КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра общей биологии и экологии

III МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«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

III Международная научная экологическая конференция существенно расширила круг проблем изучения особенностей отходов многих производств с целью их вторичного использования, в частности для улучшения сельскохозяйственных земель. Кафедра общей биологии и экологии КубГАУ представила на Конференцию доклады, характеризующие в целом использование органических, минеральных и органоминеральных отходов для улучшения почвенного плодородия, развития физических, химических и биологических свойств в основном 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 основные 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 106 докладов, география которых охватывает пространство от Бреста до Владивостока, от Нового Уренгоя и до Самарканда. Доклады представляют 50 регионов России и стран СНГ; впервые были получены доклады из Азербайджана, Грузии, Казахстана и Узбекистана. Основная работа по организации Конференции и подготовке её материалов к публикации выполнена кафедрой общей биологии и экологии КубГАУ. Естественно, что все замечания как по существу доложенных материалов, так и по организации самой Конференции кафедра принимает на себя. В основном статьи авторов публикуются в авторской редакции.

Оргкомитет Конференции

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

Федулов Юрий Петрович – проректор по научной работе ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, доктор биологических наук, профессор; Заместитель Председателя Оргкомитета

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

Гукалов Владимир Николаевич – директор ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края, кандидат биологических наук

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

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

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

Скрипка Людмила Федоровна – доцент кафедры общей биологии и экологии ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, кандидат биологических наук, Секретарь Конференции

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

Редакционный Совет:

Трубилин А.И., ректор Университета, д.э.н., профессор – Председатель Редакционного Совета Конференции.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Конференцию открывает Трубилин Александр Иванович, ректор ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, профессор, доктор экономических наук.

Сложные компосты как источник расширения экологических ниш культурных растений в системе почвенного покрова. **Белюченко И.С.** 12

Пленарные доклады

Мёрзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. ***Эффективность удобрений на основе осадков сточных вод,*** Всероссийский НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, **Россия, г. Москва** 15

Демидов А. Л., Мажинская В.В., Жигунова И.В. ***Воздействие навозосодержащих отходов животноводческих объектов Республики Беларусь на почвенный покров.*** РУП «Бел НИЦ «Экология», **Беларусь, г. Минск** 20

Белюченко И.С. ***Применение органических и минеральных отходов при подготовке сложных компостов для повышения плодородия почв.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 26

Мельник О.А. ***Влияние сложного компоста на агрохимические свойства чернозема обыкновенного.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 31

Славгородская Д.А. ***Влияние сложного компоста на структурно-агрегатный состав чернозема обыкновенного степной зоны Краснодарского края.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 38

Никифоренко Ю.Ю. ***Влияние сложного компоста на почвенную биоту в черноземе обыкновенном.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 46

Дедков Ю.М. ***Образование отходов производства и потребления: состояние и тенденции решения проблемы.*** ГОУ ВПО «Московский государственный областной университет», **Россия, г. Москва** 53

Титова В.И., Дабахова Е.В., ***Проблемы и перспективы использования отходов в земледелии Нижегородской области.*** ФГОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия, г. Нижний Новгород. . .** 61

Демин Д.В., .Севостьянов С.М., Татаркин И.В. ***Адаптация технологии обеззараживания и обезвреживания осадка сточных вод в структурных подразделениях филиалов ОАО РЖД в различных природно-климатических зонах.*** Институт фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН), **Россия, г. Пущино** 65

[1]Тасмагамбетова А.И., [1]Товасаров А.Д., [2]Марконренков Ю.А., [2]Кенчинов Д.С., [2]Кабланбеков А., [1]Конырбаев Р.Т., [1]Акберлиев А.Б. ***Теплоизоляционные композиты на основе рисовой шелухи.*** [1]ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Казахстан, г. Алматы.** [2]РГП Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, **Казахстан, г. Алматы** 72

[1]Тасмагамбетова А.И., [1]Товасаров А.Д., [2]Марконренков Ю.А., [3]Ракишев К.Х., [1]Конырбаев Р.Т., [1]Акберлиев А.Б. ***Литые изделия на основе отходов Таразского металлургического завода.*** [1]ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Казахстан, г. Алматы,** [2]РГП Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, **Казахстан, г. Алматы,** [3]Учреждение АО «SAT&Company», **Казахстан, г. Алматы** 76

[1]**Миндубаев А.З.**, [1]**Минзанова С.Т.**, [1]**Волошина А.Д**, [2]**Алимова Ф. К.**, [1]**Миронова Л.Г.**, [1]**Кулик Н.В.**, [2]**Болормаа Ч.**, [2]**Ахоссийенагбе С.К.**, [1]**Яхваров Д.Г.** ***Анаэробная детоксикация белого фосфора.*** [1]Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова Казанского научного центра РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**. [2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, **Республика Татарстан, г. Казань**. 80

Ульянова О.А., **Чупрова В.В.** ***Биоконверсия органических отходов в условиях Приенисейской Сибири.*** ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», **Россия, г. Красноярск**. 86

[1]**Алборов И.Д.**, [2]**Адаев Н.Л.**, [3]**Бицоева Р.К.** ***Утилизация нефтепродуктов для предпосевной обработки семян кукурузы.*** [1]Северо-Кавказский Горно-металлургический институт (Государственный технологический университет), **Республика Северная Осетия – Алания**, **г. Владикавказ.** [2]Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, **Чеченская Республика г. Грозны**й. [3]Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, **Республика Северная Осетия – Алания**, **г. Владикавказ**. 92

Шлее Ю. ***Рекультивация полигонов по захоронению различных видов отходов*.** NAUE GmbH & Co. KG (НАУЭ ГмбХ & Ко. КГ), **Германия, г. Эспелькамп-Фистель** 95

Секция 1
Сельскохозяйственные отходы и их использование при создании сложных компостов

[1]**Бекузарова С.А.**, [2]**Ханиев Р.Р.**, [3]**Ногаев О.Р.** ***Утилизация сельскохозяйственного сырья.*** [1]ФГОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет», **Республика Северная Осетия – Алания**, **г. Владикавказ.** [2]ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский Государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», **Республика Северная Осетия – Алания**, **г. Владикавказ.** [3]ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский Государственный университет им. К.Л. Хетагурова», **Республика Северная Осетия – Алания**, **г. Владикавказ**. 97

Юсухно М.Е., **Овод А.А.** ***Уменьшение распространения токсичных газов от навозохранилищ с использованием микроорганизмов-нитрификаторов и деструкторов сероводорода.*** ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева», **Россия, г. Москва**. 100

Ковалев Н.Г., **Рабинович Г.Ю.**, **Фомичева Н.В.**, **Васильева Е.А.** ***Современные биотехнологии переработки экскрементов животных, торфа и других биоресурсов в универсальные биокомпосты и жидкофазную продукцию.*** Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственного использования мелиорированных земель (ГНИУ ВНИИМЗ**), Россия, г. Тверь**. 102

Ковалев Н.Г., **Зинковский В.Н.**, **Зинковская Т.С.** ***К производству экологически чистых многоцелевых компостов при утилизации навоза и птичьего помёта.*** Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственного использования мелиорированных земель (ГНИУ ВНИИМЗ), **Россия, г. Тверь** 108

Гукалов В.Н. ***Сложные компосты и их влияние на валовые запасы и баланс тяжелых металлов в черноземе обыкновенном.*** ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края, **Россия, х. Коржи**. 115

Рахматов О., **Нуриев К.К.** ***К вопросу безотходной технологии переработки остатков хлопчатника.*** Гулистанский государственный университет, **Узбекистан, г. Гулистан** 118

Шмандий В.М., Безденежных Л.А., Нечипоренко-Шабунина Т.Г., Харламова Е.В. ***Получение наноструктурированных адсорбентов из зерновых отходов агропромышленного комплекса.*** Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского (КрНУ им. М. Остроградского), **Украина, г. Кременчуг** 122

Крисанов Д.П., Петин А.Н. ***Сельскохозяйственные отходы и их дальнейшее использование с целью улучшения физико–химического состава почв на примере предприятий Краснояружского района Белгородской области.*** Белгородский государственный национальный исследовательский университет, **Россия, г. Белгород.** 126

[1]Сухарников Ю.И., [1]Ефремова С.В., [1]Бунчук Л.В., [1]Терликбаева А.Ж., [1]Джусупов С.А., [1]Савченко А.М., [1]Анарбеков К.Канат-улы, [2]Минюхина И.И. ***Об использовании кремнеуглеродного продукта переработки рисовой шелухи в производстве композитов, машиностроении и металлургии.*** [1]РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (РГП «НЦ КПМС РК»), **Казахстан, г. Алматы.** [2]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, **Казахстан, г. Алматы.** 132

Гукалов В.В. ***Влияние сложного компоста на формирование базальной зоны растений кукурузы в степной зоне Краснодарского края.*** ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края, **Россия, х. Коржи** 138

Минзанова С.Т., Цепаева О.В., Выштакалюк А.Б., Миронова Л.Г., Миндубаев А.З., Белостоцкий Д.Е., Миронов В.Ф. Зобов В.В. ***Инновационная технология переработки фитомассы амаранта.*** Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань** 144

Марьин В.А., Верещагин А.Л. ***Отходы переработки зерна овса.*** Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», **Россия, г. Бийск** 149

Зуза С.Г., Погромская Я.А., Зуза В.А. ***Повышение эффективности местных сырьевых ресурсов за счет отходов сельскохозяйственного производства и их влияние на фосфорный режим черноземных почв.*** Национальный научный центр «Институт почвоведения агрохимии имени А.Н. Соколовского», **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское.** 152

[1]Крюков Н.И., [2]Узунов Ю.И. ***Экологические аспекты использования отходов виноделия (берлинской лазури).*** [1]ГНУ Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт РАСХН, **Россия, г. Краснодар.** [2]ОАО «Агропромышленная фирма «Фанагория», **Россия, Краснодарский край, п. Сенной** 153

Петрова В.И., Коновалов С.Н. ***Эффективность различных приёмов внесения соломы под землянику.*** ГНУ Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства Российской академии сельскохозяйственных наук, **Россия, г. Москва.** 163

Плотникова Т.В., Сидорова Н.В. ***Возможность использования отходов табачной промышленности в качестве органического удобрения.*** ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий РАСХН, **Россия, Краснодар.** 167

Гарюгин Ю.А. ***«Лагуна», как один из новейших методов обезвреживания отходов содержания животных.*** ФГБОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия, г. Киров.** 173

Гарюгин Ю.А. ***Использование крематора-инсенератора для обезвреживания отходов животноводства.*** ФГБОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия, г. Киров.** 180

Мустафаев Б.А., Кенжетаева А.Б., Какежанова З.Е. ***Экологически чистая безотходная технология производства биогумуса.*** Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, **Казахстан, г. Павлодар** 185

Рахматов О., **Нуриев К.К.**. ***Проблема безотходной переработки луба кенафа с использованием вторичных материальных ресурсов.*** Гулистанский государственный университет, **Узбекистан, г. Гулистан** 189

Скрипка Л.Ф., Попок Л.Б. ***Влияние сложного компоста на анатомическую структуру стебля озимой пшеницы.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 190

Парахуда Н.А. ***Перспективы использования древесных отходов.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 202

Годзиашвили Б.А., Чеботарёва М.В. ***Эффективность применения золы подсолнечной лузги во влажных субтропиках Грузии.*** Чаквский филиал института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского государственного аграрного университета, **Грузия, Аджарская АР, г. Чаква** 206

Секция 2
Промышленные отходы и их использование в сельском хозяйстве

Щемелинина Т.Н., Анчугова Е.М., **Володин В.В.**, **Маркарова М.Ю**, **Новаковская И.В.**, **Патова Е.Н.**, **Тарабукин Д.В.** ***Использование водорослей для очистки сточных вод целлюзно-бумажного предприятия.*** Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, **Россия, г. Сыктывкар** . . . 210

Иванова Е.П. ***Утилизация отхода сахарного завода и использование его в сельском хозяйстве Приморского края.*** ФГБОУ ВПО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», Институт земледелия и природообустройства, **Россия, г. Уссурийск** 213

Романова Нина Владимировна ***Проблемы использования отходов производства в лесохозяйственном комплексе Приморского края.*** Дальневосточный федеральный университет, **Россия, г. Арсеньев** 216

Моисеева О.Г., **Пугин К.Г.** ***Аналитическое исследование бактериостатических и бактерицидных свойств шлаков феррованадиевого производства.*** ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», **Россия, г. Пермь** 218

Кебалова Л.А. ***Проблемы переработки отходов спиртового производства в РСО-Алания.*** ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л.Хетагурова», **Республика Северная Осетия–Алания, г. Владикавказ** 221

Егорова М.И., **Пузанова Л.Н.**, **Рыжкова Е.П.** ***Формирование пирамиды отходов свеклосахарного производства по пригодности к микробной конверсии.*** ГНУ Российский НИИ сахарной промышленности Россельхозакадемии, **Россия, г. Курск** . . . 226

Пак Л.Н., **Бобринев В.П.** ***Лесная рекультивация карьеров вдоль автодороги Чита-Хабаровск на территории Забайкальского края.*** Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, , **Россия, г. Чита** 230

[1]**Куленкамп А.Ю.**, [2]**Белобров В.П.** ***Терриконы техногенного ландшафта.*** [1]ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева», **Россия, Москва.** [2]ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, **Россия, Москва** 234

[1]**Погромская Я.А.**, [1]**Зуза В.А.**, [1]**Ротач Ю.В.**, [2]**Белоус С.Н.** ***Побочный продукт очистки каменноугольных смол «раствор сульфата аммония» как регулятор роста растений.*** [1]Национальный научный центр «Институт почвоведения агрохимии имени А.Н. Соколовского», **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское.** [2]НПО «Инкор и К» КХП «Фенольный завод», **Украина, Донецкая область, г. Константиновка.** 240

Беловолов А.А., ***Строительство полигонов по захоронению различных видов отходов. Практический опыт.*** Ростов-на-Дону, Представительство NAUE GmbH & Co. KG (НАУЭ ГмбХ & Ко. КГ), **Германия.** 243

Давлатов Р.М. ***Улучшение технологических свойств натуральных шерстяных волокон растворами полимерной композиции.*** Гулистанский государственный университет, **Узбекистан, г. Гулистан** 245

Будников В.И.[1], Максимов А.Ю.[2,3], Неустроева А.Н.[2], Федченко В.Н.[4] ***Влагоудерживающие материалы на основе промышленных отходов: сорбционные свойства, влияние на микрофлору почв и рост растений.*** [1]Пермский национальный исследовательский политехнический университет. [2] Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук. [3] Пермский государственный национальный исследовательский университет. [4]ООО «Научно-производственная компания «Уральский химический завод», **Россия, г. Пермь,.** 250

Сергеева А.С., Корунчикова В.В. ***Самозарастание отвалов фосфогипса Белореченского химзавода,*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 255

Гурин А.Г.,Кожухов А.Д. ***Особенности физиологической и фотосинтетической деятельности растений кукурузы при использовании нетрадиционных органических удобрений.*** ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет». **Россия, г. Орел** 258

Секция 3
Осадки сточных вод и возможности их использования для мелиорации земель

Волосникова Г.А. ***Утилизация илов очистных сооружений ОАО «Дальхимфарм» методом биотермического компостирования.*** ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет», **Россия, г. Хабаровск** 268

Яппаров А.Х.. Алиев Ш.А., Дегтярева И.А., Хидиятуллина А.Я. ***Микробиологический мониторинг выщелоченного чернозема при использовании осадков сточных вод в качестве удобрений.*** ГНУ Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения, **Республика Татарстан, г. Казань.** 273

Пасенко А.В. ***Применение шламовых отходов водоочистки теплоэлектростанций в качестве химического мелиоранта.*** Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, **Украина, г. Кременчуг** 277

Починова Т. В. ***Безопасные подходы к решению проблемы утилизации осадков сточных вод.*** ВПО ФГБОУ «Технологический институт – филиал Ульяновской ГСХА», **Россия, г. Димитровград** 281

Васильев В.В., **Шавлинский О.А.** ***Природоохранные мероприятия при реконструкции мелиоративных систем в Республике Беларусь.*** Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, **Беларусь, г. Горки** 284

Троценко И.А., **Сексенбаева К.Г.** ***Применение сточных вод в рамках развития комплексных мелиораций на агроландшафтах Омской области.*** ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», **Россия, г. Омск** 287

Субботина Ю.М. ***Удобрительная ценность сточных вод предприятий пищевой промышленности.*** Российский государственный социальный университет (РГСУ)**,** **Россия, г. Ногинск** 292

Чезлова О.Е., Лицкевич А.Н. ***Условно-патогенные бактерии в осадках сточных вод молочного производства.*** Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь, г. Брест.** 298

Бережная Н.П., Бережная В.П. ***Перспективы утилизации осадков сточных вод и применение их в сельском хозяйстве.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 303

[1]**Качанова О.В.**, [2]**Зеленая М.В.**, [1]**Зуза С.Г.**, [1]**Тютюнник Н.В.** ***Влияние способов обработки почвы на урожайность зерна озимой пшеницы при орошении сточными водами в условиях Донецкого региона.*** [1]Национальный научный центр «Институт почвоведения агрохимии имени А.Н. Соколовского», **Украина, Донецкая область, г Дзержинск, п. Новгородское.** [2]ООО «НПО «ИНКОР и К[0]», **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское.** 307

Зиновьев Д.С., **Васбиева М.Т.**, **Ямалтдинова В.Р.** ***Применение осадка сточных вод в качестве нетрадиционных органических удобрений, их влияние на свойства дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы и качество продукции полевых культур.*** ГНУ Пермский НИИСХ, **Россия, Пермь** 311

Назарова Г.В. ***Опыт использования осадков сточных вод в рекультивации нарушенных земель Якутии.*** ФГАОУ ВПО «Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Амосова», **Россия, Якутск** 317

Секция 4
Промышленные отходы и перспективы их использования

Бондаренко В.И., Калугин В.А. ***Пути сокращения выбросов диоксинов при сжигании отходов.*** ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова», **Россия, г. Москва** 321

[1]**Рыктор И.А.** , [1]**Зубкова Ю.Н.**, [1]**Бутюгин А.В.**, [2]**Погромская Я.А.** ***Применение буроугольных гуминовых удобрений для фиторекультивации техногенных ландшафтов.*** [1]НИО «Нетопливное использование углей и утилизация отходов энергетической промышленности», **Украина, г. Донецк.** [2]Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского» Национальной академии аграрных наук, **Украина, г. Донецк** 325

Петин А.Н., Уколова Е.В., Фурманова Т.Н. ***Влияние техногенно-минеральных образований на состояние окружающей природной среды и динамика добычи вскрышных пород Лебединского ГОКа Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла.*** ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия, г. Белгород.** 332

Шачнева Е.Ю., **Магомедова Э.М.**, **Зухайраева А.С.** ***Адсорбция меди, цинка из водных растворов активными углями.*** ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия, г. Астрахань** 337

