации загрязнителя в грунте для растений различны, что говорит о необходимости учета типа нефтепродукта при разработке методов рекультивации, что поможет повысить эффективность и снизить стоимость работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 22030-2009 «Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений».

2. Смагин А.В., Садовникова Н.Б. Влияние сильнонабухающих полимерных гидрогелей на физическое состояние почв легкого гранулометрического состава. – М.: МАКС Пресс, 2009- 209 с.

3. Хазиев, Ф.Х. , Фатхиев Ф.Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активация разложения нефти // Агрохимия. –1981. – № 10. – С. 102-111.

4. Шамраев А.В., Шорина Т.С. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды // Вестник ОГУ 2009. – №6(100). – 12 с.

5. Шипилин Н.Н., Жанин Д.А. Влияние нефтяного загрязнения на водно-физические водно-воздушные и кислотно-основные свойства почв // Вестн. Новосибир. ГАУ, 2006, 2-4 с.

УДК 504.064.45

ПРИМЕНЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Цокур Ольга Сергеевна, *аспирант кафедры технологии нефти и газа, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, Краснодар, landych_14@mail.ru*

Литвинова Татьяна Андреевна, *кандидат техниченских наук, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, Краснодар, soleado_STA@mail.ru*

Косулина Татьяна Петровна, *доктор химических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, kosylina@rambler.ru*

Рассмотрена проблема утилизации промышленных отходов, образующихся в нефтегазовой, масложировой отрасли и сельском хозяйстве, выявлены источники их образования, проанализированы объемы ежегодно образующихся и накопленных отходов, проведена экологическая оценка воздействия отходов на окружающую среду. Показана тенденция перехода на наилучшие доступные технологии. Разработаны технологии обезвреживания нефтесодержащих отходов при модернизации метода реагентного капсулирования путем введения кремнеземсодержащих сорбентов и модификаторов, являющихся также промышленными отходами. При этом учтены требования, предъявляемые к НДТ. Предложено комплексное технологическое решение, обеспечивающее ресурсооборот: при необходимости осуществляется предварительное разделение отходов на жидкую (нефтепродукты, вода) и твердую фазы с последующим обезвреживанием нефтезагрязненного остатка и получением продукта утилизации - органоминеральной добавки в строительные материалы.

Ключевые слова: наилучшая доступная технология, промышленные отходы, обезвреживание, утилизация, реагентное капсулирование, экологическая безопасность, вторичные материальные ресурсы, ресурсооборот

THE USE OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES FOR RECYCLING INDUSTRIAL WASTE

Tsokur O.S., Litvinova T.A., Kosulina T.P.

The problem of utilization of industrial waste generated in the oil and gas, oil and fat industry and agriculture is considered, sources of their origin are revealed, amount of annually being generated and stored waste are analysed, and ecological assessment of impact waste on the environment is carried out. The trend in the transition to the best available techniques is shown. We developed technologies of oily waste neutralization in the modernization of reagent capsulation method by using the silica-containing sorbents and modifiers which are also industrial waste. At the same time it's taken into account the requirements for BAT. It is offered the complex technological solution of this problem which provides resource cycle and includes a preliminary separation of the waste into a liquid (oil, water) and a solid phase if necessary that's followed by utilization of oil-contaminated residue with production organomineral additives suitable for use as in construction industry.

Key words: best available techniques, industrial waste, neutralization, utilization, reagent capsulation, ecological safety, secondary raw materials, resource cycle.

Введение. Принцип наилучших доступных технологий (НДТ) закреплён в Директиве ЕС о комплексном предупреждении и контроле загрязнения 96/61/ЕС и в Решении рекомендаций Совета ОЭСР о комплексном предупреждении и контроле загрязнения. Принципы НДТ предусматривают такие аспекты, как обеспечение защиты окружающей среды наиболее экологически безопасным и экономически доступным способом по сравнению с остальными; готовность разработанной технологии к внедрению, экономическая эффективность и техническая осуществимость, учёт положительного опыта использования технологии на конкретных предприятиях; совокупность процессов проектирования, строительства предприятия, использование технологий, вывод предприятия из эксплуатации по окончании жизненного цикла [1].

Впервые в мировой практике термин «наилучшая доступная технология» был применен в Директиве 96/61/ЕС Совета ЕС от 24.09.1996 г для обозначения наиболее эффективных технологий в отношении достижения высокого уровня защиты окружающей среды в целом. Впоследствии была издана новая редакция (Директива Европейского парламента и Совета ЕС 2008/1/ЕС от 15.01.2008 г) и разработана серия справочников НДТ – BREF (Best available techniques reference document) для выбора среди всех имеющихся технологий наилучшей. В России на основании данных документов разработан и принят национальный стандарт ГОСТ Р 54097-2010, в котором основные положения европейской практики применения НДТ адаптированы для нашей страны [2].

Для реализации и гармонизации политики в области НДТ в Евросоюзе созданы справочники по НДТ с пошаговым описанием наилучших доступных технологий для каждой отрасли промышленности. 21 июля 2014 г. принят Федеральный закон № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации», предусматривающий гармонизацию с нормами международного права. Пунктом 5 статьи 4.2 Закона предусматривается расширение полномочий органов государственной власти Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, в том числе установление порядка разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям [1].

Россия является одной из ведущих нефтегазодобывающих стран мира по объему добычи и переработки углеводородного сырья. Актуальность решения проблемы утилизации нефтесодержащих отходов обусловлена значительным количеством накопленных и ежегодно образующихся отходов, их негативным воздействием на окружающую среду. В стране и в крае, в частности, не предусмотрены устойчивые системы утилизации побочных продуктов переработки нефти, что угрожает здоровью человека, благоприятному состоянию природной среды и сохранению биологического разнообразия и определяет изучаемую нами проблему особенно острой и актуальной.

Целью работы является разработка эффективных способов утилизации промыш-ленных отходов, образующихся в нефтегазовой, масложировой отрасли и сельском хозяйстве, путем создания ресурсосберегающей технологии их обезвреживания, отвечающей принципам НДТ, с получением экологически безопасных продуктов для минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования рассмотрены нефтесодержащие отходы предприятий нефтегазового комплекса, масложировой промышленности, производства риса и промышленных отходов потребления: нефтешламы, образующиеся в процессах хранения, переработки, транспортировки нефти и газа, отработанный сорбент ОДМ-2Ф после очистки нефтесодержащих сточных вод; отработанные диатомиты; термически обработанная рисовая лузга и продукты пиролиза изношенных шин. Исследование основано на утилизации смеси отходов «химическим способом» в процессе гашения оксида кальция с образованием порошкообразного продукта обезвреживания. Для выявления загрязнения окружающей среды отходами и продуктами его утилизации разработана методика по определению концентрации загрязняющих веществ в водной среде методом количественной тонкослойной хроматографии с применением денситометра Сорбфил.

Результаты исследования и их обсуждение. Наши исследования связаны с модернизацией химического метода обезвреживания нефтешламов путем введения углерод- и кремнеземсодержащих сорбентов, являющихся также отходами нефтегазовой отрасли [3-6]. Известный факт ресурсосбережения обусловлен использованием отходов и экологически безопасных продуктов их обезвреживания в качестве ВМР в составе строительных материалов, вовлекая при этом нефтесодержащие отходы в ресурсооборот. Это наблюдается при литифи-

кации нефтесодержащих отходов в присутствии основного из реагентов оксида кальция при утилизации нефтяных шламов и других промышленных отходов. Технология реагентного капсулирования разработана за рубежом, активно применяется и развивается в России, все более обращая на себя внимание собственников отходов и организаций по их переработке как удовлетворяющая наилучшим доступным технологиям. Основные принципы выбора НДТ в нефтегазовой отрасли заключаются в следующем:

– для правильной организации переработки, обезвреживания и утилизации отходов необходимо знать их состав, количество и свойства, а также факторы, влияющие на их изменения;

– для эффективного обезвреживания отходов интерес представляют технологии, наносящие минимальный экологический ущерб окружающей среде, имеющие низкие капитальные затраты и позволяющие получать прибыль;

– выбор области применения отходов в качестве ВМР зависит от состава отходов, эксплуатационных требований к сырью, технологических и санитарно-гигиенических требований к изготавливаемой продукции.

Экологическая модернизация принципов утилизации отходов предполагает не только взаимодействие традиционных способов управления отходами и мероприятий по сокращению их количества, вторичной переработке и утилизации, но и контроль, оценку экологической безопасности отходов и продуктов утилизации.

В связи с этим в основу развития химического метода обезвреживания отходов, известного в мировой практике как «Технология DCR-процесс», положены принципы рационального природопользования, одним из которых является обеспечение безотходного производства, в котором полностью используются отходы, в результате чего снижается расход сырья и сводится к минимуму загрязнение окружающей среды. Технология DCR-процесс получила широкое распространение в региональных центрах Базельской Конвенции и во многих странах мира вследствие ее простоты, биологической и химической инертности к окружающей среде. В Курском институте экологической безопасности «ИНСТЭБ» созданы научные основы развития «Технологии ДСR-процесса» на базе препарата «Эконафт», который состоит из негашеной извести (до 95%), модификатора – полного эфира глицерина и высших жирных кислот (до 5%), и поглощающего сорбента (10% от массы негашеной извести) (Патент РФ №2160758) [7]. Способ основан на свойствах негашеной извести при реакции с водой увеличивать удельную поверхность в 15 или 30 раз и тем самым превращаться в объемное вяжущее вещество с высокой адсорбционной способностью для высокомолекулярных веществ. Добавление поглощающего сорбента позволяет получить препарат с более высокой сорбционной способностью ионов тяжелых металлов, легких фракций углеводородов и серосодержащих соединений. Известь в реакции с углекислым газом воздуха образует карбонат кальция, который придает капсулам дополнительную прочность и устойчивость.

Нами предложен оригинальный подход к разработке новых способов утилизации нефтесодержащих отходов путем введения поглощающих добавок на основе промышленных отходов, в том числе нефтегазовой отрасли (отработанные кремнеземсодержащие сорбенты: силикагели, ОДМ-2Ф, диатомиты, С-сорбенты, продукты пиролиза изношенных автомобильных шин, рисовой лузги). При этом учитываются требования, предъявляемые к НДТ.

Разработан способ утилизации НШ с использованием углеродного сорбента – продукта пиролиза изношенных шин, в составе обезвреживающей композиции (ОК) и установлены оптимальные соотношения компонентов в составе ОК [3]: сорбента от 18 до 22% масс., модификатора от 1 до 3% масс., остальное – оксид кальция (патент РФ №2354670). Определено, что с увеличением срока хранения прочность оболочки капсулы возрастает за счет образова-

ния нерастворимых в воде карбонатов кальция при карбонизации оксида и гидроксида кальция углекислым газом воздуха при хранении.

Утилизация НШ с использованием кремнеземсодержащих сорбентов. Для повышения экологической безопасности продукта утилизации НШ, т.е. для снижения эмиссии органических и неорганических веществ в окружающую среду, изучена возможность образования более прочной оболочки капсулы за счет содержания в ней нерастворимого в воде силиката кальция при использовании кремнеземсодержащего сорбента: термически обработанной рисовой лузги (патент РФ № 2359982) [4] и отработанного силикагеля (патент РФ №2395466) [5]. При утилизации нефтяного шлама кремнеземсодержащий сорбент образует нерастворимые силикаты кальция (уравнение 1), которые снижают растворимость капсул продукта утилизации, и поглощает содержащиеся в НШ тяжелые металлы и углеводороды. За счет нейтрализации гидроксида кальция оксидом кремния возможно снижение негативного воздействия на почвенную биоту и гидросферу.

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 + mH_2O = CaO{\times}SiO_2{\times}nH_2O \quad (1)$$

Образование силикатов кальция в продукте утилизации в процессе смешения ОК и НШ и затем при хранении – силикатов и карбонатов кальция, подтверждено данными рентгенофазового анализа. В связи с этим поступление в водную среду вредных веществ уменьшается в 1,5-17 раз по сравнению с водными вытяжками из НШ и на 18-72 % – с обезвреживающей композицией, содержащей углеродный сорбент [3-5].

Расчетным методом определено, что с использованием продуктов пиролиза изношенной резины (С-сорбента), рисовой лузги и отработанного силикагеля получены продукты утилизации НШ 4 класса опасности, т.е. уровень негативного воздействия отходов на окружающую среду значительно снижен.

Для утилизации нефтяного шлама и получения на его основе активированного минерального порошка разработана линия (Патент РФ № 92009), реализующая замкнутый технологический поток вещества с соблюдением экологической безопасности процесса и обеспечивающая ресурсооборот ценных компонентов. С целью рационального использования нефтепродуктов и водных ресурсов предусмотрен блок предварительного разделения нефтяных шламов деэмульгированием на углеводороды, воду и нефтезагрязненный осадок, который подается на утилизацию смешением с обезвреживающими композициями по разработанным способам. Для получения органоминеральных добавок в производственном цикле разработаны линии по обезвреживанию НШ (Патенты РФ № 82208, № 93791), предусматривающие соблюдение экологических требований к безопасности процесса. Введение узла предварительной подготовки НШ в декантере для разделения на жидкую (водную и нефтяную) и твердую фазы позволяет перерабатывать разные по составу отходы. Рассмотренные линии могут быть внедрены как на предприятиях-собственниках отходов, предприятиях по переработке отходов, так и на предприятиях дорожной и строительной отраслей.

Нами предложен способ утилизации нефтешламов с введением в состав ОК отработанного сорбента ОДМ-2Ф (опоки дробленые модифицированные) после очистки нефтесодержащих сточных вод [6]. Сорбент, как и отработанный силикагель, при взаимодействии с оксидом кальция образует нерастворимые силикаты (уравнение 1), которые снижают растворимость капсул продукта утилизации. Для оптимизации метода обезвреживания предложена трехкомпонентная композиция с добавлением в качестве модификатора растительных восковых веществ, выделенных из отходов рафинации масла – отработанных масс. Эти отходы содержат в своем составе органическую и минеральную части в соотношении ~ 60:40, т.е. обладают двойственными свойствами и модификатора-гидрофобизатора, и кремнеземсодержащего сорбента фильтовального диатомитового порошка (85,5 % приходится на оксид кремния). В связи с этим для утилизации НШ предложен новый подход при разработке состава обез-

вреживающей композиции на основе оксида кальция и отработанных масс (отход процесса рафинации растительного масла для получения продукта утилизации НШ в качестве гидрофобизирующей добавки (патент РФ № 2535699).

Получаемые при химическом обезвреживании продукты утилизации используются в качестве активированной минеральной добавки в асфальтобетон при строительстве и ремонте автодорог и при производстве строительных материалов: керамзита, бетона.

Выводы:

1. Для оптимизации обезвреживания НШ химическим методом разработаны способы утилизации НШ с использованием доступных углерод- и кремнеземсодержащих отходов нефтегазовой отрасли, агропромышленного комплекса, масложировой промышленности.

2. Выбор НДТ в области обращения с отходами зависит от нескольких факторов. Применение химического способа обезвреживания НШ как соответствующего НДТ обеспечивает комплексную защиту окружающей среды с учетом предотвращения новой и более серьезной экологической угрозы экосистемам, возникающей из-за ликвидации другой. Разработанная технология наиболее эффективна в отношении экологической безопасности, доступна с финансовой точки зрения и целесообразности для потребителя. Это означает, что технология обезвреживания НШ может быть внедрена в экономически и технически реализуемых условиях для конкретной отрасли промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. О внедрении наилучших доступных технологий в промышленности // Экология производства, 2014. № 12. С. 3-13.

2. Литвинова Т.А., Цокур О.С., Косулина Т.П. О Выборе наилучших доступных технологий утилизации отходов нефтегазовой отрасли // Современные проблемы науки и техники. Приложение. С. 53.

3. Косулина Т. П., Кононенко Е. А. Повышение экологической безопасности продукта утилизации нефтяных шламов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). Краснодар: КубГАУ, 2012. № 04 (78). URL: http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/64.pdf.

4. Косулина Т. П., Кононенко Е. А., Цокур О. С. Утилизация нефтяных шламов реагентным методом и использование продуктов утилизации в качестве вторичных материальных ресурсов // Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 2. С. 187–192.

5. Литвинова Т. А., Винникова Т. В., Косулина Т. П. Реагентный способ обезвреживания нефтешламов // Экология и промышленность России. 2009. № 10. С. 40-43.

6. Литвинова Т. А., Цокур О. С., Зубенко Ю. Ю., Косулина Т. П. Решение проблемы утилизации нефтесодержащих отходов с вовлечением их в ресурсооборот // Современные проблемы науки и образования. 2012. №6. URL: http://www.science-education.ru/106-7707.

7. Рудник М. И., Гаврилов Ю. Л., Резанова Е. Е. Технологии и оборудование ТЭК: технологическо-аппаратурные условия создания и применения комплексной переработки опасных отходов с использованием технологии «ДСR процесс» // Экологический вестник России. 2012. № 2. С. 31-38.

СЕКЦИЯ 3
Влияние фосфогипса на агрономические свойства почвы и образование сложного компоста

УДК 661.152

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ФОСФОГИПСА – ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Тарчигина Нелли Федоровна, *кандидат технических наук, доцент, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),* ***Россия****, г. Москва, nailya5050@mail.ru*
Красичкова Анна Альбертовна, *студент, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),* ***Россия****, г. Москва*
Котенок Владимир Викторович, *студент, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),* ***Россия****, г. Москва*

Современный научно – технический прогресс во всем мире непосредственным образом связан с глобальным использованием природных ресурсов и накоплением техногенных отходов.
Ключевые слова. Минеральные удобрения, отходы, отвал, экстракционная фосфорная кислота, фосфогипс, примеси, переработка. утилизация

THE ELEMENT COMPOSITION PHOSPHOGYPSUM - WASTE FROM THE MANUFACTURE OF PHOSPHORIC ACID ATOMIC - ABSORPTION METHOD

Tarchigina N.F., Krasichkova A.A., Kitten V.V.

Modern scientific - technical progress around the world is directly related to the global use of natural resources and the accumulation of technological waste.
Keywords: Fertilizers, waste dump, phosphoric acid, phosphogypsum, impurities, processing. Utilization

Введение. Современный научно-технический прогресс во всем мире непосредственным образом связан с глобальным использованием природных ресурсов и накоплением техногенных отходов. Одним из направлений химической отрасли является производство минеральных удобрений, которое сопровождается образованием крупнотоннажных отходов, объем которых достигает десятков миллионов тонн [1]. В последние годы во всех странах мира всё большее количество концентрированных и сложных удобрений, содержащих оксид фосфора P_2O_5 в сложной форме, производится на базе экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК), получаемой серно - кислотным разложением фосфорного сырья. При этом основным отходом производства является фосфогипс, который представляет собой тонко - дисперсный порошок, содержащий до 40 % влаги. Отходы занимают значительные площади. Утилизация крупнотоннажных промышленных отходов – одна из наиболее актуальных экологических проблем, требующая незамедлительных решений.

При сернокислотном методе вскрытия апатитового концентрата на тонну H_3PO_4 в зависимости от сырья и принятой технологии образуется 4,3-5,8 тонн фосфогипса. В существующих технологиях производства удобрений недостаточно внимания уделяется очистке сырья от токсичных элементов-примесей, поэтому в твердых отходах могут содержаться фтор, мышьяк, стронций, кадмий, уран, тяжелые металлы и др.

Установлено, что твердые промышленные отходы являются одним из главных загрязнений почв, водоемов токсически опасными веществами. Соединения металлов, накапливаясь в почве, включаются в биологический круговорот, приводят к росту заболеваемости населения. В то же время отходы, содержащие соединения металлов, являются ценными ресурсами.

Назрела необходимость создания совершенных технологий по извлечению металлов из фосфогипса с последующими применениями очищенного фосфогипса в сельском хозяйстве, строительстве и других производствах.

В настоящее время накоплено значительное количество фосфогипса, который, как правило, утилизируется в отвалы. Необходимость транспортирования и его хранения заметным образом усложняет эксплуатацию предприятий и даже при соблюдении всех требований органов санитарного надзора ухудшает санитарное состояние площадей заводов и экологическую обстановку прилегающих к ним территорий. Для создания отвалов отчуждаются большие площади земель, нередко обрабатываемые и превышающие размеры промышленных площадок самих предприятий (рисунок 1). В связи с этим, использование фосфогипса остается весьма актуальной проблемой [1,2,3].

Рисунок 1 – Отвал фосфогипса

Методы исследования. Настоящая работа посвящена исследованию состава фосфогипса атомно-абсорбционным методом и определению областей его применения [2,3]. Для реализации метода атомно - абсорбционного анализа, основанного на селективном поглощении электромагнитного излучения определенной длины волны свободными от всех молекулярных связей нейтральными атомами определяемого элемента, необходимо иметь селективный источник света изучаемого элемента (СИС), атомизатор (АТ) для перевода данного элемента из реальной пробы в атомарную форму. Спектральный прибор (СП) для выделения аналитической линии, электронную систему (ЭС) для детектирования, усиления и обработки аналитического сигнала поглощения (рисунок 2).

Определение содержания элемента в пробе проводят с использованием градуировочного графика, так как метод атомно-абсорбционного анализа является относительным (сравнительным).

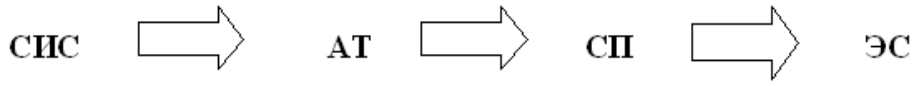


Рисунок 2 – Принципиальная блок-схема атомно-абсорбционного спектрометра

У метода атомно-абсорбционной (АА) спектрометрии имеются как достоинства, так и недостатки (трудоемкость, длительность анализа). Минимизировать недостатки могут оптимизированные системы AAnalyst 700 обладающие рядом особенностей и преимуществ. Простое пользование, широкий диапазон измеряемых концентраций элементов на одном инструменте, высокая стабильность и точность, автоматическая подготовка инструмента, исчерпывающая обработка и хранение данных, и многое другое (рисунок3).

В приборе имеется 8-ламповый держатель со встроенным блоком питания. Контроль выбора ламп и их юстировка относительно оптической оси прибора осуществляется компьютером. Распознавание элементного излучения ламп и установка аналитических параметров прибора для определения данного элемента осуществляется автоматически программным обеспечением прибора.

Рисунок 3 – Атомно-абсорбционный спектрометр AAnalyst 700

Поддержание постоянного соотношения и контроль расходов горючего газа и окислителя, циклы поджига и тушения пламени ацетилен – динитрооксид осуществляются автоматически. Оптимизация вертикального и горизонтального положения горелки осуществляется компьютером. Блокировки предотвращают поджиг пламени при неправильной установке горелки и распылителя, при отсутствии дренажа или недостаточном давлении газов пламени. Использование графитовых печей с интегрированной платформой Львова улучшает чувствительность и точность анализа.

Программным обеспечением прибора юстируется положение графитовой печи относительно оптической оси, скорость внешнего и внутреннего обдува защитным газом. Температурно-временная программа нагрева может содержать до 12 стадий с отдельным программированием. Предусмотрена замкнутая система водяного охлаждения печи. Замена пламенного и электротермического атомизаторов осуществляется автоматически. Контроль работы автоматического дозатора полностью осуществляется программным обеспечением прибора. В спектрометре реализован полный компьютерный контроль прибора и систем ввода проб с использованием программного пакета AA Winlab, сбор обработка и хранение данных. Прибор оперирует с поглощением от – 0,5 до 2,0, концентрациями элементов и интенсивностями спектральных линий. Время интегрирования сигнала составляет 0,1–60 с шагом 0,1 с. Возможно усреднение сигналов, измерение площади и амплитуды пиковых сигналов, статистическая обработка результатов измерений. При количественном анализе можно использовать до 15 градуировочных растворов и проводить переградуировку прибора по одному раствору.

Данным методом были исследованы образцы верхнего, среднего и нижнего слоев отвала фосфогипса. Результаты эксперимента представлены в таблице

№ п/п	1	2	3
$Al_2 O_3$	0,160	0,320	0,571
SiO_2	0,335	2,02	4,912
$P_2 O_5$	0,306	0,491	0,691
K_2O	0,041	0,075	0,139
$CaSO_4$	96,679	95,261	92,063
TiO_2	0,05	0,091	0,242
Fe2O3	0,129	0,244	0,496
Sr	1,323	1,109	0,643
Ba	0,043	0,035	0,041
Y	0,010	0,007	0,005
La	0,113	0,122	0,076
Ce	0,189	0,131	0,098
Mo	0,02	0,01	0,001
F	0,02	0,01	0,001

Результаты исследований. Анализ полученных усредненных данных показывает, что основу фосфогипса составляет соль сульфата кальция, содержание которой в отходе достигает 94 %. В качестве примесей присутствуют: неразложившийся фосфат, остатки фосфор-

ной кислоты, полуторные оксиды, соединения стронция и фтора, микропримеси редких элементов. Опытные данные доказывают техническую возможность и целесообразность использования фосфогипса в различных отраслях промышленности в зависимости от его состава.

Содержание сульфата кальция сопоставимо с количеством сульфата кальция в природном гипсе, поэтому более рациональным представляется использование фосфогипса в самой материалоёмкой отрасли – строительной индустрии, которая нуждается в поиске новых нетрадиционных ресурсов и технологий производства. В цементной промышленности: в качестве минерализатора – добавки к сырьевой смеси; в качестве регулятора (замедлителя) скорости схватывания цемента – добавки к цементному клинкеру перед его помолом вместо природного гипса. Одним из основных направлений утилизации является получение гипсовых вяжущих веществ. Заслуживают внимание и другие пути утилизации. Для производства серной кислоты (вместо использования традиционных видов серосодержащего сырья – элементной серы и колчедана) с попутным получением ряда продуктов: цемента (в том числе белого) – термическим способом; извести – термическим способом, в том числе с промежуточным получением элементарной серы; силикатных материалов – термическим и электротермическим способами. В дорожном строительстве – как материал для основания дорог. Также фосфогипс предлагается использовать в сельском хозяйстве для мелиорации солонцов в смеси с известью, кислых почв и в качестве удобрений.

Обсуждение результатов. Организация производства экстракционной фосфорной кислоты связана с удалением в отвал значительного количества фосфогипса. Ликвидация сброса в отвал, обуславливает необходимость применения полной переработки, которую следует рассматривать, как завершающую стадию производства экстракционной фосфорной кислоты. К реализации поставленной задачи может быть предложена любая технология комплексной переработки фосфогипса, которая позволяет получить из него следующие продукты: оксиды и соли редкоземельных элементов; сульфат натрия; карбонат кальция; углекислый стронций. Таким образом, при экологической обработке фосфогипс представляет собой ценный материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С., Муравьев Е.И., Гукалов В.В., Мельник. О.А. Влияние фосфогипса на развитие растений сахарной свеклы в степной зоне Краснодарского края // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 112-114.
2. Муравьев Е.И., Белюченко И.С. Добрыднев Е.П. Перспективы использования фосфогипса в сельском хозяйстве // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 1. – С. 31-41.
3. Муравьев Е.И., Белюченко И.С. Свойства фосфогипса и возможность его использования в сельском хозяйстве // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 2. – 5-18.
4. Немцова В.Г., Тарчигина Н.Ф. Технология минеральных удобрений с применением диаграмм растворимости / Учебное пособие. – М.: МГОУ, 2009. – 84с.
5. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. – М.: Техносфера, 2009. – 782 с.
6. Тарчигина Н.Ф., Котенок В.В. Экологические аспекты атомно-абсорбционной спектрометрии и основы безопасности. Сборник материалов VIII региональная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, ученых и специалистов «Наука, экономика, общество». – Воскресенск: ГУП МО «КТ» «Воскресенская типография», 2014. – 287–289 с.
7. Эвенчик С.Д., Новиков А.А. Фосфогипс и его использование. – М.: Химия, 1990. – 224 с.

УДК 631.619:631.445.53:631.821.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОСФОГИПСА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ СОЛОНЦОВ

Окорков Владимир Васильевич, *доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Владимирский НИИСХ», **Россия**, Владимирская обл., пос. Новый, okorkovvv@yandex.ru*

На основе лабораторных и многолетних полевых исследований доказана высокая эффективность применения гипса и фосфогипса на лугово-черноземных и каштановых солонцах в условиях засушливой и сухой степи при выпадении в год 300 мм осадков и выше. Важнейшим фактором повышения продуктивности наряду со снижением поглощенного натрия в пахотном слое до 10 % от емкости обмена является и создание рассоленного слоя мощностью 70-90 см и более. Для этой цели более эффективны комплексные приемы мелиорации.

Ключевые слова: солонец, гипс, фосфогипс, обменный натрий, урожайность ячменя, скорость мелиоративного процесса.

USING OF PHOSPHOGYPSUM FOR FERTILITY IMPROVEMENT SOLONETZES

Okorkov V.V.

On the basis of laboratory and long-term field studies the high effectiveness of gypsum and phosphogypsum on meadow-Chernozem and chestnut soils in arid and dry steppe at loss in the year 300 mm of rainfall and above is proved. The most important factor of increase of their efficiency along with the reduction of the absorbed sodium in the topsoil of up to 10 % of the capacity exchange is creating rossolenko layer with the thickness of 70-90 cm and more. For this purpose a more efficient there are and comprehensive methods of reclamation.

Keywords: saltwort, gypsum, phosphogypsum, exchangeable sodium, the yield of barley, the speed of the reclamation process.

Фосфогипс представляет собой побочный продукт производства экстракционной фосфорной кислоты, получаемой из фосфатных пород при мокром процессе разложения смесью серной и фосфорной кислот дигидратным способом:

$$\underset{\text{(твердая фаза)}}{Ca_{10}(PO_4)_6F_2} + 10\ H_2SO_4 + 20\ H_2O \rightarrow 10\ CaSO_4 \cdot 2\ H_2O + 6\ H_3PO_4 + 2\ HF.$$
$$\text{(твердая фаза)}$$

Фосфорная кислота используется для производства легкорастворимых фосфорных удобрений, в т.ч. и аммофоса, а побочный продукт гипс накапливается в отвалах. Этот тонко гранулированный, очень чистый продукт, называемый фосфогипсом, производится в очень больших количествах на комбинатах по производству фосфорных удобрений.

Фосфогипс является вторичным материальным ресурсом. Этот продукт, получающийся при переработке фосфоритного сырья, содержит значительно меньше стронция (400-600 мг/кг) по сравнению с кислым фосфогипсом из хибинского апатитового концентрата (1400 мг/кг). Из элементов, относящихся к первому классу опасности, в фосфогипсах, полученных при переработке обоих типов сырья, может вызывать опасение кадмий, в фосфогипсе из фосфатного сырья – свинец. В настоящее время фосфогипс для мелиорации почв поступает только после переработки фосфатного апатитового сырья.

По воздействию на организм человека фосфогипс относится к малоопасным веществам к четвертому классу опасности (ГОСТ 12.1.007). Свежий фосфогипс, поступающий из цеха переработки, имеет величину pH_{H2O} 2,6-3,0. В сельском хозяйстве в качестве мелиоранта используют как кислый, так и нейтрализованный фосфогипс. Нейтрализацию фосфогипса проводят при его гидроскладировании путем ввода нейтрализующей добавки (известь) в транспортируемую в шламонакопитель суспензию фосфогипса. Величина pH_{H2O} нейтрализованного фосфогипса составляет 7–8.

Поставляемый для сельского хозяйства фосфогипс должен соответствовать требованиям ТУ 113-08-418-94 «Фосфогипс для сельского хозяйства».

Фосфогипс для сельского хозяйства 1-го сорта у изготовителя хранят в крытых складах, исключающих возможность его увлажнения, распыления, загрязнения посторонними примесями. Отгружают фосфогипс в крытых специализированных вагонах насыпью.

Фосфогипс для сельского хозяйства 2-го сорта у изготовителя хранят на полигонах вторичных ресурсов (отвалах) под открытым небом в сформированных для отгрузки насыпях с периодическим перелопачиванием механическими средствами. Транспортируют фосфогипс железнодорожным транспортом насыпью в открытом подвижном составе в соответствии с Правилами перевозки грузов железнодорожным транспортом. Допускается производить отгрузку фосфогипса 2-го сорта самовывозом автомобильным транспортом потребителя.

У потребителя фосфогипс для сельского хозяйства хранят в крытых неотапливаемых складах, в насыпях под навесом, исключая возможность его увлажнения и загрязнения посторонними примесями. Фосфогипс для сельского хозяйства 2-го сорта допускается хранить в буртах под открытым небом.

Содержание радиоактивных элементов в Кольских апатитах невелико. Радиоактивность фосфогипса из Кольского апатита в 8 раз ниже допустимой нормы, принятой Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию для материалов, утилизируемых в природной среде [7].

Основная область применения гипса или в сельскохозяйственном производстве – мелиорация солонцовых почв, что было впервые теоретически обосновано К.К. Гедройцем. В этих почвах он применяется для вытеснения из почвенного поглощающего комплекса (ППК) обменного натрия, который обусловливает их неблагоприятные физико-химические, структурно-механические и физические свойства: повышенные пептизируемость илистой и почвенной массы, твердость почвенной корки, высокую плотность почвы и низкая фильтрационную способность. Замена обменного натрия на кальций обеспечивает улучшение названных свойств солонцов и повышает их плодородие.

Вследствие низкой растворимости гипса в воде (2,5 г/л) в богарных условиях ему отводилась весьма скромная роль в вытеснении обменного натрия [6]. Однако при взаимодействии его с солонцами из-за связывания ионов кальция ППК растворимость гипса существенно увеличивается. В динамических условиях (при капиллярном движении раствора через образец иллювиального горизонта солонца) растворимость гипса и фосфогипса была близкой [5].

В статических условиях при взаимодействии с Na/Ca- и Na-глинами и суглинками растворимость гипса в несколько раз выше, чем в воде (до 5,7 раз) [5]. Она увеличивается с ростом констант обмена ионов натрия на кальций, с уменьшением соотношения твердой фазы к жидкой, увеличением емкости обмена, доз гипса, содержания обменного натрия и гумуса. Повышение растворимости гипса в жидкой фазе при взаимодействии с Na/Ca- и Na-глинами связано: 1) со смещением равновесия в сторону растворения новых порций его в связи с поглощением одного из продуктов реакции (ионов кальция) поглощающим комплексом, 2) образованием ионных пар ($CaSO_4^0$, $NaSO_4^-$). В природных условиях растворению мелиоранта благоприятствуют удаление продуктов обмена в более глубокие слои почвы, образование других ионных пар ($MgSO_4^0$, KSO_4^-, $CaHCO_3^+$) и растворимых комплексных соединений с ионами кальция [4].