[1]**Уколова Е.В.**, [1]**Петин А.Н.**, [2]**Маслов С.Г.**, [1]**Фурманова Т.Н.** ***Состояние и перспективы развития рекультивационных работ на нарушенных открытыми горными выработками землях в Белгородской области.*** [1]ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия, г. Белгород.** [2]Департамент экономического развития Белгородской области, **Россия, г. Белгород .** 342

Корнев А.Ю., **Остриков В.В.**, **Тупотилов Н.Н.**, **Зимин А.Г.** ***Получение смазочных материалов на основе отходов производства растительных масел для использования в сельскохозяйственной технике.*** ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, **Россия, г. Тамбов** 351

Князева Л.Г., **Прохоренков В.Д.**, **Петрашев А.И.** ***Утилизация отработанных моторных масел.*** ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов, **Россия, г. Тамбов.** 356

Князева Л.Г., **Прохоренков В.Д.** ***Отходы производства растительных масел для консервации сельскохозяйственной техники.*** ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов, **Россия, г. Тамбов** 360

[1]**Опекунова М.Г.**, [2]**Ганул А.Г.**, [2]**Миллер В.Н.**, [1]**Широков М.Ю.** ***К вопросу о влиянии захоронения буровых растворов на экологическую обстановку в Уренгойской тундре.*** [1]ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», **Россия, г. Санкт-Петербург.** [2]ООО «Проэксон», **Россия, г. Новый Уренгой.** 363

Муртазаев С.-А.Ю., **Саламанова М.Ш.** ***Утилизация отходов переработки горных пород для производства цементобетонных покрытий.*** ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова», **Чеченская Республика, г. Грозный.** 369

Пугин К.Г., Зверева Н.И. ***Использование отходов металлургического завода в качестве пересыпного материала на полигоне ТБО.*** ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», **Россия, г. Пермь.** 372

Костенков Н.М. ***Технология производства гумусосодержащей суспензии для ускоренной рекультивации отвальных пород.*** Биолого-почвенный институт ДВО РАН, **Россия, г. Владивосток** 376

[1]**Любимова И.Н.**, [1]**Рогова О.Б.**, [1]**Хан В.В.**, [2]**Терсин В.А.**, [2]**Устименко О.В.** ***Использование фосфогипса при строительстве дорог*** [1]ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемия, **Россия, Москва.** [2]ОАО «НИУИФ» им. проф. Я.В. Самойлова, **Россия, г. Москва.** 380

Залыгина О.С. ***Перспективы использования осадков сточных вод гальванического производства в промышленности стройматериалов.*** УО «Белорусский государственный технологический университет», **Беларусь, г. Минск.** 386

[1]**Тургумбаева Р.Х.**, [2]**Абдикаримов М.Н** ***Пиролиз и газо-хроматографические исследования нефтебитуминозных пород Казахстана.*** [1]Казахский национальный педагогический университет им. Абая (КазНПУ). [2]Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева (КазНТУ), **Казахстан, г. Алматы.** 391

Лихачева А.В. ***Подготовка осадков коммунальных очистных сооружений к использованию.*** УО «Белорусский государственный технологический университет», **Беларусь, г. Минск** 396

[1]**Тургумбаева Р.Х.**, [2]**Абдикаримов М.Н.** ***Математическое описание образования отходов производства и возможные пути их использования в композиционных материалах.*** [1]Казахский национальный педагогический университет им. Абая (КазНПУ). [2]Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева (КазНТУ), **Казахстан, г. Алматы.** 400

[1]**Шарапова И.Э.**, [2]**Удоратина Е.В.**, [1]**Лаптева Е.М.** ***Использование биосорбентов на основе целлюлозосодержащих отходов для очистки водных сред от нефтезагрязнений.*** [1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Коми научного центра УрО РАН. [2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Коми научного центра УрО РАН, **Россия, г. Сыктывкар** 405

[1]**Абдикаримов М.Н.**, [2]**Тургумбаева Р.Х.** ***Композиционные материалы на основе нефтебитуминозных пород Казахстана.*** [1]Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева (КазНТУ), **Казахстан, г. Алматы.** [2]Казахский национальный педагогический университет им. Абая (КазНПУ). **Казахстан, г. Алматы** . . . 409

[1]**Березовский Н.И.**, [2]**Воронова Н.П.** [1]**Костюкевич Е.К.** ***Эффективное использование ресурсов при производстве аглопорита.*** [1]Белорусский национальный технический университет, **Беларусь, г. Минск.** [2]Института интегрированных форм обучения и мониторинга образования, **Беларусь, г. Минск.** 415

[1]**Белан Л.Н.**, [1]**Акбалина З.Ф.**, [1]**Зверева Т.И.**, [1]**Шамсутдинова Л.Р.**, [1]**Вахитов Ю.Ф.**, [2]**Лаздина О.Н.**, [3]**Ремезов Г.Ю.**, ***Оценка ущерба земель, загрязненных хозяйственной деятельностью человека, на примере свалки вблизи села Старый Сибай.*** [1]Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан. [2]Министерство природопользования и экологии **Республики Башкортостан, Уфа.** ОАО «Стройтранс газ», **Республика Башкортостан, г. Уфа** 419

Согомонян Т.К.. Александрова А.В., Левчук А.А., Ксандопуло С.Ю., Соловьева Ж.П., Авдеев А.С. ***Исследование отходов переработки кукурузы как вторичного сырья.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», **Россия. Г. Краснодар.** 424

[1,2]**Смагин А.В.**, [1,2]**Садовникова Н.Б.**, [1]**Сидорова М.А.**, [1]**Чурбанова Н.Н. Грубодисперсные экраны и покрытия в городском конструировании почв.** [1]Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, **Россия, Москва,** [2]институт экологического почвоведения, **Россия, Москва** 428

[1]**Абдурахманова У.К.**, [2]**Аскарова М.Р.** ***Анабазин как реагент для определения элемента галлия.*** [1]Гулистанский государственный университет, **Узбекистан, г. Гулистан.** [2]Нукусский государственный педагогический институт, **Узбекистан, г. Нукус .** 434

Алиева Р.А., Абилова У.М.., **Чырагов Ф.М.**, ***Предварительное концентрирование палладия с хелатообразующим сорбентом, и определение его в магматической горной породе,*** Бакинский государственный университет. **Азербайджан, г. Баку** 436

[1]**Ладыгин К.В.**, [2]**Стрыгин М.А.**, [2]**Суетинов В.П.** ***Опыт утилизации свалочного фильтрата и биогаза на Адлерском полигоне ТБО.*** [1]ЗАО «Безопасные технологии», **Россия, г.Санкт-Петербург.** [2]ООО «ОПКТБ «Экоинж», **Россия, г.Санкт-Петербург** 442

Секция 5
Оценка состояния биологических систем в агропромышленном комплексе

[1]**Трошков А.М.**, [2]**Трошков М.А.**, [1]**Кондрашов А.В.**, [1]**Горденко Д.В.** ***Биометрическая идентификация (аутентификация) элитных пород крупного рогатого скота.*** [1]ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь.** [2]Голицинский пограничный институт ФСБ России (ГПИ ФСБ РФ), **Россия, г. Одинцово.** 444

Хайдаров С.А., **Ражамурадов З.Т.** ***Повышение питательной ценности соломы путем обработки щелочью и её влияние на рубцовое пищеварение у коз.*** Самаркандский государственный университет имени Алишера Навои, **Узбекистан, г. Самарканд** 449

Трошков А.М., Кондрашов А.В., Горденко Д.В. ***Исследование применяемости показателя тесности (корреляции) биометрических параметров при синтезе биометрической системы для управления доступом к информационным ресурсам.*** ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия,** г. **Ставрополь** 453

[1]**Трошков А.М.**, [2]**Трошков М.А.**, [1]**Кондрашов А.В.**, [1]**Горденко Д.В.** ***Живучесть биометрической системы – безопасность функционирования управление доступа к информационным ресурсам*** **АПК.** [1]ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь.** [2]Голицинский пограничный институт ФСБ России (ГПИ ФСБ РФ), **Россия, г. Одинцово** 456

Трошков А.М., Кондрашов А.В., Горденко Д.В. ***Применение ультразвуковой допплерографии для оценки состояния и кормления элитного крупного рогатого скота в агропромышленном комплексе.*** ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия,** г. **Ставрополь** 461

Гусарова В.С. ***Ресурсный подход в управлении отходами.*** ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», **Россия, г. Ульяновск** 467

Козлачков С.В. ***Современные решения по переработке бытовых отходов.*** Университетский экономико-технологический колледж Сочинского государственного университета (УЭТК СГУ), **Россия, Сочи.** 470

Мамась Н.Н. ***Проблемы степных рек Кубани и перспективы применения речного ила для улучшения плодородия почвы.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 475

Попок Л.Б., Помазанова Ю.Н. ***Статистический анализ экспериментальных данных по использованию сложных компостов в качестве мелиорантов сельскохозяйственных земель.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар.** 480

Секция 6
Пути к снижению загрязнения водных и сухопутных систем различными отходами

Ткаченко Л.Н. ***Пути к снижению загрязнения водных и сухопутных систем различными отходами.*** ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар** 487

Зырянова У.П. ***Организация деятельности в сфере обращения с отходами на территории г. Ульяновска.*** Ульяновский филиал Академии при Президенте РФ, **Россия, г. Ульяновск** 491

Зуза В.А., Погромская Я.А., Зуза С.Г., Ротач Ю.В., Качанова О.В. ***Эффективность применение стимулятора роста «Гумимарин» при минимизации обработки чернозёма обыкновенного в Донецком регионе.*** Национальный научный центр «Институт почвоведения агрохимии имени А.Н. Соколовского», **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское.** 496

[1]Погромская Я.А., [1]Зуза В.А., [1]Зуза С.Г., [1]Ротач Ю.В., [2]Перебейнос В.К. ***Гумисолприма, основанный на биогумусе (вермикомпосте) продукт, как эффективный регулятор роста растений.*** [1]Национальный научный центр «Институт почвоведения агрохимии имени А.Н. Соколовского», **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское.** [2]ООО «Агрофирма «Гермес», **Украина, г. Краматорск** 502

Мустафаев Б.А., Какежанова З.Е., Кенжетаева А.Б. ***Применение биогумуса для воспроизводства плодородия почв.*** Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, **Казахстан, г. Павлодар** 508

Алиев И.Н., Хамарова З.Х. ***Проблемы биологической рекультивации в Кабардино-Балкарской Республике и их решение*** ФГБНУ «Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного садоводства», **Республика Кабардино-Балкария, г. Нальчик** 511

СЛОЖНЫЕ КОМПОСТЫ КАК ИСТОЧНИК РАСШИРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Современный вариант ответа на (экологическую) ситуацию – это создание в стране целой отходоперерабатывающей индустрии

Д.А. Медведев

Современное предприятие должно заботиться не только о качестве получаемой продукции, но и стремиться к системному управлению отходами своей деятельности. Особенно важна переработка промышленных отходов – химической и других отраслей, которые потребляют огромные количества сырья, существенно превышая по массе основной продукт. Например, фосфорперерабатывающая промышленность на одну тонну продукции, и далеко не чистой, производит до 4,5 т отходов. Несколько меньшее соотношение характерно для калийного производства.

Начиная с 90-х годов XX века экономика обратила внимание на отходы как на вторичное сырье. Многие промышленные отходы, включая металлургию, химическое производство и т.д., сами по себе и их компоненты могут быть эффективно использованы. Можно обратить внимание на то, что, например, при вторичной эксплуатации различных шлаков и отходов подобные продукты меньше испытывают биологическое разрушение (долго не формируется плесень, не поселяются лишайники и т.д.). Эти и другие свойства позволяют их использовать и для сельскохозяйственного производства: строительство силосных ям, сточных желобов для слива жидких удобрений, кормушек для скота и т.д.

Отходы всех производств, включая бытовые, являются гетерогенными дисперсными образованиями, состоящими из двух и большего числа фаз с развитой поверхностью. Дисперсные системы отходов, включая их истинные растворы (ионные, молекулярно-ионные и молекулярные), классифицируются на тонкодисперсные коллоидные (золи, гели) и грубодисперсные системы (частицы больше 100 нм), взвеси (эмульсии, суспензии, аэрозоли). По равновесности и устойчивости дисперсные системы отходы делятся на лиофильные и лиофобные: первые термодинамически равновесны и высокодисперсны, формируются на основе отходов при производстве продукции из природного сырья, вторые – термодинамически неравновесны и обладают большей свободной поверхностной энергией. В определенных условиях при смешивании отходов лиофильных и лиофобных систем происходит их коагуляция на основе сближения частиц, сохраняющих первоначальные формы и размеры и объединяемых в плотные агрегаты. Нестабилизированные и неустойчивые лиофобные системы отходов непрерывно изменяют свой дисперсный состав в сторону укрепления частиц, вплоть до полного расслоения микрофазы. Стабилизированные лиофильные системы сохраняют дисперсность в течение длительного времени.

Гидрофобные коагуляции различных отходов отличаются расслоением весьма сложной дисперсной системы на жидкую и твердую фазы. Способность коллоидных частиц в растворе к структурообразованию и формированию разнообразных агрегатов (например, фосфогипс слипается с органическими отходами КРС, свиней и другими), заполняющих весь объем раствора и приводящих к образованию агрегатных вариантов компоста. Многие сложные компосты включают органические растворы, а также водные растворы кислотных солей, и потому весьма важно изучение идущих в них химических реакций с нарушением равновесия, указывающих на специфику их систем (гетерогенные или гомогенные).

По мере созревания сложного компоста многие вещества разных отходов вступают в контакт и между ними происходят химические реакции с образованием новых

соединений. В случае отсутствия видимого взаимодействия из веществ формируется механическая смесь, которая в дальнейшем при изменении условий (реакции среды и др.) может трансформироваться через усиление взаимосвязей в химическую. Важное значение в этой ситуации имеют водные растворы, где идут сложные химические процессы. В растворе проявляются физические (диффузия, непостоянство состава) и химические свойства (неустойчивость соединений), а гидратационные свойства способствуют появлению различных форм связанной воды.

Коллоидные дисперсные системы отдельных отходов в сложном компосте формируют различные комбинации дисперсионной среды и дисперсной фазы. Особенности состава и свойств им придают мелкие размеры и большая поверхность коллоидных частиц. В сложном компосте при компоновке 6-8 отходов и периодическом его перемешивании чаще образуются гели, представляющие собой рыхлый осадок. В сложных компостах велика роль и золей, основу которых составляют сообщества микроорганизмов, в частности грибов и одноклеточных водорослей.

Удачно скомпонованный сложный компост при внесении в почву насыщает её ионами кальция, недостаток которых, особенно в доступной для растений форме, ощущается практически на всех почвах. Являясь поглощающим катионом, кальций сложного компоста придает почвам структуру, наиболее благоприятную в сельскохозяйственном отношении. Он является важным компонентом почвенно-поглощающего комплекса, и на его долю приходится до 60-70% катионообменной емкости сложного компоста. Благодаря высокому насыщению обменным кальцием сложный компост обладает хорошей агрономической структурой, физическими и биологическими свойствами, что существенно повышает плодородие почвы при его внесении, и, что особенно важно, насыщение сложного компоста катионами кальция в почве поддерживается достаточно долго (по нашим исследованиям до 5-6 лет). При этом формируются устойчивые экологические ниши, существенно расширяющие возможности обитания в почвенном покрове микроорганизмов и усиливающие развитие растительных организмов.

Убедительный пример улучшения развития растительных организмов и расширения экологических ниш почвы является усиление базального кущения пшеницы (на 20-25%), заключающееся в образовании дочерних побегов. По–своему удлиняется период развития кукурузы, что выражается в формировании её базальной зоны, увеличении количества укороченных узлов и развитии в них придаточных и боковых корней. Повышается продуктивность сахарной свеклы, прежде всего масса её корнеплодов. Внесение сложных компостов способствует более экономному расходованию питательных веществ почвы, включая минеральные и органические составляющие. Иными словами, сложение различных вариантов дисперсно-коллоидных образований отдельных отходов и их благоприятная компоновка в сложном компосте сказываются на улучшении агрономических свойств почвы через существенное увеличение числа экологических ниш и их расширение, что, безусловно, требует серьезного изучения взаимоотношений растений и почвы на начальном этапе их развития.

Разнообразие экологических ниш определяется разным использованием растениями среды обитания, размещением их органов в почве и воздухе, ритмами сезонного развития, длительностью периода вегетации, особенно плодоношения, взаимосвязями с элементами абиотической среды и т.д. Различные культуры в агроландшафте поразному осваивают и преобразуют энергию, и потому можно сказать, что каждый вид растения имеет свою экологическую нишу; в процессе онтогенеза растения её меняют и активнее преобразуют среду. Стареющие растения снижают напряженность фитогенного поля и свою средообразующую роль, а также продукционные процессы. На обилие экологических ниш серьезное влияние оказывают условия среды, которые мы существенно улучшаем внесением комплекса соединений со сложным компостом, а также сам вид, являющийся ресурсом для других.

В основу взаимоотношения растительного вида в агросистеме ставится вопрос о его требованиях к комплексу абиотических и биотических условий среды. Значение экологической ниши в определении функционального участия вида в составе агросистемы с учетом его физического пространства и место в системе связей. Экологическая ниша культуры в севообороте зависит от того, какова её роль в преобразовании энергии и её реакции на физическую, химическую и биологическую среду, насколько сдерживается её развитие другими видами живых организмов и условиями среды. В наших опытах сложный компост усиливал и расширял экологическую нишу любой культуры, что нашло выражение в их развитии, особенно базальных участков. Анализируя реакцию отдельных культур в агросистеме, можно заключить, что она выразилась интегрально через варианты усиления кущения пшеницы, разрастание базальной зоны у кукурузы, усиление роста ботвы и корнеплодов у свеклы и т.д. Например, при снижении нормы высева пшеницы на 40 кг/га её урожай в варианте со сложным компостом не только не снизился, но и увеличился. Сокращение азотных удобрений под пшеницу на 35 кг/га также не привело к снижению урожая зерна, поскольку сложный компост обеспечил расширение экологической ниши растениям пшеницы, обеспечив их высокую продуктивность.

При внесении под кукурузу сложный компост создал высокую обеспеченность факторами питания (микроэлементы и макроэлементы, влажность и т.д.), что существенно улучшило развитие отдельных особей, повысило эффективность работы листового аппарата и корневых систем через увеличение их функциональной роли в агросистеме. Особенности строения сложного компоста в течение 5-6 лет функционально оказывают влияние на экологические ниши, развитие культур и их конкурентоспособность.