Балансовые исследования (таблица 1), проведенные в динамических условиях при различном размещении доз гипса по слоям колонок, сформированных из иллювиального горизонта черноземного средненатриевого солонца, свидетельствуют об уменьшении коэффициентов использования (КИ) растворенного мелиоранта с увеличением доз гипса от половинной до полной нормы, эквивалентной содержанию обменного натрия, с 0,80-0,86 до 0,63-0,69 и о близости их (0,56-0,66) без учета подключения $CaCO_3$ к процессу. Подключение $CaCO_3$ к мелиоративному процессу растет с уменьшением доз гипса и при размещении его во все слои колонки. Способ размещения мелиоранта слабо влиял на величину КИ растворенно-

го гипса. Это связано с тем, что при равномерном распределении гипса по слоям колонок хотя и наблюдается более высокий вынос с фильтратом двухвалентных катионов, но он компенсируется более интенсивным подключением к мелиоративному процессу карбоната кальция. Почвенные и внесенные реактивные карбонаты кальция растворяются примерно одинаково. Дополнительное внесение $CaCO_3$ в двойной норме не снижало количество растворенного гипса.

Таблица 1 – Некоторые параметры взаимодействия гипса и карбоната кальция с ППК – черноземного солонца в колонках при прохождении через них 150 мм воды

Доза внесения гипса в долях от полной нормы	Коэффициент использования растворенного гипса на вытеснение обменного натрия		Абсолютные размеры растворения $CaCO_3$ к процессу, мг-экв	Вклад растворившегося $CaCO_3$ в вытеснение обменных катионов, %	Растворившийся гипс, %
	с учетом подключения $CaCO_3$ к процессу	без учета подключения $CaCO_3$ к процессу			
Внесение гипса во все слои					
0,46	0,86	0,62	7,65	25,9	100
0,69	0,74	0,58	5,74	15,9	91,1
0,92	0,69	0,64	2,32	5,5	89,2
Внесение гипса в 2 верхних слоя					
0,46	0,80	0,59	5,39	20,6	100
0,69	0,74	0,66	2,74	8,9	95,4
0,92	0,63	0,58	1,56	4,4	81,5
Внесение гипса и $CaCO_3$ реактивного во все слои					
0,46	0,86	0,60	7,26	25,6	95,0
0,69	0,75	0,56	6,87	18,6	90,3
0,92	0,65	0,56	4,02	9,4	86,5

При прохождении через колонки с полной нормой мелиоранта 100-200 мм воды (независимо от способа размещения гипса по слоям) 1 л влаги растворял от 4,9 до 7,3 г гипса. Установлено, что повышенные концентрации первых порций почвенного раствора обладают высоким коагулирующим действием и обеспечивают близкую к зональным почвам скорость фильтрации почвенной влаги. Процессы вытеснения обменного натрия наблюдаются не только в слое внесения гипса, но и в более глубоких слоях.

На контрольных вариантах за счет гидролиза ППК и растворения $CaCO_3$ вытеснение обменного натрия наблюдали лишь в самом верхнем слое колонок (0-4 см). Средняя растворимость карбоната кальция составила 0,56 г/л. Скорость обменных процессов в этом случае тормозится фильтрационной способностью слоев с высоким содержанием поглощенного натрия из-за слабого коагулирующего действия равновесных растворов низкой концентрации.

По данным лабораторных опытов для средненатриевых солонцов в динамических условиях была получена следующая зависимость КИ растворенного гипса (при степени его растворения 80-100 %) на вытеснение обменного натрия (с учетом подключения к процессу $CaCO_3$) от доз мелиоранта (m), выраженных в долях от полной нормы, эквивалентной обменному натрию:

$$КИ = (1{,}02 - 0{,}38\ m) \pm 0{,}025,\ r = -0{,}959;\ t_ф = 10{,}7;\ t_т^{5\,\%} = 2{,}23;\ n = 12.$$

Подсчеты по данным модельных исследований свидетельствуют о возможности протекания обменных процессов при гипсовании с достаточно высокими скоростями даже при накоплении за зимний период около 100-120 мм осадков, что вполне возможно при ежегодном выпадении их около 300 мм в год и более. По исследованиям автора [5], положительное действие гипсования лугово-черноземных средненатриевых солонцов (таблица 2) со среднегодовым количеством осадков около 340-360 мм прослежено в течение 14 лет. С длительностью использования солонцов продуктивность и стабильность урожаев на них возрастают. Действие гипса и фосфогипса на эти показатели было близким. Не выявлено положительной роли перепашки и повторного применения фосфогипса на урожайность ячменя. В севообороте агроландшафта фосфогипс включается в сложный компост и смеси с его участием по-

вышают урожайность озимой пшеницы, кукурузы и сахарной свеклы в течение 5–6 лет [1,2,3]

Высокая эффективность гипсования солонцов, очевидно, связана с быстро идущими мелиоративными процессами. Установлено, что процессы растворения гипса, уменьшения обменного и водорастворимого натрия, снижения концентрации почвенного раствора протекают по реакциям первого порядка [5]. О скорости этих процессов судили по периоду, вызывающему изменение соответствующего параметра в 2 раза.

На контрольных делянках лугово-черноземных солонцов в слое почвы 0-20 см уменьшение обменного натрия в 2 раза за счет растворения карбоната кальция равен 16-0 годам, а на мелиорированных гипсом и фосфогипсом – 7–9. Скорости удаления обменного и общего натрия близки, а снижения концентрации почвенного раствора в 1,5-2,0 раза выше. Период растворения половинного количества гипса и фосфогипса составляет 2 года.

Таблица 2 – Влияние мелиоративных приемов на урожайность зерна ячменя на лугово-черноземных солонцах, ц/га

Варианты опыта	Годы исследований			
	1976-1980	1982-1985	1987-1988	1976-1988
Вспашка на 25-27 см в 1974 г. + ежегодное весеннее рыхление на 25-27 см				
1. Контроль	9,2	12,0	11,0	10,5
2. Гипс 14,5 т/га под вспашку в 1974 г.	12,4	18,9	19,4	16,0
3. Фосфогипс 14,5 т/га под вспашку в 1974 г.	12,6	17,9	19,2	15,7
4. Фосфогипс 14,5 т/га в 1974 г. + 7,0 т/га в 1981 г.	-	17,3	19,2	-
Средняя урожайность по фону, ц/га	-	16,5	-	-
Вспашка на 25-27 см в 1974 г. + перепашка в 1981 г. + ежегодное осеннее рыхление на глубину 25-27 см с 1982 г.				
1а. Контроль	9,2	11,2	-	-
2а. Гипс 14,5 т/га под вспашку в 1974 г.	12,4	17,6	-	-
3а. Фосфогипс 14,5 т/га под вспашку в 1974 г.	12,6	17,4	-	-
4а. Фосфогипс 14,5 т/га в 1974 г. + 7,0 т/га в 1981 г.	-	18,9	-	-
Средняя урожайность по фону	-	16,3	-	-
$НСР_{05}$, ц/га	1,4	1,8	1,8	1,6
$НСР_{05}$, обработка, ц/га	-	0,9	-	-
$НСР_{05}$, мелиорант, ц/га	-	1,2	-	-
Примечание. Урожайные данные за 1976-1980 гг. опубликованы в работе (В.И. Кирюшин и др., 1982), за 1982-1988 гг. – в работе (В.В. Окорков, А.И. Верещагин, 1987)				

В этом опыте скорость рассоления в контрольных и гипсованных вариантах была относительно близкой. О ней судили по изменению с глубиной изобары осмотического давления почвенного раствора 5 атм в зависимости от длительности сельскохозяйственного использования солонцов.

Ежегодное осеннее рыхление на глубину 25-27 см создает пористое строение обрабатываемого слоя, способного впитать весной основную массу накопленных за зиму осадков как на гипсованных, так и контрольных делянках. По мере рассоления почвенного профиля растет и мощность корнеобитаемого слоя солонцов. На гипсованных делянках это стабилизирует урожайность возделываемых культур на более высоком уровне из-за роста густоты всходов возделываемых культур. Так, густота всходов ячменя (Z, шт/м^2) линейно уменьшается с увеличением твердости почвенной корки (P, кг/см^2) на поверхности солонцов:

$Z = 191 – 14{,}3 \cdot P$, $r = 0.887$; $t_ф = 8{,}80$; $t_т^{0,1\,\%} = 3{,}82$; $n = 23$.

В свою очередь, определяющее влияние на формирование почвенной корки помимо погодных условий оказывает обменный натрий [5]. Взаимосвязь между этими параметрами чаще всего экспоненциальная. Увеличение обменного на 4,5-6,0 % повышает твердость почвенной корки в 2 раза.

Установлено, что процессы рассолонцевания в течение 14-летнего сельскохозяйственного использования лугово-черноземных солонцов затронули в гипсованных вариантах метровую толщу почвенного профиля, в контрольных – 75-сантиметровую глубину. И на лугово-каштановых и каштановых солонцах с выпадением около 300 мм осадков в год гипсова-

ние также высокоэффективно и является одноразовым приемом. В слое 0-20 см размеры вытеснения обменного натрия гипсом и фосфогипсом в 3-4 раза более высокие, чем карбонатом кальция [5].

Влияние способов внесения фосфогипса (поверхностно, под вспашку, дробно) на твердость почвенной корки, КИ мелиоранта, всхожесть и урожайность ячменя было близким, хотя и отмечалась тенденция повышения всхожести при поверхностной заделке мелиоранта, а урожайности – при внесении его под вспашку и дробно (1/2 дозы под вспашку, другая половина поверхностно под лущильник). По сравнению с поверхностным внесением при этих способах полнее используется растениями фосфор фосфогипса, отмечается более интенсивное рассолонцевание слоя почвы 20-40 см.

Наиболее эффективно внесение фосфогипса на мало- и средненатриевые солонцы (таблица 3). Положительная роль мелиоранта, внесенного под вспашку, на темно-каштановой почве связана с обогащением ее подвижным фосфором.

На лугово-черноземных средненатриевых солонцах (совхоз «Новорыбин-ский») установлено, что степень крошения почвы, достигаемая вспашкой плугом, достаточна для успешного протекания мелиоративного процесса. На скорость последнего не установлено влияния и степени измельчения фосфогипса.

Таблица 3 – Влияние фосфогипса на урожайность зерна ячменя за 1984-1987 гг. на почвах каштанового солонцового комплекса, ц/га (В.В. Окорков, А.Н. Верещагин, 1987)

Вариант	Почва			Средняя по варианту, ц/га
	Темно-каштановая	Остаточный солонец	Малонатриевый солонец	
1. Рыхление на 30-33 см	17,4	15,2	9,2	13,9
2. Фосфогипс 5 т/га под вспашку на 30-33 см	19,0	16,2	14,8	16,7
3. Фосфогипс под рыхление на 30-33 см	18,5	16,0	14,3	16,3
Среднее	18,3	15,8	12,8	-
$НСР_{05}$, ц/га	1,6			
$НСР_{05}$ способа внесения фосфогипса, ц/га	0,9			
$НСР_{05}$ почвенной разности, ц/га	0,9			

Изучение эффективности применения различных доз гипсосодержащих мелиорантов, закономерностей взаимодействия их с ППК солонцов проводилось в черноземной зоне в 3 полевых и одном микрополевом опытах, в каштановой – в микрополевом, полевом и производственном опытах. Результаты исследований подтвердили правомерность использования для расчета оптимальных норм фосфогипса и гипса для солонцов нейтрального типа засоления формулы:

$$Г = 0{,}086 \cdot V \cdot h \cdot (Na - 0{,}1E)/K,$$

где Г – доза гипса, т/га;

V – объемная масса мелиорируемого слоя почвы, г/см^3;

h – мощность мелиорируемого слоя почвы, см;

Na – содержание обменного натрия, мг-экв/100 г почвы;

Е – емкость обмена почвы, мг-экв/100 г;

К – коэффициент использования гипса на вытеснение обменного натрия с учетом подключения к мелиоративному процессу карбоната кальция почвы.

Для мало-, средне- и многонатриевых солонцов величины К соответственно равны 0,70; 0,80 и 0,90.

При заделке мелиорантов под вспашку мощность мелиорируемого слоя совпадает с глубиной ее (25-30 см); при внесении под глубокое рыхление она может быть уменьшена до 20 см. Данные о тесной взаимосвязи прибавок урожаев с содержанием обменного натрия в слое 0-20 см подтвердили правильность установленной мощности гипсуемого слоя почвы.

Наиболее высокая окупаемость 1 т фосфогипса прибавкой зерна ячменя установлена при применении оптимальных доз фосфогипса. Отмечена несколько более высокая скорость

рассоления и рассолонцевания при внесении полной нормы мелиоранта, эквивалентной содержанию обменного натрия.

Химическая мелиорация рекомендуется на лугово-степных и степных мало- и среднетриевых глубококарбонатных и малонатриевых распаханных высококарбонатных глубокогипсовых солонцах, средне- и многонатриевых высококарбонатных глубокогипсовых солонцах. Наиболее эффективно осваивать солонцы нейтрального типа не выше средней степени засоления.

На глубокогипсовых высококарбонатных средне- и многонатриевых солонцах рекомендуются комплексные приемы химической мелиорации. Они основаны на совместном применении глубоких мелиоративных обработок (на 35-40 см), вовлекающих в солонцовый горизонт карбонат кальция, и небольших доз фосфогипса, обеспечивающих улучшение припосевного слоя и благоприятные условия для получения нормальных всходов растений в первые годы мелиорации. В последующем рассолонцевание более глубоких слоев протекает за счет карбоната кальция почвы.

Установлено, что период снижения содержания обменного натрия вдвое в слое почвы 0-20 см при вспашке на 25-27 см и мелиоративных обработках (трехъярусная и плантажная) на 40-42 см составляет соответственно 17-21 и 11-13 лет, при гипсовании – 4,6 и 9,7 лет. За 7 лет процессы вытеснения обменного натрия из ППК затронули 60-70-сантиметровую глубину. Не выявлено особых преимуществ какой-либо обработки и гипсования на протекание этого процесса на глубине 30–70 см.

Из-за большей мощности водовмещающего слоя для талой воды рассоление почвенного профиля по мелиоративным обработкам по сравнению со вспашкой на 25-27 см протекало интенсивнее (рисунок). На гипсованных делянках по мелиоративным фонам скачок в рассолении почвы наблюдался раньше, чем на контрольных. Различия в мощности рассоленного корнеобитаемого слоя почвы явились основной причиной вариации урожайности ячменя во 2-й ротации зернопарового севооборота (таблица 4).

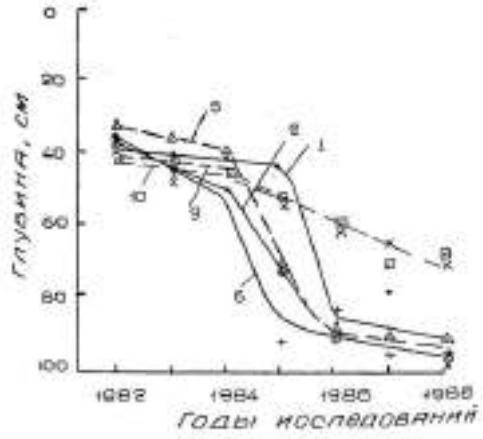


Рисунок – Влияние комплексных приемов мелиорации лугово-черноземного солонца на динамику изобары почвенного раствора с осмотическим давлением 5 атм.
1 – трехъярусная обработка на глубину 40-42 см; 2 – то же + 7,5 т/га фосфогипса; 5 – плантажная вспашка на глубину 40-42 см; 6 – то же + 7,5 т/га фосфогипса; 9 – вспашка на глубину 25-27 см; 10 – то же + 7,5 т/га фосфогипса.

В 1-й ротации зернопарового севооборота урожайность зерна ячменя определялась мелиоративным и удобрительным действием фосфогипса, удобрительным (в качестве источника фосфора) действием навоза. Удобрительная ценность навоза и фосфогипса проявилась лишь в 1-й ротации севооборота, а их совместное применение не имело преимуществ перед внесением только фосфогипса. Положительное мелиоративное действие последнего на урожайность культур по вспашке отмечалось в течение 2-х ротаций, по мелиоративным – в течение первой. Это обусловлено тем, что по обычной вспашке верхний слой в период посевной бывает более влажным и интенсивнее подвергается коркообразованию.

За счет разбавления гумусового слоя малоплодородными, засоленными переходными горизонтами и адсорбции на их поверхности гумуса при комплексной мелиорации солонцов по сравнению с обычной химической несколько понижены биологическая активность почвы и размеры излишней минерализации органического вещества.

По фону плантажной вспашки на 40-42 см скачок в урожайности ячменя отмечен при поверхностном внесении 5 т/га фосфогипса. Эта доза близка к теоретической (5,5 т/га), рассчитываемой на мелиорацию 0-15-сантиметрового слоя по средневзвешенному содержанию обменного натрия в слое 0-40 см за вычетом 10 % его от емкости обмена и с учетом коэффициента использования мелиоранта.

Таблица 4 – Влияние комплексной мелиорации лугово-черноземных солонцов на урожайность зерна ячменя, ц/га

Вариант	Годы исследований						Средняя урожайность за 1982-1988 гг.
	1982	1983	1984	1986	1987	1988	
1. Вспашка ПТН-3-40 на 40-42 см	3,9	7,3	8,7	21,9	21,1	19,1	13,7
2. То же + фосфогипс 7,5 т/га	7,8	11,5	11,4	23,0	22,3	21,6	16,3
3. То же + фосфогипс 7,5 т/га + 60 т/га навоза	7,8	10,6	12,7	23,5	21,4	20,9	16,2
4. То же + навоз 60 т/га	6,3	7,6	12,1	23,7	20,9	21,0	15,3
5. Вспашка ППН-4-40 на 40-42 см	4,7	6,7	8,8	23,8	21,4	20,2	14,3
6. То же + фосфогипс 7,5 т/га	8,1	10,7	12,0	25,5	22,5	20,4	16,5
7. То же + фосфогипс 7,5 т/га + 60 т/га навоза	9,3	9,3	12,2	25,0	22,1	22,4	16,7
8. То же + навоз 60 т/га	6,5	7,5	12,0	24,8	20,7	18,5	15,0
9. Вспашка ПН-8-35 на 25-27 см	4,0	4,7	8,1	18,5	14,7	9,3	9,9
10. То же + фосфогипс 7,5 т/га	7,7	7,9	10,2	19,6	20,3	18,0	14,0
11. То же + фосфогипс 7,5 т/га + 60 т/га навоза	8,2	8,8	11,5	19,8	19,7	18,4	14,4
12. То же + навоз 60 т/га	6,9	5,5	12,0	19,8	14,3	10,1	11,4
$НСР_{05}$, ц/га	1,9	1,0	2,3	2,5	1,8	3,3	2,1
$НСР_{05}$ обработки, ц/га	0,9	0,5	1,2	1,2	0,9	1,6	1,0
$НСР_{05}$ мелиоранта, ц/га	0,7	0,4	1,0	1,0	0,7	1,3	0,8
$НСР_{05}$ навоза, ц/га	0,7	0,4	1,0	1,0	0,7	1,3	0,8

Наиболее эффективна следующая технология комплексной мелиорации: 1) внесение фосфогипса разбрасывателями удобрений; 2) вспашка ПЯС-1,4 на глубину 35-40 см; 3) разделка пласта тяжелой дисковой бороной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С. Использование фосфогипса для рекультивации чернозема обыкновенного в степной зоне Кубани // I Всероссийская Научная конференция. – Краснодар, 2009. – С. 54-59.

2. Белюченко И.С. Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 75-86.

3. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов при подготовке сложных компостов для повышения плодородия почв // Тр. III Международной Конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2013. – С. 26-30.

4. Минкин М.Б., Горбунов Н.И., Садименко П.А. Актуальные вопросы физической и коллоидной химии. – Ростов: Изд-во Ростовского ун-та, 1982. – 227 с.

5. Окорков В.В. Коллоидно-химические исследования солонцов Северного Казахстана и опыт их химической мелиорации: автореф. дисс. … доктора с.-х. наук. - М., 1990. – 39 с.

6. Пак К.П. Солонцы СССР и пути повышения их плодородия. – М.: Колос, 1975. – 383 с.

7. Рекомендации по использованию фосфогипса для мелиорации солонцов. М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2006.

УДК 626.811:631.587

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОГИПСА ПРИ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЩЕЛОЧНЫХ ПОЧВ МАГНИЕВОГО ОСОЛОНЦЕВАНИЯ

Бекбаев Рахым Кыздашевич, *доктор технических наук, профессор, Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, **Республика Казахстан**, г. Тараз, bekbayev_55@mail.ru, ermekull@mail.ru*

Жапаркулова Ермеккуль Дукеновна, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, **Республика Казахстан**, г. Тараз, bekbayev_55@mail.ru, ermekull@mail.ru*

Койбакова Елизавета Сергеевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, **Республика Казахстан**, г. Тараз, bekbayev_55@mail.ru, ermekull@mail.ru*

Бекбаев Усен Кыздашевич, *кандидат технических наук, Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, **Республика Казахстан**, г. Тараз, bekbayev_55@mail.ru, ermekull@mail.ru*

Результаты исследований позволили установить, что при прочих равных условиях изменение норм внесения фосфогипса предопределяет различную интенсивность рассолонцевания почв. В варианте, где норма внесения фосфогипса составила 2,5 т/га, содержание катионов магния в почвенно-поглощающем комплексе составило 3,7 мг-экв, или 31,4 % от суммы почвенно-поглощающего комплекса (ППК). С повышением норм внесения фосфогипса происходит снижение количества катионов магния в почвенно-поглощающем комплексе и при норме внесения фосфогипса 10 т/га составляет 3,3 мг-экв, или 28,1 % от суммы ППК. Однако максимальные темпы рассолонцевания почв получены при норме внесения фосфогипса 2,5 т/га, а минимальные – при норме 10 т/га.

Ключевые слова: осолонцевание, ощелачивание, фосфогипс, магниевое осолонцевание, расход воды

EFFICIENCY OF PHOSPHOGYPSUM IN CHEMICAL MELIORATION OF ALKALINE SOILS OF MAGNESIUM ALKALINIZATION

Bekbaev R.K., Zhaparkulova E.D., Koybakova E.S. , Bekbaev U.K.

The results of research revealed that, ceteris paribus rate changes are phosphogypsum predetermine different intensities realkalinization soils. In the embodiment where rate application of phosphogypsum was 2.5 t / ha, the content of magnesium cations in the soil-absorbing complex was 3.7 mEq, or 31.4 % of the amount of soil-absorbing complex (SAC). With increasing of application rates of phosphogypsum revealed reduction in the amount of magnesium cations in the soil-absorbing complex and by application rate of phosphogypsum 10 t / ha is 3.3 mEq, or 28.1 % of the total SAC. However, the maximum rate of realkalinization soil obtained with phosphogypsum application rate of 2.5 t / ha, and the minimum - at a rate of 10 t / ha.

Keywords: alkalinization, alkalization, phosphogypsum, magnesium alkalinization, water consumption

Введение. В южных регионах Казахстана, где орошение сопровождается замещением в поглощающем комплексе 2-валентного кальция магнием, значительная часть (около 30–35 %) орошаемых земель приобрели свойства такыров, для которых характерны слитость и низкая скорость впитывания воды. При поливах они оплывают, а при иссушении формируются глубокие трещины, что приводят к снижению урожайности сельхозкультур и увеличению затрат воды на получение единицы продукции.

В морфологическом отношении такие почвы не имеют ярко выраженной столбчатой структуры, которая характерна для солонцеватых горизонтов, где содержится повышенное количество натрия, поэтому некоторые исследователи называют их магнезиальными [7,8]. В таких почвах, когда запасы обменного магния превышают 25 % от ёмкости поглощения, ионы магния экранируют ионы кальция, поэтому он становится слабодоступным для растений [1,5]. Особенно чувствительна к недостатку кальция корневая система, которая слабо развивается и приводит к снижению урожайности возделываемых культур. Кроме того, при значительном накоплении магния в поглощающем комплексе (выше 25 % от ППК) возрастает набухаемость и усиливается пептизация коллоидов, снижается устойчивость агрономической структуры, ухудшаются фильтрационные свойства почв, усиливаются механизмы раз-

рушения и выноса гумуса, возрастают расходы воды на получение единицы продукции. При поливах данные почвы заплывают, а при междурядных обработках образуются трудноразрушаемые глыбы. Оптимальные формы использования фосфогипса в сельском хозяйстве – это их внесение в сложный компост, включающий до 10 и больше отходов органического и минерального происхождения [2,3,4]

Материалы и методы исследования. В практике борьбы с осолонцеванием и ощелачиванием почв используют гипс, фосфогипс (отходы фосфорной промышленности), хлористый кальций, дефекат (отходы сахарной промышленности), известь или сланцевую золу, молотый мел, железный купорос (отходы горнорудной промышленности), серную кислоту и другие кальцийсодержащие материалы [1,8]. В условиях Южного Казахстана, где развита химическая промышленность, целесообразно использовать фосфогипс. Запасы фосфогипса превышают 6 млн тонн, что вполне достаточно для проведения химической мелиорации на орошаемых землях Южного Казахстана, подвергшихся слитизации (ощелачиванию, осолонцеванию). По своей эффективности фосфогипс превосходит гипс, особенно на щелочных почвах, когда после его внесения в почву на поверхности частиц образуется кальцитная пленка и снижается растворимость.

В составе фосфогипса (промышленные отходы химзаводов) содержится около 80 % сернокислого кальция и 1,3–2,9 % фосфатов, в том числе 0,2–-0,9 % растворимых форм, которые подкисляют почвенную среду и ускоряют обменные реакции. Кроме того, фосфогипс оказывает положительное влияние на урожайность сельхозкультур не только за счет улучшения физико-химических свойств почв, но и повышением обеспеченности растений подвижными формами фосфора. Наличие в фосфогипсе кислот повышает его растворимость и обеспечивает значительное улучшение агрономических свойств слитых почв.

В условиях ограниченности финансовых средств и роста конкуренции на рынках сельхозпродукции проблему производства конкурентоспособной продукции на щелочных почвах магниевого осолонцевания можно решать за счет применения ресурсосберегающих технологий орошения, внесения химмелиорантов (фосфогипса), управления поверхностными и подземными водами.

Перспективные разработки по повышению плодородия почв могут применяться после их адаптирования в местных условиях. Для повышения плодородия и улучшения физико-химических свойств почв проведены опыты на следующих вариантах:

1 вариант – контроль (без внесения фосфогипса);

2 вариант – внесение фосфогипса нормой 2,5 т/га;

3 вариант – внесение фосфогипса нормой 5,0 т/га;

4 вариант – внесение фосфогипса нормой 10,0 т/га;

Для максимального приближения экспериментальных данных к производству использовался метод полевого опыта. Исследования выполнялись на опытно-производственных участках, расположенных в зоне Арысь-Туркестанского канала (Южно-Казахстанская область) площадью 2 га. На пилотном участке в зоне АТК выращивался хлопчатник. Полив хлопчатника проводился через борозду.

Для установления мелиоративных процессов определены послойно, через 20 см, следующие химические свойства почв: гумус (по методу И.В. Тюрина); валовые формы азота (метод Кьельдаля) и фосфора (колориметрический метод); подвижные формы азота (колориметрический метод), фосфора (метод Мачигина) и калия (метод Ониани); емкости поглощения и обменные катионы (натрий - по методу Шмука); pH и водная вытяжка (CO_3^{2-}, HCO_3^-, СГ, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+) [6].

При химическом анализе воды (оросительной, грунтовой, коллекторно-дренажной) определены: общее содержание солей, анионы и катионы, нитраты, фосфор, гумус и pH. Химические анализы почвы и воды выполнены в лаборатории КазНИИВХ.

Направленность развития мелиоративных процессов и формирование режима грунтовых вод в значительной мере зависят от фильтрационных потерь оросительной воды на орошаемых землях. При установлении потерь оросительных вод на фильтрацию использовались следующие показатели: объемы водоподачи и сброса, расчетное испарение с поверхности воды, запасы влаги до и после полива.

Сбросы оросительных вод с орошаемых земель устанавливались по гидрометрическим постам, оборудованными в местах сброса поливных вод в дренажную сеть. Для установления

расхода воды использованы тонкостенные треугольные водосливы (Томсона) (рисунок 1). Наблюдения за сбросами поливных вод проводились через следующие интервалы времени: в начале и конце формирования сброса через 5–10 минут, в остальное время – через 1–2 часа.

Рисунок 1. Установление расхода воды в борозде

Рост и развитие сельскохозяйственных культур наблюдались на специальных площадках, постоянных на местности. Для установления фаз развития растений, наблюдения проводились ежемесячно (всходы, образование бутонов, цветение, плодообразование, созревание) (рисунок 2).

При наблюдении за ростом и развитием кукурузы выделяются следующие фазы: начало и полное появление всходов, начало и полное появление метелок, начало и полное цветение початков (появление нитей), молочное, молочно-восковое состояние зерна, восковая спелость, полная спелость. Длительность межфазных периодов определялась сортовыми особенностями, погодными условиями и агротехникой.

Рисунок 2 – Фенологические наблюдения за развитием хлопчатника

Приведенные методические положения по выполнению полевых исследований обеспечили достаточную для практики достоверность установления мелиоративной эффективности применяемых технических средств, технологических операций и химмелиорантов в орошаемом земледелии. На их основе установлены требования (технические, технологические) по оптимизации солевого режима почв, их химической мелиорации, снижению затрат воды на получение единицы сельхозпродукции, уменьшению антропогенной нагрузки водно-солевых масс ирригационных систем на орошаемые территории.***Результаты исследования***. Установлено, что почвы опытно-производственных участков являются сероземно-луговыми, преимущественно тяжелосуглинистыми. С глубины 0,5-1,0 м часто встречаются линзообразные прослойки средних или легких суглинков. Глубже 1,5 м, как правило, залегают тяжелые суглинки или глина. Изменение плотности твердой фазы по глубине корнеобитаемой толщи незначительное и колеблется в пределах 1,43–1,52 г/см^3. Незначительное изменение показателей плотности и плотности твердой фазы по глубине мелиорируемой толщи предопределили незначительные отклонения в пористости почв.

Результаты исследований показывают, что при прочих равных условиях изменение норм внесения фосфогипса предопределяет различную интенсивность рассолонцевания почв. Например, на варианте, где норма внесения фосфогипса составила 2,5 т/га, содержание катионов магния в почвенно-поглощающем комплексе для ОПУ зоны Арысь-Туркестанского канала составила 3,7 мг-экв, или 31,4 % от суммы ППК. С повышением норм внесения фосфогипса происходит дальнейшее снижение содержания катионов магния в почвенно-поглощающем комплексе и при норме внесения фосфогипса 5 т/га составляет 3,6 мг-экв, или 29,7 % от суммы ППК. На варианте, где норма внесения фосфогипса составила 10 т/га, содержание катиона магния в ППК снизилось до 3,3 мг-экв и составило 28,1 % от суммы ППК (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние фосфогипса на катионный состав почвенно-поглощающего комплекса

Вариант и норма фосфогипса, т/га	мг-экв на 100 почвы				в % от суммы ППК		
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	сумма	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}
Контроль	7,4	4,0	0,06	11,46	64,5	35,0	0,5
2,5	8,1	3,7	0,05	11,85	68,2	31,4	0,4
5,0	8,5	3,6	0,07	12,17	69,9	29,7	0,4
10,0	8,6	3,3	0,04	11,94	71,7	28,1	0,2

Сравнительный анализ результатов исследований показывает, что с увеличением нормы внесения фосфогипса происходит снижение интенсивности рассолонцевания почв. На варианте с нормой внесения 2,5 т/га с 1 тонны фосфогипса вытеснено 1,44 % магния из ППК. С повышением норм внесения фосфогипса происходит снижение интенсивности вытеснения катиона магния из ППК. На варианте, где норма внесения фосфогипса составляет 5 т/га, интенсивность рассолонцевания снижается на 26,4 % относительно варианта с нормой внесения 2,5 т/га. На варианте, где норма внесения 10 т/га, количество вытесненного магния из ППК на 1 тонну фосфогипса составляет 0,59 %, что на 59 % меньше в сравнении с вариантом при норме внесения 2,5 т/га (таблица 2).

Таблица 2 – Интенсивность рассолонцевания почв относительно контрольного варианта

Вариант и норма внесения фосфогипса, т/га	Содержание магния в конце вегетации, % от суммы ППК	Количество вытесненного Mg^{2+} из ППК, в % от суммы ППК	Отношение вытесненного магния к норме внесения фосфогипса, %/ т/га
Контроль	35,0	0	0
2,5	31,4	3,6	1,44
5,0	29,7	5,3	1,06
10,0	28,1	5,9	0,59
10,0	29,7	6,8	0,68

В качестве мелиоранта применение фосфогипса обеспечивает не только снижение количества катионов магния в ППК, но и повышение запасов подвижных форм фосфора. Это подтверждается присутствием в составе фосфогипса до 3,36 % фосфора (P_2O_5). При этом изменение норм внесения фосфогипса предопределяет динамику запасов фосфора в корнеобитаемом слое почв (таблица 3).

Сравнительный анализ приведенных данных показывает, что при внесении фосфогипса в количестве 2,5 т/га в почву вносится 84 кг фосфора. При внесении в почву 5 т/га фосфогипса, количество фосфора, вносимого в почву, достигает 168 кг/га. В варианте, где норма фосфогипса составляет 10 т/га, в почву с фосфогипсом вносится 336 кг/га фосфора.

Таблица 3 – Содержание фосфора в почвогрунтах при различных нормах внесения фосфогипса

Показатели	Норма фосфогипса, т/га		
	2,5	5,0	10,0
Содержание фосфора, % от веса фосфогипса	3,36	3,36	3,36
Содержание фосфора, кг/га	84	168	336

Обсуждение результатов. Таким образом, вода служит хорошим растворителем, обеспечивает различную скорость ионообменных реакций и является переносчиком ионов (солей) в корнеобитаемом слое почв. Данные свойства следует использовать для совершенствования технологии внесения химмелиорантов, которая обеспечит их растворение и перемещение в виде растворов. При этом показатели скорости потока насыщенных растворов (химическими веществами) и обменных реакций должны максимально сближаться. Подобные условия лучшим образом создаются в периоды выпадения осадков при поверхностном внесении химмелиорантов, когда скорость перемещения растворов снижается до минимальных пределов, обеспечивая вытеснение и удаление поглощенного магния на слитизированных почвах.

Установленная закономерность рассолонцевания почв при изменении норм внесения фосфогипса позволила разработать технологию повышения плодородия почв магниевого осолонцевания. Отличительной особенностью разрабатываемой технологии является дробное внесение химмелиорантов в почву. Это дает возможность эффективно использовать атмосферные осадки и поливную воду для растворения фосфогипса.

Внесение расчетной нормы за один раз в больших размерах не обеспечивает высокой растворимости фосфогипса и соответственно замедляет скорость протекания процессов между химическим мелиорантом и почвенным раствором. В результате этих процессов резко снижаются темпы рассолонцевания почв и соответственно эффективность химической мелиорации. При этом, с учетом складывающейся обстановки, целесообразно использовать следующие схемы мелиоративных работ: после уборки проводят осеннюю вспашку. Глубина вспашки 25–30 см на слабослитых, 30–35 см на среднеслитных и 35–40 см на сильнослитых почвах. В случае выпадения обильных осадков, после проведения вспашки, фосфогипс следует вносить в зимний период по замерзшей почве или по снегу, так как внесение по влажной почве приведёт к её уплотнению.

ЛИТЕРАТУРА

1 Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.

2 Белюченко И.С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13-38.

3 Белюченко И.С. Сложный компост и трансформация азота в верхнем слое чернозема обыкновенного // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 1 . – С. 71-79.

4 Белюченко И.С. Вопросы защиты почв в системе агроландшафта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 95. – С. 232-241.

5 Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технология водосбереже-ния и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз, 2005. – 162 с.

6 Ганжара Н.Ф., Гречин И.П., Кауричев И.С. и др. Практикум по почвоведению. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

7 Можейко А.М. О генезисе магниевых солонцов и проекте их окультирования //Мелиорация солонцов: Сб. – М., 1967. – С. 14-25

8 Пак К.П. Солонцы СССР и пути повышения их плодородия. – М.: Колос, 1975. – 384 с.

УДК 631.879.42:574.4

СООТНОШЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И АЗОТА КАК ВАЖНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СВОЙСТВО СЛОЖНОГО КОМПОСТА

Белюченко Иван Степанович, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар, bioeco@inbox.ru*

В статье анализируются показатели соотношения органических форм углерода и азота в сложном компосте. Доступные формы почвенного азота весьма ограничены, что связано с интенсивностью его восстановления до молекулярного, а также скоростью разложения и минерализации детрита. Использование азотных удобрений способствует усилению ряда негативных процессов, вызывая загрязнение грунтовых вод, снижение биологического синтеза у микроорганизмов, несоответствие прироста массы растений количеству белка. Содержание углерода и белка в XIX веке соотносилось в зерновых культурах как 16:1, а с внесением минерального азота увеличилось до 30 раз и больше. Элементный состав сложного компоста имеет важное значение в земледелии и почвоведении. Наибольший интерес вызывают исследования элементного состава относительно содержания углерода, азота и фосфора в составляющих сложного компоста и различных ландшафтах. Полученные данные позволяют оценить особенности распределения трех элементов в почве, донных отложениях, детрите, растениях и животных. Такой подход применим и к анализу систем.

Ключевые слова: сложный компост, соотношение N:C:P, увеличение массы урожая, содержание белка.

RATIO OF ORGANIC CARBON AND NITROGEN HOW IMPORTANT ENVIRONMENTAL PROPERTIES OF COMPLEX COMPOST

Belyuchenko I.S.

A ratio of organic forms of carbon and nitrogen in the complex compost is analyzed in the article. Available forms of soil nitrogen is very limited that is connected with intensity its restoration to molecular and speed decomposition and mineralization of detritus. Using nitrogen fertilizers promotes strengthening number of negative conditions, causing groundwater pollution, reducing biological synthesis by microorganisms, discrepancy of plants weight gain to weight gain protein. The content of carbon and a XIX century protein in cereal crops was at level 16: 1, and with the introduction of a mineral nitrogen increased to 30 times and more. Elemental composition of complex compost is essential in agriculture and soil science. Greatest interest are the study of the elemental composition of carbon, nitrogen and phosphorus in components of complex compost of different landscapes. Obtained data allow us to estimate of features distribution these three elements in soil, sediment, detritus, plants and animals. This approach is applicable to the analysis of systems.

Keywords: complex compost, ratio N: C: P, increase in mass crop, protein content.

Среди важных событий в развитии научного мировоззрения следует выделить оценку обмена углерода и азота в живых организмах. Важные открытия А. Л. Лавуазье, обосновавшего процесс горения на примере серы, фосфора и других элементов, вызывавшего снижение их массы, а при обжигании олова и ртути – увеличивавшего массу за счет соединения с кислородом; Ф. Велера, проанализировавшего особенности синтеза мочевины; исследования фотосинтеза, теорию радикалов Ю. Либиха и К. Бернара, объяснившего появление различных фаз углеродного обмена, и ряда других исследователей определили появление новых отраслей науки, связавших химию с биологией, значительно расширивших познание этих дисциплин, показавших основу сегодняшней жизни на Земле через восстановление и окисление углерода, через дыхание и фотосинтез. Изучение этих процессов показало решающую роль преобразований в составе сложного компоста, а также определило глубокие изменения в составе приземной атмосферы, климата и рельефа местности и других факторов, детерминирующих эволюцию Земли на протяжении всего геологического периода [3]. Первые фотосинтезирующие организмы (очевидно, синезеленые водоросли), появившиеся в силуре, дали начало периоду, когда CO_2 из атмосферы после восстановления до органического углерода отлагался в геологических пластах.

Выход на сушу сосудистых растений в карбоне и пермском периодах значительно усилил процессы восстановления (фотосинтеза) органического углерода, что способствовало отложению залежей естественного топлива (нефть, уголь, газ, сланцы) и изменению состава атмосферы в силу обогащения её кислородом и ускорению эволюции органического мира суши

через преобладание восстановительных процессов, существенно превосходящих интенсивность процессов окисления (дыхания). При расходе населением различных видов топлива за относительно небольшой период процессы окисления ежегодно усиливаются, что ослабляет восстановление углерода в связи с расходованием древесины, загрязнением природной среды и снижением активности фотосинтеза как восстановительного процесса [10]. Иными словами, расход органического углерода со временем ускоряется, меняется направление его круговорота, и отмечаются весьма глубокие и продолжительные изменения в тропосфере [2,6,18].

Доля углерода на сухое вещество в живых организмах составляет 34,5–40% у водных растений и животных; 45,4–46,5% – у наземных растений и животных и 54% – у бактерий. Помимо основной функции – источника углерода – углекислый газ, растворенный в природных водах и в биологических жидкостях, участвует в поддержании оптимальной для жизненных процессов кислотности среды. В составе $CaCO_3$ углерод образует наружный скелет беспозвоночных, а также содержится в кораллах, яичной скорлупе и т.д. Соединения углерода, преобладавшие в первичной атмосфере Земли, в процессе биологической эволюции превратились в сильные антиметаболиты обмена веществ.

Методика. Пробы растений, животных, почвы, донных отложений и других субстратов анализировались на различных анализаторах. Пробы высушивали при температуре 105^{o}C после предварительной тщательной гомогенизации, взвешивали на электрических весах Sartorius с точностью до 0,1 мг; навески брались в пределах 100–200 мг в зависимости от содержания C, N и P в пробе; навеску помещали в микротигелек из серебряной или оловянной фольги и после добавления катализатора V_2O_5разлагались при температуре 960^{o}C на окиси меди. Органические формы углерода в сложном компосте плотно связаны с азотом, являющимся составной частью каждой молекулы белка, и в отличие от предыдущего элемента весьма существенно ограничивают уровень биологической продукции. Доступность растениям форм азота ограниченна, с одной стороны, из-за скорости синтеза организмами его простой формы, отличающейся энзиматический системой, способной восстанавливать N_2, и с другой – интенсивностью разлож7ения и минерализации детрита. Человек, применяя минеральные азотные удобрения, способствует усилению выноса этихформ с урожаем.

Результаты исследований. Количество производимого промышленностью азота уже превосходит естественно синтезируемое на Земле. Применение промышленного азота создает ряд отрицательных моментов: 1) загрязнение грунтовых вод; 2) снижение биологического синтеза азота микроорганизмами; 3) повышение урожая растений не соответствует росту в них массы белка [4,5,6].

Соотношение углерода и азота в зерновых злаках в XIX веке составляло примерно 16, что вполне устраивало физиологическую потребность живых организмов в белке. В XX веке отмечено при внесении промышленных удобрений четырёхкратное превышение урожая, что увеличило значение C/N в урожае примерно до 30 раз и больше и вызвало диетические проблемы у животных, обусловленные острым недостатком белка [1,4,5,8,9,10]. Иначе, круговорот углерода и азота в сложном компосте обусловлен промышленным увеличением количества азота, с одной стороны, зависимы от природных ресурсов остальных элементов, используемых в первую очередь в пишу, а с другой, – мешает их круговороту в природе через повышение урожай растений из-за применения промышленного азота [19].

Известно 4 аллотропных модификации углерода, существующего в форме четырех простых веществ – алмаза, графита, карбина и лонсдейлита. Алмаз является твердым кристаллическим веществом с атомной координационной кубической решеткой. Графит – слоистое кристаллическое вещество с гексагональной структурой. Получаемый при термическом разложении органических соединений черный графит, или уголь, представляет собой тонкоизмельченный графит. Важными сортами черного графита являются кокс, древесный уголь, животный уголь и сажа. Карбин получен искусственно и представляет собой мелкокристаллический порошок черного цвета. Лонсдейлит найден в метеоритах, но его структура и строение не установлены. Сочетание атомов углерода разных гибридных состояний в единой полимерной структуре обусловливает множество аморфных форм углерода, например, стеклоуглерод, и другие [21].

В 50-е годы прошлого века выделены понятия биомассы и численности, а в последующем определилась необходимость оценки относительно объективных количественных соотношений через энергетические единицы, чему послужили разработки трофически-

динамической концепции Lindemann(a) и идей Odum(a), Macfadyen и др. [20,21]. Количественное определение всех процессов в сложном компосте тесно связано с моделированием, физиологией, биологической энергетикой и т.д. В последующем роль отдельных компонентов оценивается в сложном компосте, и его состав оказывается решающим фактором в скорости передачи информации. Среди основных элементов сложного компоста выделяется углерод, его количество и уровень восстановления, определяющий основную ценность. Большую ценность в энергетическом обмене системы имеет азот. Соотношение этих элементов (углерод : азот) в сложном компосте отражает молекулярный состав. Через элементный состав органического вещества (C, N, H) была рассчитана энергетическая ценность у водоросли *Chlorella* (восстановление углерода), а также содержание белков, жиров и углерода в сложном компосте [8,22].

Восстановление и окисление этого элемента проходит через дыхание и фотосинтез в живых организмах и является основой существующей жизни на Земле. Именно процессы восстановления и окисления были решающими в образовании биосферы, определили важнейшие изменения в составе атмосферы и тропосферы, изменили климат и стали детерминирующим фактором в эволюции земного шара на протяжении всей его истории. Расцвет в силуре фотосинтезирующих водорослей следует считать точкой начального отсчета, когда углекислота атмосферы CO_2 после её восстановления до органического углерода начала откладываться в геологических пластах. В карбоне и перми этот процесс проходил с наибольшей интенсивностью в результате появления на суше сосудистых растений; изменился состав атмосферы, обогащенной кислородом, что обусловило дальнейшее развитие всего живого на планете. С карбона определилось преобладание восстановительных процессов по сравнению с процессами окисления, а деятельность человека внесла изменение в их соотношение.

Элементный состав сложного компоста и в первую очередь содержание углерода, азота и фосфора давно используется в земледелии и почвоведении, где соотношения C:N очень важны при оценке почвенного плодородия. В гидробиологии соотношенияC, N, P применяются для оценки состояния живых организмов и ресурсов водной среды. Количественные отношения на уровне элементного состава сложного компоста позволяют восстановить молекулярный состав и энергетическую емкость. Отклонения в содержании отдельных элементов в составе сложного компоста позволяют оценить биологические изменения в организмах и системах [11,12,19].

Соединения углерода в сложном компосте, подвергающиеся минерализации микроорганизмами представлены в основном целлюлозой, лигнином, высокомолекулярными углеводами и другими природными и синтетическими полимерами. Микроорганизмы в сложном компосте используют простые соединения углерода. Все микроорганизмы используют диоксид углерода. Во всех типах сложных компостов развиваются бактерии, образующие метан (CH_4) и выполняющие важную функцию в трансформации органических веществ, являясь важным звеном в аэробном разложении и круговороте углерода [13]. Процессы восстановления и окисления углерода (дыхание и фотосинтез) являются основой современной жизни на Земле, они были решающими в образовании биосферы, изменениях в атмосфере и тропосфере, что вызвало варьирование климата, и стало детерминирующим фактором в целом эволюции земного шара [13,15,16,17].

Определенный интерес вызывают исследования элементного состава и анализ большого количества данных о содержании углерода, азота и фосфора в разных составляющих агроландшафтов. Полученные данные по их содержанию дают возможность оценить соотношение трех элементов в почве, донных отложениях, детрите, растениях, животных и в других составляющих в разнородной биологической среде. Попытка представить данные по содержанию трех элементов в разных биологических объектах, где их исходный материал весьма изменчив во времени (например, преобразуются животными организмами в пище при её потреблении в получаемые отходы), как, например, разложение листвы и т.д. Аналогичный прием применим также и к экосистемам [11,12,14].

Минеральные удобрения влияют на распределение азота в компонентах экосистем. Двойное увеличение дозы удобрений незначительно повышает его общий запас в экосистеме. Внесение удобрений повышает запасы азота в биотических компонентах сложного компоста в почвенных микроорганизмах – от 50 до 80–100 кг/га, а в живых частях последних – от 200 до 400 кг/га. Внесение удобрений снижает долю корней от общих запасов фитомассы (надземная + подземная) и отношение запасов азота в надземных частях растений к подземным. С внесением удобрений повышается количество отчуждаемых элементов с урожаем. Повышаются

запасы минеральных форм N в почве и связанного в корневом опаде. Удобрение ускоряет распад надземного опада: повышается соотношение N, связанного в подземном и надземном опаде (удваивается) – от 2,5–3,0 до 6,0–7,0. Пониженная доза азота более выгодная – она повышает первичную продуктивность и количество N в сложном компосте [11,12].

Азот. Этот элемент связан с живыми формами органической материи, входит в состав их белков и нуклеиновых кислот и является определяющим продуктивность агроландшафтов. Ресурсы азота ограничены интенсивностью синтеза его простыми организмами – преимущественно бактериями. Восстановление молекулярного азота N_2 и скорость его разложения и минерализации обеспечивают именно бактерии.

Применение удобрений на травянистых угодьях выгодно при их невысоких дозах использования: заметно повышается урожай и снижается негативное влияние на окружающую среду. Универсальными спутниками любого почвообразовательного процесса в сложном компосте являются C : N, а также кремнезём.

Круговорот азота в сложном компосте осуществляется бактериями в процессе азотфиксации, нитрификации и денитрификации. Большую роль в поддержании азотного баланса в сложном компосте играет микробиологическая фиксация молекулярного азота. На биологическую роль азота в урожае сельхозкультур приходится до 2/3 от его общего содержания. Производство минеральных азотных удобрений создало широкий круг проблем, из которых выделяются две основные – экологическая и экономическая (энергетическая).

Экологический аспект проблемы создания и применения высоких доз азотных удобрений обусловлен физиологическими особенностями роста растений, которые не могут сразу усвоить большое количество азота и производить его накопление в запас. Ряд биофильных элементов (C, P, K,Ca) в растении в виде различных соединений запасается в резерв; для азота такой запас в растениях не предусмотрен, а поддерживать его в прикорневой зоне в виде частых подкормок сложно и дорого. Поэтому коэффициент использования азота удобрений растениями остается низким, и основная его часть попадает в водоемы и в атмосферу (N_2), что усиливает эвтрофикацию водоёмов, усложняет проявление парникового эффекта, разрушает озоновый экран Земли [16,17,18].

Соединения P, K, Si, Al, Fe в сложном компосте дают большое количество продуктов взаимодействия с низкой растворимостью, а реакции P с Ca, Fe и Al формируют много разнообразных, но малорастворимых вторичных фосфатов. Элементами высокой степени биогенности считаются P, Ca, K, S, C, N, защищенные от прямого выноса грунтовыми и речными водами и потому отличающиеся в целом меньшей миграционной способностью [14].

Отрицательное влияние на питательную ценность урожая оказывает использование минеральных удобрений с возрастающими дозами азота, которые ускоряют процесс деградации почв в силу разрушения ландшафтных систем. Отходы живых организмов являются основной группой детрита. При большом скоплении животных на единицу их поверхности они доходят до размеров, определяющих круговорот во всей системе (организмы, питающиеся донными отложениями и выделения птиц, могут изменить трофику водоема и т.д.).

Большой интерес представляет биологический азот, исключающий загрязнение окружающей среды. Фиксация азота микроорганизмами осуществляется за счет энергии солнца, что сокращает энергозатраты. Роль азотфиксации в азотном балансе обеспечивается способностью к ней многих бактерий разных таксономических и эколого-физиологических групп. Считалось, что азотфиксация осуществляется ограниченным числом бактерий (азотобактер, клубеньковые бактерии, клостридии, некоторые бациллы и т.д.). Фиксировать молекулярный азот могут только высокоспециализированные бактерии.

Азотфиксирующая способность выявлена практически у всех групп бактерий, представленных в почвах и хорошо сформированных сложных компостах, что позволяет заключить, что в азотном балансе биосферы основная роль отводится микробной азотфиксации наземными экосистемами: в умеренной климатической зоне за счет азотфиксации связывается до 50 кг N_2 на 1 га, а в тропической – до 100 кг N_2/га и больше. Биологическая продуктивность климаксных систем (тайга, луговая степь и др.) остается неизменной, хотя потери азота в результате микробиологической трансформации определяют его заметное колебание.

Кроме фиксации биологическая трансформация азота, включает активно протекающий процесс соединения кислотной части серной кислоты (SO_4^{-2}) из $CaSO_4$ и аммиака (NH_3) с образованием аммонификации сернокислого аммония $(NH_4)_2SO_4$. При внесении сложного компо-

ста в почву осуществляется обогащение его верхнего слоя органическим веществом, и аммонием полуперепревшего навоза КРС и сернокислым кальцием минеральных отходов, которые усиливают процесс нитрификации. В сложном компосте микроорганизмы осуществляют выделение нитрификация и денитрификация в динамике азота [16,17,22].

В подстилке соотношение C:N доходит до 80, а в поверхностных слоях почвы (C:N=8) указывает на потребление углерода в процессе формирования сложного компоста. Круговорот углерода и азота в сложном компосте связан вплотную с экономическими интересами общества, которое хоть и зависит от природных ресурсов, но обычно нарушает их естественный баланс. Углерод считается основным носителем энергии в сложном компосте. Знание элементного состава, в первую очередь углерода и азота, давно используется специалистами для характеристики биологической активности почв, а соотношение C:N считается одним из параметров их классификации. Отношение C:N:P применяется в гидробиологии при характеристике экологии гидробионтов и ресурсов водных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алифиров М.Д., Белюченко И.С., Волошина Г.В., Гукалов В.Н., Гукалов В.В., Кобецкая О.А., Мельник О.А., Фалин А.Г.Влияние посевов и органических удобрений на трансформацию азота в черноземе выщелоченном // Тр. / КубГАУ, – 2007. – № 9. – С. 79-85.
2. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.Н., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: Монография. – Краснодар. – Изд-во КубГАУ, 2015. – 180 с.
3. Белюченко И.С., Бозина Т.В. Углерод и его роль в развитии биосферы Земли// Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2006. – Т. 2. – № 2. – С. 46-50.
4. Белюченко И.С., Волошина Г.В., Фалин А.Г., Стешенко А.И. К вопросу о процессе нитрификации в агроландшафтах степной зоны Краснодарского края // Экологические проблемы Кубани. – 2007. – № 32. – С. 218-222.
5. Белюченко И.С. Влияние фосфогипса на трансформацию азота в черноземе обыкновенном степной зоны Кубани // Экол. Вестник Сев. Кавказа. . – 2008. – Т. 4. – № 2. – С. 144-147.
6. Белюченко И.С. Проблемы рекультивации отходов быта и производства (по материалам I Всероссийской научной конференции по проблемам рекультивации отходов) // Экол. Вестник Север. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 72-78.
7. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (региональная экология): Учебное пособие. – Краснодар, 2010. – 356 с.
8. Белюченко И.С. Добрыднев Е.П., Муравьев Е.И. Экологические особенности фосфогипса и целесообразность его использования в сельском хозяйстве. // В сб. Конференции: «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2010. – С. 13-22.
9. Белюченко И.С. К вопросу о роли леса в функциональном восстановлении бассейнов степных рек края // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 3. – С. 3–16.
10. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 39. – С. 63–68.
11. Белюченко И.С. К вопросу о роли леса в функциональном восстановлении бассейнов степных рек края // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 3. – С. 3–16.
12. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 39. – С. 63–68.
13. Белюченко И.С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 88-111.
14. Белюченко И.С. Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 75-86.
15. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов при подготовке сложных компостов для повышения плодородия почв // В сб.: Проблемы рекультивации от-

ходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства (с участием экологов Азербайджана, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, России, Узбекистана и Украины). – Краснодар, 2013. – С. 26-30.

16. Белюченко И.С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства // Экол. Вестник Север. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13-38.

17. Белюченко И.С. Сложные компосты как источник расширения экологических ниш культурных растений в системе почвенного покрова // В сб.: «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2013. – С. 12-14.

18. Белюченко И.С. Сложный компост и круговорот азота и углерода в агроландшафтных системах // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 160-180.

19. Белюченко И.С. Сложный компост и детоксикация агроландшафтных систем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 86-96.

20. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: Монография. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2015. – 419 с.

21. Муравьев Е.И., Белюченко И.С. Влияние отходов химического производства на загрязнение окружающих ландшафтов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 4. – № 1. – С. 107-111.

22. Опарин А.И. Возникновение жизни на Земли. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 458 с.

23. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Глобальная эволюция Земли. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 446 с.

24. Belyuchenko I.S. Wastes of different production and their properties'in // Ciencia e Tecnica Vitivinicola. PrintedinPortugal.– 2014. - Vol. 29. – № 9, – P. 37-50.

УДК 631.43:633

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО И УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЛОЖНОГО КОМПОСТА

Антоненко Дарья Алексеевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, Краснодар, dasha-slav@rambler.ru*

В статье представлены результаты исследований физического состояния верхнего слоя (0-20 см) чернозема обыкновенного в хозяйстве ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края, а также выявлена зависимость изменения физических характеристик почвы от вида применяемого удобрения. Отмечено благоприятное воздействие сложного органоминерального удобрения (компоста) не только на физические свойства почвы, но и на урожайность культур исследуемого севооборота (озимая пшеница – озимая пшеница – подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза – озимая пшеница).

Ключевые слова: отходы сельского хозяйства и промышленности, чернозем обыкновенный, севооборот, агрегатный состав, разуплотнение почвы, запасы воды, общая пористость, урожайность.

PECULIARITIES OF CHANGE OF PHYSICAL PROPERTIES OF ORDINARY CHERNOZEM AND PRODUCTIVITY OF AGRICULTURE CROPS BY USING COMPLEX COMPOST

Antonenko D.A.

Results of researches of the physical condition of top layer (0-20 cm) ordinary chernozem in the farm of "Zavety Ilyicha" Leningradsky district of Krasnodar region are presented in the article; dependence of physical characteristics of soil to the type of fertilizer is revealed. Favorable impact of complex organic fertilizer (compost) not only on the physical properties of soil, but also yields of crop rotations (winter wheat – winter wheat – sunflower – winter wheat – corn – winter wheat) were observed.

Keywords: wastes of agriculture and industry, ordinary chernozem, crop rotation, aggregate composition, decompression of soil, water reserves, total porosity, yields.

Увеличение территорий сельскохозяйственного использования и постепенное снижение почвенного плодородия ставят задачу разработки и внедрения новых альтернативных способов возделывания культур. Современное ведение сельского хозяйства должно быть ориентировано на применение технологий, сдерживающих развитие деградационных процессов почвы и формирующих благоприятные ее свойства как среды обитания. В последнее время широкую популярность приобрело приготовление компостов из отходов различных производств (сельского и коммунального хозяйств, промышленности), а также дальнейшее их использование для восстановления экологических функций почвенного покрова. Возникло целое направление органического земледелия, сторонники которого активно используют органоминеральные компосты в хозяйствах, стараясь обходиться без агрохимикатов. Подобное вторичное использование отходов также является одним из эффективных путей их утилизации и сокращения площадей складирования, что способствует улучшению сложившейся экологической обстановки (Белюченко и др., 2010; Славгородская, 2014).

При производстве компостов и проектировании почвенных мелиоративных мероприятий первостепенным и необходимым этапом является оценка состояния почвенного покрова и экологических факторов его плодородия. Комплексные мониторинговые исследования основных характеристик почвенного покрова позволяют вовремя выявить развитие негативных процессов и принять меры по их сдерживанию. Определение основных экологических характеристик почвы (содержание органического вещества и элементов питания, реакция почвенной среды, плотность почвы и ее физическая структура, количество и соотношение почвенных организмов и др.) позволяет по мере необходимости приступить к ее стабилизации, то есть к улучшению через постепенное доведение этих показателей до оптимальных величин (Белюченко, 2012).

В данной работе представлены результаты 6-летних исследований, направленных на оценку влияния сложного компоста, составленного из отходов различных производств, на физические свойств почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Краснодарского края (хозяйства ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района). Территория Ленинградского района относится к степной зоне обыкновенных и южных черноземов, Приазово-Предкавказской степной провинции. Благоприятные факторы почвообразования способствовали формированию почв черноземного типа. Черноземы составляют 88 % всех земель района и представлены в основном черноземами обыкновенными. Почвы хозяйства ОАО «Заветы Ильича», являющиеся объектом исследований, – это черноземы обыкновенные слабогумусные сверхмощные легкоглинистые на лессовидных глинах.

Методические аспекты проведения исследований. С целью оценки эффективности применения сложного компоста для улучшения физических свойств почвы и повышения продуктивности агроландшафтов в опытном хозяйстве проводятся полевые опыты. В 2007 г. был заложен полевой опыт под посев озимой пшеницы. Площадь полевого опыта составила около 5,0 гектар, а его схема включала 3 варианта по 4 повторения:

1) NP (контроль): только минеральные удобрения – фон;

2) NP + органическое удобрение (полуперепревший навоз КРС);

3) NP + сложный компост, составленный из полуперепревшего навоза КРС, растительных остатков (остатки пшеницы, отходы силоса, кормления животных, очистки зерна) и фосфогипса в соотношении 7:1:1.

Минеральные удобрения применяли во всех вариантах опыта одинаково и ежегодно, а их доза зависела от выращиваемой культуры. Поскольку полуперепревший навоз КРС и сложный компост носят многолетний характер действия, их в каждом опыте вносили один раз за период исследований (6 лет). Остальные этапы технологии выращивания каждой из культур (агротехника, обработка пестицидами и др.) выполнялись одинаково во всех вариантах опыта.

Осенью 2007 г. по предшественнику сахарная свекла после внесения предпосевной дозы минеральных удобрений (аммофоса $N_{12}P_{52}$ 100 кг/га) под обработку комбинированным агрегатом «ТопДаун» на глубину 8–10 см вносили полуперепревший навоз КРС в дозе 50 т/га и сложный компост в дозе 65 т/га. Затем провели посев озимой пшеницы сорта Фортуна с одновременным внесением аммиачной селитры в дозе 100 кг/га (N_{34}); весной проводили подкормку аммиачной селитрой в дозе 230 кг/га (N_{78}), в фазу выхода колоса при опрыскивании против болезней и вредителей осуществляли подкормку мочевиной в дозе 12 кг/га (N_6). Чередование культур в севообороте следующее: озимая пшеница (2007–2008 гг.) – озимая пшеница (2008–2009 гг.) – подсолнечник (2009–2010 гг.) – озимая пшеница (2010–2011 гг.) – кукуруза на зерно (2011–2012 гг.) – озимая пшеница (2012–2013 гг.). При выращивании подсолнечника минеральные удобрения применяли в дозе $N_{12}P_{52}$/га; кукурузы – N_{60}/га.

Анализ физического состояния почвы и отбор проб проводили перед закладкой полевых опытов и после этого ежегодно летом (июль – август). Пробы почвы отбирали по диагональной трансекте с шагом 3,5–5,0 м методом «конверта» с глубины пахотного слоя (0–20 см). Количество проб на каждом из вариантов опыта составляло 30–35 шт. Наблюдения за ростом и развитием сельскохозяйственных культур велись в течение всего периода их вегетации. Определение урожайности проводили прямым комбайнированием в фазу полного созревания урожая.

Выполняли следующие виды агрофизических анализов почвы: фактическую полевую влагу термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268–89); плотность почвы буром с объемом рабочей части 15 $см^3$ (ГОСТ 5180–84); плотность твердой фазы пикнометрическим методом (ГОСТ 5180–84); агрегатный состав («сухое» и «мокрое» просеивание) по методу Н.И. Саввинова. Расчетным методом определяли водовместимость (ПВ), запасы воды в слое 0–20 см, общую и воздухоносную пористость по Н.А. Качинскому, коэффициент структурности по результатам агрегатного состава (Теории и методы физики почв…, 2007).

Статистическая обработка результатов исследований проводилось при помощи компьютерной обработки данных в программе Microsoft Office Excel. Достоверность различий в средних значениях показателей в сопоставляемых вариантах оценивалась по t-критерию Стьюдента на 5 %-м уровне значимости.

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам предварительного анализа физических свойств выявлено, что структура чернозема обыкновенного в исследуемом агроландшафте хотя и характеризуется как хорошая (60,0–62,5 %,), однако водопрочность слагающих ее агрегатов является удовлетворительной (45–48 %), что снижает противоэрозионную устойчивость почвы и ускоряет ее разрушение. Ухудшение почвенной структуры, соответственно, вызывает переуплотнение пахотного слоя почвы, которое влияет на изменение водно-воздушного режима и негативно отражается на урожайности сельскохозяйственных культур. В условиях хозяйства плотность пахотного слоя почвы составила 1,27–1,30 г/см^3, что характеризует неблагоприятное его сложение. Для нормального функционирования корневой системы многих сельскохозяйственных культур плотность сложения пахотного слоя почвы должна находиться в пределах 1,05–1,25 г/см^3. Пористость верхнего слоя почвы варьировала в пределах 47,0–48,0 %, а водовместимость – 36,0–38,0 %. Улучшение физических почвенных характеристик возможно при использовании сложных органоминеральных смесей или компостов.

Результаты оценки физических характеристик почвы в полевом опыте после внесения сложного компоста показали, что по гранулометрическому составу почва опытного и контрольного вариантов относится к тяжелосуглинистой с преобладанием фракций крупной пыли и ила. Основное количество микроагрегатов представлено фракциями >0,01 мм, из которых преобладающей является крупнопылеватая. Доля «микроагрегированного ила» в контрольной почве в среднем составляет 6,0 %, при использовании органического удобрения – 4,7, а сложного компоста – лишь 2,3, вследствие чего фактор структурности почвы опытного участка значительно выше.

Определение агрегатного состава выявило, что верхний слой чернозема обыкновенного во все годы исследований (2008–2013 гг.) имел хорошее агрегатное состояние. Отмечена закономерность увеличения содержания агрономически ценных агрегатов и коэффициента структурности почвы при внесении сложного компоста. В первый год исследования содержание агрономически ценных агрегатов в среднем на 3,4 % выше по сравнению с контролем. Коэффициент структурности также статистически значимо увеличивается и составляет 2,8, 3,0 и 3,4 на контроле, с внесением органического удобрения и компоста соответственно. В последующие годы прослеживается аналогичная тенденция преобладания доли агрегатов, формирующих благоприятную почвенную структуру, в опыте (сложный компост) над контролем. На второй год (2009 г.) исследования разница в пользу опытного варианта составила 4,4, третий (2010 г.) – 5,2, четвертый (2011 г.) – 4,5, пятый (2012 г.) – 6,2 и шестой год действия (2013 г.) – 6,7 %. При использовании компоста отмечено увеличение содержания агрегированных частиц диаметром 2–5 и 1–0,5 мм и уменьшение доли пылеватых частиц диаметром 0,5–0,25 и <0,25 мм. Выявлена зависимость между оструктуренностью верхнего слоя почвы и выращиваемой культурой: подсолнечник и кукуруза заметно отличаются проявлением физического воздействия на почвенный слой. Так, минимальные значения $К_{ст}$ отмечены в 2010 (подсолнечник) и 2012 г. (кукуруза на зерно). Эти культуры сильнее уплотняли и иссушали верхний слой почвы по сравнению с озимой пшеницей, что способствовало некоторому ухудшению его структуры (таблица 1).

При «мокром» просеивании контрольная почва больше разрушалась на мелкие частицы, чем почва с внесением органоминеральных удобрений. Количество агрегатов >0,25 мм было значительно выше в варианте с внесением компоста. Так, на контроле этот показатель за 5 лет исследований в среднем составил 48,4 %, что характеризует водоустойчивость структуры как хорошую. При внесении сложного удобрения произошло увеличение до 55,1 %, что свидетельствует о более высокой устойчивости к воздействию воды (таблица 1).

В полевых условиях проводили отбор проб для определения фактической влажности и плотности сложения верхнего слоя чернозема обыкновенного. Выявлено, что плотность почвы варьировала по вариантам от 1,17 до 1,32 г/см^3. На контроле данный показатель в среднем составил 1,29, при внесении полуперепревшего навоза КРС – 1,24, сложного компоста – 1,19 г/см^3. На полях с внесением сложного компоста, возможно, за счет снижения плотности выявлено формирование более мощной корневой системы за счет развития дополнительных придаточных корней у растений озимой пшеницы и кукурузы (рисунок 1).

Отмечено также существенное повышение полевой влажности по сравнению с контролем уже в первый год после внесения компоста. Увеличение данного показателя состави-

ло в среднем 7,0 % по сравнению с контролем. Запасы воды в слое 0–20 см в среднем за 6 лет исследований составили 65,9 мм. Наибольшие значения характерны для опытного варианта со сложным компостом. На контроле запасы воды в слое 0-20 см составили 61,2, при внесении полуперепревшего навоза КРС – 65,4, сложного компоста – 71,2 мм (рисунок 2).

Таблица 1 – Агрегатный состав верхнего слоя (0–20 см) чернозема обыкновенного по вариантам опыта, 2008–2013 гг.