Себестоимость сложного компоста с учетом компоновки различных по качеству и количеству веществ из отходов разных производств в принципе будет весьма незначительной, поскольку сырье для его производства является отходом и само по себе объективно ничего не стоит, а расходы на их производство, транспортировку, размещение и хранение входит в себестоимость материала и оплачивается его потребителями. Примерно так утверждалось на Белореченском Химзаводе. Однако после исследований кафедры общей биологии и экологии КубГАУ, показавших перспективу использования фосфогипса в системе сложного компоста, участились запросы отдельных производств на приобретение фосфогипса для его исследования с различными целями, и завод поднял цену с 10 коп до 50 руб за тонну, не считая того, что завод с потребителя уже получил оплату за основную продукцию. Завод немедленно поднял цену произвольно и решил увеличить этот доход. Кубанским агроуниверситетом предложена технология создания сложных компостов с участием фосфогипса. Но какова роль завода в этом исследовании – трудно определить. Завод вместо совершенствования использования фосфогипса в системе сложного компоста поднял цену на отход и вместо борьбы с отходами решил нажиться на интересе других хозяйств и на том огромном ущербе, который был нанесен и наносит отвалом своих отходов окружающей среде, по крайней мере, в десятках км в округе. С отходами надо бороться совместными усилиями производства и науки, чтобы сохранить здоровой и окружающую среду, и условия для жизни населения.

Научный редактор, заведующий кафедрой
общей биологии и экологии,
доктор биологических наук, профессор

И.С. Белюченко

Пленарное заседание

УДК 631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Г.Е. Мёрзлая

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая лабораторией, Всероссийский НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, **Россия, г.Москва**, lab.organic@mail.ru

Р.А. Афанасьев

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом, Всероссийский НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, **Россия, г. Москва**, lab.organic@mail.ru

Рассматривается влияние гранулированного удобрения из осадков сточных вод на урожайность сельскохозяйственных культур, содержание тяжелых металлов в почве и растительной продукции.

Ключевые слова: удобрение, осадки сточных вод, урожайность, тяжелые металлы.

EFFECT OF FERTILIZERS FROM SEWAGE SLUDGE

Merzlaya G.E., Afanas'ev R.A.

Effect of fertilizers from sewage sludge on crop yield and contain of heavy metals in soils and plants are shown.

Keywords: fertilizer, sewage sludge, crop yield, heavy metals

Введение. Урбанизация населения приводит к накоплению огромных масс органических отходов, в том числе коммунальных, в виде осадков сточных вод, которые практически не используются и исключаются из биологического круговорота веществ в земледелии [3, 6, 7]. Вместе с тем проблема утилизации осадков сточных вод может быть решена путем создания на их основе органоминеральных гранулированных удобрений. При этом за счет резкого снижения влажности становится возможной транспортировка переработанных отходов на дальние расстояния. В процессе переработки отходов уничтожается патогенная микрофлора и другие болезнетворные организмы, а при использовании добавок оптимизируется химический состав удобрений в соответствии с требованиями сельскохозяйственных растений. Формирование массы удобрений в виде гранул улучшает их физические свойства и позволяет на полях применять машины, обычно используемые для внесения минеральных удобрений. Такими положительными качествами обладает гранулированное органоминеральное удобрение ОМУГ, производимое на основе осадков городских сточных вод. Детальные исследования, проведенные в 2009 – 2012 гг., показали, что ОМУГ (производство ЗАО «Твин Трейдинг Компани») при внесении под важнейшие сельскохозяйственные культуры обладает высоким агрономическим и агроэкологическим эффектом.

Материалы и методы исследования. Органоминеральное гранулированное удобрение ОМУГ создано на основе обезвоженного осадка сточных вод и готовых форм минеральных удобрений. Гранулы черно-серого цвета размером 14х20 мм. Основные компоненты удобрения ОМУГ: осадок сточных вод по СанПиН 2.1.7.573-96; гумат натрия – по ТУ 2189-002-50193895-2004; хлорид калия – по ГОСТ 4568-95; карбамид – по ГОСТ 2081-92. Удобрение имеет нейтральную реакцию среды, содержит в сухом веществе более 42% органического вещества. В 1 т удобрения содержится 48 кг основных питательных веществ (NPK), необходимых для растений. По содержанию тяжелых ме-

таллов, а также по санитарно-гигиеническим показателям удобрение ОМУГ соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к удобрениям на основе осадков сточных вод согласно СанПиН 2.1.7.573-96.

Изучение влияния ОМУГ на свойства почвы, урожайность и качество сельскохозяйственных культур проводилось в условиях Центрального (Полевая опытная станция РГАУ-МСХА) и Северо-Западного районов (опытное поле Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии) в полевых опытах на дерново-подзолистых почвах различного гранулометрического состава (суглинистых и супесчаных) по общепринятым методикам [1, 2, 4]. ОМУГ вносили в дозах 3,3-4 т/га в пересчете на сухое вещество. Размер опытных делянок в различных опытах от 1 до 10 $м^2$. Повторность вариантов в опытах трех-четырехкратная. Испытывали ОМУГ при возделывании зерновых культур: озимой тритикале (действие), льна-долгунца для производства льносоломы и маслосемян (3 года действия), семенного картофеля в действии и в последействии в течение двух лет, ярового ячменя (2-й год последействия).

Почвы опытных участков характеризовались следующими исходными агрохимическими показателями. В Центральном районе суглинистая почва в пахотном слое содержала гумуса 1,9%, подвижных форм фосфора (P_2O_5) 286 мг/кг, калия (K_2O) 129 мг/кг; pH 5,1. В Северо-Западном районе супесчаная почва содержала гумуса 1,9%, фосфора 295 мг/кг, калия 133 мг/кг при pH 5,3, в суглинистой почв содержание гумуса составляло 3,9%, фосфора 230 мг/кг, калия 113 мг/кг при pH 5,3. Содержание тяжелых металлов в почвах перед закладкой полевых опытов, согласно существующим Гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2042-06, было значительно ниже ПДК/ОДК для этих почв (меди 1,6-5; цинка 13,1-24,7; свинца 4,8 -9,1; кадмия 0,36-0,48; никеля 4,3-9,9; хрома 5,0-11,1; ртути 0,013-0,023; марганца 140-277 и мышьяка 0,9-1,32 мг/кг).

Результаты исследований и обсуждение. Результаты полевых опытов показали, что при внесении ОМУГ как в действии, так и в последействии в обоих регионах (Центральный район Нечерноземной зоны, Северо-Западный регион) на изучаемых почвах достигнуто достоверное повышение урожайности всех испытываемых сельскохозяйственных культур (табл. 1).

Таблица 1. Влияние ОМУГ на урожайность сельскохозяйственных культур

Почва, регион	Культура, год	Урожайность, ц/га		Прибавка урожая от ОМУГ, ц/га	$НСР_{05}$, ц/га
		контроль	ОМУГ		
Дерново-подзолистая суглинистая, Центральный район	Озимая тритикале (зерно), 2011 г.	23,3	32,8	9,5	5,6
Дерново-подзолистая супесчаная, Северо-Западный район	Ячмень яровой (зерно), 2012 г.	15,9	18,4	2,5	2,1
Дерново-подзолистая супесчаная, Северо-Западный район	Лен-долгунец (льносолома), 2010 г.	19,6	29,0	9,4	2,3
Дерново-подзолистая суглинистая, Северо-Западный район	Лен-долгунец (льносолома), 2011-2012 гг.	22,5	30,1	7,6	2,3
Дерново-подзолистая супесчаная, Северо-Западный район	Лен-долгунец (маслосемена), 2010 г.	2,3	3,3	1,1	0,3
Дерново-подзолистая суглинистая, Северо-Западный район	Лен-долгунец (маслосемена), 2011-2012 гг.	2,3	3,3	1,1	0,4
Дерново-подзолистая суглинистая, Центральный район	Семенной картофель (клубни), 2009 г.	277	321	44	25
Дерново-подзолистая супесчаная, Северо-Западный район	Семенной картофель (клубни), 2011 г.	168	213	45	14
Дерново-подзолистая суглинистая, Северо-Западный район	Семенной картофель (клубни), 2012 г.	191	201	10	5

Внесение ОМУГ в дозе 4 т/га под озимую тритикале позволило получить на суглинистой почве в Центральном районе 32,8 ц/га зерна, что превысило контроль без удобрения на 41%. При последействии ОМУГ той же дозы на супесчаной почве в Северо-Западном районе получено 18,4 ц/га зерна ячменя, или на 16% больше, чем в контрольном варианте.

При возделывании льна-долгунца на Северо-Западе действие 4 т/га ОМУГ обеспечивало на супесчаной почве урожайность льносоломы 29 ц/га, или выше контроля на 48%, маслосемян - 3,3 ц/га, что превышало контроль на 43%. На суглинистой почве прирост урожайности льносоломы от 4 т/га ОМУГ в среднем за два года исследований составил 34%, а маслосемян - 43%.В Центральном районе на суглинистой почве за счет действия ОМУГ в дозе 3,3 т/га было собрано с 1 га 321 ц/га клубней семенного картофеля, т.е. на 16% выше контроля. В условиях Северо-Западного района применение 4 т/га ОМУГ в последействии на суглинистой почве позволяло получить урожайность клубней на уровне 201 ц/га, а на супесчаной почве - 213 ц/га, или соответственно на 5 и 27% больше, чем без внесения удобрения.

Применение ОМУГ не оказало негативного влияния на качество растительной продукции. В зерне озимой тритикале в расчете на 1 кг содержалось при удобрении ОМУГ 0,3 мг свинца, 0,1 мг кадмия, менее 0,005 мг ртути, 0,029 мг мышьяка. Такой же уровень содержания этих элементов в зерне отмечен и на контроле без удобрений (табл. 2). Аналогичная зависимость содержания свинца, кадмия, ртути и мышьяка при удобрении ОМУГ и без его внесения выявлена при анализе на эти элементы зерна ярового ячменя.

При выращивании семенного картофеля в варианте внесения 4 т/га ОМУГ в клубнях содержалось свинца – 0,02, мышьяка – 0,017, кадмия – 0,01 и ртути – менее 0,005 мг/кг, т.е. было значительно ниже установленных по всем этим элементам допустимых уровней по СанПиН 2.3.2.1078-01.

Таблица 2. Влияние ОМУГ на содержание тяжелых металлов в растениях

Почва, регион	Культура, год	Доза ОМУГ, т/га	Содержание ТМ, мг/кг			
			свинец	мышьяк	кадмий	ртуть
Дерново-подзолистая суглинистая, Центральный регион	Озимая тритикале (зерно), 2011 г.	4,0	0,3 / 0,3	0,028 / 0,029	0,1 / 0,1	<0,005 / <0,005
Дерново-подзолистая супесчаная, Северо-Западный район	Ячмень яровой (зерно), 2012 г.	4,0	0,17 / 0,14	0,042 / 0,042	0,014 / 0,018	0,02 / 0,01
Дерново-подзолистая суглинистая, Северо-Западный район	Лен-долгунец (льносолома), 2011-2012 гг.	4,0	0,2 / 0,2	0,04 / 0,03	0,15 / 0,19	0,01 / 0,01
Дерново-подзолистая суглинистая, Северо-Западный район	Лен-долгунец маслосемена), 2011-2012 гг.	4,0	0,2 / 0,2	0,06 / 0,03	0,1 / 0,1	<0,005 / <0,005
Дерново-подзолистая супесчаная, Северо-Западный район	Семенной картофель (клубни), 2011г.	4,0	0,02 / 0,02	0,005 / 0,017	0,02 / 0,01	<0,005 / <0,005
Допустимые уровни СанПиН 2.3.2.1078-01, мг/кг, не более,						
- зерно			0,5	0,2	0,1	0,03
- семена масличных культур			1,0	0,3	0,1	0,05
- картофель			0,5	0,2	0,03	0,02

Примечание: над чертой – содержание ТМ и мышьяка в растительной продукции на контроле, под чертой – при внесении ОМУГ.

Содержание свинца, кадмия и ртути в семенах льна-долгунца при удобрении ОМУГ не отличалось от этих показателей на контроле, а содержание мышьяка в льносеменах при удобрении было даже ниже контроля.

Оценивая экологическую безопасность растительной продукции, производимой при удобрении ОМУГ, включая зерно озимой тритикале и ярового ячменя, семена льна-долгунца и клубни картофеля, можно заключить, что содержание тяжелых металлов – свинца, кадмия, ртути и мышьяка во всех испытываемых культурах не превышало допустимых уровней по СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». В льносоломе как на контроле, так и при внесении ОМУГ концентрации тяжелых металлов, а также мышьяка соответствовали нормальным концентрациям в растениях [5].

Внесение ОМУГ оказывало незначительное влияние на содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах проведенных полевых опытов (табл. 3). Данная закономерность прослеживается как на супесчаной почве в Северо-Западном районе, так и на суглинистых почвах в Центральном и Северо-Западном районах. Колебания концентраций отдельных элементов в исследуемых почвах находились в пределах точности их определения.

В целом при использовании в качестве удобрения ОМУГ в дозе 4 т/га во всех проведенных полевых опытах содержание тяжелых металлов (кадмия, марганца, меди, никеля, ртути, свинца, цинка), а также мышьяка в супесчаной и суглинистых почвах не превышало установленных в Российской Федерации допустимых концентраций ОДК/ПДК по ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2042-06.

Таблица3. Влияние ОМУГ на содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах

Почва, регион	Культура, год	Содержание, мг/кг							
		кадмий	марганец	медь	мышьяк	никель	ртуть	свинец	цинк
Дерново-подзолистая суглинистая, Центральный район	Озимая тритикале, 2011 г.	0,3 / 0,4	294 / 267	16 / 16	1,8 / 1,7	11 / 11	0,03 / 0,02	9,4 / 9,4	89 / 63
Дерново-подзолистая супесчаная, Северо-Западный район	Ячмень яровой, 2012 г.	0,36 / 0,35	138 / 88	1,8 / 2,6	1,24 / 1,17	3,0 / 3,5	0,02 / 0,02	3,6 / 4,1	15,1 / 16,2
Дерново-подзолистая супесчаная, Северо-Западный район	Лен-долгунец, 2010 г.	0,4 / 0,3	140 / 140	1,6 / 1,2	0,9 / 0,9	4,3 / 4,9	0,01 / 0,01	4,8 / 4,4	13 / 14
Дерново-подзолистая суглинистая, Северо-Западный район	Лен-долгунец, 2011-2012 гг.	0,4 / 0,4	205 / 172	5,5 / 5,9	2,2 / 1,9	10 / 9	0,03 / 0,03	5,9 / 5,1	25 / 25
Дерново-подзолистая суглинистая, Северо-Западный район	Семенной картофель, 2012 г.	0,4 / 0,4	238 / 172	5,5 / 5,9	2,2 / 1,9	10 / 9	0,03 / 0,03	5,9 / 5,1	24 / 24
ПДК/ОДК ГН 2.1.7.2041-06 ГН 2.1.7.2042-06 суглинистые почвы супесчаные почвы		2,0 0,5	1500 1500	— 132 33	10 2	80 20	2,1 2,1	130 32	220 55

Примечания: 1. ПДК установлены для ртути и марганца, ОДК – для кадмия, меди, никеля, свинца, цинка и мышьяка. 2. Над чертой – содержание ТМ и мышьяка в почве на контроле, под чертой - при внесении ОМУГ.

Заключение

Применение гранулированного органоминерального удобрения ОМУГ в дозе 4 т/га обеспечивало достоверное повышение урожайности всех исследуемых культур: озимой тритикале, ярового ячменя, семенного картофеля, соломы и семян льна-долгунца. При этом почва, удобренная ОМУГ, по содержанию тяжелых металлов и мышьяка соответствовала нормативам ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2042-06, а растительная продукция по содержанию этих элементов - допустимым уровням СанПиН 2.3.2.1078-01. Повышение содержания тяжелых металлов и мышьяка в почвах при внесении ОМУГ составляет сотые и тысячные доли от принятых гигиенических нормативов. Таким образом, при соблюдении требований существующих нормативных документов органоминеральное удобрение ОМУГ в дозе 4 т/га рекомендуется для внесения на незагрязненных почвах под зерновые культуры, лен-долгунец на семена и льносолому, семенной картофель, а также для древесно-кустарниковых насаждений, питомников, парков, при перезалужении сенокосно-пастбищных угодий и для рекультивации земель с периодичностью и по правилам, предусмотренным СанПиН 2.1.7.573-96.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Р.А., Мёрзлая Г.Е. Методические рекомендации по изучению эффективности нетрадиционных органических и органоминеральных удобрений. – М.: Агроконсальт, 2002. – 40 с.

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

3. Мёрзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Нестерович И.А., Фомкина Т.П. Агроэкологическая оценка использования осадка сточных вод // Агрохимия. – 1995. – № 5. – С. 102-108.

4. Методические и организационные основы проведения агроэкологического мониторинга в интенсивном земледелии (на базе Географической сети опытов). – М.: ВИУА, 1991. – 356 с.

5. Минеев В.Г. Агрохимия и биосфера. – М.: Колос, 1984. – 247 с.

6. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.

7. Ладонин В.Ф., Мёрзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. и др. Стратегия использования осадков сточных вод и компостов на их основе в агрикультуре. – М.: Агроконсалт, 2002. – 140 с.

УДК 502:631.4

ВОЗДЕЙСТВИЕ НАВОЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

А.Л. Демидов
заведующий сектором промышленного нормирования РУП «Бел НИЦ «Экология», **г. Минск, Республика Беларусь,** PromEco@tut.by
В.В. Мажинская
младший научный сотрудник сектора промышленного нормирования РУП «Бел НИЦ «Экология», **г. Минск, Республика Беларусь,** PromEco@tut.by
И.В. Жигунова
младший научный сотрудник сектора промышленного нормирования РУП «Бел НИЦ «Экология», **г. Минск, Республика Беларусь,** PromEco@tut.by

В статье проводится оценка воздействия навозосодержащих отходов на почвенный покров и выявляются приоритетные вещества – загрязнители.
Ключевые слова: почвенный покров, животноводческие стоки, загрязняющие вещества, норматив ПДК (ОДК).

INFLUENCE OF WASTE CONTAINING MANURE ON SOIL COVER OF BELARUS

Demidov A.L., Mazhinskaya V.V., Zhigunova I.V.

In the article assesses the impact wastes containing manure on soil cover is presented and priority pollutants are identified.
Keywords: soil cover, wastewater of livestock, pollutants, standard MPC (APC).

Введение. Животноводство Республики Беларусь является значимой отраслью хозяйственного комплекса страны, производящей около 8% от стоимости всей внутренней валовой продукции и более 55% продукции сельского хозяйства [1]. Программа развития сельских территорий на 2011–2015 гг. предусматривает интенсивное развитие животноводческой отрасли. Мясо-молочная группа будет составлять порядка 70% всего сельскохозяйственного экспорта, для чего предусматривается строительство 875 новых и реконструкция 1350 МТФ и строительство 112 новых свиноводческих комплексов.

Увеличение поголовья скота и территориальное распространение объектов животноводства усиливает антропогенную нагрузку на природную среду. Каждый такой объект является потенциальным источником загрязнения, в том числе и почвенного покрова, отходами животноводства. Многие существующие животноводческие комплексы имеют значительно изношенное оборудование и коммуникации, из-за чего регулярно наблюдаются несанкционированные сбросы навозосодержащих стоков в природную среду. Все это делает весьма актуальными исследования по определению основных загрязнителей почвенного покрова от отходов животноводства.