Вариант	∑ 10–0,25 мм, %	Коэффициент структурности	Водопрочные агрегаты >0,25 мм, %
2008 г. (Озимая пшеница)			
NP (контроль)	73,6	2,8	–
NP + полуперепревший навоз КРС	75,2	3,0	–
NP + сложный компост	77,2	3,4	
2009 г. (Озимая пшеница)			
NP (контроль)	71,9	2,6	48,8
NP + полуперепревший навоз КРС	72,7	2,7	50,1
NP + сложный компост	76,4	3,2	54,6
2010 г. (Подсолнечник)			
NP (контроль)	68,1	2,1	48,1
NP + полуперепревший навоз КРС	70,8	2,4	49,9
NP + сложный компост	73,2	2,7	53,0
2011 г. (Озимая пшеница)			
NP (контроль)	71,4	2,5	47,2
NP + полуперепревший навоз КРС	74,0	2,9	48,4
NP + сложный компост	76,0	3,2	55,0
2012 г. (Кукуруза на зерно)			
NP (контроль)	68,5	2,2	49,6
NP + полуперепревший навоз КРС	72,5	2,6	52,0
NP + сложный компост	74,7	3,0	56,9
2013 г. (Озимая пшеница)			
NP (контроль)	70,2	2,4	48,2
NP + полуперепревший навоз КРС	73,5	2,7	51,5
NP + сложный компост	76,9	3,3	55,8

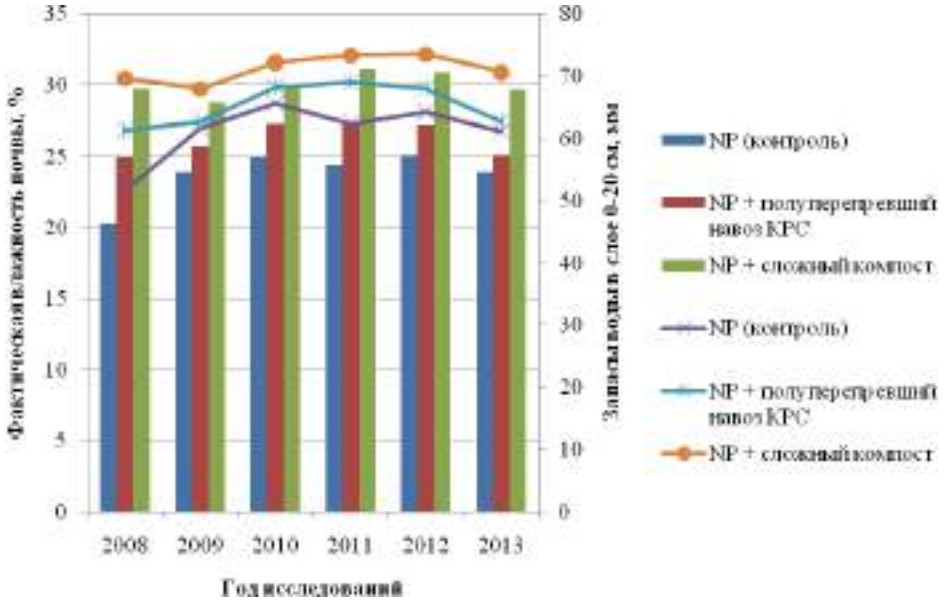


Рисунок 1 – Изменения в развитии корневой системы озимой пшеницы и кукурузы, полевой опыт (2009 г. и 2012 г. соответственно)

Контроль Компост

Контроль Компост

Рисунок 2 – Изменение фактической влажности и запасов воды в верхнем слое (0-20 см) чернозема обыкновенного, 2008–2013 гг.

Применение сложного компоста создает более благоприятную влажность почвы для озимой пшеницы (67 % от полной влагоемкости – ПВ) и кукурузы (72 % от ПВ) по сравнению с контрольным вариантом. При использовании полуперепревшего навоза КРС отмечено, что полевая влажность была оптимальной при выращивании озимой пшеницы (64 % от ПВ) и подсолнечника (70 % от ПВ); в контрольном варианте – только при выращивании подсолнечника (70 % от ПВ). Благоприятные водные условия и достаток влаги, в свою очередь, положительно сказались на вегетации сельскохозяйственных культур. В фазу колошения выявлены морфологические различия в развитии озимой пшеницы. В варианте с компостом количество зеленых листьев у значительной части побегов сохранилось больше, чем в контрольном варианте; окраска листьев была темно-зеленая и верхушки только отдельных листьев начинали желтеть, а на контроле верхняя часть листьев обретала к этому времени желтую окраску (Антоненко и др., 2015; Белюченко, 2015).

Использование сложного компоста также способствовало увеличению пористости чернозема обыкновенного. Среднее значения для контрольного варианта за период с 2008 по 2013 гг. составило 48,1, для варианта с внесением полуперепревшего навоза КРС – 49,7, сложного компоста – 52,2 %. В связи с улучшением структуры верхнего слоя почвы и снижением его плотности при внесении компоста также повысилась водовместимость, характеризующая максимальное количество воды, впитываемое почвой. Если на контроле данный показатель в среднем за 6 лет исследований составил 37,3, то при внесении сложного компоста – 43,9 % (таблица 2).

Применение технологии, включающей внесение сложного компоста на основе органических и минеральных отходов, позволяет улучшить физические показатели почвы, обеспечивающие высокую урожайность выращиваемых культур (Антоненко, 2014, Антоненко и др., 2014; Белюченко, 2012).

Колебания урожайности зерна озимой пшеницы по вариантам полевого опыта в среднем за 2008–2009, 2011 и 2013 гг. составляли 55,9–69,4 ц/га при среднем значении 62,6 ц/га. Самый высокий урожай зерна озимой пшеницы во всех вариантах опыта отмечен в 2009 г., а самый низкий – в 2013 г. При этом во все годы проведения исследований наблюдается четкая закономерность в увеличении урожайности зерна озимой пшеницы при использовании сложного компоста, что подтверждается результатами дисперсионного анализа ($F_{набл} > F_{05}$). Средняя урожайность зерна за 4 года выращивания озимой пшеницы на контрольном варианте составила 60,2 ц/га, с применением органического удобрения – 62,1 ц/га, а сложного компоста – 65,6 ц/га. Таким образом, при внесении полуперепревшего навоза КРС получена прибавка урожая 1,9 ц/га (3,2 %) по сравнению с контролем. При использовании сложного компоста прибавка составила 5,4 ц/га (9,0 %) (рисунок 3)

Таблица 2 – Пористость и водовместимость верхнего слоя (0–20 м) чернозема обыкновенного по вариантам опыта, 2008–2013 гг.

Вариант	Пористость, %	Пористость аэрации при полевой влажности, %	Водовместимость, %
2008 г. (озимая пшеница)			
NP (контроль)	49,4	23,5	38,6
NP + полуперепревший навоз КРС	50,2	19,6	40,8
NP + сложный компост	53,0	18,1	45,3
2009 г. (озимая пшеница)			
NP (контроль)	47,4	16,6	36,7
NP + полуперепревший навоз КРС	50,6	19,3	41,5
NP + сложный компост	52,6	18,6	43,4
2010 г. (подсолнечник)			
NP (контроль)	46,8	13,9	35,4
NP + полуперепревший навоз КРС	48,9	14,8	39,2
NP + сложный компост	52,0	15,9	43,3
2011 г. (озимая пшеница)			
NP (контроль)	48,6	17,4	37,9
NP + полуперепревший навоз КРС	49,8	15,3	39,5
NP + сложный компост	52,8	16,1	44,8
2012 г. (кукуруза на зерно)			
NP (контроль)	48,2	16,1	37,6
NP + полуперепревший навоз КРС	49,6	15,6	39,7
NP + сложный компост	51,4	14,6	43,2
2013 г. (озимая пшеница)			
NP (контроль)	47,97	24,07	37,47
NP + полуперепревший навоз КРС	49,39	24,29	39,83
NP + сложный компост	51,63	21,93	43,38

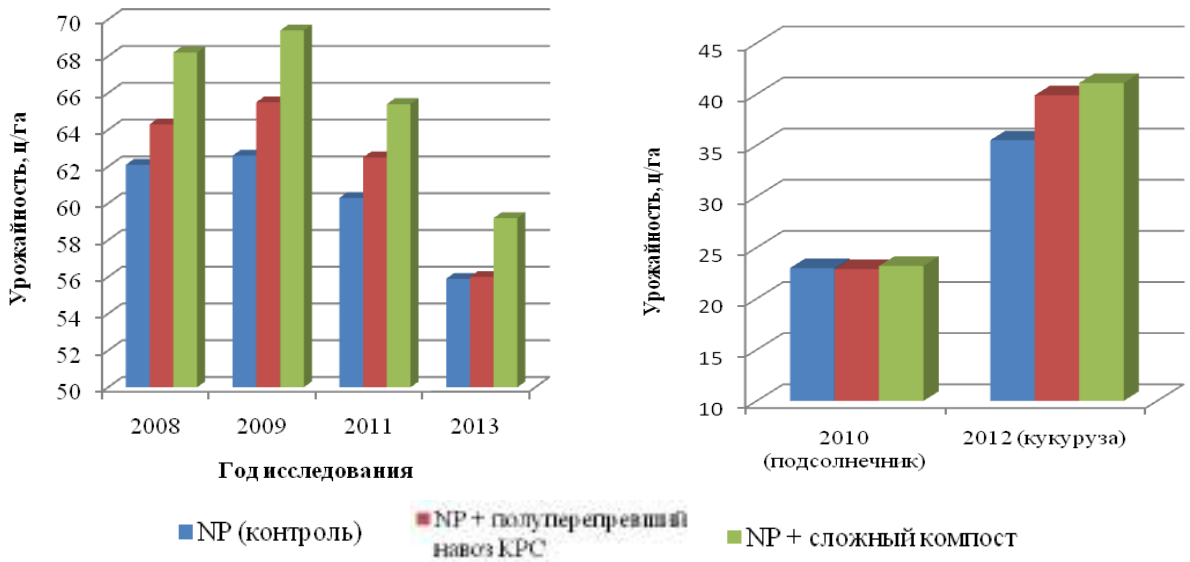


Рисунок 3 – Изменение урожайности сельскохозяйственных культур в исследуемом севообороте, ц/га (2008-2013 гг.)

Урожайность подсолнечника (2010 г.) варьировала от 22,9 до 23,2 ц/га, при этом статистически значимых различий по вариантам опыта выявлено не было, тогда как урожайность кукурузы (2012 г.) увеличилась в пользу варианта с использованием сложного компоста. Средняя урожайность данной культуры по опыту составила 38,8 ц/га. Прибавка при использовании органического удобрения составила 4,4 ц/га (12,4 %) по сравнению с контролем, сложного компоста – 5,6 ц/га (15,8 %). Разница в урожайности кукурузы между

вариантами «NP + полуперепревший навоз КРС» и «NP + сложный компост» составила 1,2 ц/га, или 3,0 %, в пользу последнего (рисунок 3).

Таким образом, оптимизация физического состояния верхнего слоя (0-20 см) чернозема обыкновенного при использовании сложного компоста способствовала формированию более благоприятных условий для жизни растений сельскохозяйственных культур и повышения их урожайности (улучшение структурного состава, разуплотнение, увеличение полевой влаги и запасов воды, пористости и водовместимости).

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д.А., Белюченко И.С. Отходы производства и потребления как сырьевая основа сложных компостов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т.10. – № 3. – С. 14-23.

2. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Влияние сложного компоста на верхний слой чернозема обыкновенного и развитие сельскохозяйственных культур // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 45-65.

3. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.

4. Белюченко И. С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 88–111.

5. Белюченко И. С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия // Тр. / Кубанского госагроуниверситета. – 2012. – № 39 – С. 63–68.

6. Белюченко И. С. Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 75-86.

7. Белюченко И. С., Смагин А. В., Гукалов В. Н., Мельник О. А., Славгородская Д. А., Калинина О.В. Экологические аспекты совершенствования агроландшафтных систем Краснодарского края // Тр. / Кубанского госагроуниверситета. – 2010. – № 5 (26) – С. 33–38.

8. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 419 с.

9. Славгородская Д.А. Влияние сложного органоминерального компоста на свойства чернозема обыкновенного и урожайность озимой пшеницы в Западном Предкавказье // Дис. канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2014. – 106 с.

УДК 631.879.4:633.15[631.41:445.4

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЛОЖНОГО КОМПОСТА В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Мельник Ольга Александровна, *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар*

В статье представлены результаты шестилетних исследований влияния сложного компоста, в состав которого включены полуперепревший навоз крупного рогатого скота (КРС), отход химической промышленности – фосфогипс и послеуборочные растительные остатки различных сельскохозяйственных культур, на агрохимические параметры чернозема обыкновенного в условиях ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края. Отмечено положительное влияние сложного компоста на содержание в черноземе обыкновенном органического вещества, азота, фосфора и др. элементов, а также нейтрализацию среды почвенного раствора (pH).

Ключевые слова: сложный компост, полуперепревший навоз КРС, растительные остатки, фосфогипс, чернозем обыкновенный, реакция почвенной среды, органическое вещество, азот, фосфор, кальций, сера, сельскохозяйственные культуры.

CHANGING OF AGROCHEMICAL PROPERTIES ORDINARY CHERNOZEM WHEN USING COMPLEX COMPOST IN CONDITIONS OF STEPPE REGION OF KRASNODAR REGION

Melnik O.A.

The results of six years of studies of effect of complex compost, which included cattle manure, chemical waste - phosphogypsum and post-harvest crop residues of different crops, on agrochemical parameters of chernozem ordinary in condition of "Zavety Ilyicha" of Leningradskaya district of Krasnodar territory are represented at the article. Positive influence of compost complex on the content organic matter, nitrogen, phosphorus and other elements in ordinary chernozem, as well as the neutralization of medium soil solution (pH) was noted.

Keywords: complex compost, cattle manure, crop residues, phosphogypsum, ordinary chernozem, reaction of the soil environment, organic matter, nitrogen, phosphorus, calcium, sulfur, agriculture crops

Массовое накопление отходов и широкомасштабная деградация почвенного покрова вызывают необходимость перевода сельскохозяйственного производства на почвозащитное земледелие. Одним из направлений такого земледелия является использование полезных свойств отходов для получения биоудобрений, внедрение малоотходного и безопасного производства продуктов сельского хозяйства и использование экологически безопасных приёмов эксплуатации почвы, что позволяет сформировать оптимальную агросферу для сохранения гармоничного равновесия с биосферой. Необходимо охранять почвы, переходить на органическое земледелие в возделывании сельскохозяйственных культур, направленное на умеренное использование минеральных удобрений и пестицидов.

В настоящее время актуальным является поиск путей и методов восстановления экологических функций почвы, улучшения ее физического состояния, что приведет к формированию благоприятных свойств почвы как среды обитания (Белюченко, 2012). Необходимо решать проблему потери органического вещества и основных элементов питания в почве, наращивания и поддержания ее плодородия, оптимизации почвенной структуры, сохранения видового состава микроорганизмов и почвенной фауны, повышения качества получаемой продукции. Практические мероприятия должны отличаться переходом на взаимовыгодный характер отношений человека и природы, направленный, с одной стороны, на приостановление деградационных процессов агроландшафтов и их основных составляющих (почвенного и растительного покровов), а с другой – на получение экологически безопасной продукции (Белюченко, 2011).

В последние годы широкую популярность приобрело приготовление различных экологически чистых компостов из отходов промышленности, сельского хозяйства, быта и дальнейшее их использование для мелиорации и восстановления экологических функций почвенного покрова через улучшение его агрофизических, агрохимических и биологических

свойств (Белюченко, 2015; Белюченко и др., 2010). Так, использование при выращивании сельскохозяйственных культур в качестве основного удобрения сложного компоста является одним из самых надежных, экологически и экономически перспективных способов сохранения плодородия почвы (прежде всего повышения в ней содержания органического вещества и необходимых для растений элементов питания) (Белюченко, 2012; Антоненко и др., 2015). Такой подход к восстановлению экологических функций почвы является серьезной альтернативой существующим в настоящее время агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

В связи с этим одной из основных задач кафедры общей биологии и экологии Кубанского госагроуниверситета является изучение влияния сложного компоста на агрохимические свойства чернозема обыкновенного с целью оптимизации факторов, влияющих на развитие и рост сельскохозяйственных культур и повышение их урожайности, на примере полевого опыта, заложенного в условиях степной зоны Краснодарского края (ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района).

Методика исследований. Полевой опыт включал 3 варианта: 1) контроль (только минеральные удобрения – фон); 2) фон + органическое удобрение (полуперепревший навоз КРС); 3) фон + сложный компост, составленный из полуперепревшего навоза КРС, растительных остатков (остатки пшеницы, отходы силоса, кормления животных, очистки зерна) и фосфогипса в соотношении 7:1:1. Минеральные удобрения применяли во всех вариантах опыта одинаково и ежегодно, а их доза зависела от выращиваемой культуры согласно принятой агротехнологии. Полуперепревший навоз КРС и сложный компост оказывают многолетнее действие, поэтому в каждом опыте их вносили один раз за период исследований. Остальные этапы технологии выращивания каждой из культур (агротехника, обработка пестицидами и др.) выполнялись одинаково во всех вариантах опыта.

Полевой опыт был заложен под сахарную свеклу. Осенью 2007 г. после предшественника озимая пшеница под основную обработку почвы (вспашка на глубину 25–30 см) вносили полуперепревший навоз КРС в дозе 50 т/га и сложный компост в дозе 65 т/га. Также осенью под глубокую пахоту вносили аммиачную селитру в дозе 250 кг/га (N_{85}) и хлористый калий в дозе 60 кг/га (K_{40}). Весной под предпосевную культивацию во всех вариантах опыта вносился аммофос в дозе 100 кг/га ($N_{15}P_{52}$). Затем во второй декаде апреля провели посев сахарной свеклы (таблица 1).

Севооборот полевого опыта представлен следующими культурами: сахарная свекла (2007–2008 гг.) – озимая пшеница (2008–2009 г.) – кукуруза на зерно (2009–2010 г.) – озимая пшеница (2010–2011 г.) – сахарная свекла (2011–2012 г.) – озимая пшеница (2012–2013 г.) (таблица 1).

Ежегодно летом (июль – август) во всех вариантах полевого опыта проводили отбор почвенных образцов по диагональной трансекте с шагом 3,5–5,0 м методом «конверта» с глубины пахотного слоя (0–20 см). Количество проб на каждом из вариантов опыта составляло 30–35 шт.

Выполняли следующие виды агрохимических анализов чернозема обыкновенного: содержание органического вещества методом Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91); общего азота по методу Кьельдаля (ГОСТ 26107–84); нитратного азота ионометрическим методом (ГОСТ 26951–86); аммонийного азота методом ЦИНАО (ГОСТ 26489–85); подвижного фосфора методом Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205–91); кальция – трилонометрическим методом в водной вытяжке (ОСТ 46-52-76); сульфатов – турбидиметрическим методом в водной вытяжке (ГОСТ 26426–85); pH водной суспензии электрометрическим методом (ГОСТ 26213–84). Статистическая обработка результатов исследований проводилось при помощи компьютерной обработки данных в программе Microsoft Office Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Полевой опыт с внесением сложного компоста был заложен на территории опытного хозяйства в 2007 г. под сахарную свеклу. В дальнейшем велись исследования влияния сложного компоста на агрохимические свойства чернозема обыкновенного под культурами представленного севооборота (таблица 2).

Таблица 1 – Схема размещения культур в севообороте полевого опыта и система применения удобрений

Вариант	Культура	Система удобрений
2007–2008 сельскохозяйственный год		
NPK (контроль)	Сахарная свекла	Минеральные удобрения в дозе $N_{85}K_{40}$ под основную обработку (250 кг/га аммиачная селитра и 60 кг/га хлористый калий) + доза $N_{15}P_{50}$ под предпосевную культивацию (100 кг/га аммофос) – **$N_{100}P_{52}K_{40}$**
NPK+ полуперепревший навоз КРС		Минеральные удобрения в соответствии с контролем; органические – полуперепревший навоз КРС 50 т/га под основную обработку
NPK + сложный компост		Минеральные удобрения в соответствии с контролем; органоминеральные – сложный компост 65 т/га под основную обработку
2008–2009 сельскохозяйственный год		
NPK (контроль)	Озимая пшеница	Минеральные удобрения в дозе $N_{12}P_{52}$ (100 кг/га аммофоса) под основную обработку + доза N_{34} при посеве (100 кг/га аммиачная селитра) + доза N_{78} в весеннюю подкормку (230 кг/га аммиачная селитра) + доза N_6 при опрыскивании в фазу выхода в трубку (12 кг/га карбамид) **– $N_{130}P_{52}$ кг/га**
NPK+ полуперепревший навоз КРС		
NPK + сложный компост		
2009–2010 сельскохозяйственный год		
NPK (контроль)	Кукуруза на зерно	Минеральные удобрения в дозе N_{54} под предпосевную культивацию (150 кг/га аммиачная селитра) + доза N_6 при опрыскивании в фазу 7-9 листьев (12 кг/га карбамид) **– N_{60} кг/га**
NPK+ полуперепревший навоз КРС		
NPK + сложный компост		
2010–2011 сельскохозяйственный год		
NPK (контроль)	Озимая пшеница	Минеральные удобрения в дозе $N_{12}P_{52}$ (100 кг/га аммофоса) под основную обработку + доза N_{34} при посеве (100 кг/га аммиачная селитра) + доза N_{78} в весеннюю подкормку (230 кг/га аммиачная селитра) + доза N_6 при опрыскивании в фазу выхода в трубку (12 кг/га карбамид) **– $N_{130}P_{52}$ кг/га**
NPK+ полуперепревший навоз КРС		
NPK + сложный компост		
2011–2012 сельскохозяйственный год		
NPK (контроль)	Сахарная свекла	Минеральные удобрения в дозе $N_{85}K_{40}$ под основную обработку (250 кг/га аммиачная селитра и 60 кг/га хлористый калий) + доза $N_{15}P_{50}$ под предпосевную культивацию (100 кг/га аммофос) – **$N_{100}P_{52}K_{40}$**
NPK+ полуперепревший навоз КРС		
NPK + сложный компост		
2012–2013 сельскохозяйственный год		
NPK (контроль)	Озимая пшеница	Минеральные удобрения в дозе $N_{12}P_{52}$ (100 кг/га аммофоса) под основную обработку + доза N_{34} при посеве (100 кг/га аммиачная селитра) + доза N_{78} в весеннюю подкормку (230 кг/га аммиачная селитра) + доза N_6 при опрыскивании в фазу выхода в трубку (12 кг/га карбамид) **– $N_{130}P_{52}$ кг/га**
NPK+ полуперепревший навоз КРС		
NPK + сложный компост		

Содержание органического вещества в почве является главным показателем ее плодородия. От количества органического вещества в поверхностном горизонте зависят основные качественные и количественные характеристики корнеобитаемого слоя почвы: структура, водные и физические свойства, поглотительная способность, которые определяют не только плодородие почв, но и характер их деградации. Органическое вещество почвы обладает в несколько раз более высокой, чем минеральные коллоиды, способностью поглощать вещества. Органическое вещество является энергетическим материалом, за счет которого осуществляется жизнедеятельность микроорганизмов и грибов, способствующих образованию доступных для растения соединений (Мельник, 2007). Химический анализ почвы в полевом опыте показал, что содержание органического вещества варьировало в зависимости от варианта опыта и периода исследования. При использовании сложного компоста в почве происходит увеличение содержания органического вещества, как в первый год его внесения, так и в последействии (таблица 2).

Таблица 2 – Агрохимические свойства верхнего слоя (0–20 см) чернозема обыкновенного по вариантам полевого опыта (2008–2013 гг.)

Показатель	Вариант	Севооборот, год					
		Сахарная свекла, 2008 г.	Озимая пшеница, 2009 г.	Кукуруза на зерно, 2010 г.	Озимая пшеница, 2011 г.	Сахарная свекла 2012 г.	Озимая пшеница, 2013 г
pH_{H2O}	контроль	8,13 ± 0,16	8,11 ± 0,16	8,04 ± 0,16	8,08 ± 0,11	8,08 ± 0,14	8,09 ± 0,12
	навоз	8,18 ± 0,15	8,19 ± 0,16	8,13 ± 0,16	8,16 ± 0,14	8,15 ± 0,13	8,17 ± 0,15
	компост	7,36 ± 0,14	7,38 ± 0,15	7,33 ± 0,15	7,37 ± 0,15	7,32 ± 0,13	7,33 ± 0,14
Органическое вещество, %	контроль	3,67 ± 0,05	3,65 ± 0,07	3,54 ± 0,07	3,45 ± 0,07	3,08 ± 0,06	3,10 ± 0,05
	навоз	3,69 ± 0,05	3,84 ± 0,07	3,68 ± 0,07	3,38 ± 0,06	3,15 ± 0,06	3,19 ± 0,05
	компост	3,75 ± 0,07	4,18 ± 0,09	4,03 ± 0,09	3,87 ± 0,08	3,43 ± 0,07	3,51 ± 0,07
Nобщ, %	контроль	0,20 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,23 ± 0,01
	навоз	0,22 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,26 ± 0,01
	компост	0,31 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,31 ± 0,01
NH_4^+, мг/кг	контроль	2,24 ± 0,05	2,71 ± 0,06	2,01 ± 0,04	2,08 ± 0,05	2,54 ± 0,05	2,48 ± 0,06
	навоз	2,65 ± 0,05	2,83 ± 0,06	2,54 ± 0,04	2,24 ± 0,05	2,83 ± 0,05	2,76 ± 0,05
	компост	2,83 ± 0,06	3,06 ± 0,06	2,93 ± 0,06	2,85 ± 0,06	3,08 ± 0,06	3,04 ± 0,06
NO_3^-, мг/кг	контроль	6,40 ± 0,14	3,67 ± 0,06	4,08 ± 0,11	4,67 ± 0,08	3,12 ± 0,06	3,21 ± 0,08
	навоз	7,60 ± 0,19	4,16 ± 0,17	4,26 ± 0,16	3,50 ± 0,09	3,67 ± 0,11	3,70 ± 0,10
	компост	10,15 ± 0,23	6,18 ± 0,11	7,52 ± 0,07	3,62 ± 0,07	4,18 ± 0,05	4,09 ± 0,05
P_2O_5, мг/кг	контроль	28,50 ± 1,68	30,75 ± 1,73	26,09 ± 0,13	20,11 ± 0,43	20,95 ± 0,39	21,15 ± 0,38
	навоз	29,64 ± 1,74	32,45 ± 1,85	28,65 ± 0,15	24,36 ± 0,65	25,36 ± 0,45	26,24 ± 0,86
	компост	32,40 ± 0,40	39,75 ± 0,92	30,90 ± 0,53	31,87 ± 0,57	32,30 ± 0,84	32,14 ± 0,93
CaO, %	контроль	0,15 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,16 ± 0,01
	навоз	0,22 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01
	компост	0,32 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,24 ± 0,03	0,26 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,27 ± 0,01
SO_4^{2-}, %	контроль	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
	навоз	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,08 ± 0,01
	компост	0,15 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,12 ± 0,01

Содержание органического вещества в первый год использования сложного компоста изменяется незначительно, однако его минерализация существенно снижается ввиду коагуляции минеральных коллоидов фосфогипса и органических коллоидов навоза КРС и почвы. Это создает условия для повышения содержания в почве органического вещества, что и подтвердилось в результате исследований. Наибольшее повышение данного показателя было отмечено уже на второй год исследований. Так, в 2009 г. в посевах озимой пшеницы на участке со сложным компостом его содержание составило 4,18 ± 0,09 %, тогда как на контроле – 3,65 ± 0,07 %, а на участке с навозом КРС – 3,84 ± 0,07 %. Данная тенденция наблюдалась на протяжении дальнейших лет исследований (таблица 1). Это может указывать на способность сложного компоста активно поддерживать высокий уровень содержания органического вещества в почве на протяжении длительного периода без повторного его внесения.

По запасам органического вещества можно также выявить положительное влияние сложного компоста (таблица 3). В первый год проведения исследований в варианте со сложным компостом по сравнению с другими вариантами опыта были выявлены наименьшие запасы органического вещества, что в первую очередь связано со снижением плотности верхнего слоя почвы. Наибольшая разница в запасах органического вещества между вариантами наблюдалась на второй, четвертый и шестой годы (озимая пшеница) после внесения в почву сложного компоста. Повышение содержания в почве органического вещества, возможно, связано со свойствами фосфогипса – минерального компонента компоста. Фосфогипс усиливает физико-химическое поглощение в субстрате, определяет обмен катионов субстрата на катионы раствора ППК и активно участвует в формировании органоминерального комплекса, механическая часть которого более пористая (по сравнению с почвой без добавления сложного компоста) и легко задерживает частицы другого вещества в своих порах (глину,

органические вещества и т. д.). Такие характеристики получаемого органоминерального комплекса и являются предпосылкой к сохранению органического вещества в почве (Мельник, 2010).

Таблица 3 – Запасы органического вещества в верхнем слое (0–20 см) чернозема обыкновенного по вариантам полевого опыта

Год после внесения компоста / культура	Плотность почвы, г/см^3			Запасы органического вещества в слое 0–20 см, т/га		
	контроль	навоз	компост	контроль	навоз	компост
2008 г. (Сахарная свекла)	1,25 ± 0,05	1,20 ± 0,03	1,11 ± 0,04	91,75 ± 4,1	88,56 ± 3,6	83,25 ± 4,3
2009 г. (Озимая пшеница)	1,23 ± 0,04	1,19 ± 0,02	1,13 ± 0,04	89,79 ± 3,0	91,39 ± 4,5	94,47 ± 4,6
2010 г. (Кукуруза на зерно)	1,24 ± 0,03	1,18 ± 0,02	1,12 ± 0,01	87,79 ± 4,2	86,85 ± 4,5	90,27 ± 4,4
2011 г. (Озимая пшеница)	1,22 ± 0,02	1,20 ± 0,02	1,15 ± 0,02	84,18 ± 3,3	81,12 ± 4,0	89,01 ± 4,7
2012 г.(Сахарная свекла)	1,23 ± 0,02	1,18 ± 0,02	1,16 ± 0,01	75,77 ± 3,1	74,34 ± 3,9	79,58 ± 4,5
2013 г. (Озимая пшеница)	1,23 ± 0,03	1,19 ± 0,02	1,15 ± 0,03	76,26 ± 3,4	75,92 ±3,8	80,73 ± 4,1
в среднем по годам	1,23 ± 0,03	1,19 ± 0,02	1,14 ± 0,03	84,26 ± 3,5	83,03 ± 4,1	86,22 ± 4,4

Сложный компост оказал также значительное влияние на содержание в почве основных элементов питания. При этом органическое вещество является основным хранилищем элементов питания, прежде всего азота. В процессе минерализации органического вещества образуется аммиак, а затем – аммоний. Нитрифицирующие бактерии затем преобразуют аммоний в нитраты. В процессе иммобилизации NH_4^+ и NO_3^- превращаются растениями в органический азот (Белюченко и др., 2007; Мельник, 2007). Азот является одним из важнейших биогенов в связи с его ведущей ролью в организации жизненных процессов практически всех организмов, поскольку он служит основой структуры белков и нуклеиновых кислот.

В проведенных исследованиях нами было определено содержание азота в почве в нитратной (NO_3^-) и аммонийной (NH_4^+) формах, так как преимущественно в таком виде происходит потребление растениями данного элемента из почвенного раствора. Использование растениями аммонийного или нитратного азота зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются: биологические особенности культуры, синтез углеводов, реакция среды, наличие кальция, калия и других элементов питания, в том числе микроэлементов.

В полевом опыте было установлено, что при внесении в почву сложного компоста происходит увеличение содержания в ней общего азота, причем последействие компоста наблюдается на протяжении шести лет (таблица 2). На контрольных участках содержание общего азота варьировало в пределах от 0,17 ± 0,01 % (на посевах озимой пшеницы в 2009 г.) до 0,24 ± 0,01 % (на посевах сахарной свеклы в 2012 г.). На участке со сложным компостом содержание общего азота по сравнению с контролем оказалось выше и составило от 0,26 ± 0,01 % (на посевах кукурузы на зерно в 2010 г.) до 0,32 ± 0,01 % (на посевах сахарной свеклы в 2012 г.). При внесении в почву навоза КРС данный показатель находился в границах от 0,20 ± 0,01 % (посевы кукурузы на зерно в 2010 г.) до 0,26 ± 0,01 % (посевы сахарной свеклы в 2012 г.) (таблица 2).

Аммонийная форма азота хорошо удерживается почвенным поглощающим комплексом, и поэтому практически исключаются потери азота за счет вымывания. Накопление же нитратов в почве во многом зависит от влажности почвы и произрастающей культуры. Обследование опытных полей на содержание нитратного азота показало, что в зависимости от произрастающей культуры и варианта опыта происходит варьирование его содержания в широких пределах. Так, в первый год внесения сложного компоста под посев сахарной свеклы было отмечено некоторое повышение содержания в почве нитратов, количество которых составило на контроле 6,40 мг/кг, на участках с полуперепревшим навозом КРС – 7,60 мг/кг, а в варианте со сложным компостом 10,15 мг/кг. Однако в процессе последующих смен

культур в севообороте содержание нитратов снизилось и варьировало в незначительных пределах. Снижение содержания в почве нитратов при внесении сложного компоста указывает на ослабление процесса нитрификации, а следовательно, снижается их поступление в сельскохозяйственную продукцию (Белюченко, 2008).

Для азотных соединений повышение их концентрации в варианте с использованием компоста может быть связано со способностью фосфогипса снижать трансформацию органических веществ, что определяется заметным усилением процессов агрегирования. При внесении сложного компоста происходит консервация азота в аммонийной форме, снижаются его потери, вызываемые денитрификацией и вымыванием нитратов.

Содержание доступных растениям соединений фосфора в почве является также одним из основных показателей ее окультуренности, достаточно объективно характеризуя плодородие в отношении этого элемента питания. Результаты агрохимических исследований и практика мирового и отечественного земледелия убедительно свидетельствуют об определяющей роли фосфора в формировании высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на большинстве типов пахотных земель. Запасы фосфора связаны с характером почвообразующих пород, уровнем накопления органической массы в почве и в надземной части в виде подстилки, со степенью минерализации этих остатков. Накопление фосфора в почве зависит от влажности, реакции почвенной среды, степени эродированности территории, рельефа местности и т. д.

Результаты полевого опыта показали увеличение содержания подвижного фосфора в почве при внесении сложного компоста, по сравнению с другими вариантами (таблица 2). На контроле уровень данного показателя в среднем составил 25,28 ± 0,21 мг/кг, в варианте с навозом КРС – 28,09 ± 0,34 мг/кг, а на участке с использованием сложного компоста 33,44 ± 0,38 мг/кг. Максимальный показатель содержания общего фосфора был отмечен на посевах озимой пшеницы на второй год после внесения в почву сложного компоста (39,75 ± 0,92 мг/кг). Снижение содержания фосфора отмечалось в посевах кукурузы на зерно на третий год после внесения сложного компоста (30,90 ± 0,53 мг/кг).