В ходе работ по выполнению задания 2.1.8 «Оценить степень воздействия объектов животноводства на почвенный покров и определить перечень контролируемых загрязняющих веществ с целью оптимизации обращения с навозосодержащими стоками» ГНТП «Природные ресурсы и окружающая среда» в 2011-2015 гг. на основании анализа фондовых материалов и результатов аналитических исследований был определен перечень загрязняющих веществ - индикаторов загрязнения почвенного покрова от отходов животноводства.

В статье представлены основные результаты, полученные в ходе выполнения указанной НИР.

Материалы и методы исследования. Для оценки химического загрязнения почвенного покрова были использованы: результаты выполненных в 2011 г. полевых исследований с отбором проб почвы для определения содержания загрязняющих веществ на модельных объектах; материалы почвенно-геохимических исследований выполненных специалистами РУП «Бел НИЦ «Экология» в рамках научно-исследовательских работ по оценке воздействия планируемой хозяйственной деятельности по строительству и реконструкции объектов животноводства. На их основании был составлен предварительный перечень загрязняющих веществ, по которому проводились более детальные исследования.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2011 - 2012 гг. были отобраны пробы навозосодержащих стоков для определения в них концентраций потенциальных загрязнителей почвенного покрова отходами животноводства. Результаты аналитических исследований отобранных образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрации загрязняющих веществ в навозосодержащих стоках, мг/л

	МТФ Андруши	СТФ Куносы	СТК Сож8	СТК Сож9	СТФ Наровля
Аммоний	41,9	408	45	0,1	0,1
Нитриты	0,03	0,03	37,5	30	4,5
Нитраты	0,5	2,43	5,1	37,5	16,4
Сульфаты	34,2	96,5	24,7	226,3	9,1
Хлориды	69,4	39,4	219,6	274,5	68,6
Cu	0,06	4,67	0,0085	0,002	0,002
Zn	0,308	20,1	0,1524	0,5456	0,115
Pb	0,192	0,192	0,015	0,0183	0,0087
Ni	0,1	0,204	0,0184	0,0073	0,0073
Cd	0,0005	0,0035	0,0014	0,001	0,001
Mn	0,934	1,5	0,16	0,23	0,27
Фосфаты	-	-	0,13	0,17	0,25

Для проведения сравнительной характеристики в таблице 2 представлены данные по концентрациям загрязняющих веществ в водоемах, расположенных в районе размещения животноводческих объектов, но на расстоянии, исключающем возможность попадания в них навозных стоков.

В таблице 3 представлены усредненные значения концентраций загрязняющих веществ в навозных стоках и естественных водных объектах.

Таблица 2 – Концентрация загрязняющих веществ в природных водах, мг/л

Шифр / Вещество	Концентрация, мг/л							
	2Г2	2Дв6	1Е2	2Ст6	1Пл5	2Сож11	2Мм2	3Хв3
Сульфаты	21,0	9,5	-	0,8	1,2	16,5	-	-
Аммоний	0,1	2	0,5	0,779	0,1	0,1	0,15	0,1
Нитраты	2,6	2,4	8,6	0,047	1,8	1,2	0,68	12,8
Нитриты	0,01	0,01	0,5	0,03	0,01	0,6	0,01	0,01
Хлориды	33,1	9,2	18,5	13,88	15,6	14,3	76,77	33,4
Фосфаты	0,12	0,05	0,13	0,03	0,09	0,06	0,07	0,04
Pb	0,012	0,005	0,005	0,0131	0,0038	0,0158	0,0152	0,0106
Mn	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	1,06	0,05
Zn	0,0103	0,014	0,01	0,0041	0,0039	0,0049	0,0056	0,0076
Cd	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-
Ni	0,007	-	0,0088	-	-	0,007	0,0095	0,0078
Cu	0,0037	-	0,0095	-	-	0,0033	0,001	0,0058

Таблица 3 – Усредненные значения содержания загрязняющих веществ в стоках и водах

Вещество	Усредненные концентрации в		$C_{стоки}$ / $C_{ест. вод. об.}$
	естественных водных объектах	стоках	
Сульфаты	9,8	78,16± 17,8*	8,0
Аммоний	0,478625	99,02± 34,8	206,9
Нитраты	3,765875	12,4± 3,07	3,3
Нитриты	0,1475	14,4± 3,58	97,6
Хлориды	26,84375	134,3± 21,0	5,0
Фосфаты	0,07375	0,18± 0,08	2,4
Pb	0,010063	0,085± 0,02	8,4
Mn	0,1775	0,62± 0,11	3,5
Zn	0,00755	4,24± 1,7	561,6
Cd	0,001	0,0015± 0,0008	1,5
Ni	0,00802	0,067± 0,02	8,4
Cu	0,00466	0,95± 0,41	203,9

* - среднее квадратичное отклонение [2]

Как видно из таблицы, содержание таких веществ, как кадмий, фосфаты, в стоках сравнимо (выше не более чем в 3,0 раза; с учетом среднего квадратичного отклонения – не более чем в 1,5 раза) с концентрациями в естественных водных объектах, что не позволяет отнести их к приоритетным загрязнителям почвенного покрова от навозосодержащих отходов животноводства. Остальные вещества, содержание которых в стоках в 3 и более раз выше, чем в естественных водоемах, условно принимаем потенциальными загрязнителями почв. В дальнейшем определялась концентрация этих веществ в почвах в местах разливов животноводческих стоков для выявления реальных загрязнителей.

Таким образом, в рассматриваемый предварительный перечень включаем: сульфаты, аммоний, нитриты, нитраты, хлориды, свинец, марганец, цинк, никель, медь.

На основании фондовых материалов исследований 2009–2012 гг. был проведен расчет «условно фоновых» концентраций содержания загрязняющих веществ в почвах. Для расчета приняты данные по концентрациям загрязняющих веществ в пробах почвы, отобранных на удалении от объектов животноводства. Во внимание принимались образцы с супесчаным механическим составом (по аналогии с почвами вокруг основных модельных объектов: свинокомплексы «Борисовский», «Сож», «Дворецкий»). Для вычисления средних концентраций использовались результаты анализа 97 проб по металлам и 66 проб по макрокомпонентам. По одному максимальному и минимальному значению в расчет не принималось. Полученные «условно фоновые» концентрации представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения «условно фоновых» концентраций загрязняющих веществ в почвах

Загрязняющее вещество	«Условно фоновая» концентрация	Загрязняющее вещество	«Условно фоновая» концентрация
Сульфаты, мг/100г	1,25	Pb, мг/кг	14,58
Аммоний, мг/100г	0,37	Mn, мг/кг	405,65
Нитраты, мг/100г	0,61	Zn, мг/кг	26,73
Нитриты, мг/100г	0,09	Ni, мг/кг	8,06
Хлориды, мг/100г	3,40	Cu, мг/кг	6,00

При сравнении полученных «условно фоновых» концентраций с действующими ПДК (ОДК) была выявлена закономерность, что сами ПДК (ОДК) минимум в 2 раза больше рассчитанных фоновых показателей.

Для выявления реальных загрязнителей почв от навозосодержащих отходов были проанализированы данные лабораторных исследований почвенных образцов, отобранных в районе расположения животноводческих объектов. Результаты аналитических исследований были сгруппированы в зависимости от расположения точки отбора пробы. Выделены следующие группы точек: расположенные на территории и по периметру объектов животноводства (1 группа); находящиеся вдоль сельскохозяйственных земель, на которые поступают органические удобрения (2 группа); расположенные в непосредственной близости от мест хранения навоза (3 группа); «условно фоновые» (4 группа).

Для каждой из групп получены средние концентрации загрязняющих веществ, представленные в таблице 5.

Сравнение «условно фоновых» концентраций с показателями в выделенных группах (таблица 4) позволяет сделать следующее заключение. Концентрация ни одного из загрязнителей по группе 2 (места отбора вдоль сельскохозяйственных земель, на которые поступают органические удобрения) не превышает условно фоновую в два и более раза. В группах 1 и 3 превышение более чем в 2 раза фиксируется только по некоторым из форм азота за счет аномально высоких концентраций в 2-3 пробах.

Таблица 5 - Средние концентрации загрязняющих веществ в почве по группам точек отбора

Вещество	Концентрация			
	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Сульфаты, мг/100г	1,8	2,2	0,9	1,25
Аммоний, мг/100г	0,4	0,4	0,8	0,37
Нитраты, мг/100г	1,4	0,5	0,5	0,61
Нитриты, мг/100г	0,2	0,03	0,4	0,09
Хлориды, мг/100г	2,8	3,6	1,5	3,4
Pb, мг/кг	11,7	14,6	15,6	14,58
Ni, мг/кг	4,4	6,1	7,4	8,06
Mn, мг/кг	184,0	231,5	343,4	405,65
Zn, мг/кг	20,9	20,8	51,4	26,73
Cu, мг/кг	5,0	4,5	8,8	6,0

Таким образом, можно сделать вывод, что основным загрязнителем почвеного покрова отходамиживотноводства являются минеральные формы азота. В то же время наибольшее загрязнение происходит непосредственно во время несанкционированных разливов, аварийных ситуаций, а не в результате соблюдения установленного технологического процесса содержания скота и внесения органических удобрений, локализовано на незначительных площадях и определяется на месте визуально.

В дальнейшем для выявления полного перечня загрязнителей в расчет принимались пробы, отобранные в визуально определенных местах разливов животноводческих стоков. Помимо того пробы разбиты на две группы, исходя из свежести разливов. Средние значения концентраций по каждой из выделенных групп представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Концентрации загрязнителей в почвенном покрове

Загрязняющее вещество	Свежие проливы, концентрация	Старые проливы, концентрация	Условно фоновая концентрация
Сульфаты, мг/100г	23,8	1,67	1,25
Аммоний, мг/100г	1,17	0,25	0,37
Нитраты, мг/100г	5,79	5,24	0,61
Нитриты, мг/100г	1,58	0,25	0,09
Хлориды, мг/100г	4,13	2,73	3,40
Pb, мг/кг	11,78	19,55	14,58
Mn, мг/кг	280,75	275,21	405,65
Zn, мг/кг	441,34	89,56	26,73
Ni, мг/кг	10,59	9,91	8,06
Cu, мг/кг	107,90	16,49	6,00

В перечень загрязнителей включались вещества, концентрации которых в 2 и более раза превышали условно фоновую хотя бы по одной из групп. В результате в список загрязнителей почвенного покрова от животноводческих стоков включено 6 позиций: *сульфаты, аммоний, нитраты, нитриты, цинк, медь.*

Необходимо отметить, что высокие концентрации сульфатов и аммония фиксируются только при свежих разливах. Учитывая трансформацию азотных соединений в почвах, со временем концентрация аммония будет снижаться и, соответственно, возрастать содержание нитратов. Таким образом, и аммоний, и нитраты, и промежуточное соединение нитриты – показатели загрязнения почв от навозных стоков на разных его временных стадиях.

В дальнейшем проведено определение степени приоритетности для загрязняющих веществ, включенных в перечень загрязнителей почвенного покрова, которое происходило на основании следующих рассчитанных коэффициентов: процент проб с превышением условно фонового значения (К1); процент проб с превышением условно фонового значения на 100 и более процентов (К2); отношение средней концентрации проб с превышением условно фонового значения на 100 и более процентов к показателю условно фонового значения (К3).

Было решено веществам по каждому из коэффициентов присвоить значение от 1 до 6 (по возрастанию). Рассчитанные коэффициенты К1, К2 и К3 и баллы представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Рассчитанные коэффициенты и баллы загрязнения

Загрязняющее вещество	К1/баллы	К2/баллы	К3/баллы
Сульфаты	55/2	27/2	14,4/4
Аммоний	27/1	27/2	1,7/1
Нитраты	100/6	91/6	7,6/2
Нитриты	75/3	38/4	15,5/5
Zn	82/4	45/5	11,1/3
Cu	91/5	27/2	16,4/6

Баллы по каждому из коэффициентов просуммированы, а вещества расставлены в порядке уменьшения суммы. В соответствии с полученными баллами вещества выстроены в следующем порядке: нитраты – 14; медь – 13; нитриты – 12; цинк – 12; сульфаты – 10; аммоний – 4.

Таким образом, отходы животноводства являются потенциальныи источником загрязнения почв азотными соединениями как в визуально определенных местах несанкционированных разливов, так и в целом в районах размещения объектов животноводства и навозохранилищ.

Миграция и аккумуляция азота в почве зависят от большого количества факторов: микробиологических процессов (аммонификации, денитрификации, нитрификации, азотфиксации), погодных условий, состава почвообразующих пород, положения в геохимическом ландшафте, гидрогеологических условий, физических и химических свойств почвы, развития растений, вида культуры.

Процесс аммонификации в почве осуществляется многочисленной и разнообразной по составу группой микроорганизмов и может протекать в более широком диапазоне условий окружающей среды, чем другие процессы превращения соединений азота в почве. Однако накопление аммонийного азота происходит лишь в случаях, если не идет процесс нитрификации. Осуществляется это при низких (<5) или высоких (>8) pH среды, при повышенных количествах подвижного алюминия, малой насыщенности почв основаниями, недостаточной аэрации, низких температурах [3].

Процесс нитрификации носит окислительный характер, поэтому он возможен лишь в аэробной обстановке при благоприятных внешних условиях. Осуществляется данный процесс в две стадии. На первой происходит окисление аммония до нитритов, но эта форма азота очень нестойкая. В кислых почвах нитриты неустойчивы и в течение нескольких минут распадаются.

На второй стадии нитрификации нитриты превращаются в нитраты. По данным исследователей [4] физически, физико-химически, химически нитратный азот не поглощается почвой.

Отмечается положительная линейная зависимость между нитратным азотом и содержанием общего, органического азота, а также с обменным аммонием.

Установлено, что скорость превращения аммонийных форм в нитратные зависит от влажности и температуры почвы, но в условиях Беларуси этот процесс осуществляет в течение не более 20 дней [5].

Таким образом, концентрация изученных азотных форм в почве будет зависеть от давности поступления азота. Из-за большого количества влияющих факторов, невозможно установить порог, когда нитраты превалируют над аммонийной формой.

Заключение. На основании данных полевых, химико-аналитических исследований и фондовых материалов определен перечень приоритетных загрязнителей в почвах в районе расположения животноводческих объектов: *нитраты, медь, нитриты, цинк, сульфаты, аммоний.* При этом основными показателями загрязнения служат минеральные азотные соединения. При «свежем» загрязнении наиболее высоки в почве концентрации аммония, которые со временем будут снижаться, а содержание нитратов соответственно возрастать. Таким образом, и аммоний, и нитраты, и промежуточное соединение нитриты являются показателями загрязнения почв навозными стоками на разных временных стадиях загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Республика Беларусь в цифрах. Краткий статистический сборник. - Мн.: УП Минстата «Главный вычислительный центр», 2008 – 348 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. Возбуцкая А.Е. Химия почвы. 3-е изд. – М.: Высш. шк., 1968. – 427 с.

4. Кореньков Д.А., Лаврова И.А. Азот в почвообразовании и земледелии // Бюл. ВНИИ удобрения и агропочвоведения. – 1975. – Вып. 25. – С. 3-10.

5. Тиво П.Ф. Состояние и концепция использования животноводческих стоков / П.Ф. Тиво [и др.] // Мелиорация переувлажненных земель. Сб. науч. раб. отв. ред. А.П. Лихацевич. – БелНИИМиЛ, 2001. – Т. XLVIII. – С. 257-269.

УДК 631.454:631.879.42

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

И.С. Белюченко

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей биологии и экологии, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Обобщены основные научные подходы к созданию сложных компостов с использованием различных отходов быта, сельскохозяйственного и промышленного производства, приведены результаты влияния сложного компоста при внесении в верхний слой почвы на продуктивность растений.

Ключевые слова: дисперсные системы, отходы минеральные и органические, микроорганизмы, сложный компост, почва, загрязнители.

USING OF ORGANIC AND MINERAL WASTES IN PREPARATION OF THE COMPLEX COMPOST FOR IMPROVE OF SOIL FERTILITY

Belyuchenko I.S.

The major scientific approaches by production of complex composts with the use of different types of waste household, agricultural and industrial production are summarized; the results of influence of complex compost into the top layer of soil on plant productivity are presented.

Keywords: disperse systems, wastes, microorganisms, complex compost, soil contaminants

Практически все регионы нашей страны засорены разнообразными отходами. Полигоны переполнены, а их токсичные газообразные выделения и фильтраты отравляют воздух, надземные и подземные воды. Значительную часть органических и минеральных отходов можно, нужно и дóлжно использовать для благородной цели – повышения плодородия почв, учитывая их глобальную значимость в составе биосферы. В настоящем сообщении остановимся на анализе физических, химических и биологических особенностей отдельных групп отходов и возможности их использования для создания сложных компостов.

1. Отходы как дисперсные системы. Отходы различных производств и природного происхождения являются дисперсными системами, в которых одно вещество в виде мелких частиц равномерно распределено внутри другого. Отходы включают истинные и коллоидные (золи и гели) растворы и взвеси, отличающиеся друг от друга формами и размерами частиц, или степенью их дисперсности.

Сложные компосты, формируемые смесью различных отходов, являются полидисперсными и многофазными системами, коллоидные частицы которых образуются за счет объединения разнотипных дисперсных структур, пригодных для компостирования. Важнейшим свойством коллоидных золей является то, что их частицы имеют электрические заряды одного знака. Благодаря этому в одном типе отхода они не соединяются в более крупные частицы и не оседают (например, фосфогипс). Высокодисперсные частицы отходов в основном заряжены отрицательно и успешно сорбируют катионы (сюда относятся органические отходы). В коллоидах сложных компостов преобладает кальций и сравнительно мало магния. Коллоидные мицеллы могут полностью насыщаться такими катионами, как кальций, магний, калий, алюминий, аммоний.

При определенных условиях коагуляция золей приводит к образованию студенистого коллоидного геля. Коллоидные растворы в сложных компостах имеют важное значение для повышения плодородия почв, участвуя в процессах почвообразования. Кол-

лоиды обладают высокой поглотительной способностью и химической активностью в силу большой удельной поверхности своих частиц. Часть минеральных коллоидов находится в кристаллическом состоянии, а другая представляет аморфные вещества, включающие свежеосажденные гидраты полуторных оксидов железа, алюминия, марганца, гидраты кремнезема и их комплексные осадки (коагели), высыхающие постепенно. По механическим свойствам коагели схожи с полимерами. Насыщение почв коагелями, двух и трехвалентными катионами повышает водоустойчивость поглощающих комплексов, способных склеивать более крупные частицы и обладающих хорошей структурой. При низком содержании гумуса агрегаты геля в воде расплываются и сложный компост становится бесструктурным. Поэтому основным условием формирования водопрочных гелей сложных компостов является увеличение содержания в них органических составляющих.