В полевом опыте в течение шести лет исследований наблюдалось влияние сложного компоста и на содержание кальция в черноземе обыкновенном (таблица 2). Кальций играет важную роль в процессах почвообразования, он входит в состав почвенного поглощающего комплекса (ППК), участвует в обменных реакциях почвенного раствора, обусловливая высокую буферную способность почв, в формировании структуры почвы, во многом обеспечивая ее водопрочность, в регулировании реакции почвенного раствора и повышении активности микроорганизмов. Почвы с высоким содержанием обменного кальция обладают ценной агрономической структурой и другими благоприятными свойствами, обеспечивающими высокое плодородие. Кальций играет большую роль в жизни растений, он необходим для роста и развития надземных органов и корневой системы. Потребность в нем проявляется уже в фазу прорастания семян.

Наибольший показатель содержания кальция в почве полевого опыта отмечался на посевах сахарной свеклы в первый год внесения сложного компоста (0,32 ± 0,01 %); при этом на контроле данный показатель составил 0,15 ± 0,01 %, а на участке с навозом КРС – 0,22 ± 0,01 %. В последующем на участке со сложным компостом произошло некоторое снижение содержания кальция, однако ниже контроля оно не опускалось. В результате шести лет исследований было установлено, что при внесении сложного компоста в почву содержание кальция увеличилось в среднем на 30 % по сравнению с контрольным вариантом. Содержание кальция в почве изменялось в зависимости от произрастающей культуры и времени внесения компоста. Повышение содержания кальция в почве при использовании сложного компоста, скорее всего, обусловлено поступлением данного элемента с фосфогипсом (содержание кальция в составе фосфогипса свыше 20 %).

В полевом опыте было отмечено положительное влияние сложного компоста на содержание в почве подвижной серы (таблица 2). На контрольном варианте уровень сульфатов в среднем составил 0,08 ± 0,01 %, а в варианте со сложным компостом увеличился в среднем

до 0,11 ± 0,01 %, при внесении в почву навоза КРС – 0,09 ± 0,01 %. Наибольший показатель содержания сульфатов был отмечен на посевах озимой пшеницы на второй год после внесения сложного компоста (0,16 ± 0,01 %). Последействие сложного компоста наблюдалось на протяжении всего периода исследования. Содержание сульфатов в варианте со сложным компостом оказалось в среднем на 30 % выше, чем в контрольном, и на 20 % выше, чем на участке с навозом КРС.

Положительное влияние сложного компоста на содержание в почве подвижной серы, доступной растениям, возможно, связано с особенностями входящего в его состав фосфогипса. Содержание подвижной серы между контрольным вариантом и вариантом со сложным компостом, показало, что в среднем разница между ними составила 0,06 %.

Величина реакции почвенной среды (pH) является наиболее устойчивым генетическим показателем конкретности почвы. Всякое изменение реакции почвенной среды приводит к смене характера почвообразования и экологических условий обитания организмов. Кислотность почвы оказывает большое влияние на развитие растений, почвенных организмов, а также на скорость и направленность происходящих в ней химических и биологических процессов. Сама же реакция почвенной среды зависит от многих факторов (почвообразующей породы, растительности, влажности и т. д.) и не является величиной постоянной, а имеет тенденцию изменяться в течение года, вегетационного периода и даже в течение суток.

Основным приемом регулирования реакции среды, по мнению И.Г. Юлушева, следует считать постепенное окультуривание пахотных угодий путем повышения содержания органического вещества, количества способных к обменным поглощениям коллоидных частичек, при которых возможно уменьшение вымывания оснований.

Результаты исследования кислотности почвы в полевом опыте показали, что в целом уровень pH колеблется в диапазоне от слабощелочной (pH 7,32 ± 0,13) до среднещелочной (pH 8,19 ± 0,16) среды (таблица 2).При внесении в почву сложного компоста происходит изменение реакции ее среды в сторону нейтрализации pH. Так на участках, где вносили сложный компост, наблюдалось варьирование показателя pH от 7,32 ± 0,13 до 7,38 ± 0,15. На контроле данный показатель в среднем составил 8,09 ± 0,15, а в варианте с полуперепревшим навозом КРС – 8,16 ± 0,15 ед. pH. Снижение реакции почвенной среды при внесении в почву сложного компоста мы связываем с воздействием кислотности фосфогипса (pH 5,5) и щелочной реакции навоза КРС, что в конечном итоге приводит к нейтрализации среды. Полученные результаты представляют важность ввиду того, что при pH 7,3–7,5 наблюдаются наиболее благоприятные физические условия, хорошая оструктуренность почвенного покрова, интенсивная микробиологическая деятельность, оптимальные условия минерального питания растений.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Использование сложного компоста оказало положительное влияние на химизм чернозема обыкновенного, что отразилось в повышении содержания органического вещества, азота, фосфора, кальция, серы, а также нейтрализации почвенной среды.

2. Увеличение в почве содержания азота связано со снижением трансформации органического вещества в связи с его консервацией коллоидными системами при внесении дисперсного компоста.

3. Повышение в почве содержания фосфора, серы и кальция обусловлено, главным образом, поступлением данных элементов с фосфогипсом – минеральной составляющей сложного компоста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.

2. Белюченко И. С. Влияние фосфогипса на трансформацию азота в черноземе обыкновенном степной зоны Кубани // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 2. – С. 144.

3. Белюченко И. С. Использование отходов быта и производства для создания сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 38. – С. 68–72.

4. Белюченко И.С., Волошина Г.В., Фалин А.Г., Стешенко А.И. К вопросу о процессе нитрификации в агроландшафтах степной зоны Краснодарского края // Экологические проблемы Кубани. – 2007. – № 32. – С. 218–223.

5. Белюченко И. С. Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т.8. – №2. – С. 75–86.

6. Белюченко И.С., Смагин А. В., Гукалов В.Н., Мельник О.А., Славгородская Д.А., Калинина О.В. Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2010. – № 5 (26). – С. 33–38.

7 Белюченко И.С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т.8 – № 3. – С. 88–111.

8. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 419 с.

9. Мельник О. А. Содержание органического вещества и некоторые аспекты его трансформации в почвах агроландшафта // Автореф. дис. канд. биол. наук. – Краснодар, 2007. – 26 с.

10. Мельник О.А. Влияние отходов сельскохозяйственного и промышленного производства на содержание в почве органического вещества // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 1. – С. 40–44.

УДК 631.879.32:[631.559:633.11«324»

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Ткаченко Людмила Николаевна, *старший преподаватель кафедры общей биологии и экологии, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, Краснодар*

Григорьева Юлия В., *магистр экологического факультета, Кубанский государственный аграрный университет, Россия, г. Краснодар*

Представлены результаты лабораторного, вегетационного и полевого опытов по влиянию навоза и совместного его использования с фосфогипсом на развитие и продуктивность озимой пшеницы.

Ключевые слова: вегетационный опыт, полевой опыт, продуктивность, навоз КРС, фосфогипс.

INFLUENCE OF WASTE INDUSTRY AND AGRICULTURE ON DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT

Tkachenko L.N., Grigoriev Yu.V.

The results of laboratory, vegetation and field experiments on the effect of manure and phosphogypsum on the development and productivity of winter wheat are presented.

Keywords: vegetation experience, field experience, productivity, cattle manure, phosphogypsum.

Утилизация отходов промышленности и сельского хозяйства - одна из актуальных проблем современности. Многие отходы, имеющие в своей основе природное происхождение, как показывают исследования, могут быть использованы в качестве вторичного сырья для улучшения плодородия почв (Мерзлая, 2006; Белюченко, Муравьев, 2009). К экологическим и экономически перспективным способам относится применение нетоксичных отходов в качестве удобрений различного состава и композиций. Такие органоминеральные смеси способствуют улучшению физических и химических свойств почвы, пополнению в ней запасов влаги, положительно влияют на формирование корневой системы, развитие и продуктив-

ность растений (Ткаченко, 2012). Особенно это важно сегодня для сокращения деградации почвенного плодородия и сохранения ценного ресурса для будущих поколений (Антоненко и др.,2015; Белюченко, 2015).

Поиск возможностей использования отходов сельскохозяйственных и промышленных производств для повышения плодородия почвы ведется на кафедре общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета совместно с ОАО "Заветы Ильича Ленинградского района"

Целью наших исследований стала оценка влияния навоза КРС, фосфогипса, их комбинаций на химические свойства почвы и продуктивность растений озимой пшеницы. Фосфогипс представляет собой нетоксичный крупнотоннажный высокодисперсный отход фосфорных удобрений. Агрегируется с органическими (навоз) и минерально-органическими субстратами (почва), что стало одной из причин совместного их использования в данной работе.

Методика исследований. Изучение влияния отходов на развитие и продуктивность озимой пшеницы проводилось с 2008 по 2011 г. С этой целью на кафедре общей биологии и экологии заложен лабораторный опыт, в теплице ботанического сада КубГАУ – вегетационный опыт и полевой опыт на территории университета.

Лабораторный опыт был заложен в чашках Петри с использованием растворов смеси почвы, свежего и перепревшего навоза КРС и фосфогипса по следующим вариантам:

1) почва (контроль);
2) почва + свежий навоз (50 т/га);
3) почва + перепревший навоз (50 т/га);
4) почва + фосфогипс (5 т/га);
5) почва + свежий навоз (50 т/га) + фосфогипс (5 т/га);
6) почва + перепревший навоз (50 т/га) + фосфогипс (5 т/га).

Повторность вариантов пятикратная. В течение опыта анализировались всхожесть семян; длина проростка и длина корня, их соотношение; количество листьев и корней проростка; площадь (S) листовой пластинки; масса проростка и масса корня.

Вегетационный опыт был заложен в 2009 году в сосудах с массой почвы 6 кг. Схема опыта включала 5 вариантов в 10-кратной повторности:

1) почва (контроль);
2) почва + перепревший навоз (50 г/кг);
3) почва + перепревший навоз + фосфогипс (5 г/кг);
4) почва + свежий навоз (60 г/кг);
5) почва + свежий навоз + фосфогипс (5 т/кг).

Высеваемая культура – озимая пшеница сорта Фортуна. В вегетационном опыте проводились наблюдения за динамикой роста растений (биометрические показатели) и оценивались химические показатели почвы.

В 2010 году осенью перед следующим посевом пшеницы в сосуды каждого варианта был внесен аммофос в расчетной дозе N60 $P_2O_5$220 кг/га д.в. Удобрение вносилось согласно площади и массе почвы. Повторность вариантов 5-кратная. Определение химических показателей почвы и растений проводилось согласно общепринятым методикам.

В полевом опыте на площади 560 $м^2$, разбитой на делянки по 20 $м^2$, перед посевом озимой пшеницы (сорт Фортуна) навоз и фосфогипс внесли из расчета 50т/га (110 кг) и 9т/га (20 кг) соответственно. Повторность исследования 4-кратная. Анализ почвенных образцов проводился по общепринятым методикам с определением pH, органического вещества, сульфатов, нитратов, аммонийного азота, подвижного фосфора, емкости катионного обмена, биометрических показателей.

Результаты исследований и их обсуждение. *Лабораторный опыт.* Более дружные всходы озимой пшеницы были отмечены в вариантах с добавлением навоза разной степени разложения (90,3–93,3 %) и с фосфогипсом (90,0 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Всхожесть семян озимой пшеницы (%) и длина проростков (см)

Вариант	День наблюдений					
	2-й		4-й		7-й	
	Всхожесть	Длина	Всхожесть	Длина	Всхожесть	Длина
Почва	76,7	0,94	80,0	5,66	86,6	9,21
Почва + свежий навоз (50 г/кг),	83,3	0,89	93,3	5, 21	93,3	9,46
Почва + перепревший навоз (50 т/га),	90,0	0,89	90,0	5,94	90,3	10,43
Почва + фосфогипс (5 т/га),	83,3	0,86	90,0	4,94	90,0	9,40
Почва + свежий навоз (50 т/га) + фосфогипс (5 т/га)	76,7	0,96	86,6	4,97	86,6	9,69
Почва + перепревший навоз (50 т/га) + фосфогипс (5 т/га)	70,0	0,84	73,3	5,66	73,3	10,11

Для отмеченных вариантов характерно и наиболее интенсивное формирование проростков озимой пшеницы, которое отразилось как на длине, так и на его массе. Внесение в почву навоза способствовало увеличению площади листовой пластинки, а в вариантах навоз + фосфогипс - наибольшему значению этого показателя (таблица 2).

Исследования показали, что растворы с фосфогипсом способствовали более мощному развитию корневой системы и превышению ее массы относительно контроля на 26%. В дальнейшем это может повлиять на устойчивость корневой системы растений.

Вегетационные исследования за развитием посевов показали, что в вариантах с навозом и фосфогипсом созревание озимой пшеницы ускорялось в среднем на 7 дней и корневая система растений мощнее, чем на контроле. Для растений характерно большее количество генеративных побегов, основные побеги дольше поддерживают флаговый лист, наземная масса и высота растений больше, чем на контроле (таблица 3).

Таблица 2 – Средние показатели формирования проростков озимой пшеницы на растворах отходов животноводства (навоза КРС) и фосфогипса

Вариант	Длина, см		Отношение длины ростка к длине корня	S листовой пластинки 1-го растения, $см^2$	Масса, мг	
	ростка	корня			ростка	корня
Почва	11,1±0,5	15,± 1,0	0,79±0,04	2,19±0,17	12,1±1,1	7,9±0,7
Почва + свежий навоз (50 г/кг),	11,7±0,5	15,2±0,8	0,08±0,02	2,60±0,18	13,6±1,0	7,9±0,6
Почва + перепревший навоз (50 т/га),	11,2±0,5	16,1±0,7	0,77±0,03	2,94±0,14	13,1±0,8	7,3±0,6
Почва + фосфогипс (5 т/га),	12,0±0,3	15,5±0,7	0,74±0,03	2,19±0,20	12,5±0,9	8,2±0,7
Почва + свежий навоз (50 т/га) + фосфогипс (5 т/га)	12,9±0,5	15,2±0,7	0,88±0,04	2,74±0,16	15,3±1,0	9,4±0,5
Почва + перепревший навоз (50 т/га) + фосфогипс (5 т/га)	12,9±0,5	15,6±0,7	0,84±0,03	3,06±0,17	14,6±1,0	10,7±0,9

В вариантах с органоминеральными смесями отмечено положительное влияние изучаемых отходов и на качественных показателях зерна. Содержание протеина увеличилось в среднем на 15, 5% , клейковины – 23,6%, стекловидность повысилась на 8,4%.

Анализ почвенных образцов показал заметное повышение содержания органического вещества, азота, фосфора, кальция в вариантах с внесением отходов в сравнении с контролем (таблица 4).

Таблица 3 – Влияние навоза и фосфогипса на продуктивность озимой пшеницы (июль, 2010 год)

Вариант	Кол-во побегов	Высота растения, см	Кол-во колосков в колосе, шт	Кол-во зерен в растении	Масса зерен, г	Масса зерен, 1000 г
Почва (контроль)	1,82	64,59	15,92	60,77	2,31	8,07
Почва + перепревший навоз	2,17	67,21	16,96	76,46	3,44	45,51
Почва + перепревший навоз + ФГ	2,30	67,45	17,00	85,35	3,76	44,11
Почва + свежий навоз	2,67	64,91	17,63	92,21	4,07	44,18
Почва + свежий навоз+ ФГ	2,43	66,91	17,96	91,61	4,17	45,42

Таблица 4 – Химические свойства почвы (июль, 2010)

Вариант	Органическое вещество, %	$N_{общ}$, %	NO_3^-, мг/кг	P_2O_5, мг/кг	Ca, %	pH $_{H2O}$
Почва (контроль)	3,13	0,14	18,00	185,10	0,44	7,14
Почва + перепревший навоз	4,12	0,19	20,08	226,51	0,78	7,42
Почва + перепревший навоз + ФГ	4,43	0,22	23,75	333,01	1,20	7,21
Почва + свежий навоз	4,09	0,16	22,25	238,48	0,60	7,31
Почва + свежий навоз+ ФГ	4,39	0,19	22,40	293,39	1,32	7,11

Повышение в почве элементов питания обусловлено поступлением их с навозом КРС и фосфогипсом (Ткаченко, 2010). По мнению многих ученых, обогащение гумуса кальцием при внесении фосфогипса является причиной малоподвижности органического вещества, минерализация его снижается ввиду коагуляции минеральных коллоидов фосфогипса и органических коллоидов почвы (Белюченко, 2009).

Результаты наблюдений за ростом и развитием озимой пшеницы в 2011 году сравнимы с годом внесения органоминеральных смесей и лежат в пределах ошибки определяемых показателей.

Полевой опыт. Изучение влияния навоза КРС и фосфогипса на развитие проростков озимой пшеницы показало положительное воздействие отходов на всхожесть, интенсивность кущения растений и формирование ими большего числа придаточных корней. В исследуемых вариантах всходы были более дружные, чем на контроле. Для них характерно удлинение процесса вегетации до 10 дней и более продолжительное кущение. Визуально и достоверно побеги озимой пшеницы в фазе молочно-восковой спелости в вариантах с навозом и фосфогипсом выше, чем на контроле, с более длинным колосом, имеют большее число колосков, светло-зеленую окраску, а без фосфогипса наблюдается более раннее пожелтение (таблица 5).

Определение содержания питательных элементов в почвенных образцах полевого опыта показало повышение концентрации в почве фосфора, органического вещества, нитратного и аммонийного азота в сравнении с контролем (таблица 6).

Таблица 5 – Морфометрические характеристики растений озимой пшеницы (полевой опыт КГАУ, май 2009)

Вариант опыта	Высота побега, см	Длина колоса, см	Число колосков, шт	Число междоузлий, шт	Длина последнего междоузлия, см	Число листьев, шт	
						зеленых	желтых
Почва (контроль)	72,40±0,70	10,62±0,11	18,54±0,19	4,13±0,05	30,69±0,46	3,12±0,07	0,81±0,08
Перепревший навоз + почва	73,19±0,74	11,10±0,12	18,48±0,18	4,08±0,03	31,10±0,44	2,95±0,08	0,75±0,08
Перепревший навоз + фосфогипс +почва	71,79±0,74	11,33±0,09	18, 73±0,16	4,08±0,04	30,84±0,41	2,78±0,08	0,86±0,09

Таблица 6 – Химический состав почвы под озимой пшеницей

Вариант опыта	Органическое вещество, %	pH_{H2O}	NH_4^+, мг/кг	NO_3^-, мг/кг	P_2O_5, мг/кг	SO_4^{2-}, %	ЕКО, мг-экв./100г
Почва (контроль)	3,41	7,24	9,60	8,10	163,50	0,06	34,50
Почва + перепревший навоз (50 т/га)	3,52	7,35	11,40	11,20	208,30	<0,05	38,60
Почва + перепрев-ший навоз (50 т/га) + фосфогипс (9 т/га)	3,51	6,80	10,20	15,80	266,70	0,12	36,30

Повышение содержания необходимых для питания растений веществ обусловлено их поступлением с навозом и фосфогипсом, а также способностью последнего снижать трансформацию органических веществ.

На основании анализа результатов проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Внесение в почву навоза КРС и фосфогипса положительно влияет на развитие озимой пшеницы и способствует повышению ее продуктивности.

2. Органоминеральные смеси на основе отходов улучшают химические свойства почвы.

ЛИТЕРАТУРА

Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография.– Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.

Белюченко И. С. Использование фосфогипса для рекультивации чернозема обыкновенного в степной зоне Кубани // I Всеросс. научн. конфер. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства». – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2009. – С. 54–59.

Белюченко И.С., Муравьев Е.И. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почвы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 1. – С. 84–86.

Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: Монография. – Краснодар: Изд–во КубГАУ, 2015. – 419 с.

Мерзлая Г. Е. Агроэкологическая оценка нетрадиционных органических удобрений // Экол. Вестник России – 2006. – № 4. – С. 3–14.

Ткаченко Л.Н., Пимахова Л.С., Помазанова Ю.Н., Попок Л.Б. Влияние навоза КРС на физико-химические свойства почвы и продуктивность растений // I Всеросс. науч. конфер. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства». – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2010. – С. 163–167.

Ткаченко Л.Н. Влияние навоза КРС и фосфогипса на повышение плодородия почвы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 30–31.

УДК 638:504

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЛОЖНОГО КОМПОСТА НА ОСНОВЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЁТА НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Высоцкая Ирина Федоровна, *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар*

Ивашкин Александр Алексеевич, *магистр, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар*

Рассматривается влияние сложного компоста, основными компонентами которого являются отходы сельскохозяйственного производства (птичий помёт), на развитие растений озимой пшеницы в условиях полевого опыта.

Ключевые слова: сложный компост, птичий помёт, растительные остатки, фосфогипс, озимая пшеница, развитие растений.

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF COMPLEX COMPOST BASED ON BIRD DROPPINGS ON DEVELOPMENT OF PLANT OF WINTER WHEAT

Vysotskaya I.F., Ivashkin A.A.

Influence of compost complex, the main components of which are agricultural wastes (bird droppings), on the development of winter wheat in the conditions of field experience are considered.

Keywords: complex compost, bird droppings, crop residues, phosphogypsum, winter wheat, development of plants.

Сельское хозяйство оказывает на природную среду большее воздействие, чем любая другая отрасль народного хозяйства. Сельскохозяйственное производство производит в год 250 млн тонн отходов, из них 150 млн тонн приходится на животноводство и птицеводство. Сельскохозяйственное производство России дает ежегодно за счет птицеводства 20 млн т помета. Очень актуальной для России является проблема утилизации отходов сельского хозяйства.

При ограничении пахотных площадей вблизи птицефабрик и несовершенстве переработки помета в удобрения производство и реализация органических удобрений на основе птичьего помета часто являются нерентабельными. Помет складируется на длительный период времени, что приводит к сильному загрязнению прилегающих к птицефабрикам терри-

торий, вод, воздушной среды. Это сопровождается большими штрафными санкциями, но не улучшает экологической обстановки. При дальнейшем интенсивном развитии птицеводства эта проблема с каждым годом становится все более острой, что может привести к экологической катастрофе. В то же время при обоснованных дозах внесения помета в значительной степени повышается плодородие почв, урожай сельхозкультур и доход на 1 руб. затрат.

Птичий помет – быстродействующее, сравнительно концентрированное и очень ценное органическое удобрение. Как и навоз, он содержит все основные питательные вещества, необходимые растениям, но в значительно большем количестве. Таким образом, птичий помет, с одной стороны, является ценным органическим удобрением, а с другой стороны – компонентом загрязнения окружающей среды. Для решения этой крупной народнохозяйственной проблемы необходима разработка теоретических основ и практических рекомендаций по оптимальным дозам внесения помёта в почву с учетом видов помета и применяемых наполнителей, состава почв, рельефа, климатических условий, состояния экологической обстановки, экономических критериев.

Целью исследований данной работы является оценка влияния отходов птицеводства (куриного помёта) и сложного компоста на его основе на развитие растений озимой пшеницы.

Опыт проводился в вегетационной теплице Кубанского госагроуниверситета с осени 2013 г. в сосудах массой 5 кг почвы.

Схема опыта включала 3 варианта в 10- кратной повторности:

1 вариант – контроль (NPK);

2 вариант – птичий помёт 10 т/га;

3 вариант – компост (птичий помёт 10 т/га, фосфогипс 5 т/га, растительные остатки 8 т/га).

Для определения структуры урожая озимой пшеницы (сорт Фортуна) для каждого варианта формировали снопы путём сбора растений из 10-сосудов. Статистическая обработка результатов исследований проводилась при помощи компьютерной обработки данных в программе Microsoft Offise Excel и STATISTICA 6,0. Достоверность различий в средних значениях показателей в сопоставляемых вариантах оценивалась по t –критерию Стьюдента на 5 % уровне значимости.

Опыт был заложен 11 октября 2013 года. Первые всходы появились 21октября, на десятый день после посева. В опытных вариантах в почву были внесены как отдельно органические отходы (куриный помет), так и органоминеральные удобрения в смеси с фосфогипсом и растительными остатками. Минеральные удобрения (аммофос) вносились во все варианты согласно агротехническим рекомендациям.

Масса навесок для закладки вегетационного опыта из расчета на 5 кг почвы, 10-кратная повторность, представлена в таблице 1.

Таблица 1– Масса навесок для закладки вегетационного опыта

Отход, удобрение	Масса навески, г	Кол-во навесок, шт.
1. NPK (аммофоска)	1,0	140
2. Птичий помет	21,0	20
3. Фосфогипс	15,0 11,0	50 10
4. Смесь растительных остатков (пшеница, ячмень, свекла, кукуруза, отходы сенажа и подсолнечная лузга, смешанные в равных частях)	17,0	50

После уборки урожая (2014 г.) были определены биометрические параметры растений озимой пшеницы и качественные характеристики зерна. Средние значения основных морфометрических показателей озимой пшеницы приведены в таблице 2.

Исходя из данных таблицы 2, можно констатировать, что различия полученных данных существенны по таким показателям, как длина побега, длина колоса, количество зёрен в растении, масса соломы и масса зёрен, в пользу 1 варианта (контроль). Данные по всем показателям, полученным во 2 варианте (птичий помёт – 10 т/га), существенно ниже двух других

вариантов. Данные опыта в 3 варианте (сложный компост - птичий помёт 10 т/га, фосфогипс 5 т/га, растительные остатки 8 т/га) несколько ниже, чем в 1 варианте, но выше, чем во 2 варианте (птичий помёт).

Таблица 2 – Средние морфометрические показатели озимой пшеницы

	Контроль	Птичий помёт	Компост
Длина побега, см	48,48611	41,0	43,63793
Длина колоса, см	7,763889	7,0	6,75
Кол-во колосков в колосе, шт.	13,97222	13,0	12,96552
Кол-во побегов, шт.	3,125	2,0	2,9
Кол-во зерен в раст., шт.	72,66667	37,0	65,7
Масса соломы /раст.., г	1,855	0,93	1,464
Масса колоса/раст., г	3,710417	1,62	3,3815
Масса зерен/раст., г	2,957917	1,22	2,4725
Масса шелухи/раст., г	0,7525	0,40	0,909
Масса 1000 зерен	35,08749	32,97297	35,19814

Сравнивая показатели массы 1000 зерен, можно отметить его увеличение в вариантах с внесением органоминерального компоста, что в свою очередь отразилось и на урожайности озимой пшеницы. Полученные данные подтверждают положительное влияние органоминерального компоста, основой которого являются птичий помёт, фосфогипс и смесь растительных остатков (пшеница, ячмень, свекла, кукуруза, отходы сенажа и подсолнечная лузга, смешанные в равных частях) на урожайность озимой пшеницы.

В результате проведенных исследований в целом можно отметить положительное влияние органоминерального компоста на рост, развитие и качество урожая озимой пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография.– Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.

Белюченко И.С., Гукалов В.В., Мельник О.А., Петух Ю.Ю., Попок Л.Б., Славгородская Д.А., Терещенко Е.В. Влияние фосфогипса на развитие и урожайность посевов озимой пшеницы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2.

Белюченко И.С. К вопросу о формировании и свойствах органоминеральных компостов и реакции растений кукурузы на их внесение // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С.65–74.

Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: Монография. – Краснодар: Изд–во КубГАУ, 2015. – 418 с.

Мельник О.А. Использование отходов промышленного и сельскохозяйственного производства для улучшения свойств почвы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 30–36.

УДК 574.24

ДИНАМИКА ПОЧВЕННОЙ ФАУНЫ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЛОЖНОГО КОМПОСТА

Никифоренко Юлия Юрьевна, *кандидат биологических наук, ассистент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар*

В работе представлены результаты пятилетних исследований по влиянию сложного компоста на состав почвенной мезофауны в черноземе обыкновенном. Почвенная мезофауна – важный фактор почвообразования, влияющий на все свойства почвы, включая ее плодородие. При использовании сложного компоста, представляющего собой смесь отходов промышленности и сельского хозяйства, в почве статистически достоверно происходит увеличение численности представителей таких семейств, как дождевые черви (*Lumbricidae*), энхитериды (*Enchitraeidae*), кивсяки (*Julidae*). Это происходит благодаря улучшению физических и агрохимических свойств чернозема обыкновенного (снижение плотности, увеличение пористости и влажности, повышение содержания органического вещества, кальция, серы, нейтрализация pH)

Ключевые слова: сложный компост, почвенная мезофауна, агроландшафт, чернозем обыкновенный, севооборот, отходы промышленности и сельского хозяйства

DYNAMICS OF SOIL FAUNA OF CHERNOZEM ORDINARY WHEN USING COMPLEX COMPOST

Nikiforenko Yu.Yu.

The results of five years of research on the influence of the compound compost on composition of soil mesofauna in ordinary chernozem are presented in the article. When using complex compost which is a mixture of waste industry and agriculture, in soil is increased statistically significantly the number of members of such families as earthworms (*Lumbricidae*), enhiteridy (*Enchitraeidae*), millipede (*Julidae*). This is because of improvement of physical and agrochemical properties of chernozem ordinary (reduced density, increased porosity and moisture, increased organic matter, calcium, sulfur, neutralization pH).

Keywords: compound compost, soil mesofauna, agricultural landscapes, ordinary chernozem, crop rotation, wastes of industry and agriculture

В настоящее время интенсивное использование огромных территорий в качестве сельскохозяйственных угодий стало приводить к обеднению земель. Принятые в крае технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются затратными по подготовке почвы, требуют внесения высоких норм минеральных удобрений и использования для борьбы с вредителями, болезнями и сорными растениями большого количества пестицидов. Многочисленные обработки почвы оказывают негативное воздействие на её физические и химические свойства почвы, что в свою очередь сказывается на развитии микробных и фаунистических сообществ, снижая их активность. Ускоряются процессы трансформации соединений азота, органического вещества и других важных соединений, происходит уплотнение почвенного покрова, усиливается выветривание и вымывание растворенных питательных веществ (Белюченко, 2003). Потери гумуса и уменьшение гумусового горизонта связано именно с применением для обработки почв интенсивной технологии. Черноземы обыкновенные на равнинных участках ежегодно теряют с 1 га до 700 кг гумуса, 30 кг азота, 15 кг фосфора и 100 кг калия. На склоновых участках балок гумуса теряется больше – 1 т/га в год. За последние 60 лет черноземы Кубани потеряли до 25% гумуса (Белюченко, Щербина, 2008).

Почвенная мезофауна – важный фактор почвообразования, влияющий на все свойства почвы, включая ее плодородие. Животные оказывают заметное влияние на окружающую их среду. Во-первых, они могут влиять на структуру почвы, разрыхляя и перерабатывая ее, а во-вторых, изменяют ее химически.

Зависимость организмов от различных свойств среды общеизвестна, и у почвенных животных, менее способных к активному перемещению на значительные расстояния, чем обитатели открытой поверхности суши, эта зависимость нередко проявляется особенно чет-

ко. Это позволяет использовать встречаемость отдельных видов или целого комплекса видов для диагностики почвенных типов и разностей.

Процессы почвообразования и оперативной перестройки почвы немыслимы без почвенной фауны. Не имеющая живой фазы почва теряет плодородие, в ней не происходит биоокультуривания, она превращается в мертвый, почти стерильный субстрат. В связи с этим происходит резкое снижение урожайности сельскохозяйственных культур, ухудшение качества выращенной продукции. Наблюдается почвоутомление, включающее в себя безвозвратные потери элементов питания, неблагоприятные изменения реакции среды, разрушение структуры почвы, снижение численности микроорганизмов, накопление токсинов, семян-сорняков, вредителей, болезней. Усиливаются эрозионные процессы, возрастает угроза опустынивания. Избыточно мощные механические воздействия и нерациональное использование химических веществ в значительной степени способствуют уничтожению живой составляющей почвы (Белюченко, Гукалов, 2003).

Компостирование отходов промышленности и сельского хозяйства и их использование для улучшения биологических, физических и агрохимических свойств почвы является важным направлением органического земледелия(Белюченко, 2012). Почвенная фауна, как компонент любой экологической системы, отражает происходящие изменения среды обитания при произрастании культурных растений, что проявляется в динамике их обилия и таксономического разнообразия (Белюченко, Никифоренко, 2012).

Методика проведения исследований. Научные исследования проводились в период 2008-2012 гг. Полевой опыт заложен весной 2008 г. на черноземе обыкновенном степной зоны Краснодарского края на базе ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района. В севообороте культуры чередовались следующим образом: сахарная свекла (2008 г.) – озимая пшеница (2008–2009 г.) – кукуруза на зерно (2010 г.) – озимая пшеница (2010–2011 г.) – сахарная свекла (2012 г.). Опыт включал следующие варианты:1) контроль ($N_{0,5}P_{0,4}$); 2) полуперепревший навоз КРС (5,0 кг/м^2) + $N_{0,5}P_{0,4}$; 3) сложный компост (6,5 кг/м^2) + $N_{0,5}P_{0,4}$. Доза NP приведена из расчета на опытную делянку. Площадь делянок 50 м^2 в пятикратной повторности, расположение рендомизированное. Чередование культур определялось технологией их выращивания. Сложный компост и полуперепревший навоз КРС вносились один раз в пять лет, а минеральные удобрения ежегодно в соответствии со сроками и технологическими нормами. В последующем обработка опытных участков осуществлялась в соответствии с принятой в хозяйстве технологией возделывания сельскохозяйственных культур. Агротехника на опытных участках была общепринятой для данной зоны.

Для учета почвенной мезофауны применялись прямые методы, согласно которым производилась выкопка почвенных образцов на глубину 20 см и площадью 20×20 см и ручная разборка (Гиляров, 1965). Выявленных беспозвоночных помещали в фиксирующий раствор, состоящий из 40% формалина, 70° спирта и дистиллированной воды. Фиксированный материал рассматривали в поле зрения микроскопа БИОМЕД–3.

Результаты исследований и их обсуждение. В первый год проведения полевого опыта состав почвенной мезофауны на посевах сахарной свеклы насчитывал 5 классов: насекомые (*Insecta*), паукообразные (*Arachnida*), ракообразные (*Crustacea*), многоножки (*Myriapoda*), малощетинковые черви (*Olygochaeta*). Класс насекомые включал 4 отряда: двухвостки (*Diplura*), трипсы (*Thysanoptera),* жесткокрылые (*Coleoptera*), двукрылые (*Diptera*); класс паукообразные был представлен представителями отряда пауки (*Araneae*); класс ракообразные – семейством мокрицы (*Oniscidae*); класс многоножки (– отрядами геофилы (*Geophilomorpha*), костянки (*Lithobiomopha*), кивсяки (*Julidae*); класс малощетинковые черви – семействами дождевые черви (*Lumbricidae*) и энхитреиды (*Enchytraeidae*) (таблица1).

Общая численность почвенной мезофауны на контроле составила 138,2±10,2 экз/м^2, некоторое ее увеличение было отмечено на участке с навозом КРС – 186,4±11,8 экз/м^2. При использовании сложного компоста данный показатель составил 229,6±12,8 экз/м^2, что на 70% превысило численность контрольного варианта и на 25% – вариант с навозом КРС. Во всех вариантах опыта доминировали представители таких семейств, как *Japygidae* (Клещехвостки), *Julidae* (Кивсяки настоящие), *Lumbricidae* (Дождевые черви), *Enchytraeidae* (Энхитреиды).

Таблица 1– Состав почвенной мезофауны на посевах сахарной свеклы (экз/м^2)
(среднее за летний период, 2008 г.)

Состав почвенной мезофауны	Варианты опыта		
	Контроль (NP)	Навоз КРС + NP	Сложный компост+NP
Класс *Insecta* – Насекомые			
Отр. *Diplura* – Двухвостки			
Сем. *Japygidae* – Клещехвостки *i*	24,4±3,8	28,3±3,4	37,5±4,4
Отр. *Thysanoptera* – Трипсы	2,6±0,9	4,4±1,2	3,2±0,8
Отр. Coleoptera – Жесткокрылые			
Сем. *Carabidae* – Жужелицы *l*	4,3±1,4	5,9±3,7	6,8±1,3
Сем. *Elateridae* – Щелкуны *l*	1,5±0,6	3,7±1,1	2,5±0,6
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *i*	-	1,2±0,4	3,8±1,3
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *l*	2,6±0,9	3,7±1,1	4,1±1,1
Сем. *Staphylinidae* – Коротконадкрылые *i*	3,2±1,1	4,4±1,2	5,4±1,3
Отр. *Diptera* – Двукрылые *p*	-	3,7±1,1	4,7±1,1
Отр. *Diptera* – Двукрылые *l*	-	7,4±1,5	8,6±1,6
Сем. *Bibionidae* – Толстоножки *l*	7,8±1,5	8,9±1,7	7,5±1,4
Сем. *Syrphidae* – Журчалки *l*	1,5±0,6	-	-
Класс *Arachnida* – Паукообразные			
Отр. *Araneae* – Пауки	6,4±1,7	4,4±1,2	5,4±1,1
Класс *Crustaceae* – Ракообразные			
Отр. *Isopoda* – Равноногие			
Сем. *Oniscidae* – Мокрицы	1,5±0,6	3,7±1,1	6,8±1,3
Класс *Myriapoda* – Многоножки			
Подкласс *Chilopoda* – Губоногие			
Отр. *Geophilomorpha* – Геофилы	2,6±0,9	5,9±1,3	6,8±1,3
Отр. *Lithobiomorpha* – Костянки	3,2±1,1	4,4±1,7	5,4±1,1
Подкласс *Diplopoda* – Двупарноногие			
Отр. *Juliformia* – Кивсяки			
Сем. *Julidae* – Кивсяки настоящие	7,8±1,5	12,1±1,8	21,2±3,1
Класс *Olygochaeta* – Малощетинковые черви			
Отр. *Haplotaxida* – Хаплотоксиды			
Сем. *Lumbricidae* – Черви дождевые	15,6±2,4	23,6±3,2	32,8±3,6
Сем. *Enchytraeidae* – Энхитреиды	53,2±4,6	60,7±5,7	67,1±7,5
ИТОГО:	138,2±10,2	186,4±11,8	229,6±12,8

Примечание: *l* – личинки насекомых; p – куколки насекомых; i – имаго насекомых

При внесении сложного компоста отмечалось достоверное увеличение численности двухвосток, жесткокрылых, двукрылых, кивсяков, дождевых червей. Количество представителей семейства *Lumbricidae* на участке со сложным компостом составило 32,8±3,6 экз/м^2, тогда как их число было в 2 раза ниже на контроле и в 1,3 раза на участке с навозом КРС. На участке со сложным компостом в большем количестве (21,2±3,1 экз/м^2) по сравнению с другими вариантами опыта были выделены кивсяки, представленные в исследуемой почве семейством кивсяки настоящие, а также двухвостки в количестве 37,5±4,4 экз/м^2 пренадлежащие к семейству клещехвостки (*Japygidae*).

На второй год проведения полевого опыта после уборки сахарной свеклы в октябре 2008 года была высеяна озимая пшеница. Изучение почвенной мезофауны проводилось по сезонам (табл. 2).

Таблица 2 – Состав почвенной мезофауны (экз/м^2) на посевах озимой пшеницы по сахарной свекле, 2008 год

Состав почвенной мезофауны	Октябрь, 2008			Декабрь, 2008		
	Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+NP	Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+NP
Класс *Insecta* – Насекомые						
Отр. *Diplura* – Двухвостки						
Сем. *Campodeidae* – Камподеиды *i*	3,8±0,8	2,6±0,7	2,8±1,5	-	-	-
Отр. *Coleoptera* – Жесткокрылые						
Сем. *Carabidae* – Жужелицы *l*	34,6±5,1	38,2±5,2	21,4±3,9	69,8±9,4	74,6±7,6	44,6±5,9
Сем. *Elateridae* – Щелкуны *l*	8,4±2,3	5,4±1,2	5,6±1,2	-	-	-
Сем. *Tenebrionidae* – Чернотелки *l*	10,8±2,8	7,6±2,6	8,4±1,8	-	-	5,4±2,1
Сем. *Lucanidae* – Рогачи *l*	-	-	-	-	-	25,0±4,5
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *l*	15,6±3,1	17,5±3,9	19,7±3,9	-	-	-
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *i*	7,6±2,8	6,5±1,8	7,4±2,1	-	-	-
Сем. *Staphylinidae* – Коротконадкрылые *i*	13,4±3,5	15,6±2,8	18,8±3,4	15,7±5,3	17,3±4,2	19,6±3,9
Отр. *Diptera* – Двукрылые *l*	5,7±1,5	8,7±1,7	7,4±2,1	-	-	-
Сем. *Bibionidae* – Толстоножки *l*	10,8±2,8	12,7±2,9	22,8±4,8	-	-	-
Сем. *Dolichopodidae* – Зеленушки *l*	11,7±2,9	18,3±3,1	21,6±4,3	14,3±3,4	16,8±3,8	15,9±4,5
Класс *Arachnida* – Паукообразные						
Отр. *Araneae* – Пауки	3,8±0,8	6,5±1,8	5,6±1,2	-	-	-
Класс *Myriapoda* – Многоножки						
Подкласс *Chilopoda* – Губоногие						
Отр. *Geophilomorpha* – Геофилы	2,7±0,6	5,4±1,2	9,3±2,1	-	3,9±1,1	9,8±2,8
Подкласс *Diplopoda* – Двупарноногие						
Отр. *Juliformia* – Кивсяки						
Сем. *Julidae* – Кивсяки настоящие	15,6±3,1	18,2±3,7	24,5±4,8	6,4±2,3	8,6±2,3	10,8±3,0
Класс *Olygochaeta* – Малощетинковые черви						
Отр. *Haplotaxida* – Хаплотоксиды						
Сем. *Lumbricidae* – Черви дождевые	20,3±4,5	31,7±5,2	43,8±6,9	15,2±3,5	28,5±5,4	40,9±6,4
Сем. *Enchytraeidae* – Энхитреиды	118,4±8,6	187,5±9,1	254,3±14,8	110,7±9,4	157,5±7,6	214,3±13,1
ИТОГО:	283,2±15,8	382,4±18,4	473,4±19,6	232,1±14,5	307,2±15,7	386,3±17,8

Примечание: *l* – личинки насекомых; p – куколки насекомых; i – имаго насекомых

В результате исследований было установлено последействие сложного компоста. В зависимости от варианта и периода исследований в составе и численности почвенных беспозвоночных происходили некоторые изменения. Состав почвенной мезофауны на участке со сложным компостом за период исследования отличался более высоким таксономическим разнообразием и общей численностью. В октябре 2008 года на участке со сложным компостом общая численность почвенной мезофауны составила 473,4±19,6, в варианте с навозом КРС 382,4±18,4, а на контроле – 283,2±15,8 экз/м^2.

Более высокой численностью (экз/м^2) на участке со сложным компостом по сравнению с другими вариантами выделялись следующие семейства: *Scarabaeidae* (Пластинчатоусые) – 27,1±3,7, *Staphylinidae* (Коротконадкрылые) – 18,8±3,4, *Bibionidae* (Толстоножки) – 22,8±4,8, *Julidae* (Кивсяки настоящие) – 24,5±4,8, *Lumbricidae* – 43,8±6,9, *Enchytraeidae* – 254,3±14,8. На посевах озимой пшеницы не были обнаружены клещехвостки, но появились представители того же отряда двухвостки – камподеиды *(Campodeidae)* в количестве не превышающем 3,8±0,8 экз/м^2.

В декабре 2008 года при понижении температуры многие беспозвоночные ушли в более глубокие почвенные слои, что привело к снижению их биоразнообразия и численности. Однако на участке со сложным компостом количество дождевых червей и энхитреид осталось примерно на уровне осенних данных и составило 40,9±6,4 и 214,3±13,1 экз/м^2 соответственно. Важно отметить, что при смене сельскохозяйственных культур (сахарная свекла – озимая пшеница) на всех вариантах опыта резко возросло количество личинок жужелиц (*Carabidae*), причем максимальная их численность как в осенний так и в зимний период отмечалась на участке с навозом КРС (до 74,6±7,6 экз/м^2) (Петух, 2009; Петух, Гукалов, 2009).

Весной 2009 года представители данного семейства преобладали на участке со сложным компостом (до 100,9±8,7 экз/м^2 в марте) (табл. 3). Весенний период отличался высоким таксономическим разнообразием и высокой численностью представителей почвенной мезофауны. В апреле на опытных участках были встречены мокрицы (*Oniscidae*), в варианте со сложным компостом их насчитывалось до 12,1±2,8 экз/м^2. Высокая численность на участке со сложным компостом отмечено для геофилов, представителей класса многоножки – 24,2±3,9 экз/м^2.

Дождевые черви наиболее интенсивно увеличивали свою популяцию на протяжении всего осенне-зимнего периода, в результате чего на участке с компостом она составила 40-44 экз/м^2, а на контроле этот показатель колебался от 15 до 20 экз/м^2. Энхитреиды характеризовались высокой численностью при внесении сложного компоста в октябре и марте – 254,3±14,8 и 259,5±13,9 экз/м^2. Снижение численности представителей класса малощетинковые черви в апреле 2009 года может быть связано с химической обработкой посевов, а в июле – с жаркой и засушливой погодой.

Наибольшая численность кивсяков выявлена в апреле 2009 года на участке со сложным компостом – 25,0±4,1 экз/м^2 , тогда как на контроле данный показатель составлял 15,4±3,7 экз/м^2. Снижение численности представителей данного семейства отмечалось только в зимний период.

После уборки озимой пшеницы на опытном поле была высеяна кукуруза на зерно, сложный компост под посев не вносился, но было выявлено его последействие (табл. 4).

По результатам исследований видно, что на участках, где вносился сложный компост, общая численность представителей почвенной мезофауны оказалась выше, чем на контроле и в варианте с навозом КРС. На всех опытных участках наиболее многочисленными были представители таких важных для почвообразования семейств, как энхитреиды и дождевые черви (Петух, 2011).

Кивсяки настоящие на участке с компостом имели численность 26,7±4,8 экз/м^2, тогда как на контроле и участке с навозом КРС они были обнаружены в значительно меньшем количестве – 5,2±2,1 и 12,7±3,1 экз/м^2 соответственно. Геофилы были встречены только на участке со сложным компостом в количестве 10,3±3,0 экз/м^2. При этом общая численность почвенных беспозвоночных при внесении сложного компоста оказалась выше, чем в других вариантах, и составила 215,2±13,7 экз/м^2 (Петух, 2012).

Таблица 3 – Состав почвенной мезофауны (экз/м^2) на посевах озимой пшеницы по сахарной свекле, 2009 год

Состав почвенной мезофауны	Март, 2009			Апрель, 2009			Июль, 2009		
	Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+NP	Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+NP	Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+NP
Класс *Insecta* – Насекомые									
Отр. *Diplura* – Двухвостки									
Сем. *Campodeidae* – Камподеиды *i*	-	-	-	7,9±2,9	9,4±2,3	12,1±2,8	-	-	-
Отр. *Thysanoptera* – Трипсы	-	-	-	-	-	-	4,8±1,9	12,4±2,5	13,5±4,7
Отр. *Coleoptera* – Жесткокрылые									
Сем. *Carabidae* – Жужелицы *l*	64,7±6,9	77,3±6,7	100,9±8,7	11,3±2,7	20,7±4,2	62,9±6,4	5,7±2,1	11,6±2,4	15,5±3,7
Сем. *Carabidae* – Жужелицы *p*	-	-	14,7±3,3	-	8,6±2,5	12,1±2,8	-	-	-
Сем. *Elateridae* – Щелкуны *l*	-	4,5±1,8	5,2±1,9	-		-	-	-	-
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *l*	-	3,5±1,2	6,1±2,1	-	12,4±3,4	37,1±4,9	-	-	-
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *i*	-	2,7±0,8	3,8±0,5	-	7,6±2,5	12,1±2,8	3,7±3,3	5,4±3,5	4,3±1,9
Сем. *Staphylinidae* – Коротконадкрылые *i*	9,8±3,8	10,7±2,3	15,9±4,4	10,8±2,7	14,5±3,6	22,7±3,4	14,4±3,9	15,1±2,8	19,9±7,0
Отр. *Diptera* – Двукрылые *l*	6,3±2,2	4,8±1,9	7,1±2,3	12,6±3,2	15,4±3,7	14,7±3,0	21,8±4,2	12,4±2,3	6,0±2,3
Класс *Arachnida* – Паукообразные									
Отр. *Araneae* – Пауки	3,4±1,1	3,5±1,2	5,6±2,1	11,3±2,7	12,4±2,6	11,7±2,6	2,6±4,3	6,7±1,2	5,9±4,7
Класс *Crustaceae* – Ракообразные									
Отр. *Isopoda* – Равноногие									
Сем. *Oniscidae* – Мокрицы	-	-	-	8,7±2,9	10,6±2,2	12,1±2,8	-	-	-
Класс *Myriapoda* – Многоножки									
Отр. *Geophilomorpha* – Геофилы	6,3±2,2	7,4±1,6	12,5±3,1	12,6±3,2	18,7±3,8	24,2±3,9	6,9±3,2	7,5±1,6	8,6±2,4
Отр. *Juliformia* – Кивсяки									
Сем. *Julidae* – Кивсяки настоящие	12,4±2,5	20,4±3,2	22,6±3,5	10,8±2,7	15,4±3,7	25,0±4,1	13,7±3,3	16,6±2,9	20,7±4,2
Класс *Olygochaeta* – Малощетинковые черви									
Сем. *Lumbricidae* – Черви дождевые	15,5±3,4	21,6±3,6	34,5±5,1	14,5±1,8	17,4±3,9	21,3±3,1	8,6±3,4	15,1±2,8	28,6±4,7
Сем. *Enchytraeidae* – Энхитреиды	229,3±13,1	244,9±14,2	259,5±13,9	112,8±2,6	115,6±13,7	137,9±4,9	98,5±8,6	101,3±10,5	110,2±11,3
ИТОГО:	347,7±15,8	401,3±18,6	488,4±20,5	213,3±12,3	278,7±15,8	405,9±19,5	180,7±12,7	204,1±13,9	233,2±15,4

Примечание: *l* – личинки насекомых; p – куколки насекомых; i – имаго насекомых

Таблица 4 – Состав почвенной мезофауны (экз/м^2) на посевах кукурузы на зерно по предшественнику озимая пшеница (2010 г.)

Состав почвенной мезофауны	Варианты опыта		
	Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+NP
Класс *Insecta* – Насекомые			
Отр. *Diplura* – Двухвостки			
Сем. *Campodeidae* – Камподеиды *i*	5,2±1,2	-	-
Отр. *Coleoptera* – Жесткокрылые			
Сем. *Carabidae* – Жужелицы *l*	3,7±0,8	4,8±1,2	8,6±1,7
Сем. *Elateridae* – Щелкуны *l*	2,5±0,6	7,4±1,8	10,3±2,3
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *l*	4,1±1,0	-	-
Сем. *Staphylinidae* – Коротконадкрылые *i*	6,7±1,4	4,0±1,1	12,3±2,6
Отр. *Diptera* – Двукрылые			
Сем. *Dolichopodidae* – Зеленушки *l*	5,2±1,2	10,5±2,4	8,6±1,7
Отр. *Homoptera* – Равнокрылые *i*	4,1±1,0	5,1±1,3	5,4±1,2
Класс *Arachnida* – Паукообразные			
Отр. *Araneae* – Пауки	-	9,7±2,2	-
Класс *Crustaceae* – Ракообразные			
Отр. *Isopoda* – Равноногие			
Сем. *Oniscidae* – Мокрицы	10,3±2,1	11,6±2,6	19,8±3,1
Класс *Myriapoda* – Многоножки			
Подкласс *Chilopoda* – Губоногие			
Отр. *Geophilomorpha* – Геофилы	4,1±1,0	9,7±2,2	10,3±2,3
Отр. *Lithobiomorpha* – Костянки	9,5±1,4	8,7±2,0	8,6±1,7
Подкласс *Diplopoda* – Двупарноногие			
Отр. *Juliformia* – Кивсяки			
Сем. *Julidae* – Кивсяки настоящие	14,1±2,7	20,7±3,1	26,7±4,8
Класс *Olygochaeta* – Малощетинковые черви			
Отр. *Haplotaxida* – Хаплотоксиды			
Сем. *Lumbricidae* – Черви дождевые	12,1±2,4	15,2±2,9	30,2±5,1
Сем. *Enchytraeidae* – Энхитреиды	49,1±6,5	55,9±6,9	69,7±8,3
ИТОГО:	130,7±10,5	163,3±11,3	210,5±13,7

Примечание: *p* – куколка; *i* – имаго; *l* – личинка

В 2011 году после уборки кукурузы на зерно была высеяна озимая пшеница. В составе почвенной мезофауны между вариантами опыта наблюдались некоторые отличия. В посевах озимой пшеницы на четвертый год проведения исследований встречались представители следующих классов: насекомые, паукообразные, ракообразные, многоножки, малощетинковые черви (табл. 5). Во всех вариантах опыта были обнаружены щелкуны, жужелицы, коротконадкрылые, двукрылые, мокрицы, геофилы, кстянки, кивсяки, дождевые черви, энхитреиды.

Численность дождевых червей и энхитреид на участке со сложным компостом оказалась на порядок выше, чем на контроле. Представители отряда двухвостки встретились только на участках с полуперепревшим навозом КРС и сложным компостом. Причем представители семейства камподеиды в большем количестве были представлены на участке со сложным компостом, а особи семейства клещехвостки на участке с полуперепревшим навозом КРС. Взрослые особи пластинчатоусых были обнаружены только на контроле, тогда как их личинки встречались на участках с полуперепревшим навозом КРС и сложным компостом.

После уборки озимой пшеницы на пятый год проведения исследований была высеяна сахарная свекла. В результате было установлено, что общая численность представителей почвенной мезофауны в варианте со сложным компостом была выше, чем в контрольном и в варианте с полуперепревшим навозом КРС, и составила 289,3±16,7 экз/м^2 (табл. 6). Представители таких семейств как дождевые черви, энхитреиды и кивсяки настоящие были обнаружены на всех опытных полях, но в варианте со сложным компостом их численность была выше по сравнению с другими вариантами опыта.

Таблица 5 – Состав почвенной мезофауны (экз/м^2) на посевах озимой пшеницы по предшественнику кукуруза на зерно, 2011 год

Группы почвенной мезофауны	Варианты опыта		
	Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+ NP
Класс *Insecta* – Насекомые			
Отр. *Diplura* – Двухвостки			
Сем. *Campodeidae* – Камподеиды *i*	-	5,8±1,9	7,6±2,1
Сем. *Japygidae* – Клещехвостки *i*	-	7,3±2,4	6,4±1,8
Отр. *Coleoptera* – Жесткокрылые			
Сем. *Elateridae* – Щелкуны *l*	3,6±0,8	4,7±1,6	8,4±2,4
Сем. *Carabidae* – Жужелицы *l*	5,2±1,6	6,4±2,1	4,8±1,2
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *l*	-	8,6±2,5	5,8±1,5
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *i*	4,3±1,2	-	-
Сем. *Staphylinidae* – Коротконадкрылые *i*	7,4±1,8	10,6±3,1	14,3±2,9
Отр. *Diptera* – Двукрылые *p*	2,7±0,6	-	9,7±2,6
Отр. *Diptera* – Двукрылые *l*	6,1±1,7	7,3±2,4	5,8±1,5
Класс *Arachnida* – Паукообразные			
Отр. *Araneae* – Пауки	-	4,7±1,6	6,4±1,8
Класс *Crustaceae* – Ракообразные			
Отр. *Isopoda* – Равноногие			
Сем. *Oniscidae* – Мокрицы	10,3±2,1	11,7±3,5	19,8±3,4
Класс *Myriapoda* – Многоножки			
Подкласс *Chilopoda* – Губоногие			
Отр. *Geophilomorpha* – Геофилы	4,3±1,2	9,5±2,8	18,9±3,1
Отр. *Lithobiomorpha* – Костянки	14,7±2,6	17,2±3,9	19,8±3,4
Подкласс *Diplopoda* – Двупарноногие			
Отр. *Juliformia* – Кивсяки			
Сем. *Julidae* – Кивсяки настоящие	24,1±3,3	20,7±4,6	31,0±5,2
Класс *Olygochaeta* – Малощетинковые черви			
Отр. *Haplotaxida* – Хаплотоксиды			
Сем. *Lumbricidae* – Черви дождевые	25,9±3,7	39,4±5,3	64,7±7,5
Сем. *Enchytraeidae* – Энхитреиды	48,3±5,5	55,9±7,1	82,8±8,4
ИТОГО:	156,9±10,2	209,6±14,6	306,2±16,8

Примечание: *l* – личинки насекомых; p – куколки насекомых; i – имаго насекомых

В результате исследований было отмечено, что внесение сложного компоста оказывает влияние на состав почвенной мезофауны еще в течение 4–5 лет. Положительное влияние сложного компоста проявляется в улучшении основных физико-химических свойств почвы. Возможно, что именно увеличение содержания органического вещества в почве и изменение реакции среды способствовали повышению численности энхитреид и дождевых червей. Увеличение численности дождевых червей и энхитреид на участке со сложным компостом может быть связано с более стабильным поступлением органических веществ из различных отходов – полуперепревшего навоза КРС, растительных остатков кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы, остатков очистки зерна и кормления сельскохозяйственных животных, в результате чего создаются благоприятные условия для их развития (Белюченко, 2012; Никифоренко, 2013). Полученные данные представляют интерес ввиду того, что почвенные животные являются переработчиками органического вещества, способствуют накоплению в почве гумуса и участвуют в перемешивании различных компонентов субстрата.

Использование сложного компоста способствует улучшению влагоемкости почвы, повышению обменного кальция, что благоприятно влияет на представителей семейства кивсяки настоящие (*Julidae*). При смешивании органических отходов и фосфогипса получается комплекс, обеспечивающий прочность образуемых агрегатов и насыщающий почву такими важными элементами, как S, Si, Ca, и рядом микроэлементов. Кроме того, в силу своих высоких коагулятивных свойств фосфогипс повышает устойчивость органоминеральных ком-

плексов и питательных веществ к выщелачиванию из почвы, что имеет важное значение для питания и размножения представителей почвенной мезофауны.

Таблица 6 – Состав почвенной мезофауны (экз/м^2) на посевах сахарной свеклы по предшественнику озимая пшеница, 2012 год

Состав почвенной мезофауны	Варианты опыта		
	Контроль (NP)	Навоз КРС+NP	Сложный компост+ NP
Класс *Insecta* – Насекомые			
Отр. *Diplura* – Двухвостки			
Сем. *Japygidae* – Клещехвостки *i*	-	-	7,3±1,5
Отр. *Coleoptera* – Жесткокрылые			
Сем. *Carabidae* – Жужелицы *i*	3,1±0,8	6,4±1,4	8,2±1,7
Сем. *Carabidae* – Жужелицы *l*	24,8±4,0	18,7±3,1	16,2±2,6
Сем. *Elateridae* – Щелкуны *l*	28,6±4,7	25,8±3,9	19,3±3,4
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *i*	2,3±0,6	3,6±0,8	6,8±1,1
Сем. *Scarabaeidae* – Пластинчатоусые *l*	12,3±2,9	10,5±1,6	11,4±2,0
Сем. *Staphylinidae* – Коротконадкрылые *i*	11,4±2,5	12,9±1,8	26,9±3,8
Сем. *Tenebrionidae* – Чернотелки *l*	-	10,5±1,6	19,3±3,0
Сем. *Curculionidae* – Долгоносики *i*	-	4,5±1,0	3,6±0,9
Отр. *Diptera* – Двукрылые *p*	3,1±0,8	3,6±0,8	6,8±1,1
Отр. *Diptera* – Двукрылые *l*	6,7±1,3	7,4±1,5	10,4±1,8
Класс *Myriapoda* – Многоножки			
Подкласс *Diplopoda* – Двупарноногие			
Отр. *Juliformia* – Кивсяки			
Сем. *Julidae* – Кивсяки настоящие	9,5±2,8	10,5±1,6	21,4±3,8
Класс *Olygochaeta* – Малощетинковые черви			
Отр. *Haplotaxida* – Хаплотоксиды			
Сем. *Lumbricidae* – Черви дождевые	24,6±3,8	44,7±4,8	61,3±7,1
Сем. *Enchytraeidae* – Энхитреиды	39,1±4,8	54,6±5,5	70,4±7,5
ИТОГО:	165,5±10,2	213,4±13,2	289,3±16,7

В заключении хотелось бы отметить, что использование сложного компоста на черноземе обыкновенном способствует улучшению его биологических, физических и агрохимических свойств, что в свою очередь приводит к формированию благоприятных почвенных свойств как среды обитания для почвенной фауны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.
2. Белюченко И.С., Гукалов В.Н. Проблемы развития агроландшафтных систем в богарной зоне Краснодарского края / И.С. Белюченко, // Экологические проблемы Кубани. – 2003. – № 21. – С. 7-281.
3. Белюченко И.С. Зонирование территории Краснодарского края и особенности функционирования природных и техногенных систем // Экологические проблемы Кубани. – 2003. – № 20. – с. 4-19.
4. Белюченко И.С., Щербина В.Г. Влияние рекреационных нагрузок на содержание почвенного гумуса // Труды КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – № 10. – С. 93-96.
5. Белюченко И.С. Использование отходов быта и производства для создания сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Труды КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – Т.1. – № 38. – С. 68-72.
6. Белюченко И.С., Никифоренко Ю.Ю. Влияние сложных компостов на свойства почвы и формирование почвенной биоты // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 4. – С. 3-50.

7. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 419 с.
8. Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1965. – 278 с.
9. Никифоренко Ю.Ю. Состав почвенной мезофауны в черноземе обыкновенном при внесении сложного компоста // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 30-39.
10. Петух Ю.Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в зерновом севообороте // I Всероссийская научная Конференция «Проблемы рекультивации отходов быта промышленных и сельскохозяйственных производств». Краснодар, 2009. – С. 194-198.
11. Петух Ю.Ю., Гукалов В.В. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в посевах озимой пшеницы // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 66-69.
12. Петух Ю.Ю. Комплексное использование отходов промышленности и сельского хозяйства для улучшения свойств почвы // Вестник ОГУ. – 2011. – № 12. – С. 417-418.
13. Петух Ю.Ю. Почвенная биота чернозема обыкновенного при использовании органоминерального компоста // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 21-26.

УДК 504.53.062.4

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОСТА НА ОСНОВЕ РЕЧНОГО ИЛА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Мамась Наталья Николаевна, кандидат биологических наук, доцент, *ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар*

При очистке донных отложений степных рек края можно использовать их иловые массы в виде ценного компонента сложного компоста для выращивания сельскохозяйственных культур. Увеличение урожайности растений при внесении сложного компоста с использованием иловых отложений степных рек подтверждается полевыми экспериментами.

Ключевые слова: речной ил, заиление рек, очистка рек, кукуруза, редис, горох.

APPLICATION OF COMPOST BASED ON RIVER SILT TO GROW CROPS

Mamas N.N.

To improve the ecological situation in the steppe rivers of Krasnodar region , where sedimentation and reduced water table make the river slowly flowing swamp and at the same time solves the problem of the use of the accumulated sludge mass . The use of compost will reduce fertilizer on fields in agricultural landscapes The experience is to increase crop yields when making complicated compost. Range of crops is increasing every year and the result confirmed the positive effect of compost .

Keywords: river mud , river siltation , cleaning rivers , growing radishes , corn

Реки Приазовья являются типичными маловодными степными водотоками. Образование речных пойм у степных рек Краснодарского края связано с развитием в русле аккумулятивных скоплений наносов, представляющих собой форму их перемещения, а также зависит от местных природных условий. Степная зона характеризуется спокойным рельефом, однообразие которого нарушается долинами степных рек (Челбас и его притоков Средняя Челбаска и Сухая Челбаска, а также рек Мигута, Албаши, Правый Бейсужек, Кирпили, Протока и Ея), текущих в северо-западном направлении, а также многочисленной сетью балок, расчленяющих территорию на ряд плоских водоразделов.

В степной зоне края орошением охвачена площадь в десятки тысяч гектаров. Здесь создаётся и искусственно поддерживается водный режим, необходимый для получения максимального выхода сельскохозяйственной продукции, несвойственный естественным услови-

ям. Поймы рек степной зоны Краснодарского края часто распахиваются, и водоохранная зона нарушается. Среднее количество продуктов водной эрозии на водосборе рек района составляет 640 тысяч м^3. В реках откладывается около 10 % твердого стока, поступающего с водосборов.

Исследования пойменных участков рек степной зоны Краснодарского края проводятся с 1997 года кафедрой общей биологии и экологии Кубанского ГАУ и включают в себя описание береговой зоны, выделение естественных и изменённых в результате антропогенной деятельности участков формирования русла и пойм.

Захламленность дна и сильное заиливание русла – главные враги водоемов. Мусор и иловые отложения негативно влияют на качество воды, состояние его обитателей, гидротехнические свойства водного объекта. Процессы разложения сильно снижают количество кислорода в воде, способствуют распространению одноклеточных водорослей, которые ускоряют цветение и замутнение воды. Низкий показатель прозрачности не позволяет ультрафиолету проходить сквозь толщу водного слоя. Все это еще сильнее усугубляет состояние водоема. Итог – его дальнейшее полное заболачивание.

Другая немаловажная проблема Краснодарского края на сегодняшний день – проблема обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО). Ежегодно в крае их образуется и размещается на полигонах (свалках) около 2 миллионов тонн, но кроме ТБО образуется и не используется около 400 000 тысяч тонн пищевых отходов. Утилизация пищевых отходов – одна из самых актуальных проблем современного мира. Сам по себе биологический мусор не приносит большого ущерба природе, становясь питательной средой для множества микроорганизмов. Однако в большом количестве представляет серьезный рассадник инфекций, который может стать причиной эпидемий. Сегодня переработать отходы производства и потребления продуктов питания можно как традиционными, так и новаторскими методами. Утилизация пищевых отходов, в частности, требуется для тех организаций, которые работают в ресторанной и развлекательной сферах, поскольку далеко не всегда система городской канализации справляется с большими объемами пищевых отходов крупных ресторанов, развлекательных комплексов.

В связи с тем, что данные проблемы актуальны, предлагаем компостирование бытового мусора и речного ила. При этом решаются две задачи: во-первых, избавление от отходов, создающих угрозу загрязнения окружающей среды, во-вторых, очищение рек – это проблема, которая может возникнуть в будущем при оздоровлении ландшафта (Антоненко и др., 2015; Белюченко, 2015).

Предотвратить негативные последствия можно путем очистки водоема от ила. Если поднимать проблему очистки рек от иловых масс, то станет вопрос накопления органики, которую мы предлагаем применять на полях для выращивания сельскохозяйственных культур.

Вначале было проведено биотестирование водной вытяжки из иловых масс и определено воздействие (возможно, токсическое) на проростки озимой пшеницы. Для примера мы выбрали одну из степных рек Краснодарского края и отобрали ил реки Челбас. Изучаемый нами участок реки Челбас находился между поселком Образцовым и хутором Бальчанским. Ил реки Челбас может содержать в себе и вредные для растений вещества, например, перегнойную кислоту или растворимую соль закиси железа; но если подвергнуть его продолжительному влиянию атмосферного воздуха при достаточной влажности и теплоте, то последует разложение этих веществ и получится рыхлая землистая масса, сравнительно богатая азотом и минеральными веществами. Ил образуется в стоячей или медленно текущей воде при свободном доступе воздуха и света и при участии богатой органической жизни. В стандартных биоэкологических исследованиях с помощью растений может быть исследована степень загрязнения иловых отложений.

Навеску ила (20 г) за сутки перед закладкой семян равномерно распределили по дну чашки Петри, закрыли бумажным фильтром, залили 100 мл воды. Образовавшуюся вытяжку слили в стакан и протестировали на загрязненность. Семена пшеницы на 10–20 минут помес-

тили в 1%-й раствор перманганата калия для обеззараживания, отмыли водой и разложили в 12 чашек Петри на фильтровальную бумагу. В чашку Петри ввели по 10 мл вытяжки, в контрольный вариант – простую воду.

Чашки Петри с семенами оставили на четверо суток. По окончании четырех дней для каждой из повторностей опыта измерили с помощью линейки длину главного корня у проростков в каждой из чашек Петри, а также оценили всхожесть семян. Попарно сравнивали выборочные средние каждого варианта с контролем и определяли различия между ними. Результаты биотестирования представлены в таблице 1. В результате сравнения каждого варианта опыта с контролем выяснилось, что достоверность различий между ними отсутствует. Показатели, полученные в опытных вариантах, не отличаются от контрольного, что позволяет сделать вывод о нетоксичности среды.

После проведённого биотеста в полевых условиях был применён сложный компост на основе речного ила для выращивания сельскохозяйственных культур. Необходимо отметить, что применение илов и сапропеля в качестве удобрения улучшает механическую структуру почв, влагопоглотительную и влагоудерживающую способность и аэрацию, дает увеличение в почве гумуса, активирует почвенные процессы. Сапропелевое удобрение и ил способствуют мобилизации почвенного состава, приводят к самоочищению от болезнетворных растений, грибков и вредных микроорганизмов. Минеральная часть сапропелей содержит большое количество микроэлементов, таких как Co, Mn, Cu, B, Br, Mo, V, Cr, Be, Ni, Ag, Sn, Pb, As, Ba, Sr, Ti, богаты витаминами группы B (B_1, B_{12}, B_3, B_6), E, C, D, P, коротиноидами, многими ферментами, например, каталазами, пероксидазами, редуктазами, протеазами. Действие органического вещества продолжается в среднем 5 лет.