Изучение особенностей дисперсных систем отходов – навоза КРС, свиней, куриного помета, осадков сточных вод, дефеката, древесных опилок, фосфогипса, галитов, золы и других, а также природных органических и минеральных веществ имеет важное значение, поскольку из-за разности физических и химических основ они влияют на продолжительность формирования и качество сложных компостов. В целом многофазная дисперсность различных отходов, составляющих в определенных соотношениях сложный компост, обусловливает их продолжительную и регулируемую во времени (до 4-6 лет) химическую активность .

2. Химические особенности сложных компостов. При смешивании отходов разных производств в твердой фазе сложных компостов и в комбинированных растворах преобладают элементы: Ca, N, C, K, S, P, Mg, Na, Cu, Mn, Fe, Zn, Mo, Cl, Si. В результате разложения, растворения, десорбции и частичного обмена элементов с участием микроорганизмов, микро- и мезофауны по мере формирования сложного компоста до «зрелого» часть элементов высвобождается и переходит в его поглощающий комплекс, а значительная часть концентрируется в твердом субстрате, состояние которого определяется уровнем поглощения воды.

При периодическом перемешивании сложного компоста и аэрации в его растворе в расчете на 1 га (60-65 т) формируется до 200 и более различных веществ, которые при высоком уровне pH проявляются как карбонаты и гидроксидные комплексы, а при низком уровне pH преобладают свободные ионы. Концентрации веществ в растворах постепенно выравниваются.

Основными физико-химическими факторами в формировании сложных компостов являются реакции на границах раздела твердых и жидких фаз, которые контролируют содержание главных элементов в растворе и их кислотно-щелочное равновесие. Доступность таких биофилов, как Ca, Mg и K, заметно снижается из-за их выщелачивания из верхних слоев в нижние. При действии кислотных осадков ослабляется мобильность отдельных элементов. Например, мобильность фосфора и молибдена снижается из-за их связывания полуторными окислами и перевода в труднодоступные соединения. Другие элементы – Mn, Cd, Co, Zn, Ni, обладающие фитотоксическими свойствами, весьма активно мигрируют в кислой среде в виде минеральных ионов.

В черноземе обыкновенном в поглощенном состоянии находятся кальций, магний, реже натрий и аммоний. При заболачивании чернозема обыкновенного, кроме кальция и магния, могут присутствовать водород и алюминий. В солонцовых почвах всегда присутствует, кроме кальция и магния, также натрий и калий. Внесение сложного компоста с участием фосфогипса и галитовых отходов (минеральные компоненты), а также навоза, куриного помета, осадков сточных вод и растительных остатков существенно усиливает роль соединений CaO, SO_4, Fe_2O_3, SiO_2, MgO и заметно ослабляет позиции натрия.

Состав и количество поглощенных катионов в сложном компосте сильно влияет на его физические и химические свойства. Особое значение в структурообразовании

имеет кальций – активный коагулятор, способствующий образованию водопрочных структурных агрегатов и снижающий токсическое действие солей тяжелых металлов. Источником Са в компосте может быть фосфогипс, доломит, мел, известковая мука и другие минералы, где их доля доходит до 30%.

3.Формирование микробоценозов. «Зрелый» сложный компост способен при внесении в почву улучшать физические, химические и биологические свойства её верхнего слоя и условия среды обитания отдельных организмов. Состав и структура сложного компоста в значительной степени определяются видовым и популяционным составом живых организмов и прежде всего бактерий, грибов, актиномицетов и одноклеточных водорослей.

Объединение в сложный компост отходов с различными морфологическими и химическими свойствами приводит к значительным колебаниям численности организмов в первые полторы–две недели после его образования, особенно в летний период. Наблюдается сопряженность физико-химического развития сложного компоста и изменения численности популяций и видового состава.

В свежих отходах первичные сообщества биоты разрозненны и не всегда взаимосвязанны. В летний период, в среднем на 10-й день, после смешивания различных отходов организуются отдельные эколого-трофические группы микроорганизмов, а также микро- и мезофауны, которые начинают формировать устойчивые популяции и уже к месячному сроку вегетации развивают серийные функциональные сообщества. Особенно это касается аммонифицирующих, амилолитических и олиготрофных организмов, отличающихся определенной спецификой питания.

В биомассе сложного компоста через две недели его ферментации доля микроорганизмов в составе органического вещества доходит до весьма значительных величин, что заметно удлиняет в нем круговорот углерода и азота. Так, в сложном компосте с участием свиного навоза, фосфогипса, птичьего помета и добавлением соломы ячменя общая численность микроорганизмов на 30-й день после его смешивания составила свыше 240 млн клеток, а с одним навозом – всего около 107 млн. Различные отходы в сложном компосте весьма заметно выравнивают реакцию своей среды за счет нейтрализации в целом всей подобранной смеси (например, щелочная среда свиного навоза и кислая реакция фосфогипса).

В сложном компосте в процессе разложения органического вещества активность микроорганизмов возрастает, усиливается нитрификация. Например, при включении в компост фосфогипса в сочетании с навозом КРС, осадками сточных вод и другими органическими отходами образуются карбонат Са и сульфат аммония, при этом количество доступного растениям азота увеличивается до 20-30%. Кроме того, процесс разрушения органического вещества замедляется на 20-25%, а через снижение денитрификации уменьшаются газообразные потери азота до 30%. Коагуляция органических и минеральных коллоидов в таких системах существенно сокращает их вымывание в грунтовые воды, снижает их потери через поверхностную эрозию (ветровую и водную), препятствует физическому разрушению почвы.

Интенсивность процесса разложения органического вещества сложных компостов достигает ко времени их внесения в почву 80-90% и, как правило, сохраняется 3-4 месяца. При истощении источника ферментов переработка субстрата становится малоэффективной и органическое вещество нередко сохраняется в неизмененном виде в силу его недоступности микроорганизмам. Сохранение ресурсов сложного компоста во многом обусловлено трудно прогнозируемыми факторами среды всех отходов, соотношениями в них C:N и C:P, количеством органического вещества, изменением температуры и количества осадков. В условиях чернозема обыкновенного в летний период контроль за состоянием «зрелости» сложного компоста по степени развития микробоценозов можно проводить каждые 12-15 дней от начала его формирования.

Среди лимитирующих факторов в развитии живых организмов в сложном компосте проявляется иногда нехватка органического вещества и особенно его разнообразия, а в минеральном варианте – кальция, калия, серы, фосфора и т.д. В комплексе организмов–редуцентов особое место в компосте занимают грибы, которые отличаются самым экономным обменом веществ и использованием наибольшего количества углерода и азота из разлагаемых ими соединений для построения своего тела (свыше 60% расщепленных ими веществ переходит в слоевища грибов).

Для каждого типа отхода (дефеката, свиного навоза, птичьего помета и т.д.) характерно свойственное именно ему содержание органических (белки, сахара, аминокислоты, витамины, ферменты и т.д.) и неорганических соединений (аммоний, подвижный фосфор и другие), а также уровень pH. При добавлении в сложный компост растительных отходов (солома озимой пшеницы, ячменя или отходы сахарной свеклы и др.) в разложение включаются микроорганизмы, которые при благоприятных условиях (влага, температура, питательные вещества) достаточно быстро доводят их состояние до равновесного уровня.

Живые организмы в сложных компостах, использующие в качестве источника энергии и питания органический углерод, служат основной причиной трансформации органического вещества, а их биомасса является важным источником его накопления в почве. Живые организмы переводят сложные соединения в более простые, которые частично используются повторно, но в основном через химические и физические процессы, и вместе с микробными метаболитами стабилизируют органический состав почвы.

4. Особенности технологии севооборота. При правильном формировании сложного компоста его внесение в почву существенно пополняет в основном субстрате содержание физической глины (до 2-3%), повышает коэффициент структурности чернозема обыкновенного (на 4-7 единиц), увеличивает содержание органического вещества, вторичных минералов монтмориллонитовой группы и катионов в ППК почвы; кальций здесь выступает в качестве катализатора, поддерживающего процесс сцепления органических и минеральных коллоидов. Структура сложного компоста зависит от количества ионов кальция и магния и делится на мелкозернистую (минеральные коллоиды разбросаны и не связаны друг с другом) и комковатую (коллоиды соединены в сравнительно стойкие агрегаты). Комковатая структура превосходит по качеству мелкозернистую: хорошо пропускает влагу, не допускает застоя воды и лучше обеспечена воздухом.

Внесение в почву сложного компоста, по результатам наших исследований, оказывает положительное влияние на снижение плотности субстрата, повышает пористость слоя, полевую и полную влагоемкость в течение 4–5 лет, увеличивает порог влажности завядания и запасы влаги в слое 0-20 см. Кроме того, в почве повышается содержание многих доступных элементов питания, таких как Ca, N, P, S, K. Все это влияет на организацию севооборота и дает возможность изменить технологические приемы выращивания отдельных культур. При одноразовом внесении сложного компоста за пятилетний период на обыкновенном черноземе допускается пахота один раз в 5 лет под сахарную свёклу, а под остальные культуры применяется культивирование с помощью *ТопДауна*, а иногда прямо посев и уборка. Естественно, технику обработки культур при внесении сложных компостов необходимо еще совершенствовать, но первые результаты показывают, что с новой технологией существенно (до 30%) сокращаются затраты на горючее и ремонт техники.

5. Продуктивность растений. Улучшение структурного состояния пахотного слоя, водного, воздушного, теплового и пищевого режимов в результате внесения сложных компостов влияет на продуктивность посевов, способствует увеличению урожайности возделываемых культур. Например, при одноразовом внесении сложного компоста осенью 2007 г. или весной 2008 г. увеличение продуктивности сахарной свеклы составило 40 ц/га, озимой пшеницы – 5, кукурузы – 12, озимого ячменя – 5, подсолнечника – 3

ц/га. Самые высокие урожаи были получены на кукурузе – 25, озимой пшенице – 12, сахарной свёкле – 52 ц/га.

6. Качество продукции. Внесение сложного компоста оказало заметное влияние на качество продукции сельского хозяйства. Так, у сахарной свеклы при заметном повышении урожая корнеплодов повысилась сахаристость: у мелких корнеплодов (от 200 до 350 г) на 5,5%, средних (500 г) – на 4% и крупных (>550 г) – на 0,8%. При выращивании озимой пшеницы два года подряд содержание клейковины в зерне повысилось на 3, а протеина – на 1,5 единицы. При выращивании кукурузы на фоне внесения сложного компоста концентрация нитратов в зерне уменьшилась в 2 раза и увеличилось содержание фосфора на 25%.

7. Отходы – мелиорант загрязненных нефтью земель. Отходы могут служить мелиорантом для загрязненных нефтью почв. Проведенные исследования показали, что при среднем нефтяном загрязнении сельскохозяйственных земель (80 000 мг/кг почвы) очистку верхнего слоя почвы можно провести без его вывоза с использованием смеси минеральных и органических отходов в течение 1 года. Концентрация нефтепродуктов за этот период снижается в 70-80 раз. Скорость деградации углеводородов и восстановления почв требует ряда научных и производственных испытаний с учетом конкретных показателей их состояния и климатических условий среды.

8. Отдельные отходы – загрязнители почвы. Негативным фактором применения отходов являются фтор, стронций и другие тяжелые металлы, ПАВы, а также различные патогенны и яйца гельминтов. В черноземе обыкновенном фтор активно вступает в реакции с органическими и органоминеральными соединениями с образованием труднорастворимых фторидов. Что касается стронция, то на большей территории края его дозы в почвах весьма умеренные, а содержание подвижного кальция в почвенном растворе с внесением фосфогипса повышается, поэтому активность стронция заметно блокируется. Кислая среда минеральных отходов диссоциирует ПАВы и мацерирует оболочку гельминтов. Через подбор количественных соотношений отдельных отходов (органических и минеральных) обеспечивается соответствующая реакция сложного компоста, направленная на снижение или даже удаление конкретных загрязнителей почвы.

В заключение следует отметить, что отходы производства и потребления являются дисперсными системами, которые заметно различаются коллоидным состоянием, составом и коагуляционными свойствами. Минеральные отходы не образуют устойчивых коллоидов из-за низкой растворимости и гидратации компонентов, отсутствия взаимной коагуляции и образования структурных агрегатов. Органические отходы, переработанные микроорганизмами, представляют дисперсную систему с высокой гидратацией в процессе взаимной коагуляции органических и минеральных коллоидов, в результате чего формируются гелеобразные структуры, являющиеся источниками увлажнения и плодородия.

Совмещение различных отходов создаёт устойчивые агрегаты, заметно улучшает физические (аэрация, инфильтрация и др.), химические (обогащение органическими веществами, Ca, S, Si и микроэлементами) и биологические (увеличение количества и численности популяций бактерий, грибов, актиномицетов) свойства почвы. Обогащенная с внесением сложного компоста почва, отличается взаимной коагуляцией положительно заряженных частиц с отрицательно заряженными гуматами и кремнием, на основе которых формируются структурируемые коагели, составляющие основу её плодородия.

Рациональное использование отходов основных направлений производства и потребления будет способствовать высвобождению земельных территорий и практической выгоде при их использовании под посевы сельскохозяйственных культур. Применение сложных компостов способствует химическому и биологическому многообразию, расширяет экологические ниши и существенно улучшает агрономическое качество верхнего слоя почвы в течение 5-6 лет.

УДК 631.879.4:633.15[631.41:445.4

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО КОМПОСТА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

О.А. Мельник

кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологи и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Рассматривается влияние сложного компоста на основе сельскохозяйственных и промышленных отходов на агрохимические свойства чернозема обыкновенного, а именно величину кислотности (pH), содержание органического вещества, азота, фосфора и др. элементов в условиях ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края.

Ключевые слова: сложный компост, чернозем обыкновенный, реакция почвенной среды, органическое вещество, азот, фосфор, кальций, сера, сельскохозяйственные культуры.

THE INFLUENCE OF COMPLEX COMPOST ON THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM ORDINARY

Mel'nik O.A.

The influence of compost on the basis of a complex of agricultural and industrial wastes in the agrochemical properties of ordinary chernozem, namely the amount of acidity (pH), organic matter, nitrogen, phosphorus and other elements in terms of "Zavety Il'icha" Krasnodarsky region, Leningradsky municipal district.

Keywords: complex compost, ordinary chernozem, the reaction of the soil environment, organic matter, nitrogen, phosphorus, calcium, sulfur, crops.

Сельское хозяйство является одним из основных факторов, приводящих к развитию деградационных процессов почвы. При этом причиной интенсивного развития деградационных процессов, имевших до XX в. только локальное проявление, послужило пренебрежение экологическими основами сельского хозяйства. Используемые в настоящее время технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются экологически несовершенными и ориентированы только на достижение высокой урожайности культур, полное использование их биологического потенциала и выполнение потребительских функций. Такое ведение сельского хозяйства, первостепенной составляющей которого является применение агрохимикатов, привело к серьезным изменениям почвенного покрова, а именно к ухудшению физического состояния (изменению гранулометрического и валового составов, соотношения микро- и макроагрегатов, снижению аэрации, водоудерживающей способности, повышению плотности и т.д.) и агрохимических свойств пахотного слоя почвы (снижению содержания в почве органического вещества, основных элементов питания, подщелачиванию или, наоборот, подкислению почвенной среды и др.). Все эти негативные изменения превратили почвы в почвоподобные образования со сниженными экологическими функциями, низким плодородием и неблагоприятными условиями для жизнедеятельности живых организмов.

Нарушение активности функций почвенного покрова связано также с ростом земельных площадей, занятых различными отходами производства и потребления, образование которых на сегодняшний день является неотъемлемым и необратимым процессом в развитии человечества, который невозможно полностью исключить. Возможен лишь поиск методов и технологий вторичного их использования, которые могут быть направлены на восстановление экологических функций почвы, улучшение ее физиче-

ского и химического состояния и приведет к формированию благоприятных свойств почвы как среды обитания (Белюченко, 2012). Такой подход к восстановлению экологических функций почвы является серьезной альтернативой существующим в настоящее время агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

Одним из самых надежных, экологически и экономически перспективных способов сохранения плодородия почвы (а значит, и улучшения агрохимических ее свойств), с одной стороны, и утилизации многих из отходов, с другой, является использование в качестве удобрений сложных органоминеральных компостов на основе отходов сельскохозяйственных и промышленных производств. При этом отходы сельского хозяйства и быта (навоз КРС и свиней, птичий помет, растительные остатки, осадки сточных вод) привлекают наибольший интерес, так как именно они являются основным источником поступления органической составляющей в почву с одновременным созданием условий для воспроизводства почвенного плодородия. А некоторые отходы промышленных производств, такие как фосфогипс, дефекат, опилки, могут служить минеральным дополнением к органическим отходам и совместно с ними формировать органоминеральные компосты, которые значительно улучшают физические и химические свойства почвы (создают благоприятные водный и воздушный режимы почвы, обогащают почву элементами минерального питания) (Белюченко, Муравьев, 2009; Мельник, 2010). Это в свою очередь позволит одновременно решить проблемы охраны окружающей среды и повышения плодородия почвы.

В связи с этим одной из основных задач кафедры общей биологии и экологии Кубанского госагроуниверситета является изучение влияния сложного компоста на агрохимические свойства почвы с целью оценки возможности его использования для повышения плодородия.

Методика исследований. Оценка влияния сложного компоста на агрохимические свойства чернозема обыкновенного проводилась на примере полевого опыта, заложенного на территории ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края в 2008 году на поле севооборота, представленного сменой следующих сельскохозяйственных культур:

2008 год – кукуруза на зерно,
2009 год – озимая пшеница,
2010 год – сахарная свекла,
2011 год – озимая пшеница,
2012 год – подсолнечник.

Опыт представлен двумя вариантами: 1) контроль (принятая для хозяйства норма NPK) и 2) сложный компост + NPK. В компонентный состав компоста включены отходы сельского хозяйства (навоз КРС, растительные остатки) и отход промышленного производства (фосфогипс). Компост вносили в почву один раз в 2008 году под кукурузу, в результате чего наблюдали действие и последействие компоста на протяжении 5 лет исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. Сложные компосты оказывают определенное влияние на агрохимические свойства почвы: содержание органического вещества, общего азота и его подвижных форм, фосфора, кальция, серы; способствуют нейтрализации почвенной среды (pH).

Один из центральных показателей при оценке агрохимических свойств почвы – содержание в ней органического вещества. Проблема снижения плодородия почв в настоящий период обостряется в связи с потерей в них органического вещества, особенно если применяемая система земледелия не предусматривает его пополнение за счет использования зеленых удобрений, перегноя, компостов, пожнивных остатков и т.д. Так за последние 100 лет черноземы многих сельскохозяйственных районов потеряли до

25–30% и больше запасов органического вещества (Орлов, 1985; Белюченко, Гукалов 2003).

Благодаря органическому веществу почва заселяется многочисленными микроорганизмами и почвенными животными, с которыми связано протекание в ней сложных и разнообразных биохимических процессов. Живое вещество почвы обусловливает биологический круговорот веществ и потоки энергии, что делает возможным существование самой почвы и растений на Земле; оно оказывает также положительное влияние на многие физические, химические свойства почвы и является важнейшим накопителем и хранителем элементов питания для растений, во многом определяя качество и количество урожая сельскохозяйственных культур.

В течение последних 20–25 лет в земледелии страны, включая и хозяйство, где проводились исследования (ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края), нарушены устоявшиеся ранее формы и методы использования земель (внесение органического вещества практически исключено из технологий, больше стали занимать в севообороте зерновые культуры, подсолнечник, сахарная свекла и другие). В связи с этим возникла необходимость оценки содержания в почве органического вещества с целью отслеживания в последующем его уровня в почвах агроландшафта уже в новых условиях хозяйствования (при внесении сложного компоста).

В результате проведенных исследований было выявлено, что разница в содержании органического вещества в первый год внесения сложного компоста по вариантам составила 0,52% при существенном снижении его минерализации благодаря коагуляции минеральных коллоидов фосфогипса и органических коллоидов навоза КРС, растительных остатков и почвы. Это создало лучшие условия для стабилизации уровня распада органического вещества в почве на участке с внесением сложного компоста по сравнению с контролем в первый год исследования и весьма убедительно отразилось на исследуемом показателе на второй и последующие 4–5 лет действия сложного компоста (табл. 1).

Таблица 1 – Агрохимические свойства чернозема обыкновенного

Показатель	Вариант	Севооборот, год				
		Кукуруза на зерно, 2008	Озимая пшеница, 2009	Сахарная свекла, 2010	Озимая пшеница, 2011	Подсолнечник, 2012
pH_{H2O}	контроль	8,34±0,18	8,23±0,17	8,29±0,18	8,29±0,18	8,15±0,16
	компост	7,42±0,17	7,36±0,17	7,32±0,17	7,46±0,17	7,32±0,17
Органическое вещество, %	контроль	3,46±0,05	3,52±0,07	3,65±0,08	3,61±0,08	3,40±0,05
	компост	4,03±0,07	4,26±0,09	4,19±0,09	4,08±0,09	4,03±0,06
Nобщ., %	контроль	0,24±0,01	0,21±0,01	0,22±0,01	0,39±0,01	0,36±0,01
	компост	0,32±0,01	0,36±0,01	0,34±0,01	0,42±0,01	0,40±0,01
NH_4^+, мг/кг	контроль	4,60±0,09	4,60±0,09	4,25±0,09	4,02±0,09	4,41±0,08
	компост	5,80±0,12	10,00±0,21	4,86±0,10	4,47±0,09	5,05±0,11
NO_3^-, мг/кг	контроль	8,95±0,19	3,75±0,08	4,35±0,09	2,39±0,05	3,63±0,07
	компост	10,02±0,21	3,00±0,06	3,75±0,08	3,13±0,07	3,12±0,07
P_2O_5, мг/100 г	контроль	35,50±1,80	36,45±1,40	26,87±1,21	35,90±0,85	37,05±0,84
	компост	53,20±1,60	46,30±1,85	54,74±1,39	40,90±0,87	42,81±1,13
CaO, %	контроль	0,15±0,01	0,12±0,01	0,08±0,01	0,17±0,01	0,13±0,01
	компост	0,35±0,01	0,23±0,01	0,13±0,01	0,37±0,01	0,29±0,01
SO_4^{2-}, %	контроль	0,08±0,01	0,09±0,01	0,06±0,01	0,08±0,01	0,08±0,01
	компост	0,12±0,01	0,11±0,01	0,07±0,01	0,10±0,01	0,09±0,01

Содержание органического вещества в почве на участке, где вносили компост, на посевах кукурузы в 2008 году составило 4,03±0,07, тогда как на контроле – 3,46±0,05%, а в посевах озимой пшеницы в 2009 году соответственно 4,26±0,09 и 3,52±0,07%. В последующем в посевах сахарной свеклы (2010 г.), озимой пшеницы (2011 г.) и подсолнечника (2012 г.) на участках с внесением компоста наблюдалось некоторое уменьшение в черноземе обыкновенном содержания органического вещества, однако его уровень превышал контрольный вариант на 0,5–0,6%.

Внесение сложного компоста положительно сказалось и на запасах в почве органического вещества по годам исследования (табл. 2). В среднем по годам запасы органического вещества в почве опытного варианта с внесением компоста превосходят контроль на 7,43 т/га.

Таблица 2 – Запасы органического вещества в почве при использовании сложного компоста

Год после внесения компоста / культура	Плотность почвы, г/см^3		Запасы органического вещества в слое 0–20 см, т/га		
	контроль	компост	контроль	компост	отклонение
1-й / кукуруза на зерно	1,17	1,10	80,96±3,1	88,66±4,4	+ 7,70
2-й / озимая пшеница	1,15	1,08	80,96±3,0	92,02±4,6	+ 11,06
3-й / сахарная свекла	1,23	1,15	89,79±4,2	96,37±4,7	+ 6,58
4-й / озимая пшеница	1,14	1,07	82,30±4,3	87,31±4,2	+ 5,00
5-й / подсолнечник	1,18	1,08	80,24±4,3	87,04±4,3	+ 6,81
В среднем по годам	1,17	1,09	82,85±3,8	90,28±4,4	+ 7,43

В первый год действия сложного компоста при его внесении отмечено увеличение запасов органического вещества в почве на уровне среднего значения (7,70 т/га). Однако уже на второй год исследуемый показатель значительно превышает (на 11,06 т/га) контрольный вариант. Последействие (на 3–5-й годы) сложного компоста на запасы в почве органического вещества выразилось в некотором их снижении с разницей по вариантам в 5,00–6,81 т/га.

Увеличение содержания органического вещества и его запасов можно объяснить тем, что при использовании в сложном компосте фосфогипса (минеральная составляющая) подвижный аммоний (NH_4^+) навоза (органическая составляющая) обменивается при компостировании отходов на Ca_2^+ в эквивалентном количестве. При этом фосфогипс усиливает в субстрате сложного компоста физико-химическое поглощение, определяя обмен катионов субстрата на катионы раствора почвенно-поглощающего комплекса (ППК), активно участвует в формировании органоминерального комплекса, механическая часть которого более пористая (по сравнению с почвой без внесения сложного компоста) и легко задерживает частицы другого вещества в своих порах (глину, органические вещества и т.д.). Такие характеристики применения сложного компоста и являются предпосылкой к поддержанию и дальнейшему увеличению в почве содержания органического вещества.

При внесении в почву сложного компоста снижение трансформации органического вещества сопровождается увеличением содержания азота. Данная тенденция наблюдается на протяжении 5 лет после использования сложного компоста под всеми исследуемыми сельскохозяйственными культурами. При этом валовое содержание азота характеризует почву как хранителя общего запаса данного элемента и не раскрывает степень обеспеченности растений его доступными формами. На контроле под посева-

ми основных сельскохозяйственных культур содержание общего азота варьирует в пределах от 0,21±0,01 до 0,39±0,01%; на участке с внесением компоста оно возрастает и составляет 0,32–0,42% (табл. 1).

При увеличении по вариантам в почве концентрации общего азота возрастает и содержание аммонийного азота, который в отличие от нитратного хорошо удерживается почвенным поглощающим комплексом следующей реакцией:

$$\text{ППК}_{NH_4}^{NH_4} + CaSO_4 \rightarrow (\text{ППК})\text{Ca} + (NH_4)_2SO_4.$$

В результате проведенных исследований было отмечено, что на участке с внесением сложного компоста количественные показатели содержания аммонийного азота превышали контроль в среднем по годам в 1,37 раза. Причем наибольшее превышение характерно для 2-го года после внесения сложного компоста, когда была отмечена и максимальная разница по содержанию в почве органического вещества.

Было определено также и содержание в почве нитратного азота. Обследование опытного участка показало, что по годам действия сложного компоста под различными сельскохозяйственными культурами содержание нитратного азота варьирует в пределах от 3,00±0,06 до 10,02±0,21, а на контроле от 2,39±0,05 до 8,95±0,19 мг/кг (табл. 1). Однако, в отличие от аммонийного азота, нитратный азот характеризуется снижением своего содержания на 2-й и последующие годы после внесения сложного компоста, что указывает на ослабление процесса нитрификации, а следовательно, и поступление его в сельскохозяйственную продукцию.

Таким образом, повышение концентрации азота (общего и аммонийного) при внесении сложного компоста может быть связано с его способностью снижать трансформацию органического вещества, что определяется заметным усилением процессов агрегирования. При совместном использовании в составе сложного компоста фосфогипса и навоза КРС происходит консервация азота в аммонийной форме, снижающая его потери в почве за счет ослабления процессов денитрификации и инфильтрации.

В процессе компостирования ускоряются химические реакции, например, при включении в навоз КРС фосфогипса можно зарегистрировать прохождение реакции $CaSO_4 + CO_2 + 2NH_3$ (навоз) $+ H_2O \rightarrow CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4$, которая при создании благоприятных условий протекает достаточно интенсивно, при этом количество доступного растениям аммонийного азота увеличивается до 30 % (Белюченко, 2009).

Уровень фосфорного питания сельскохозяйственных культур севооборота складывается за счет мобилизации естественных запасов подвижных фосфатов в почве. При этом содержание доступных растениям соединений фосфора в почве, являясь одним из основных показателей окультуренности, достаточно объективно характеризует ее плодородие в отношении этого элемента питания. В свою очередь, запасы фосфора связаны с характером почвообразующих пород, зависят от уровня накопления органического вещества в почве и степени его минерализации, а также от влажности почвы, реакции почвенной среды, рельефа местности и т.д.

В результате проведенных производственных исследований было отмечено, что в первый год внесения сложного компоста (под кукурузу на зерно) на опытном участке содержание подвижного фосфора превысило контрольный показательболее чем на 17 мг/кг. На 2-й год (под озимой пшеницей) разница между вариантами опыта уменьшилась и составила 9,85 мг/кг (табл. 1). Максимальное содержание подвижного фосфора было выявлено на 3-й год после внесения сложного компоста под сахарной свеклой (54,74±1,39 мг/кг), в то время как на контроле оно составило 26,87±1,21 мг/кг. Таким образом, наблюдалось варьирование показателей содержания в почве подвижного фосфора, что можно объяснить сменой сельскохозяйственных культур севооборота,

принятого в хозяйстве проведения исследований, и спецификой предпосевной подготовки почвы. Однако положительное действие сложного компоста на содержание в почве подвижного фосфора было отмечено на протяжении всего периода исследований с некоторым снижением на 4-й и 5-й годы (соответственно под озимой пшеницей и подсолнечником) с разницей по вариантам до 5,00 и 5,76 мг/кг.

Следующий не менее важный исследуемый агрохимический показатель – содержание в почве кальция. Он играет важную роль в процессах почвообразования, входит в состав почвенно-поглощающего комплекса, участвует в обменных реакциях почвенного раствора, обусловливая высокую буферную способность почвы, в регулировании реакции почвенного раствора и повышении активности микроорганизмов. Почвы с высоким содержанием обменного кальция обладают хорошей агрономической структурой, водопрочностью и другими благоприятными свойствами, обеспечивающими высокое плодородие. Кальций, потребность в котором проявляется уже в фазу прорастания семян, играет большую роль в жизни растений, он необходим для роста и развития надземных органов и корневой системы (Шеуджен, 2003).

В результате проведенных исследований было отмечено также увеличение содержания кальция и серы в верхнем слое почвы при внесении сложного компоста (табл. 1). На участке с внесением сложного компоста содержание кальция варьировало от 0,13±0,01 до 0,37±0,01%, тогда как на контроле оно оказалось значительно ниже и составило от 0,08±0,01 до 0,17±0,01%. Таким образом, во все годы исследований опытный участок с компостом превосходит контрольный в среднем в 2 раза по содержанию кальция.

Производственные испытания показали, что внесение в почву сложного компоста на основе отходов промышленных и сельскохозяйственных производств (фосфогипс, навоз КРС, растительные остатки), способствовало также увеличению в почве сульфатов, являющихся важным условием роста и развития сельскохозяйственных культур. Так, содержание в почве подвижной серы (SO_4^{2-}) по годам исследований составляет от 0,06±0,01 до 0,09±0,01% на контроле и от 0,07±0,01 до 0,12±0,01% – на опытном участке с внесением сложного компоста, сохраняя тенденцию положительного его влияния на свойства почвы (табл. 1).

Повышение содержания кальция и серы в почве при использовании сложного компоста обусловлено поступлением этих элементов с фосфогипсом – минеральной составляющей компоста (содержание кальция в фосфогипсе составляет более 20%, а содержание серы – до 30%).

Варьирование показателей pH в границах однородных территорий не должно превышать 5–10% от средних значений; всякое изменение реакции почвенной среды приводит к смене характера почвообразования и экологических условий обитания организмов. Реакция почвенной среды зависит от многих факторов (почвообразующей породы, растительности, влажности и др.) и не является постоянной величиной, а имеет тенденцию изменяться в течение года и вегетационного периода. Основным приемом регулирования реакции почвенной среды является постепенное окультуривание пахотных земель путем повышения содержания органического вещества, количества способных к обменным поглощениям коллоидных частичек, которые уменьшают вымывание оснований (Юлушев, 2005).

Почва контрольного участка, где проводились производственные испытания, характеризуется значениями pH_{H2O} от 8,15±0,16 до 8,34±0,18 при среднем значении по годам 8,26±0,18 (табл. 1), что позволяет отнести реакцию почвенной среды к среднещелочной. При внесении в почву сложного компоста реакция почвенной среды снижа-

ется и составляет от 7,32±0,17 до 7,46±0,17 при среднем значении pH_{H2O} 7,38±0,17 (реакция почвенной среды слабощелочная), что связано с воздействием кислой реакции фосфогипса (pH 5,0-5,5) в составе сложного компоста. Таким образом, совместное использование в составе компоста отходов промышленных (фосфогипс) и сельскохозяйственных (навоз КРС, отходы растениеводства и др.) производств при внесении в почву способствовало снижению ее щелочности. При этом наблюдаются более благоприятные физические условия, хорошая оструктуренность почвы, оптимальные условия минерального питания, интенсивная микробиологическая деятельность.

В заключение следует подчеркнуть, что внесение в почву сложного компоста оказывает заметное положительное влияние на ее химизм, включая содержание органического вещества, азота, фосфора, кальция, серы, а также реакцию почвенной среды. Увеличение в почве содержания азота связано со снижением трансформации органических веществ в связи с их консервацией коллоидными системами при внесении дисперсного компоста; снижение щелочности почвенного раствора усиливает микробиологическую активность почвы, что способствует повышению ее биологической поглотительной способности и снижению выщелачивания элементов питания; повышение в почве фосфора, серы и кальция обусловлено, главным образом, поступлением данных элементов с минеральной составляющей сложного компоста (фосфогипсом).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – №3. – С. 88-111.

2. Белюченко И.С., Гукалов В.Н. Проблемы развития агроландшафтных систем в богарной зоне Краснодарского края // Экол. пробл. Кубани. – Краснодар, 2003. – № 21. – С. 7–27.

3. Белюченко И.С., Муравьев Е.И. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. –Т. 5. – № 1.–С. 84–86.

4. 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.

5. Орлов Д.С. Химия почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.

6. Шеуджен А.Х. Биогеохимия. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. – 1028 с.

7. Юлушев И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП: Учебное пособие. – М.: Академический Проспект; Киров, Константа, 2005. – 368 с.

УДК 631.434.6

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО КОМПОСТА НА СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Д.А. Славгородская
соискатель, ассистент кафедры общей биологии и экологии, Кубанский государственный аграрный университет, **Россия, г. Краснодар**

Внесение сложного компоста с участием отходов промышленности и сельского хозяйства под посев возделываемых культур способствует формированию благоприятной структуры почвы, повышению степени ее водопрочности, устойчивости и плотности сложения, что создает пористость корнеобитаемого слоя и экологически оптимальные условия для развития растений.

Ключевые слова: отходы промышленности и сельского хозяйства, компост, чернозем обыкновенный, структурно-агрегатный состав, водопрочность структуры и устойчивость ее сложения, плотность сложения и общая пористость почвы, развитие подземных органов растений.

INFLUENCE OF THE COMPOST ON STRUCTURAL-AGGREGATE COMPOSITION OF ORDINARY CHERNOZEM IN STEPPE ZONE KRASNODAR REGION

Slavgorodskaya D.A.

Adding of compost consisting of wastes of industrial and agriculture under sowing crops contributes to formation of favorable soil structure, enhance of degree of water stability of the soil and sustainability its addition, which affects the density and porosity of the root zone, and creates environmentally optimal conditions for plant growth.

Keywords: waste industry and agriculture, compost, ordinary chernozem, structural aggregate composition, water stability of the structure and stability of its constitution, density and total porosity of the soil, the development of the underground organs of plants.

В современном мире природные почвы характеризуются протеканием техносферных процессов, выполнением в основном функции производства сельскохозяйственной продукции, что приводит к нарушению многих экологических взаимосвязей в биосфере. Факторы деградационного воздействия многообразны, и одним из них является сельское хозяйство. Естественное и активное плодородие почв, которое поддерживается и даже возрастает на основе взаимосвязей и обмена как внутри почвенного комплекса, так и в связи с другими блоками биосферы, к сожалению, во многих регионах планеты уже использовано. Интенсивный, а в некоторых случаях и хищнический характер хозяйствования привел к обострению многих экологических проблем. Получение сельскохозяйственной продукции идет за счет потенциального плодородия почв или поддержания искусственного плодородия многими традиционными и современными агротехнологиями, направленными в основном на использование мощной техники, высоких доз минеральных удобрений и пестицидов. Это приводит к снижению содержаниягумуса, расширению площадей эродированной и переувлажненной пашни. Все эти негативные изменения превратили почвы в почвоподобные образования со сниженными экологическими функциями, низким плодородием и неблагоприятными условиями для жизнедеятельности живых организмов (Добровольский, Никитин, 2000; Белюченко и др., 2010).

Массовое накопление отходов также является причиной нарушения функций почвенного покрова, и его широкомасштабная деградация вызывает необходимость перевода сельскохозяйственного производства на почвозащитное земледелие: исполь-

зование полезных свойств отходов для получения биоудобрений, внедрение малоотходного и безопасного производства продуктов сельского хозяйства, использование экологически безопасных приёмов эксплуатации почвы, формирования оптимальной агросферы для сохранения гармоничного равновесия с биосферой. Необходимо охранять почвы, переходить на органическое земледелие возделывания сельскохозяйственных культур, направленное на умеренное использование агрохимикатов.

В настоящее время актуальным является поиск путей и методов восстановления экологических функций почвы, улучшения ее физического состояния и структурно-агрегатного состава, которое приведет к формированию благоприятных свойств почвы как среды обитания. Оптимизация физического состояния почвы, а именно улучшение ее структурно-агрегатного состава, сохранение зернистой структуры черноземов, является первостепенным в плодородии почв. Благоприятное влияние хорошо агрегированной почвы заключается прежде всего в улучшении ее водного и воздушного режимов, создании оптимальной плотности сложения пахотного слоя.