Таблица 1 Биотест с речным илом

Вариант	Всхожесть, %			Длина главного корня, см		
	Повторность			Повторность		
	1	2	3	1	2	3
1	90	80	90	4,8	6,91	3,4
2	80	90	90	5,48	5,30	5,20
3	90	80	90	5,47	4,92	4,44
Контроль	90	100	100	1,91	4,39	3,57
Среднее	87,5±2	87,5±4,7	92,5±2,	4,42±0,8	5,38±0,54	4,15±0,42
Стандартное отклонение	5	9,57	5	1,70	1,08	0,83
Дисперсия выборки	25	91, 7	25	2,89	1,17	0,69

Забор ила производился перед осенней вспашкой, вывозился на поля и соединялся с другими компонентами компоста. В зимний период происходило частичное обезвоживание компоста, и в период весенней вспашки поле готово для посева сельскохозяйственных культур.

Научная новизна заключается в увеличении урожайности культур при внесении сложного компоста. Спектр культур с каждым годом возрастает, и результат положительного действия подтверждается.

Варианты полевого опыта при выращивании различных культур:

1) контроль;
2) компост – 200 г/м^2;
3) компост – 400 г/м^2;
4) компост – 600 г/м^2;
5) минеральные удобрения (нитроаммофоска**).**

В разных районах края с применением разных речных илов мы получали на делянках примерно одинаковые положительные результаты. Территория, на которой проводилось выращивание редиса, располагалась на приусадебном участке в станице Ярославской Мостовского района. Для посева мы выбрали сорт редиса «Кармен», который является раннеспелым сортом: период от полных всходов до технической спелости составляет 20–24 дня. Корне-

плоды ярко-красные, гладкие, округлой формы. Редис сеялся в два ряда по восемь семян в каждом ряду на глубину 2–3 сантиметра. Расстояние между семенами 10–12 см, между рядами – 30 см. После длительного ухода мы получили первые результаты (рис. 1).

Максимум массы листа – 7,6 г наблюдался на участке с внесением компоста 600 г/м^2, минимум – 5,2 г на контрольном участке, где компост не вносился. Показатели массы листьев на участке, где вносилось удобрение «Энерген», немного меньше, чем на участке с внесением 600 г/м^2 компоста, несмотря на то, что это удобрение предназначено для улучшения роста растений.

Далее был проведен замер диаметра корнеплода. Максимальное значение диаметра корнеплода составляет 3,6 см и отмечается на участке с внесением 600 г/м^2 компоста, минимальное – 1,7 см на контрольном участке.

Минимальное значение массы корнеплода 10,4 г наблюдается на контрольном участке, максимальное 13,8 г – на участке с внесением 600 г/м^2 компоста. Минимум зелёной массы равен 166 г и наблюдается на первом контрольном участке, куда компост не вносился, а максимум массы – на четвертом участке с внесением 600 г/м^2 компоста и равен 221 г, что хорошо демонстрирует рисунок 2.

Таким образом (рис. 1, 2), на участках с внесением 600 г/м^2 компоста показатели для редиса намного лучше, чем на контрольном участке, где компост не вносился.

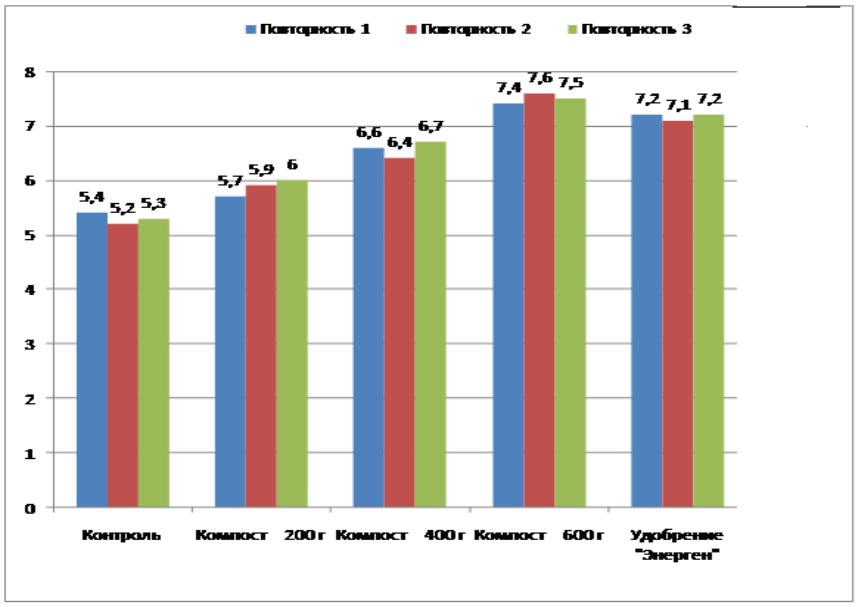


Рисунок 1 – Масса листа (г)

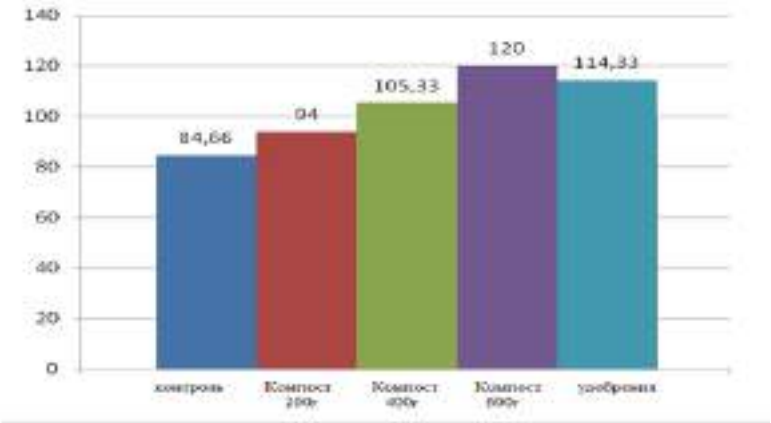


Рисунок 2 – Зеленая масса листьев, г

Использование пищевых отходов в качестве дополнительного компонента к компосту позволяет уменьшить расходы за счет сокращения площади хранения отходов, сократить расходы на вывоз пищевых отходов и получить более высокую продуктивность овощных культур.

Для компоста, примененного при выращивании кукурузы на зерно, использовались также, кроме ила, солома, древесные опилки, фосфогипс, минеральные удобрения (нитроаммофоска).

На опытном участке с применением компоста кукуруза показала наилучшие данные по продуктивности, её зеленая масса может быть использована на корм скоту. Повышение ее урожайности зависит от качества почвы, которая улучшается за счет компоста. Наблюдение показало, что на участках с компостом прорастание кукурузы и ее дальнейший рост происходили значительно быстрее, чем в других вариантах: период ее созревания длился 60 дней до выброса метелки. Для определения продуктивности с каждого опытного участка брались растения на анализ: измерялась высота, стебель, корень, отделялись листья.

Самая высокая кукуруза на участке, где применяли 400 г/м^2 компоста (2,60 м). Здесь же отмечено также максимальная масса листьев – 256 г и стебля – 828 г, но средний объем корневой системы – 65 см^3. Самое низкое растение в контроле – 1,35 м. Самый большой объем корневой системы на участках с минеральными удобрениями и компостом, он составляет 130 см^3. Результат полевого опыта с кукурузой приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Результат полевого опыта с кукурузой

№ участка	Высота, м	Масса листьев, г	Количество листьев, шт	Масса стебля, г	Объем корня, см^3
Контроль	2,13	206	14	584	105
Компост – 200 г/м^2;	2,28	214	13	610	60
Компост – 400 г/м^2;	1,32	116	14	662	70
Компост – 600 г/м^2 ;	2,38	208	14	680	100
Минеральные удобрения (нитроаммофоска)	2,17	170	13	504	75

Таким образом, применение компоста с речным илом дает продуктивность аналогично показателям применения органических или минеральных удобрений.

Компост из речного ила был использован для выращивания кабачков. Для этого использовался ил реки Кочеты Динского района. Опытные образцы растений отличались по количеству листьев, количеству соцветий и размеру листа. Количество листьев в варианте с внесением компоста составило 10 шт, без компоста – всего 5 шт. Если сравнивать количество завязей всех повторностей, то в варианте с внесением 200 г/м^2 компоста было 8 завязей, а у растений, выращиваемых с 400 и 600 г/м^2 компоста, количество завязей увеличилось до 12 и 18 шт. соответственно. Созревание плодов у растений в вариантах с внесением компоста происходило раньше на 3–5 дней.

Летом 2014 г. проводили опыт с выращиванием гороха с применением компоста. Опыт длился 55 дней и дал следующие результаты: максимальная всхожесть наблюдается на участке с внесением 400 г/м^2 компоста и составляет 36,2 %, а минимальное значение наблюдается на участке с 600 г/м^2 компоста и составляет 19 %. Максимальная длина растений гороха наблюдается на участке с внесёнными минеральными удобрениями и составляет 56 см, а минимальная высота наблюдается на участке с внесением 200 г/м^2 компоста и составляет 43,3 см. Максимальное количество бобов наблюдается на участке с 400 г/м^2 компоста и составляет 51,7 шт., а минимальное количество – на участке с минеральными удобрениями и составляет 35,7 шт. Наибольшая зеленая масса наблюдается на участке с 200 г/м^2 компоста и составляет 300 г., а минимальное значение – на участке, где вносилось 600 г/м^2 компоста, она составляет 166,7 г (табл. 3)

Таблица 3 – Зеленая масса на опытных участках с горохом 2014 г.

Номер участка	Зеленая масса, г			
	Повторности			Среднее значение
	1	2	3	
1	400	200	190	263,3
2	250	250	400	300,0
3	220	190	200	203,3
4	200	100	200	166,7
5	200	120	200	173,3
6	210	400	210	273,3
Стандартное Отклонение				56,3
Дисперсия выборки				3164,4

Таким образом, компост с использованием речного ила является хорошим органическим удобрением, положительно влияющим на всхожесть семян, количество бобов и в целом на зелёную массу гороха.

Используя иловые массы, можно улучшить экологическую ситуацию рек и повысить урожайность выращиваемых сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.

2. Белюченко И.С. Оценка состояния речных систем степной зоны края и предложения по улучшению их экологической ситуации / И.С. Белюченко, Н.Н. Мамась // Экол. пробл. Кубани.– 2005. – № 30. – С. 199-207.

3. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 419 с.

4. Высоцкая И.Ф., Мамась Н.Н. Современное состояние малых рек Азово-Кубанской низменности/ И.Ф.Высоцкая, Н.Н.Мамась// Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции «Экология и Жизнь». – Пенза, 2005. – С. 182–184.

5. Мамась Н.Н., Парахуда Н.А.Улучшение плодородия почв в поймах рек степной зоны Краснодарского края/ Н.Н. Мамась, Н.А. Парахуда //Экол. Вестник Севе. Кавказа. – Краснодар. – 2012. – Т. 8. – № 4. – С. 60-67

6. Мамась Н.Н. Проблемы степных рек Кубани и перспективы применения речного ила для улучшения плодородия почвы/ Н.Н. Мамась //III международная Научная экологическая конференция «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» Краснодар, 2013. – С. 475–479.

7. Мамась Н.Н. Особенности формирования пойм степных рек краснодарского края/ Н.Н Мамась //.Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 2. – С. 72-83

8. Мамась Н.Н. К анализу геоморфологических условий формирования степных рек Краснодарского края / Н.Н. Мамась // Экол. Вестник Сев. Кавказа. - Краснодар, 2009. – Т. 5. – № 4. – 59–62 с.

9. Ткаченко Л.Н. Применение ила рек степной зоны Краснодарского края// Л.Н. Ткаченко Н.Н. Мамась // Сборник научных статей «Санкт-Петербургского института проектного менеджмента», Санкт-Петербург, 2013. – С. 241–244.

УДК 631.963.2:628.4.038(470.620)

ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОТВАЛАХ ОТХОДОВ БЕЛОРЕЧЕНСКОГО КОМБИНАТА «ЕВРОХИМ–БМУ»

Сергеева Анна Станиславовна, *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар, bioeco@inbox.ru*

Корунчикова Валентина Васильевна, *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар, bioeco@inbox.ru*

Проведена качественная и количественная оценка естественного зарастания различных мест хранения основного отхода Белореченского химкомбината фосфогипса, складированного на его территории. Исследования показали, что видовой состав, соотношение жизненных форм, проективное покрытие, жизненность растений зависят от субстрата, продолжительности хранения фосфогипса и различных экологических условий. Наличие даже небольшого количества почвы ускоряет самозарастание и способствует повышению его разнообразия и продуктивности, что говорит о возможности успешной рекультивации почвогрунтов с наличием большого количества фосфогипса.

Ключевые слова: фосфогипс, Белореченский химкомбинат, хранение отходов, самозарастание, рекультивация отвалов**.**

FORMATION OF VEGETATION COVER ON DUMPS OF WASTES OF BELORECHENSKAYA COMBINE "EUROCHEM–BMU"

Sergeeva A.S., Korunchikova V.V.

Qualitative and quantitative assessment of natural overgrowing of various storage locations of main waste of Belorechensky chemical plant – phosphogypsum, stockpiled on its territory, was carried. Studies showed that the species composition, the ratio of life forms, projective cover, the vitality of the plants depend on the substrate, duration of storage of phosphogypsum and different environmental conditions. Availability even a small amount of soil accelerates self–overgrowing and promotes to increase its diversity and productivity, that suggests the possibility a successful remediation of soils with the presence of large amounts of phosphogypsum.

Keywords: phosphogypsum, Belorechensky chemical plant, waste storage, self–overgrowing, reclamation of dumps.

Белореченский химкомбинат по производству минеральных удобрений расположен в юго-восточной части Краснодарского края. Отходы этого предприятия размещены на его территории. Основной отход – фосфогипс, поступает в шламонакопители карт хранения в жидком состоянии, отстаивается, освобождаясь от жидкости, подсыхает и отсыпается в отвалы. Фосфогипс в отвалах уплотняется с помощью техники, сохраняя свойство сыпучести, а на его поверхности образуется тонкая твердая корочка, которая может легко разрушаться под воздействием дождя или сильного ветра. Сухой фосфогипс в отвалах – эрозионно-опасный материал с размером частиц около 0,2 мм, рыхлый даже после уплотнения. Отвалы фосфогипса влияют на уровень загрязнения окружающей среды пылью – 0,31–0,34 мг/м^2, почвы – фтористыми соединениями (4,21–4,8 мг/кг), подземных вод – фтором (3,1–4,3 мг/кг). Пыль фосфогипса рассеивается и загрязняет территорию в радиусе 18–20 км (Гукалов, 2011; Антоненко и др., 2015; Белюченко, 2015,).

Отходы в отвалах занимают значительные площади и имеют огромную поверхность. Несомненно, что эти материалы должны быть надлежащим образом утилизированы. С целью уменьшения количества отходов сотрудниками кафедры общей биологии и экологии КубГАУ ведутся исследования по использованию фосфогипса в составе органоминеральных компостов. В связи с этим возникает вопрос о пригодности фосфогипса в качестве субстрата для растений, возможности их развития при наличии в грунте различных, в том числе значительных, количеств фосфогипса. Полученные данные могут найти практическое применение и при проведении рекультивации, так как в этом случае предварительно учитывают возможность естественного заселения технического грунта растениями и подбирают устойчивые виды.

Изучение растительности, спонтанно формирующейся на картах хранения Белореченского химзавода, проводилось нами детально–маршрутным методом. Были обследованы шламонакопители, отвалы твердого сухого отхода и подпорные дамбы.

Всего на отвалах фосфогипса зарегистрировано 37 видов, из них 34 – травянистые и 4 – древесные растения. Наиболее часто встречаются, занимая большие площади, вейник наземный, мать–и–мачеха, ежовник куриное просо, тростник южный, мелколепестник однолетний.

Растения заселяют поверхность фосфогипса повсеместно: в шламонакопителях после отстаивания от жидкой фазы и на отвалах. Самозарастание осуществляется преимущественно травянистыми видами, общее проективное покрытие в местах образования растительного покрова составляет от 10 до 60%. Интенсивнее обрастают менее подверженные внешним воздействиям (проходы техники, подсыпка и уплотнение фосфогипса, ветер) нижние и средние части склонов, подножия. Активно заселяются вогнутые участки поверхности и трещины, защищенные от ветра, удобные для закрепления семян и проростков.

На примере тростника было отмечено, что размножение растений осуществляется семенами при их переносе воздушным путем, возможно, и с техникой. У молодых растений формируется до 30 надземных и подземных побегов при максимальной длине надземной части 76, подземной – 90 см. У зрелых особей надземные столоны могут достигать в длину 13 м с формированием отходящих от них ортотропных побегов.

Поскольку фосфогипс в хранилище находится в разных физических состояниях в зависимости от возраста (подсыхающий слегка увлажненный, практически сухой), складываются неодинаковые условия, обуславливая заселение разными видами. На слегка увлажненном фосфогипсе активно разрастаются мать-и-мачеха, вейник, мелколепестник, на поверхности сухого отхода – ежовник. Тростник поселяется при различном содержании влаги в субстрате.

Виды растений, занимающие отвалы, оказавшись в более благоприятных условиях – на достаточно мощном слое фосфогипса поверх обычной почвы, формируют плотные куртины из крупных особей.

Отмечена группа растений, обычных для луговых и степных фитоценозов, а на отвалах распространенных единичными экземплярами: латук компасный, козлобородник злаколистный, люцерна хмелевидная, девясил британский, клевер гибридный, лядвенец рогатый.

Из древесных растений на отвалах фосфогипса встречаются тополя белый и гибридный – типичные представители пойменных лесов равнинной и горной части края, ива козья, вяз.

Тополь белый может поселяться непосредственно на фосфогипсе. Однако в экстремальных условиях технического грунта растения имеют небольшие размеры, около 1 м, часть деревьев погибает. Наиболее благоприятные условия для древесных растений, при которых количество сухостоя минимальное, складываются на северных склонах.

Тополь гибридный отмечен в шламонакопителях, заполненных небольшим количеством сухого или слегка увлажненного фосфогипса слоем 1–1,5 м поверх почвы. Заселение тополем гибридным осуществляется с высокой плотностью насаждений, формированием хорошо развитых экземпляров (на момент обследования самые крупные особи имели высоту 2 м и более), характеризующихся быстрым ростом.

Подпорные дамбы – подстилающие сооружения резервуаров–накопителей – снаружи обвалованы песчаной смесью и глиной. Субстрат подборных дамб более пригоден для жизни растений, постоянно оседающая на поверхности дамб пыль фосфогипса не является препятствием для формирования сообществ растений. Обследование разновозрастных участков дамб показывает, что на первых этапах формируются травянистые группировки с преобладанием стержнекорневых многолетников, в составе которых со временем появляется самосев и подрост древесных растений. Травянистые сообщества часто представлены чистыми ассоциациями клевера гибридного или сообществом с преобладанием клевера гибридного и люцерны хмелевидной при значительном участии лядвенца рогатого, рассеянно и единично встречающихся растений мелколепестника однолетнего, пырея ползучего, чины клубневой, донника лекарственного, мать-и-мачехи.

В дальнейшем доминирующая роль переходит к корневищным травам в сопровождении подроста деревьев и кустарников. В качестве доминанта травянистых сообществ выступает вейник наземный, к которому могут присоединяться другие виды: коровяк, хондрилла ситниковая, ситник, на защебненных местах – с высокой долей амброзии или синяка обыкновенного. В зависимости от состояния грунта (наличие щебня) и видовых особенностей ОПП составляет от 60 до 100%, высота травостоя до 1(1,2) м.

Со временем молодые деревья тополя белого и гибридного, ивы козьей формируют куртины с сомкнутым пологом. На открытых, не затененных деревьями местах образуется травянистый покров с высоким проективным покрытием, преобладанием вейника и участием девясила высокого.

На участках с повышенной влажностью – в понижениях, вблизи обводных каналов и рвов доминирование переходит к тростнику южному. Углубления дренажных рвов заполня-

ют растения девясила высокого, дербенника иволистного, подмаренника членистого, козлятника лекарственного. На обочинах проходящих по дамбам грунтовых дорог распространены рудеральные виды: ежовник куриное просо – наиболее часто встречающийся, горец птичий, мышиный горошек, щетинник зеленый, мать–и–мачеха, мелколепестник однолетний, одуванчик лекарственный.

Спустя длительное время формируются сообщества лесного типа, представленные в древесном ярусе тополем гибридным в сопровождении вяза. В подлеске произрастают единичные, не формирующие ярус растения свидины южной, терна, единичный подрост вяза, дуба, многочисленный подрост свидины. Вследствие недостатка элементов питания деревья и кустарники имеют небольшие размеры и разреженные кроны. Из внеярусной растительности встречаются ломонос виноградолистный и ежевика сизая. Травяно-кустарничковый ярус составляет 25% напочвенного покрова (остальное – опад, лианы, камни), в затененных местах преобладает фиалка, в достаточно освещенных – злаки, единично и рассеянно распространены вязель пестрый, зверобой продырявленный, вика, чина клубневая, девясил иволистный.

Заключение. Процесс самозарастания изучен на участках, различающихся характером субстрата (фосфогипс и грунт подпорных дамб), экологическими условиями (степень увлажнения субстрата, защебненность грунта на поверхности дамб). В зависимости от конкретных условий формируются разнообразные по видовому составу и структуре группировки и фитоценозы. На фосфогипсе формируются в основном одновидовые куртины, в целом растительный покров состоит из небольшого количества видов, проективное покрытие в местах его формирования до 60%. В условиях подпорных дамб при отсутствии нарушений происходит образование достаточно устойчивых фитоценозов лугового, лугово-лесного и лесного типа.

Изучение растительного покрова на фосфогипсе, складированном поверх почвы, указывает, что наличие плодородного грунта ускоряет формирование сообществ, способствует повышению видового разнообразия с увеличением продуктивности. Поэтому рекультивационные мероприятия (покрытие слоем почвы, грунта) могут ускорять процесс образования сообществ с усложнением их структуры, повышением видового разнообразия и продуктивности, о чем свидетельствует изучение растительного покрова подпорных дамб.

ЛИТЕРАТУРА

Антоненко Д.А., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Корунчикова В.В., Мельник О.А., Никифоренко Ю.Ю., Ткаченко Л.Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.

Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 419 с.

Гукалов В.Н. К вопросу об изучении влияния фосфогипса на развитие кукурузы и ее урожайность// Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011.– Т. 7. № 4. – С.4–7.

Корунчикова В.В., Сергеева А.С., Славгородская., М.А. Особенности растительного покрова на дамбах отвалов фосфогипса Белореченского завода «ЕвроХим-БМУ» // Матер. II Врерос. науч. конфер. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» – Краснодар, 18–19 марта 2010. – С. 200–202.

Сергеева А.С., Корунчикова В.В. Самозарастание отвалов фосфогипса Белореченского химзавода // Матер. III Междунар. науч. экол. конфер. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» – Краснодар, 20–21 марта 2013. – С. 255–257.

Сергеева А.С., Мамась Н.Н., Корунчикова В.В., Перебора Е.А., Славгородская Д.А., Славгородская М.А.. Формирование растительного покрова на отвалах фосфогипса Белореченского завода «ЕвроХим–БМУ»// Тр. I Всерос. науч. конфер. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» – Краснодар: КубГАУ, 2009. – С. 157–159.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Белюченко И.С., Антоненко Д.А., Мельник О.А. ***Особенности коллоидов в отходах различного происхождения (вместо предисловия)*** 3

Пленарные доклады

Шоба С.А., Смагин А.В., Садовникова Н.Б. ***Методологические аспекты почвенного конструирования.*** ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва 7

Алексеенко В.А. ***Некоторые геохимические аспекты использования отходов в качестве сельскохозяйственных удобрений для садов на юге Краснодарского края.*** Научно-исследовательский институт геохимии биосферы федерального государственного образовательного у "Южный федеральный университет"; ФГОУ ВПО «**Государственный морской университет** имени адмирала Ф.Ф. Ушакова», **Россия**, г. Новороссийск 18

Воропаева Н.Л., Мухин В.М., Карпачев В.В. ***Ежегодно возобновляемые растительные отходы сельскохозяйственных культур (солома) как источник получения новых функциональных углеродсодержащих (нано)материалов различного назначения***. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», **Россия**, г. Липецк, *ОАО «ЭНПО «Неорганика», **Россия**, г. Электросталь* 22

Мёрзлая Г.Е., Афанасьев Р.А., Веселов В.М**.** ***Агроэкологические аспекты применения удобрений на основе осадков сточных вод.*** ГНУ «Всероссийский НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», **Россия**, г. Москва; ЗАО «Твин Трейдинг Компани», **Россия**, г. Москва 27

Белобров В.П., Борисочкина Т.И., Куленкамп А.Ю., Юдин С.А., Торочков Е.Л., Ряшко ***А.И. Биогеохимические особенности растений отвала фосфогипса Балаковского филиала АО «Апатит».*** ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева ФАНО, **Россия**, Москва; ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», **Россия**, Москва; ОАО «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова», **Россия**, Москва 33

Титова В.И., Ветчинников А.А., Дабахова Е.В. ***Оценка возможности использования свекловичного жома в качестве удобрения при выращивании зерновых культур.*** ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Н. Новгород 37

Кириллов Н.А., Кирьянов Д.П. ***Переработка отходов органического происхождения в биогумус.*** ФГБОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Чебоксары 42

Белюченко И.С. ***Проблемы формирования сложных компостов и их использование в севооборотах агроландшафта.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 45

Минзанова С.Т., Милюков В.А., Миронова Л.Г., Миндубаев А.З., Белостоцкий Д.Е., Шушляев Р.В. ***Экологически безопасная технология переработки возобновляемого растительного сырья.*** ФГБУН «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук», **Россия, Республика Татарстан**, г. Казань 61

митренко В.Н., Щепотьев В.Н. ***Использование отходов пищевого производства для повышения плодородия деградированных агросерых почв.*** ГНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», **Россия**, Москва 68

Ивенин В.В., Михалев Е.В., Сюртуков В.О. ***Эффективность использования отходов сельскохозяйственного производства в качестве органического удобрения.*** ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, Нижний Новгород 71

Минакова О.А., Тамбовцева Л.В., Александрова Л.В. ***Влияние длительного применения различных доз навоза совместно с минеральными удобрениями на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность сахарной свеклы в условиях ЦЧР.*** ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская обл., пос. ВНИИСС 76

Мустафаев Б.А., Алтыбаева А.К. ***Влияние возрастающих доз биогумуса на урожайность пшеницы.*** Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, НПЦ «Биоконверсий», **Казахстан**, г. Павлодар 81

Гнидюк В.С. ***Применение органических удобрений, полученных методом биологической ферментации органических отходов птицефабрик и животноводческих комплексов, для рекультивации земель.*** Подольский государственный аграрно-технический университет, **Украина**, г. Каменец–Подольский 84

Торосян Г.О., Айриянц М.А., Давтян В.А., Алексанян Г.О., Оганисян И.К. ***Химическая обработка сточных вод с фосфорорганическими соединениями.*** Государственный инженерный университет Армении, **Республика Армения**, Ереван; Ереванский государственный медицинский университет имени Мхитара Гераци, **Республика Армения**, Ереван; Фонд восстановления, сохранения и развития озера Севан, **Республика Армения**, г. Ереван; Министерство юстиции РА, **Республика Армения**, Ереван 88

Окманис М., Лаздиня Д., Гусаревс И. ***Агрохимические особенности древесной золы деревообрабатывающих и энергетических предприятий Латвии.*** Латвийский государственный научно-исследовательский институт лесной науки «Силава», **Латвия**, г. Рига 92

Копытков В.В. ***Перспективы использования новых способов предпосевной обработки семян с использованием отходов химического и лесохозяйственного производства.*** ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», **Республика Беларусь**, г. Гомель 96

Астанакулов К.Д. ***Исследование технологии и технических средств для крестьянских хозяйств Узбекистана, обеспечивающих снижение отходов при уборке зерноколосовых культур.*** Узбекский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, **Республика Узбекистан**, п. Гулбахор 104

Медведский В.А., Мунаяр Х.Ф. ***Природные минеральные источники республики Ливан в кормлении птицы.*** УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины», **Республика Беларусь**, г. Витебск 108

Секция 1
Сельскохозяйственные отходы, включая пищевое и лесотехническое производство, и отходы потребления, их свойства и использование

Никитин С.Н. ***Влияние различных видов удобрений на содержание тяжёлых металлов в почве и в зерне озимой пшеницы.*** ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», **Россия**, г. Ульяновск 111

Лисняк А.А., Гарбуз А.Г., Вилчек Й., Михаэли Е., Торма С. ***Пути утилизации ТБО и ОСВ в комплексное органоминеральное удобрение***. Харьковский национальный университет им. В.Н Каразина, **Украина**, г. Харьков, Научно-исследовательский институт почвоведения и охраны почв, филиал Прешов, г. Прешов; Университет Прешов в Прешове**, Словацкая Республика** г. Прешов 114

Захаров Л.М. ***Глютен кукурузный как отход крахмального производства в рационах кормления высокопродуктивных коров.*** ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»**, Россия**, Рязань 119

Пономарева Ю.Н. ***Особенности технологии выращивания пивоваренного ячменя в ЗАО «Победа» Захаровского района Рязанской области.*** ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», **Россия**, г. Рязань 122

Кротова И.В., Кондратюк Т.А., Шишкина И.В., Шишкина А.Н. ***Возможности комплексного использования коры лиственницы сибирской.*** ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет им. Профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого», **Россия**, г. Красноярск 125

Артемьев А.А. ***Перспектива применения отходов птицеводства при возделывании зерновых культур и картофеля.*** ФГБНУ «Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», **Россия, Республика Мордовия**, г. Саранск 130

Массалимов И.А., Ильясова Р.Р. ***Влияние отходов синтеза наносеры из полисульфида кальция на изменение содержания глутаминовой кислоты и всхожесть кукурузы.*** ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», **Россия, Республика Башкортостан**, г. Уфа 134

Горбунов Б.И., Филимонов И.В., Михалёв Е.В., Горбунов В.Б., ***Создание региональных инновационных кластеров по утилизации сельскохозяйственных отходов (на примере Нижегородской области).*** ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Нижний Новгород 136

Сангаджиев М.М., Гордаева К.Н., Лаглаева Г.Э. ***Тенденция увеличения отходов производства и потребления: региональный аспект (на примере Республики Калмыкия).*** ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», **Россия**, г. Элиста 142

Коломинова М.В. ***Отходы лесосечных работ и пути их использования в условиях Республики Коми.*** ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», **Россия, Республика Коми**, г. Ухта 145

Спрыгин В.Г. ***Отходы переработки дальневосточных дикоросов – перспективный источник биологически активных полифенолов.*** ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН», **Россия**, г. Владивосток 150

Малахова Т.Н. ***Современные направления использования отходов в мясной промышленности России.*** ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», **Россия**, г. Саратов 155

Бородулина И.В. ***Отходы комбинатов – новое звено в производстве экологически чистых препаратов для ветеринарии.*** ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», Институт прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины, **Россия**, г. Красноярск 160

Колотырин К.П., Панфилов А.В. ***Современные технологические направления в сфере обезвреживания отходов потребления.*** ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», **Россия**, Саратов 162

Трошков А.М., Герасимов В.П., Сапожников В.И. ***Магнитная коррекция баланса особей каштановой минирующей моли Cameraria ohridella.*** ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Ставрополь 165

Дрозд И.Ф. ***Перспективы использования стеблей льна масличного в условиях Прикарпатья Украины.*** Дрогобычский государственный педагогический университет им. Ивана Франко, **Украина**, г. Дрогобыч 169

Реутова М.Н., Козлитина Т.С**.** ***Проблемы использования и обезвреживания отходов производства и потребления в условиях муниципального образования (на примере Ивнянского района Белгородской области).*** ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия**, Белгород 173

Ткаченко А.В., Аслоньянц А.М. ***Проблемы накопления гербицидов в сбросных водах рисовых чеков.*** МАОУ ВПО «Краснодарский муниципальный медицинский институт высшего сестринского образования», **Россия**, г. Краснодар 179

Камбарова Г.Б., Сарымсаков Ш., Королева Р.П. ***Исследование структуры исходного сырья и карбонизата (500^{o}C) из ореховой скорлупы методом окислительной деструкции.*** Институт химии и химической технологии НАН КР**, Кыргызская Республика**, г. Бишкек 181

Полонская Г.Н., Бункова М.А., Соколова Л.А., Леденева И.О. ***Агроэкологическое обоснование применения на сельскохозяйственных угодьях обезвоженных остатков пивного производства.*** ФГБОУ ВПО «Калужский филиал РГАУ-МСХА им.К.А.Тимирязева», **Россия**. г. Калуга 186

Бунчак А.М. ***Органические отходы кожевенного производства и их переработка методом биологической ферментации и кавитации в удобрения нового поколения.*** Подольский государственный аграрно–технический университет, **Украина**, г. Каменец–Подольский 192

Сиротина Е.А., Петровская О.А., Десятниченко А.А., Гага С.Г. ***Влияние жидкой фракции переработки органических отходов мясокомбината на продуктивность яровой пшеницы.*** ФГБУ «Станция агрохимической службы «Томская», ООО Научно-производственное предприятие «Джеос». **Россия**, г. Томск 196

Воробьева Т.Н., Ветер Ю.А. ***Использование отходов винного производства для повышения плодородия почвы и очистки от ксенобиотиков.*** ФГБНУ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства РАСХН, **Россия**, п. Виноградный, ООО АФ «Мирный» Темрюкского района 199

Архипченко И.А. ***Особенности использования отходов животноводства для получения микробных удобрений. Инновационные аспекты рынка.*** ППО ГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАСХН» Ленинградской территориальной организации профсоюза работников агропромышленного комплекса**, Россия**, Санкт-Петербург 203

Максимов П.Л., Макаров В.И., Кузнецов В.Ю. ***Оценка агрофизических и агрохимических свойств субстрата на основе льняной костры для защищенного грунта.*** ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Ижевск 209

Макаров В.И. ***Агроэкологическая эффективность использования зерновой барды в качестве органического удобрения на дерново-подзолистых почвах,*** ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, г. Ижевск 213