В последние годы широкую популярность приобрело приготовление различных экологически чистых компостов из отходов промышленности, сельского хозяйства и быта и дальнейшее их использование для мелиорации почв, в частности для оптимизации физического состояния почвы и ее структурно-агрегатного состава. Возникло целое направление органического земледелия, приверженцы которого активно используют органоминеральные компосты в хозяйствах, стараясь обходиться без минеральных удобрений и пестицидов. Грамотное сочетание полезных характеристик отходов в зависимости от экологического состояния почвенного покрова позволяет создавать разнообразные компосты, внесение которых в почву существенно улучшает её агрофизические характеристики. Такое земледелие является серьезной альтернативой существующим в настоящее время агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

В данной статье рассмотрено влияние сложного компоста, составленного из отходов сельского хозяйства (навоз крупного рогатого скота и отходы растениеводства) и промышленности (фосфогипс) на структурно-агрегатный состав чернозема обыкновенного степной зоны Краснодарского края.

Методика исследования. Полевой опыт в производственных условиях был заложен весной 2008 года под посев кукурузы. Сложный компост в опытном варианте был разбросан по поверхности почвы с последующей заделкой на глубину 12-15 см, затем были высеяны семена кукурузы гибрида ПР 35Г112. За период с 2008 по 2012 гг. севооборот был представлен следующими сельскохозяйственными культурами: кукуруза – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – подсолнечник. Основное удобрение (сложный компост), состоящее из навоза КРС, растительных остатков и фосфогипса вносили единожды (только в апреле 2008 года). Технологические требования выращивания конкретных культур выполнялись во все годы одинаково на обоих вариантах опыта. В течение пяти лет проводились исследования влияния сложного компоста на агрофизические свойства почвы, особенности развития растений сельскохозяйственных культур и их продуктивность.

Отбор почвенных образцов проводили в конце вегетации культур перед уборкой урожая; в каждом варианте опыта почвенные образцы отбирали в пахотном слое почвы (0-20 см) в 30- кратной повторности. Наблюдения за ростом и развитием растений сельскохозяйственных культур велось в течение всего периода их вегетации. В лабораторных условиях в исследуемой почве структурно-агрегатный состав («сухое» и «мокрое» просеивание) определяли – методом Н.И. Саввинова, также были изучены плотность сложения почвы – методом режущего кольца объемом 36 см^3, плотность твердой

фазы – пикнометрическим методом (ГОСТ 12536-79), общая пористость (ГОСТ 28268-89), коэффициент структурности – расчетным методом.

Результаты исследований и их обсуждение. Структурно-агрегатный состав почвы является одним из важнейших экологических характеристик почвенного покрова и основным фактором, определяющим урожайность сельскохозяйственных культур. Обогащение структуры почвы через внесение сложного компоста оказывает влияние на растение комплексно, через формирование водного, воздушного, пищевого и теплового режимов. Определение агрегатного состава почвы необходимо для качественной экологической оценки сельскохозяйственных земель. Обычно пользуются следующими качественными оценками структуры: количество агрегатов размером в агрономически ценном диапазоне (0,25-10 мм) и коэффициент структурности (Кст). Оценку структуры почвы в отношении ее водоустойчивости проводят по количеству агрегатов более 0,25 мм, получающихся после «мокрого» просеивания. Чем больше крупных агрегатов, полученных в результате просеивания почвы в воде, тем лучше водоустойчивость структуры. Кроме того, оценка водоустойчивости необходима для прогноза устойчивости почвы к водной эрозии и ее сопротивлению на воздействие тяжелой техники. Водопрочная структура почвы препятствует разрушению почвенных частиц и их массовому сносу поверхностными стоками в водоемы, что вызывает их заиление, изменение органолептических свойств и, как следствие, ухудшение условий обитания гидробионтов.

Чернозем обыкновенный во все годы исследований (2007-2012) имел хорошее агрегатное состояние. Тем не менее, по полученным нами данным, на контроле (без внесения сложного компоста) содержание агрономически ценных агрегатов и коэффициент структурности почвы были ниже по сравнению с вариантом, где вносился компост.

Содержание агрономически ценных агрегатов в первый год исследования ьыл в среднем на 5,2% выше по сравнению с контролем. Коэффициент структурности, следовательно, тоже статистически значимо увеличивается и составляет 1,52 на контроле и 1,89 с внесением сложного компоста соответственно. В последующие годы прослеживается аналогичная тенденция преобладания доли агрегатов, формирующих благоприятную почвенную структуру, в опыте над контрольными вариантами без внесения сложного компоста. Так, на второй год исследования разница между контролем и опытом в пользу последнего составила 5,1%, а третий, четвертый и пятый годы действия — 8,1; 6,9 и 7,7% соответственно. В 2010-2012 гг. различия в коэффициенте структурности почвы между контролем и опытом наиболее существенные, что связано с увеличением доли глыбистых (> 10 мм) агрегатов в среднем на 4,0% в варианте без внесения сложного компоста. Также наблюдаются увеличение содержания агрегированных частиц диаметром 2-5 и 1-0,5 мм и снижение доли пылеватых частиц диаметром 0,5-0,25 и < 0,25 мм в почве при использовании сложного компоста (рис. 1).

Применение компоста способствует усилению агрегирования в ее корнеобитаемом слое, созданию благоприятной комковато-зернистой структуры, которая в свою очередь оптимизирует условия для роста и развития сельскохозяйственных растений. Усиление агрегации почвы является важным процессом для сокращения потерь её органического вещества, поскольку образующиеся агрегаты выполняют роль основного хранителя органического углерода почвы (Белюченко и др., 2010).

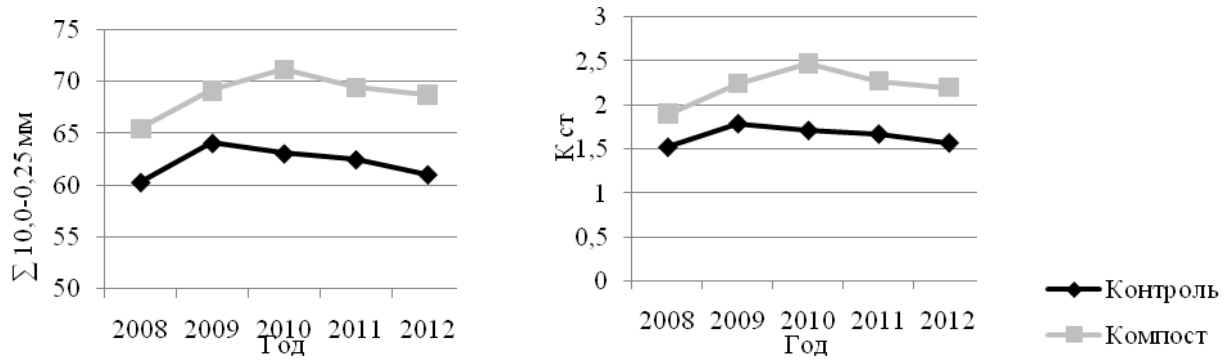


Рисунок 1 — Влияние сложного компоста на структуру чернозема обыкновенного

Устойчивость почвенных агрегатов к воздействию воды является одним из параметров водопрочности структуры. После осадков почва должна сохранять уникальную комковато–зернистую структуру, почвенные комочки и агрегаты (Шеин, 2005). Применение сложного компоста способствовало сохранению водоустойчивых почвенных агрегатов крупнее 5 мм, и этот показатель составляет около 1% от массы почвенного образца, тогда как почва контрольного варианта распылялась сильнее и для нее содержание агрегатов >5 мм составило 0,50%. Содержание фракций частиц размером менее 0,25 мм, которые придают неблагоприятную структуру почве в контрольном варианте в среднем по годам составляет около 45,08 %, тогда как с внесением сложного компоста — 40,21%.

Количество агрегатов размером > 0,25 мм значительно выше в варианте с внесением сложного компоста. Так, на контроле этот показатель варьировал от 53,03 до 56,33%, а при внесении сложного компоста достигает 61,32%, что указывает на более высокую устойчивость почвы против воздействия водой (к водной эрозии). В целом для контрольного варианта характерна хорошая водопрочность структуры и устойчивое ее сложение, а для опытного (компост) – отличная водопрочность структуры и высокоустойчивое сложение (по Кузнецову) (Вальков и др., 2008). Таким образом, применение сложного компоста с участием отходов сельского хозяйства и промышленности благоприятно влияет на формирование водоустойчивой структуры почвы (табл. 1).

Таблица 1 –Водопрочность агрегатов чернозема обыкновенного

Вариант	Год	Размер агрегатов (мм) и их содержание (%)						> 0,25 мм
		> 5	2-5	1-2	1 – 0,5	0,5 – 0,25	< 0,25	
Кукуруза								
Контроль	2008	0,26±0,01	3,65±0,31	5,34±0,95	20,11±1,94	26,97±2,78	43,67±2,15	56,33±2,15
Компост		0,99±0,01	4,90±0,38	10,49±1,04	23,94±2,04	21,00±2,34	38,68±2,08	61,32±2,08
Озимая пшеница								
Контроль	2009	0,43±0,01	3,09±0,61	9,03±1,08	18,33±1,80	24,89±3,01	44,23±2,14	55,77±2,14
Компост		1,09±0,01	4,14±0,64	11,83±1,44	23,14±2,16	20,48±2,14	39,32±2,01	60,68±2,01
Сахарная свекла								
Контроль	2010	-	1,76±0,31	8,78±0,97	19,05±1,73	25,67±2,87	44,74±2,28	55,26±2,28
Компост		1,26±0,02	3,29±0,44	12,11±1,52	25,48±2,07	18,31±2,18	39,55±2,05	60,45±2,05
Озимая пшеница								
Контроль	2011	0,34±0,01	2,07±0,35	6,72±0,91	18,77±1,99	25,13±2,65	46,97±1,75	53,03±1,75
Компост		1,01±0,01	5,14±0,49	9,11±0,98	22,85±2,18	19,09±2,08	42,80±1,96	57,20±1,96
Подсолнечник								
Контроль	2012	0,90±0,01	2,98±0,32	8,91±1,10	17,65±1,78	23,77±2,98	45,79±2,08	54,21±2,08
Компост		1,15±0,02	4,32±0,54	11,78±1,32	20,14±2,09	21,91±2,55	40,70±2,03	59,30±2,03

Основной механизм структурообразования при внесении сложного компоста, вероятно, определяется образованием органоминеральных комплексов через связывание органических веществ почвы и органических отходов с микрочастицами фосфогипса. При внесении сложного компоста в почву происходит увеличение содержания обменного кальция в ППК, пополнение содержания органических веществ в почве, что в совокупности создает благоприятные условия для формирования прочной почвенной структуры. В этом случае кальций выступает в качестве катализатора, поддерживающего процесс объединения органических и минеральных частей в сложные комплексы, которые образуют микроагрегаты и формируют более крупные почвенные частицы – макроагрегаты, а затем и структуру почвы. Кальций в сложном компосте в качестве двухзарядного катиона оказывает коагулятивное воздействие, снижает ширину ионно-электростатического барьера и благоприятствует образованию агрегатов (Славгородская, 2011).

Таким образом, применение новой технологии, включающей внесение сложного компоста на основе отходов сельского хозяйства и промышленности, позволяет улучшить один из главных и обеспечивающих высокий и устойчивый урожай сельскохозяйственных культур показатель почвы – структуру. На опытных участках с внесением сложного компоста отчетливо прослеживается увеличение коэффициента структурности почвы и содержания агрономически ценных агрегатов; повышение степени водопрочности почвенной структуры и устойчивости ее сложения. Это позволяет создать благоприятные водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы для роста и развития растений. Создание рыхлой и хорошо проветриваемой структуры почвы также способствует поселению и размножению в ней полезных бактерий, которые образуют важную часть почвы – глинисто-гумусовые комплексы. Процесс улучшения структурного состояния пахотного слоя почвы оказывает влияние прежде всего на ее общие физические свойства (плотность и пористость) и биологическую продуктивность пашни.

Плотность почвы является определяющим фактором в жизни растений. На сегодняшний день в почвах, находящихся в длительном сельскохозяйственном пользовании, происходят деградационные процессы, одним из которых является переуплотнение и слитизация активного корнеобитаемого (пахотного) слоя. Поддержание оптимальных диапазонов плотности сложения и ее порозности является одной из главных задач сельскохозяйственной экологии и залогом получения высокого урожая сельскохозяйственных культур.

По полученным нами данным, на контроле плотность пахотного слоя почвы хоть и находилась в пределах нормированного диапазона, но была ниже по сравнению с опытным вариантом. Так, если на контроле данный показатель по годам варьировал в пределах 1,14-1,23, то на участке с внесением сложного компоста он составлял 1,07-1,15 г/см^3 (табл. 2).

Порозность почвы находится в непосредственной зависимости от плотности ее сложения, поэтому с внесением компоста также выявлено повышение этого показателя. Общая пористость контрольной почвы по годам варьировала от 49,4 до 53,9%, с внесением сложного компоста увеличилась до 57% уже в первый год действия удобрения (табл. 2). Разуплотнение пахотного слоя почвы и увеличение объема пор в нем связано с формированием благоприятной почвенной структуры чернозема, усилением процессов агрегирования и разрыхления при внесении сложного компоста.

Благоприятная почвенная структура, оптимальные значения плотности сложения и пористости корнеобитаемого слоя почвы способствуют формированию мощной корневой системы растений. В рыхлой почве прирост корней интенсивнее, чем в плотной,

в связи с этим переуплотнение пахотного слоя почвы является одной из причин снижения продуктивности пашни. В производственных испытаниях на полях с внесением сложного компоста, благодаря формированию хорошо проветриваемой структуры почвы и снижению ее плотности, выявлено образование более мощной корневой системы у растений кукурузы (2008 г.) за счет развития дополнительных придаточных корней. В 2009 и 2011 гг. корневая система озимой пшеницы на участке с компостом также отличалась большим количеством придаточных корней и мощностью в своем развитии, что вызвало увеличение массы и объема корней, то есть активной поверхности корневой системы, выполняющей важную функцию поглощения питательных веществ из почвенного раствора (рис. 2).

Таблица 2 – Плотность сложения и общая пористость чернозема обыкновенного

Вариант	Год	Плотность, г/см^3	Общая пористость, %
Кукуруза			
Контроль	2008	1,18±0,02	53,36±1,05
Компост		1,07±0,01	57,03±1,07
Озимая пшеница			
Контроль	2009	1,17±0,01	51,85±1,45
Компост		1,10±0,01	55,10±1,33
Сахарная свекла			
Контроль	2010	1,15±0,02	53,25±1,12
Компост		1,08±0,01	55,19±1,17
Озимая пшеница			
Контроль	2011	1,23±0,02	49,38±1,38
Компост		1,15±0,01	52,87±1,24
Подсолнечник			
Контроль	2012	1,14±0,01	53,85±1,17
Компост		1,07±0,01	55,97±1,23

В 2010 г. в посевах сахарной свеклы на участке с внесением сложного компоста отмечено формирование более крупных корнеплодов сахарной свеклы по сравнению с контролем, а также более высокая доля корнеплодов правильной формы. Образующиеся в контрольной почве корнеплоды сахарной свеклы испытывали в своем росте механическое сопротивление почвы и вследствие этого деформировались и прекращали рост, и, следовательно, накопление биомассы. Повышение плотности сложения пахотного слоя почвы на контрольном участке вызвало в развитии подземных органов сахарной свеклы явление пространственной «тесноты», тогда как на участке с внесением компоста формированию товарного вида корнеплодов способствовали благоприятные агрофизические свойства почвы, хорошая структура и ее аэрация.

Структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы, плотность его сложения и обеспеченность воздухом сказывается на развитии подземных структур растений, что соответственно вызывает определенное влияние на формирование урожая выращиваемых культур. Результаты прямого сбора урожая на участках опыта показали, что при внесении сложного компоста биологическая продуктивность изучаемых культур заметно изменяется в сторону увеличения (табл. 3).

Контроль Компост

2008 г.

Компост Контроль

2009 г.

Компост Контроль

2011 г.

Рисунок 2 – Сравнительное развитие корневой системы кукурузы и озимой пшеницы, 2009 и 2011 гг.

Таблица 3 – Урожайность сельскохозяйственных культур

Год	Культура	Урожайность, ц/га	
		Контроль	Компост
2008	Кукуруза	65,9	72,3
2009	Озимая пшеница	49,0	56,0
2010	Сахарная свекла	362,3	433,2
2011	Озимая пшеница	63,1	67,8
2012	Подсолнечник	26,1	28,9

Таким образом, внесение сложного компоста с участием отходов промышленности и сельского хозяйства под посев возделываемых культур способствует образованию благоприятной и хорошо агрегированной структуры почвы, повышению степени ее водопрочности и устойчивости сложения. Улучшение структурно-агрегатного состава корнеобитаемого слоя почвы положительно сказывается на плотности его сложения и пористости, что создает экологически оптимальные водно-воздушные условия для минерального питания, развития растений и формирования урожая. Разуплотнение почвы под воздействием сложного компоста способствует благоприятному развитию подземных структур (удлинение корней, увеличение числа подземных узлов) у злаков и других растений, что усиливает микробиологическую активность почвы и способствует повышению ее биологической поглотительной способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С. Экологические особенности фосфогипса и целесообразность его использования в сельском хозяйстве / И.С. Белюченко, Е.П. Добрыднев, Е.И. Муравьев // В сб. II Всерос. науч. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2010. – С. 13-22.

2. Белюченко И.С. Экологические аспекты совершенствования агроландшафтных систем Краснодарского края / И.С. Белюченко, А.В. Смагин, В.Н. Гукалов, О.А. Мельник, Д.А. Славгородская, О.В. Калинина // Тр. / Кубанского госагроуниверситета. – 2010. – № 5 (26) – С. 33-38.

3. Вальков В.Ф. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты / В.Ф. Вальков, Т.В. Денисов, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, Р.В. Кузнецов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 416 с.

4. Добровольский Г.В., Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М: Наука, 2000. – 186 с.

5. Славгородская Д.А. Влияние органоминерального компоста на агрофизические свойства чернозема обыкновенного в посевах кукурузы / Д.А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – Т. 7. – № 4 – С. 42-48.

6. Шеин Е.В. Курс физики почв. / Е.В. Шеин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 432 с.

УДК 631.879.3:631.46]:633.15

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО КОМПОСТА НА ПОЧВЕННУЮ БИОТУ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

Ю.Ю. Никифоренко

соискатель, ассистент кафедры общей биологи и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Изучено влияние сложного компоста на основе отходов промышленности и сельского хозяйства на состав почвенных животных в условиях полевого производственного опыта

Ключевые слова: сложный компост, микробные сообщества, почвенная мезофауна, мышевидные грызуны, озимая пшеница, кукуруза, сахарная свекла.