Шулаев Г.М., Бетин А.Н., Милушев Р.К. ***Отходы ферментного производства в комбикормах.*** ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, **Россия**, г. Тамбов 218

Мирзаев О.Ф., Усмонов И.И., Турсунов Х.О. ***Выращивание семян озимой пшеницы с высокими посевными качествами с применением минеральных и органических удобрений.*** Андижанский сельскохозяйственный институт, **Республика Узбекистан**, п. Куйганяр 220

Безлер Н.В., Сумская М.А., Бородкин О.И**.** ***Влияние чередования культур на динамику численности микроорганизмов, принимающих участие в разложении сложных полимерных соединений зерносвекловичного севооборота.*** ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская область, п. ВНИИСС 224

Михалев Е.В., Горбунов Б.И. ***Повышение биоэнергетического потенциала агроэкосистем за счет утилизации сельскохозяйственных отходов на основе промышленного грибоводства.*** ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, Нижний Новгород 229

Змеева О.Н., Проскурина Л.Д. ***Изучение влияния жидкой фракции переработки органических отходов мясокомбината на урожайность пшеницы.*** ГНУ «Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии», **Россия**, г. Томск 235

Смирнова О.Е. ***Использование отходов льнопереработки в строительной отрасли***. ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно–строительный университет (Сибстрин)», **Россия**, г. Новосибирск 238

Абылаева Б.А. ***Выделение и изучение некоторых физико–химических свойств пектиновых веществ из кожуры граната (Punica granatum).*** Институт медицинских проблем Южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики, **Кыргызская Республика**, г. Ош, 243

Белова Ю.Н. ***Отходы пищевого производства.*** ФГБНУ «Красноярский научно-исследовательский институт животноводства», **Россия**, г. Красноярск 246

Садртдинов А.Р., Галеев Т.Х. ***Исследование получения синтез-газа для каталитического синтеза метанола из отходов растительного происхождения***. ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань 248

Гурин А.Г., Резвякова С.В. ***Эффективность использования отходов спиртовой промышленности при выращивании саженцев яблони.*** ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Орел 250

Присяжнюк Н.П. ***Влияние биостимуляторов, произведенных из органических отходов животноводства методом вермикультивирования и кавитации, на продуктивность озимой пшеницы.*** Подольский государственный аграрно–технический университет, **Украина**, г. Каменец-Подольский 255

Гурин А.Г., Басов Ю.В., Гнеушева В.В. ***Агроэкологическая оценка использования отходов сахарного производства в качестве нетрадиционного удобрения на посевах яровой пшеницы.*** «Орловский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Орел 259

Оразымбетова Г.Ж. ***Исследование химического состава рисовой лузги по современным методам анализа.*** Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, Нукусс 262

Ахияров Б.Г., Юсупов А.Ш., Бикметов Р.Р. ***Влияние регуляторов роста на посевные качества семян моркови.*** ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», **Россия**, **Республика Башкортостан**, г. Уфа, КФХ «Агли», **Россия**, **Республика Башкортостан**, Чишминский район, д. Марусино 264

Ахияров Б.Г., Юсупов А.Ш., Исламов Ф.Р. ***Повышение всхожести семян столовой свеклы.*** ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», **Россия**, **Республика Башкортостан**, г. Уфа, КФХ «Агли», **Россия**, **Республика Башкортостан**, Чишминский район, д. Марусино 268

Артикова Х.Т., Юнусов Р.Ю., Салимова Х.Х. ***Климатические условия и растительность субтропической теплой и жаркой пустыни.*** Бухарский государственный университет, **Республика Узбекистан**, г. Бухара 273

Юнусов Р.Ю., Нарзиева С.К. ***Влияние орошения на экологическое засоление почв в дельте рек Зерафшан и Кашка-Дарьи в Узбекистане.*** Бухарский государственный университет, Бухарский государственный университет, **Республика Узбекистан**, г. Бухара

Yunusov R.Y., Narziev S.K. *Influence on ecological salinization of irrigated soils at the delta rivers Zeravshan and Kashkadarya in Uzbekistan* 275

Хайруллин И.Р., Хайруллина М.Р. ***Технологическая схема получения древесно-угольных брикетов из древесины лиственных пород.*** ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань 280

Тунцев Д.В., Хайруллина М.Р., Романчева И.С. Савельев А.С. ***Использование лигнина при получении современных материалов.*** ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань 285

Чухлебова Н.С. ***Солеустойчивость видов донника при прорастании семян в растворах хлористого натрия.*** ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Ставрополь 288

Просвирников Д.Б., Ахметшин И.Р., Гайнуллина Д.Ш., Просвирникова Т.Д. ***Использование отходов деревообработки в производстве порошковой целлюлозы.*** ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань 292

Кабулов Б.Б., Косой В.Д., Какимов А.К., Мустафаева А.К., Джилкишева А.Г. ***Использование костей сельскохозяйственных животных для производства пищевых добавок и продуктов питания.*** Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Государственный университет имени Шакарима города Семей», **Республика Казахстан**, г. Семей 295

Астанакулов К.Д., Каримов М.Р. ***Очистка семян сафлора от сорных примесей.*** Узбекский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, **Республика Узбекистан**, п. Гулбахор 300

Мязин Н.Г., Кожокина А.Н. ***Влияние дефеката на агрохимические свойства чернозема выщелоченного и урожайность сахарной свеклы.*** ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», **Россия**, г. Воронеж 302

Стекольникова Н.В. ***Использование вторичных ресурсов в агроэкосистемах.*** ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», **Россия**, г. Воронеж 307

Зуза В.А., Тютюнник Н.В., Погромская Я.А., Зуза С.Г., Качанова О.В., Ротач Ю.В. ***Перспективы использования монтмориллонитовых глин при выращивании подсолнечника в условиях Донецкого региона.*** Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» (ДОПП ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского»), **Украина**, г. Дзержинск, п. Новгородское 312

Власова Е.В., Иващенко Н.Г. ***Целесообразность применения отходов в качестве удобрений в рисоводстве с точки зрения экологической геохимии.*** НИИ геохимии биосферы Южного федерального университета, ФГОБУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет, **Россия**, Краснодар 318

Алехина Ю.В., Алехин А.В. ***Подсев многолетних бобовых трав в дернину и их устойчивость к корневым гнилям.*** УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», **Республика Беларусь**, г. Горки 322

Агзамходжаев А.А., Салиханова Д.С., Жумабаев Б.А., Аймирзаева Л.Г. ***Рафинация хлопковых масел с использованием гидроксида кальция.*** Институт общей и неорганической химии АН РУз, **Узбекистан**, г. Ташкент; Нукусский педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, г. Нукус 325

Корсунова Т.М., Татарникова В.Ю., Янькова Ю.Б., Семенова Т.Ф. ***Вермикомпосты из органических отходов как эколого–экономическая основа биоземледелия и декоративного цветоводства в Байкальском регионе (Республика Бурятия).*** ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», **Россия, Республика Бурятия,** г.Улан-Удэ 327

Безлер Н.В., Черепухина И.В. ***Возможности использования соломы зерновых культур в качестве органического удобрения и продуктивность культур зернопаропропашного севооборота.*** ФГБОУ ВПО «Воронежский госуниверситет», Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова, **Россия**, Воронежская область, п. ВНИИСС 331
Окорков В.В. ***Комплексные приемы повышения плодородия кислых почв.*** ФГБНУ «Владимирский НИИСХ», **Россия**, Владимирская обл., пос. Новый 336
Алиев И.Н., Хамарова З.Х., Карданова Д.М. ***Использование дикоплодовых пород в рекультивации нарушенных земель Кабардино-Балкарии.*** ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», **Россия, Кабардино-Балкарская Республика**, г. Нальчик 346
Ермохин Ю.И., Шилова К.М., Шилова Н.И. ***Промышленные отходы в виде спиртовой барды и перспективы ее использования в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения.*** ФГБОУ ВПО Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. **Россия**, г. Омск, Костанайский Государственный университет имени А. Байтурсынова, **Казахстан**, г. Костана 351
Вахнина Т.Н. ***Использование отходов окорки для производства древесно-стружечных плит.*** ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома 355
Вахнина Т.Н. ***Использование мягких отходов переработки древесины для производства древесно-стружечных плит.*** ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома 359
Федотов А.А. ***Исследование прочностных характеристик древесно-стружечных плит с добавкой отходов столярного производства.*** ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома 363
Угрюмов С.А., Шеин А.В. ***Использование отходов деревообработки в производстве армированной композиционной фанеры.*** ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома 367
Угрюмов С.А. ***Использование костры льна в производстве плитных композиционных материалов.*** ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома 371
Зайцева К.В. ***О возможности использования костры льна в качестве утеплителя деревянного клееного бруса.*** ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома 374
Титунин А.А., Зайцева К.В. ***Технологические основы использования отходов деревообработки при изготовлении клееного бруса.*** ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома 378
Родькин О.И. ***Перспективы и экологические факторы использования растительных остатков в качестве источников возобновляемого биотоплива.*** РУП «Бел НИЦ «Экология», **Республика Беларусь,** г. Минск 382
Плотникова Т.В., Мурзинова И.И. ***Влияние отходов табачного производства, используемых в качестве органического удобрения, на агрохимические свойства почвы.*** ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, **Россия**, г. Краснодар 387
Мальцев М.И., Калюта Е.В., Александрова Т.Н. ***Исследование карбоксиметилированных отходов продукции растениеводства в качестве регуляторов роста сельскохозяйственных культур.*** ФГОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет», **Россия**, Барнаул 392
Волченко Н.Н., Самков А.А., Шеуджен Т.М., Шеремет В.В. ***Исследование твердофазных микробных топливных элементов в периодическом режиме подачи субстрата.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар 395
Голик Ю.С., Ильяш О.Э. ***Развитие местных инициатив для успешного решения вопросов обращения с ТБО в сельской местности.*** Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, **Украина**, г. Полтава 398
Шаталов М.А., Мычка С.Ю. ***Формирование системы глубокой переработки отходов пищевых производств АПК.*** АНОО ВПО «Воронежский экономико-правовой институт», **Россия** г. Воронеж 402

Хмелев В.Н., Цыганок С.Н., Шакура В.А. ***Многочастотный ультразвуковой экстрактор для переработки сельскохозяйственных отходов.*** Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, **Россия**, г. Бийск 405

Крюков Н.И., Бударков В.А**.** ***Связывание радионуклидов стронция сорбентом ХЖ-90, произведенным из отходов виноделия, в организме животных.*** ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт», **Россия**, г. Краснодар 410

Мусина А.С., Елеусизов М.Х. ***О решении проблем твердых бытовых отходов в мегаполисе Республики Казахстан.*** Казахский государственный женский педагогический университет, **Республика Казахстан**, г. Алматы 412

Писаренко Л.М., Касаикина О.Т., Зиновьев И.В., Храмеева Н.П. ***Термоокислительная каталитическая переработка биомассы.*** ФГБНУ «Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН», **Россия**, г. Москва, ФГБНУ «Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН», **Россия**, г. Москва 419

Салтык И.П., Косулин Г.С., Болохонцева Ю.И. Вопросы повышения эффективности функционирования свеклосахарного подкомплекса в контексте проблем вторичной переработки отходов и защиты окружающей среды. ***ФГБОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова»,*** *Россия****, г. Курск*** ***425***

Косулин Г.С., Рыжкова Е.П., Сысоева Т.И., Николаева Е.С. ***Использование побочной продукции и отходов свеклосахарного производства в отраслях АПК.*** ФГБНУ «Российский НИИ сахарной промышленности»", **Россия**, г. Курск 431

Гамаюнова В.В., Дёмин А.В. ***Эффективность применения дефеката под расторопшу пятнистую в условиях юга Украины.*** Николаевский национальный аграрный университет, **Украина**, г. Николаев 434

Кофанова Е.В., Кофанов А.Е. **Перспективы использования отходов агропромышленного комплекса для производства биодизельного топлива.** Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", **Украина**, г. Киев 439

Холикулов Ш.Т., Пардаев С.Б. ***Отходы – ресурс органических удобрений.*** Самаркандский государственный университет, **Республика Узбекистан**, г. Самарканд 444

Касаикина О.Т., Комиссаров Г.Г., Писаренко Л.М., Апашева Л.М., Лобанов А.В., Зиновьев И.В. ***Использование пероксида водорода при переработке сельскохозяйственных отходов.*** ФГБНУ «Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН», **Россия**, г. Москва 449

Ахмедова З.Р., Ярашева М.Т., Норкулов Ф.Р., Шонахунов Т.Э. ***Оптимизация условий культивирования микромицетов для получения биопрепаратов.*** Институт Микробиологии Академии Наук Узбекистана, **Узбекистан**, г. Ташкент

Akhmedova Z.R., Yarasheva M. T., Norkulov F.R., Shonakhunov T.E. ***Optimization of cultivation conditions micromycetes for producing of the biopreporation*** 455

Асфандиярова Л.Р., Юнусова Г.В., Забиров Т.З., Калашников И.А., Алтынбаев А.Р. ***Внедрение биогазовой установки на свиноводческом комплексе с целью обезвреживания отходов.*** Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет в г. Стерлитамак», **Россия**, г. Стерлитамак 459

Рахматов О., Ботирова Л.А., Рахматов О.О., Фирдавс О. Косимова Д.Б., Рахмонов У.Т. ***Новый экологически чистый способ переработки лубяных культур.*** Гулистанский государственный университет, **Узбекистан,** г. Гулистан, 463

Нуриев К.К., Рахматов О., Кадирова Р.С., Рахматов О.О., Фирдавс О. ***Биоконверсия органических отходов растительного происхождения в условиях Узбекистана.*** Гулистанский государственный университет, **Узбекистан,** г. Гулистан 468

Чаплыгина О.Г. ***Использование отходов сахарного производства.*** ФГБОУ ВПО «Курский государственный университет», **Россия**, г. Курск 471

Субботина М.Г., Михайлова Л.А., Алёшин М.А. ***Влияние золы биологических отходов на урожайность сельскохозяйственных культур и свойства дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы.*** ФГБОУ ВПО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», **Россия**, г. Пермь 473

Секция 2

Промышленные отходы, включая химическое производство, их свойства и использование

Желтобрюхов В.Ф., Кудашев С.В., Даниленко Т.И., Щуринова Д.А., Егоров А.А., Брежнев А.Г. ***Перспективы использования технологических отходов при разработке фторсодержащих полимерных материалов и возможности организации малоотходного производства.*** ФГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград 477

Шачнева Е.Ю., Магомедова З.А., Малачиева Х.З. ***Исследование физико-химических процессов в водных растворах полимера.*** ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия**, г. Астрахань 481

Шачнева Е.Ю., Арчибасова Д.Е., Тимошадченко Э.А. ***Способы определения свинца в объектах окружающей среды.*** ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия**, г. Астрахань 484

Шибека Л.А. ***Анализ направлений использования шламов и отработанных технологических растворов гальванического производства.*** Белорусский государственный технологический университет, кафедра промышленной экологии, **Республика Беларусь**, г. Минск 487

Бердзенишвили И.Г. ***Опыт использования промышленных отходов в производстве стекломатериалов.*** Грузинский технический университет, **Грузия**, г. Тбилиси, 491

Ефремов Г.И., Тарчигина Н.Ф., Капралова Н.С., Харичев О.Е. ***Перспективный подход к решению вопроса утилизации отхода карбоната кальция при получении фосфорных удобрений.*** ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», **Россия**, г. Москва; ОАО «Дорогобуж», **Россия**, Смоленскоя обл. 494

Саламанова М.Ш. ***Некоторые аспекты применения отходов переработки горных пород в производстве мелкоштучных покрытий.*** ФГБОУ ВПО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», **Россия, Чеченская Республика**, г. Грозный 498

Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Остриков В.В. ***Методы утилизации отработанных нефтяных масел.*** ФГБНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», **Россия**, г. Тамбов 501

Хохлова Л.И, Сангаджиев М.М., Лиджиев Э.З. ***Пыль как отход при производстве асфальтобетона на территории Республики Калмыкия***. ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», **Россия, Республика Калмыкия**, г. Элиста 507

Комаров Б.А., Комаров А.Б., Комарова К.Б. ***Об элементе германий и его роли в биопроцессах.*** *ФГБУН «*Институт проблем химической физики РАН», **Россия**, Московской обл., г. Черноголовка; ЗАО «Биопрогресс», **Россия**, г. Щелково; ООО «Проект +», **Россия**, г. Москва 510

Севрюкова Г.А., Картушина Ю.Н., Ламзина И.В., Бочкова А.Ю. ***Проблема переработки твердых бытовых отходов в альтернативное топливо для энергоемких производств (цементная промышленность).*** ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия**, г. Волгоград 517

Лиштван И.И., Ляхевич Г.Д., Дударчик В.М., Крайко В.М., Ануфриева Е.В., Смолячкова Е.А. ***Утилизация зольных отходов сжигания торфо-древесного и торфяного топлива с получением материалов строительного назначения.*** ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Беларусь**, г. Минск; Белорусский национальный технический университет, **Беларусь**, г. Минск 519

Ильинский А.В., Перегудов С.В., Побединская Г.В. **К *вопросу использования природных мелиорантов в биологическом методе утилизации нефтешламов применительно к региональным условиям.*** ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», **Россия**, г. Рязань, п. Солотча 524

Азаренко Ю.А., Леонова В.В., Парфенова Я.В. ***Оценка экологической безопасности применения золошлаковых материалов в сельском хозяйстве с использованием методов биоиндикации.*** ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина», **Россия**, г. Омск 529

Веретёхин А.В ***Эколого–экономическая политика предприятий отрасли печати с учётом проблематики отходов производства***. Крымский институт информационно–полиграфических технологий, **Россия**, г. Симферополь 533

Петрова С.Ю., Войтович А.М., Ильюкова И.И., Гомолко Т.Н. ***Методические подходы к определению экотоксичности отходов производства.*** Республиканское унитарное предприятие «Научно–практический центр гигиены», **Республика Беларусь**, г. Минск 537

Никулин С.С., Никулина Н.С., Шульгина Ю.Е. ***Применение комбинированного коагулянта на основе катионного полиэлектролита и волокнистой добавки в сочетании с магнитным полем в процессе выделения бутадиен-стирольного каучука из латекса.*** ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», **Россия**, г. Воронеж; ФГБОУ ВПО «Воронежский институт государственной противопожарной службы МЧС России», **Россия**, г. Воронеж 542

Филимонова О.Н., Никулин С.С., Никулина Н.С., Маслакова Т.В. ***Получение пропиточного состава из отходов нефтехимии для защиты изделий из древесины.*** ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», **Россия**, г. Воронеж; ФГБОУ ВПО «Воронежский институт государственной противопожарной службы МЧС России», **Россия**, г. Воронеж 545

Кабулова Л.Б. ***Влияние термообработанного туффита на свойства портландцемента.*** Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, г. Нукусс 549

Еркеева А.С. ***Кремнесодержащие отходы в призводстве тонкой керамики.*** Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, Нукусс 550

Садртдинов А.Р., Исмагилова Л.М. ***Исследование процесса получения синтез-газа с последующим синтезом диметилового эфира.*** ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Россия**, г. Казань 551

Перзадаева А.А. ***Перспективы использования отхода фосфорного производства – котрельного «молока».*** АО Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, **Республика Казахстан**, г. Астана 553

Букалов Г.К., Сусоева И.В, ***Оценка соответствия терминов «текстильные отходы» и «пожаровзрывоопасные пыли».*** ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет», **Россия**, г. Кострома 559

Лейбович Л.И., Помазкин Ю.В., Пацурковский П.А. ***К вопросу прогнозирования выделения сероводорода в окружающую среду при работе КНС.*** Национальный университет кораблестроения, **Украина**, г. Николаев, ООО «БОС», **Украина**, г. Вознесенск 563

Агзамходжаев А.А., Жумабаев Б.А., Эшметов И.Д., Аймирзаева Л.Г. ***Коллоидно-химические свойства топливных суспензий на основе ангренских углей Узбекистана.*** Институт общей и неорганической химии АН РУз, **Узбекистан**, г. Ташкент; Нукусский педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, г. Нукус 568

Агзамходжаев А.А., Кулдашева Ш.А., Жумабаев Б.А., Аймирзаева Л.Г. ***Закрепление засоленных песков осушенного дна Арала отходами производства.*** Институт общей и неорганической химии АН РУз, **Узбекистан**, г. Ташкент; Ташкентский технический университет, **Узбекистан**, г. Ташкент; Нукусский педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, г. Нукус 570

Агзамходжаев А.А., Жумабаев Б.А., Эшметов И.Д. ***Сжигание водоугольно-топливных суспензий полученных на основе ангренских углей Узбекистана.*** Институт общей и неорганической химии АН РУз, **Узбекистан**, г. Ташкент; Нукусский педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, г. Нукус 572

Асамаедимов А. ***Новые влагоудерживающие почвенные добавки.*** Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза, **Узбекистан**, г. Нукусс

Asamatdinov A. ***New water-keeping soil additives*** 574

Хотянович О.Е. ***Перспективы использования пыли газоочистки Белорусского металлургического завода в промышленности строительных материалов.*** Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск 585

Волченко Н.Н., Отрошко Д.Н., Шеремет В.В. ***Влияние штамма Rhodococcus erythropolis B2 на всхожесть некоторых сельскохозяйственных культур в условиях нефтезагрязнения.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», **Россия**, г. Краснодар 589

Мавлявеева Г.Х. ***Строительные отходы и порядок обращения с отходами строительства и сноса.*** ГАОУ СПО «Набережночелнинский экономико-строительный колледж имени Е.Н. Батенчука», **Россия, Республика Татарстан,** г. Набережные Челны, 592

Диёрова М.Х. ***Влияние сернистых газов на миграции серы в почвах.*** Ферганский государственный университет, **Республика Узбекистан**, г. Фергана 596

Токаев Р.Б., Жариков Г.А., Тихонов И.В., Кочкаров А.Х.-М., Ларин А.А., Ильин А.А., Жариков М.Г. ***Промышленная переработка нефтешламов МНПЗ «Капотня» (Москва) с применением нового микробиологического препарата «Аркойл»***. ООО «Нижегородский институт прикладных технологий», **Россия**, г. Нижний Новгород; ФГБУН «Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов» ФМБА РФ, **Россия**, Московская область, п. Большевик ФГБОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина», **Россия**, г. Москва 599

Курило И.И., Крышилович Е.В. ***Ванадийсодержащие отходы и их использоание в промышленности.*** Белорусский государственный технологический университет, **Республика Беларусь**, г. Минск 601

Никольский В.М., Лукьянова Н.И.,Логинова Е.С., Яковлев А.А. ***Способ утилизации отходов фосфорной кислоты после антикоррозионной обработки черных металлов.*** ВГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», **Россия**, г. Тверь 606

Делягин В.Н., Иванов Н.М., Мурко В.И., Карпенок В.И., Черных Д.А. ***Термическая утилизация отходов АПК с использованием вихревой адиабатической топки.*** ФБГНУ «Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства», **Россия**, Новосибирская обл., п. Краснообск; ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника», **Россия**, Новокузнецк 609

Мурко В.И., Карпенок В., Черных Д., Делягин В.Н., Иванов Н.М. ***Утилизация отходов углеобогащения на предприятиях по производству тепловой энергии***. ЗАО «Научно–производственное предприятие «Сибэкотехника»,**Россия**, Новокузнецк; ФБГНУ «Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства», **Россия**, Новосибирская обл., п. Краснообск 612

Мирзеханова З.Г., Мирзеханов Г.С. ***Отходы россыпной золотодобычи – источник восполнения минерально-сырьевой базы.*** Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, **Россия**, г. Хабаровск; Институт горного дела ДВО РАН, ООО «НПФ «Компас Геосервис», **Россия**, г. Хабаровск 618

Ашуйко В.А., Кандидатова И.Н., Новикова Л.Н. ***Переработка отработанных хромсодержащих растворов гальванических производств.*** Белорусский государственный технологический университет, **Беларусь,** г. Минск 624

Баян Е.М., Лупейко Т.Г., Горбунова М.О., Толстоброва Е.В. ***Отход водоподготовки и возможности его использования.*** Южный федеральный университет, **Россия**, г. Ростов-на-Дону 630

Ашуйко В.А., Залыгина О.С., Чепрасова В.И. ***Использование отработанных электролитов никелирования для получения пигментов.*** Белорусский государственный технологический университет, **Республика Беларусь**, г. Минск 634

Фомина Н.В. ***Оценка экологической безопасности почвогрунтов при использовании золошлаковых отходов по показателям биологической активности.*** ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Красноярск 638

Андронов Г.П., Захарова И.Б., Филимонова Н.М. ***Минимизация горнопромышленных отходов обогащения минерального сырья.*** ФГБУН «Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук», **Россия**, г. Апатиты 642

Картушина Ю.Н., Нефедьева Е.Э., Севрюкова Г.А. ***Виды и*** **характеристика отходов предприятий строительной промышленности.** ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», **Россия,** г. Волгоград 646

Минигазимов Н.С., Белан Л.Н., Акбалина З.Ф. ***Развитие системы обращения с промышленными отходами в республике Башкортостан***. Государственное унитарное предприятие Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан, **Россия, Республика Башкортостан**, г. Уфа 650

Зырянова У.П., Гусарова В.С., Абрамов К.С. ***Организация взимания утилизационного сбора за автотранспорт на территории Ульяновской области.*** Ульяновский филиал Академии при Президенте РФ, **Россия**, г. Ульяновск; Комитет по охране окружающей среды администрации города Ульяновска, **Россия**, г. Ульяновск; Ульяновского государственного технического университета, **Россия**, г. Ульяновск 655

Перзадаева А.А. ***Отработавшие газы автомобилей – источник выброса загрязняющих веществ.*** АО Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, **Республика Казахстан**, г. Астана 660

Радченко С.Л., Курило И.И., Радченко Ю.С., Жарский И.М***. Об использовании ванадийсодержащих промышленных отходов.*** УО «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск 665

Будников В.И., Максимов А.Ю., Максимова Ю.Г., Горбунова А.Н. ***Влагоудерживающие материалы: изучение свойств, разработка технологии промышленного получения.*** Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г. Пермь; Институт экологии и генетики микроорганизмов уральского отделения Российской академии наук, Пермский государственный национальный исследовательский университет, **Россия**, г. Пермь 668

Любова С.В., Блынская Т.А., Любова Н.В. ***Промышленные отходы и их утилизация в Архангельской области.*** Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, лесотехнический институт, Россия, г. Архангельск; ФГБНУ Архангельский НИИСХ, **Россия**, Архангельская область, Приморский район, п. Луговой 673

Жарская Т.А., Коротченя Т.С. ***Исследование перспектив использования кубового остатка дистилляции капролактама.*** Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь,** г. Минск 677

Лихачева А.В., Лисинецкая М. А. ***Получение пигментов из отработанных растворов травления черных металлов.*** Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, 681

Цыгарова М.В., Кочева М.Н. ***Переработка древесных отходов на предприятиях республики Коми.*** Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», **Россия**, г. Сыктывкар 685

Цыгарова М.В., Кочева М.Н. ***Отходы деревоперерабатывающего предприятия как основа энерго- и ресурсосберегающей технологии.*** Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», **Россия**, г. Сыктывкар 691

Чомаева М.Н. ***Проблемы твердых бытовых отходов в Карачаево-Черкесии.*** Карачаево-Черкесский государственный университет им. У.Д. Алиева, **Россия, Карачаево-Черкессия**, г. Карачаевск 696

Шаймарданова Б.Х., Асылбекова Г.Е., Корогод Н.П. ***Возможности биологического мониторинга в условиях техногенно-трансформированной экосистемы на северо-востоке Казахстана.*** Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Республика Казахстан, г. Астана; Павлодарский государственный педагогический институт (ПГПИ), **Республика Казахстан**, г. Астана 702

Мирзеханова З.Г**.,** Дебелая И.Д. ***Оценка экологического состояния территории при эксплуатации городской свалки ТБО.*** Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, **Россия**, г. Хабаровск 708

Королёв В.А., Шумкина Ю.А. ***Оценка экологического состояния урбанизированных территорий при помощи биоиндикационного мониторинга.*** ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва 713

Стифеев А.И., Головастикова А.В. ***Флорогенез отвалов глины келловея Михайловского карьера КМА.*** Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И. Иванова, **Россия**, г. Курск 717

Григорьева И.Ю, Саркисов Г.А. ***Влияние углеводородного загрязнения на водоудерживающую способность грунтов в связи с вопросами фиторемедиации***. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», **Россия,** г. Москва 722

Цокур О.С., Литвинова Т.А., Косулина Т.П. ***Применение наилучших доступных технологий для утилизации промышленных отходов***. ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет, **Россия**, Краснодар 728

Секция 3
Влияние фосфогипса на агрономические свойства почвы и обазование сложного компоста

Тарчигина Н.Ф., Красичкова А.А., Котенок В.В. ***Исследование элементного состава фосфогипса – отхода производства фосфорной кислоты атомно-абсорбционным методом.*** ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», **Россия**, г. Москва 733

Окорков В.В. ***Использование фосфогипса для повышения плодородия солонцов.*** ФГБНУ «Владимирский НИИСХ», **Россия**, Владимирская обл., пос. Новый 737

Бекбаев Р.К., Жапаркулова Е.Д., Койбакова Е.С., Бекбаев У.К. ***Эффективность фосфогипса при химической мелиорации щелочных почв магниевого осолонцевания.*** Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, **Республика Казахстан**, г. Тараз 744

Белюченко И.С. ***Соотношения органического углерода и азота, как важное экологическое свойство сложного компоста.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 749

Антоненко Д.А. ***Особенности изменения физических свойств чернозема обыкновенного и урожайности сельскохозяйственных культур при использовании сложного компоста.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 755

Мельник О.А. ***Изменение агрохимических свойств чернозема обыкновенного при использовании сложного компоста в условиях степной зоны Краснодарского края.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 762

Ткаченко Л.Н., Григорьева Ю.В. ***Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на развитие и продуктивность озимой пшеницы.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 769

Высоцкая И.Ф., Ивашкин А.А. ***Оценка влияния сложного компоста на основе птичьего помета на развитие растений озимой пшеницы.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 773

Никифоренко Ю.Ю. ***Динамика почвенной фауны чернозема обыкновенного при использовании сложного компоста.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 776

Мамась Н.Н. ***Применение сложного компоста на основе речного ила для выращивания сельскохозяйственных культур.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 785

Сергеева А.С., Корунчикова В.В. ***Формирование растительного покрова на отвалах отходов Белореченского комбината «ЕвроХим – БМУ».*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Краснодар 791

В·О·Д·О·О·Ч·И·С·Т·К·А,··журнал

ООО·Издательский·Дом·«ПАНОРАМА»
Россия,·125040,·Москва,·а/я·1
т.:·+7·(495)·(495)·664·27·46
E-mail:·vodoochistka@mail.ru,··http://www.panor.ru/journals/vodooch/·

Ежемесячное·издание·для·специалистов·в·области·водоочистки,·водоподготовки·и·водоснабжения.
На·страницах·издания·—·современные·технологии·и·новые·разработки·в·области·очистки·воды·и·улучшения·ее·качества,·методы·санации·трубопроводов·водоснабжения·и·водоотведения;·технологии·очистки·сточных·вод·от·биогенных·элементов,·очистки·воды·озонированием;·электроимпульсные·технологии·обеззараживания·природной·и·сточной·воды;·технологические·схемы·ионообменной·очистки·воды;·мембранные·технологии·водоподготовки,·а·также·современные·отечественные·конкурентоспособные·обратноосмотические,·нано-·и·микрофильтрационные·установки·и·технологии.·В·каждом·номере·—·оценки·экспертов,·практические·рекомендации·специалистов,·опыт·ведущих·компаний·по·внедрению·технологий·и·разработок·в·производство,·а·также·федеральные·законы,·постановления,·СанПиНы·и·комментарии·к·ним.·

Журнал·выходит·1·раз·в·месяц,·издается·с·2005·года.·Объем·80·страниц.

Основные·рубрики:

- «Водоподготовка»,·
- «Водоотведение»
- «Водоснабжение»
- «Мониторинг»,·
- «Технологии·и·оборудование»,·
- «Инновации»,
- «Экология·водных·объектов»
- «Обзор·патентов»
- «Научные·разработки»
- Производство

ж·д·р.

Журнал·распространяется·по·подписке·по·каталогам:
–агентство·«Роспечать»·–индекс·84822;
–каталог·Российской·прессы·«Почта·России»·–·индекс·12537.

¶

Экологический·Вестник·Северного·Кавказа,·журнал¶

¶

¶

Россия,·350044,·г.·Краснодар,·ул.·Калинина,·13,·КГАУ,¶
кафедра·общей·биологии·и·экологии,·ауд.·634,·639;¶
тел./факс·221-58-65;·E-mail:·bioeco@inbox.ru,·www.ecokavkaz.ru¶

¶

Журнал· публикует· работы· по· всем· разделам· теоретической· и· прикладной· экологии· и· экологическим· аспектам· биологии,· в· том· числе· обзорные· статьи· с· изложением· новых· гипотез,· принципов· и· подходов· в· решении· экологических· задач· или· проблем,· а· также· краткие· научные· сообщения· и· методологические· работы,· излагающие· новые· методы· исследований.· Особое· внимание· уделяется· проблемам· утилизации· и· реутилизации· отходов,· рекультивации· земель,· результатам· научных· и· практических· исследований· по· работе· с· отходами· и· по· управлению· экологическими· системами· в· регионах· различного· хозяйственного· использования,· а· также· результатам· оценки· и· мерам· по· поддержанию· качества· водных· систем,· почв,· воздушного· пространства.· ¶

¶

Журнал·выходит·4·раза·в·год,·издается·с·2005·года.·Объем·90·страниц.¶

¶

Основные·рубрики:¶

¶

- «Общие·проблемы·экологии»,· ¶
- «Воспроизводство· биологических· ресурсов»,¶
- «Обзоры»,¶
- «Экологическое·образование»,¶
- «История· науки»,¶
- «Дискуссии»,¶
- «Юбилейные· даты»,·¶
- «Краткие·сообщения»,¶
- «Рецензии»¶

и·др.¶

¶

Журнал·издается·с·2005·года·и·распространяется·по·подписке·по·каталогам·–·агентства· «Роспечать»·–·индекс·58361.¶

¶

¶

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства»

(***с участием экологов Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины***)

24-25 марта 2015 г.

Часть I

Компьютерная верстка Л.С. Новопольцева

Подписано в печать 11.03.2015 г. Печать офсетная.
Формат 60×84/8. Усл. п.л. – 54.6, Тираж – 50 экз. Заказ № –

Отпечатано с оригинал-макета, подготовленного электронным способом
на кафедре общей биологии и экологии ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, ГУК, 634.
Издано в типографии Кубанского госагроуниверситета
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13