INFLUENCE OF THE COMPLEX COMPOST ON SOIL BIOTA IN ORDINARY CHERNOZEM

Nikiforenko Y.Y.

The influence of complex compost based on waste industry and agriculture on the composition of the soil fauna in the field of manufacturing experience are studied/

Keywords: complex compost, microbial communities, soil mesofauna, rodents, winter wheat, corn, sugar beet.

Современное состояние сельскохозяйственных земель степной зоны Краснодарского края в результате интенсификации сельскохозяйственного производства характеризуется деградацией почв, снижением их плодородия, обеднением флоры и фауны.

Почвенные животные влияют на почвенное плодородие, модифицируя состав питательных элементов при экскреции продуктов жизнедеятельности, измельчении и перемешивании органических и неорганических частиц, изменении микробиологической активности (Бызов, Рабинович, 2011). Из всего комплекса сложных и разнообразных воздействий почвенных животных на формирование и свойства почвы наиболее существенным является участие их в трансформации органических веществ – процессах минерализации и гумификации. Участие почвенных беспозвоночных проявляется в следующих почвенных процессах: 1) в механическом размельчении и перемешивании отмерших растительных и животных остатков с минеральными частями почвы, 2) во влиянии кишечных ферментов на перерабатываемые массы, 3) в направленном влиянии на микробиологические процессы, 4) в осуществлении так называемых «цепей питания» в почве (Чернова, 1966).

На кафедре общей биологии и экологии Кубанского ГАУ ведутся исследования по использованию сложного компоста на основе отходов промышленности, быта и сельскохозяйственного производства в сельском хозяйстве, в частности изучение влияния сложного компоста на биоту почвы..

Методика и условия проведения исследований. По основным климатическим характеристикам территория района исследований относится к зоне умеренно континентального климата с неустойчивым увлажнением, осадков за год выпадает 450-600 мм. Среднегодовая температура воздуха +9,8°С. Абсолютный максимум температуры +38°С, абсолютный минимум -26°С. Преобладающее направление ветров северо-восточное (СВ) в июле и восточное (В) в январе. Рельеф местности равнинный со слабыми всхолмлениями. Тип почвы чернозем обыкновенный.

Полевой опыт был заложен осенью 2007 г. на базе ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края. Опыт включал следующие варианты:

1) Контроль (NP);
2) Сложный компост + NP.

В опыте под посев озимой пшеницы вносился сложный компост на основе отходов промышленных и сельскохозяйственных производств в дозе 65—70 т/га. Сложный компост включал в себя следующие компоненты: свежий навоз КРС (50 т), фосфогипс (7 т) и отходы растениеводства. Площадь опытного участка составила 25 га, контрольного (с внесением только минеральных удобрений) — 27 га. За период с 2007 по 2012 гг. севооборот был представлен чередованием следующих сельскохозяйственных культур: озимая пшеница – кукуруза на зерно – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница.

Численность микроорганизмов определяли методом посева разведений почвы на плотные и жидкие питательные среды (МПА, КАА, ГА, Виноградкого, Чапека). Изучение таксономического состава проводилось с использованием определителей по установленным морфологическим и физиолого-биохимическим признакам изолированных колоний. Численность микроорганизмов выражали в КОЕ/г почвы.

Для учета почвенной мезофауны применялись прямые методы, согласно которым производилась выкопка почвенных образцов на глубину 20 см и площади 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. За период исследования было отобрано 76 почвенных образцов.

Для подсчета количества нор мышевидных грызунов (нор/га) на опытных участках были заложены по 10 делянок площадью 25 × 25 м. При определении различных групп животных использовали следующие руководства: М.С. Гиляров, Л.В. Арнольди (1964); Т.С. Перель (1979); Б.М. Мамаев и др. (1976) и др. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программы Microsoft Excel 2007.

Результаты исследований. Микробиологический анализ почвы участка, где вносили сложный компост, показал, что доминирующее положение занимает прокариотный комплекс, его численность на несколько порядков превышает численность микроскопических грибов. Общая численность бактерий на опытных участках в период проведения исследований варьировала в широких пределах (от $8x10^{-6}$ КОЕ/г до $24x10^{-5}$ КОЕ/г) (таблица 1).

Таблица 1. Влияние сложного компоста на численность эколого-трофических групп микроорганизмов

Вариант опыта	Микроорганизмы				Микромицеты, $*10^{-3}$ КОЕ/г
	Аммонифицирующие, $*10^{-6}$ КОЕ/г	Амилолитические, $*10^{-6}$ КОЕ/г	Олиготрофные, $*10^{-5}$ КОЕ/г	Нитрифицирующие, титр	
Контроль (NP)	16	8	34	10^{-5}	6
Сложный компост + NP	24	16	38	10^{-3}	12

При внесении в почву сложного компоста отмечается увеличение численности всего микробного сообщества. Этот факт, видимо, связан с изменением условий почвенной среды. Микроорганизмы чутко реагируют на изменения почвенных условий. Снижение pH до 7,1 и улучшение аэрации способствуют активизации микробиологических процессов. Сложный компост, расширяющий экологические возможности верхнего слоя почвы, ингибирует развитие нитрифицирующих бактерий и заметно наращивает широту и потенциал (Волошина, Гукалов, 2009).

Одной из важнейших таксономических групп микроорганизмов, участвующих в процессах почвообразования, являются актиномицеты, которым принадлежит важнейшая роль в круговороте минеральных элементов,и которые осуществляют в трофической цепи любой экосистемы функции микробов-

редуцентов (таблица 2). Внесение сложного компоста заметно сдерживает развитие процессов денитрификации азота и по сравнению с обычной технологией сокращает его потери примерно в 1,3-1,5 раза. При внесении сложного компоста происходит консервация азота в аммонийной форме, снижаются его потери, вызываемые денитрификацией и вымыванием нитратов. Применение сложного компоста сдерживает процессы нитрификации и денитрификации и способствует экономному расходованию почвенного азота.

Таблица 2 — Численность микроорганизмов на крахмально-аммиачном и голодном агаре (среднее за 2008-2012 гг.)

Вариант опыта	Амилолитические микроорганизмы (среднее значение), 10^{-6} КОЕ/г		Олиготрофные микроорганизмы, 10^{-4} КОЕ/г	
	общее количество	из них актино-мицетов	общее количество	из них актино-мицетов
Контроль (NP)	8	1	34	11
Сложный компост + NP	16	3	38	22

При анализе полученных результатов, выявлено, что на голодном агаре численность и видовое разнообразие актиномицетов было значительно выше. Широкое распространение имели представители таких родов, как *Streptomyces, Nocardia, Nocardiopsis, Micromonospora*, наиболее редко встречающимися родами были *Streptosporangium, Saccharomonospora*.

При использовании сложного компоста на протяжении всего периода исследований встречались представители следующих родов: *Streptomyces, Micromonospora, Streptosporangium, Nocardia*. Наиболее распространенным в исследуемых почвах оказался род *Streptomyces*, который входит в состав микробного комплекса, осуществляющего процесс разложения сложных органических веществ и характеризующегося достаточно широким популяционным спектром. Наиболее часто в микробоценозах почвы встречались актиномицеты, относящиеся к секции *Cinereus* с выраженным обилием в сериях *Chromogenes, Violaceus, Aureus*.

Важное значение в развитии сложного компоста имеют плесневые и дрожжевые грибы. Это одна из крупных экологических групп, участвующих в минерализации органических остатков. Благодаря наличию разнообразных гидролитических ферментов грибы этих таксонов активно участвуют в превращениях соединений азота и способствуют улучшению структуры почвы через агрегацию ее частиц. Среди дрожжевых грибов наиболее часто встречались представители родов *Lypomyces* и *Candida*. Чаще всего они проявляли активность в бактериально-дрожжевом комплексе азотфиксирующих микроорганизмов. Наиболее часто из микробных сообществ исследуемых почв выделялись представители родов *Penicillium* (38,1%), *Trichoderma* (16,2%), *Aspergillus* (10,5%), *Fusarium* (8,4%), *Rhizopus* (7,6%), *Cladosporium* (6,7%), *Alternaria* (5,6%) и другие.

Почвенная мезофауна – важный фактор почвообразования, влияющий на все свойства почвы, включая ее плодородие. Деятельность почвенной фауны ускоряет гумификацию и минерализацию растительных остатков, повышает пористость почвы, ее водо- и воздухопроницаемость. Микро- и мезофауна оказывают заметное влияние на окружающую их среду. Во-первых, они влияют на структуру почвы, разрыхляя и измельчая ее, а во-вторых, изменяют ее в химическом отношении, например, дождевые черви.

Таксономический состав почвенной мезофауны в первый год исследования при использовании сложного компоста включал 6 классов: *Insecta* (Насекомые), *Araneae* (Пауки), *Crustaceae* (Ракообразные), *Myriapoda* (Многоножки), *Olygochaeta* (Малощетинковые черви), *Gastropoda* (Брюхоногие моллюски) (таблица 3).

Таблица 3 — Состав и средняя численность почвенной мезофауны (экз/м^2) на опытном поле севооборота (среднее за период 2008-2012 гг.)

Состав почвенной мезофауны	2008 год		2009 год		2010 год		2011 год		2012 год	
	озимая пшеница		кукуруза		озимая пшеница		сахарная свекла		озимая пшеница	
	Контроль (NP)	Сложный компост + NP	Контроль (NP)	Сложный компост + NP	Контроль (NP)	Сложный компост + NP	Контроль (NP)	Сложный компост + NP	Контроль (NP)	Сложный компост + NP
Diplura	-	-	-	-	14,8±3,7	4,6±2,1	-	-	8,3±1,9	4,2±1,1
Coleoptera	-	-	3,2±1,6	16,3±3,1-	-	-	8,5±2,5	-	-	-
Carabidae l	25,9±4,7	2,8±1,5	4,8±2,0	-	19,3±10,1	10,2±3,1	25,3±6,3	12,6±3,8	64,1±6,1	28,9±4,7
Elateridae l	-	5,6±2,1	-	4,8±2,0	-	-	-	-	5,7±2,3	2,3±0,8
Tenebrionidae l	-	-	-	5,6±2,1	4,8±1,3	4,6±1,1	3,2±1,1	4,5±1,4	-	-
Scarabaeidae l	-	-	16,7±2,8	6,1±2,5	-	-	-	-	11,3±3,0	5,4±1,7
Scarabaeidae i	26,7±4,8	9,7±2,8	-	-	9,3±2,9	5,6±2,3	-	15,6±3,6	-	-
Staphylinidae i	25,0±4,6	27,8±4,7	4,0±1,8	14,5±3,4	-	-	4,6±1,3	8,4±2,1	-	4,8±1,6
Diptera p	8,6±2,7	25,0±4,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Diptera l	16,4±3,8	6,9±2,3	21,8±2,4	12,7±1,7	21,7±2,5	12,3±3,8	15,2±3,8	-	9,5±2,9	8,6±2,7
Bibionidae l	9,5±2,9	58,3±11,2	-	-	-	-	7,5±1,8	26,3±2,7	-	-
Dolichopodidae l	50,9±6,6	9,7±2,8	10,5±2,9	-	32,4±4,5	23,7±3,6	-	-	-	-
Formicidae i	-	8,4±2,8	14,5±3,4	16,9±3,7	-	-	16,7±2,7	19,5±3,1	8,1±1,4	34,8±3,4
Araneae	10,3±3,0	4,2±1,8	9,7±2,8	-	4,6±2,1	-	2,5±0,8	-	3,4±1,7	-
Oniscidae	-	8,3±2,6	-	15,4±2,6	5,6±2,3	20,4±4,3	6,7±1,2	-	-	-
Symphyla	6,9±2,4	1,4±1,1	8,5±1,1	2,8±0,8	-	-	-	2,1±0,6	-	-
Geophilomorpha	-	2,1±1,3	-	-	8,3±2,8	14,8±3,7	15,8±1,6	20,6±2,3	5,3±1,9	17,6±4,1
Lithobiomorpha	-	6,9±2,3	-	18,5±3,9	-	-	-	12,3±2,9	16,3±2,6	21,8±4,2
Julidae	8,6±2,7	57,0±6,7	21,8±4,2	35,0±4,5	14,8±3,7	44,4±6,4	18,4±2,8	36,7±4,1	-	16,3±2,1
Lumbricidae	25,9±4,7	43,1±5,9	23,4±4,3	48,4±6,2	34,3±5,6	75,4±6,5	29,6±2,6	69,4±5,8	24,3±6,8	66,5±6,5
Enchytraeidae	9,5±2,9	32,0±5,1	14,7±3,8	56,5±6,7	41,9±6,9	77,8±8,5	16,3±1,8	66,3±5,4	35,9±7,0	89,5±7,5
ИТОГО:	224,2±14,1	309,2±18,5	153,6±9,4	253,5±13,1	211,8±23,5	293,8±18,5	170,3±10,3	294,3±17,4	192,2±12,7	300,7±21,8

Примечание: *l* – личинки насекомых; *p* – куколки насекомых; *i* – имаго насекомых.

В ходе проведенных исследований было отмечено варьирование представителей почвенной мезофауны в зависимости от варианта опыта, причем на участке, где вносился сложный компост, наблюдалось заметное увеличение её численности. При использовании сложного компоста наиболее заметно это сказалось на численности таких семейств, как *Lumbricidae* (Дождевые черви), *Enchytraeidae* (Энхитреиды), *Julidae* (Кивсяки), причем данная тенденция прослеживалась на протяжении всех периодов исследований.

В варианте с использованием сложного компоста численность представителей семейства дождевые черви (*Lumbricidae*) на протяжении всего периода исследований варьировала в пределах от 43,1±5,9 до 75,4±6,5 экз/м^2, тогда как на контроле составила 23,4±4,3 – 34,3±5,6 экз/м^2. При внесении в почву сложного компоста количество энхитреид (*Enchytraeidae*) в среднем составило 64,42±5,4 экз/м^2, а на контроле – 23,66±4,6 экз/м^2. Такой результат может быть обусловлен свойствами фосфогипса, входящего в состав сложного компоста, который позволяет ускорить переработку растительных остатков в основном однолетних растений (озимая пшеница, подсолнечник и т.д.) и создает благоприятные условия для питания беспозвоночных. Положительное влияние сложного компоста проявляется также в улучшении основных физико-химических свойств почвы. Возможно, что увеличение содержания органического вещества в почве и изменение реакции среды способствовало повышению численности энхитреид и дождевых червей (Петух, 2011). Полученные данные представляют интерес ввиду того, что дождевые черви и энхитреиды являются активнымипереработчиками органического вещества, способствуют накоплению в почве гумуса и участвуют в перемешивании различных компонентов субстрата (Гиляров, 1975).

На участках с использованием сложного компоста возросла численность кивсяков (*Julidae*), причем наибольший показатель (57,0±6,7 экз/м^2) был отмечен на посевах озимой пшеницы в первый год применения технологии. Использование сложного компоста способствует увеличению в почве гумата кальция и улучшению влагоемкости почвы (Белюченко, Муравьев, 2008). Возможно, что в связи с этим происходит нарастание количества особей сем. *Julidae* (кивсяки), поскольку они предпочитают почвы с высоким содержанием кальция. Получая кальций с пищей, кивсяки значительную его часть накапливают в своем теле, а другую часть выделяют в почву в виде простых соединений с экскрементами и личиночными шкурками и при отмирании обогащают им поверхностный слой. Высокая пищевая активность, способность к потреблению слабо разрушенного опада и высокая усвояемость пищи делают кивсяков важнейшими агентами почвообразования. Диплоподы могут быть индикаторами почв с высоким содержанием кальция.

В результате исследований было отмечено, что внесение сложного компоста оказывает влияние на состав почвенной мезофауны еще в течение 4-5 лет. При формировании сложного компоста из ряда отходов получается удобрительный комплекс, обеспечивающий прочность образуемых агрегатов и насыщающий почву такими важными элементами, как S, Si, Ca, и рядом микроэлементов. Кроме того, в силу своих высоких коагулянтных свойств сложный компост повышает устойчивость формируемых комплексов и питательных веществ к выщелачиванию из почвы, что имеет важное значение для питания и размножения представителей почвенной мезофауны (Белюченко, 2009).

Исследования по изучению влияния сложного компоста на популяцию мышевидных грызунов проводили на посевах озимой пшеницы с 2007 по 2012 гг. Наибольший вред сельскохозяйственному производству ОАО «Заветы Ильича» причиняют представители отряда Грызуны *(Rodentia)*, основную часть из которых составляют особи вида Обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*). Именно в осенне-зимний

период грызуны представляют серьезную угрозу посевам, так как самая излюбленная их пища — молодые зеленые проростки растений (Максимов, 1964).

В результате было отмечено, что при использовании сложного компоста количество грызунов снизилось уже в первый год его применения. В декабре 2007 года на опытном участке были обнаружены норы мышевидных грызунов в количестве 9-12 шт./га, что почти в 8 раз ниже, чем на контроле (78-81 нор/га). В феврале 2008 года численность мышевидных грызунов резко снизилась и составила на котроле 16-20 нор/га, тогда как на участке со сложным компостом всего 3-5 нор/га. В августе 2008 года после уборки озимой пшеницы опытный участок отличался небольшим числом нор (7-10 нор/га), в то время как на конроле данный показатель был значительно выше и составил 78-82 норы/га (рисунок 1).

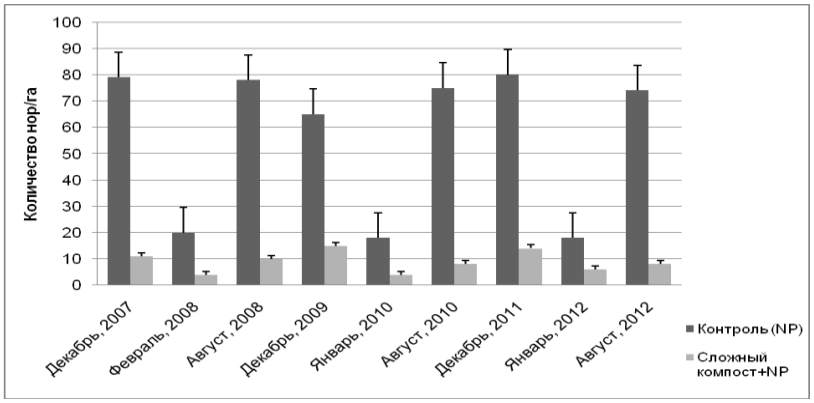


Рисунок 1 — Количество нор мышевидных грызунов на посевах озимой пшеницы (2007-2012 гг.)

В октябре 2009 года, после уборки кукурузы и перед посевом озимой пшеницы, на опытном участке были оставлены стерневые остатки кукурузы, а на контроле стерневые остатки были полностью выжжены и произведена вспашка. Казалось бы, что количество нор грызунов на контроле должно было быть ниже, чем на опытном участке, так как сжиганием и вспашкой кормовая база и норы мышей должны были быть уничтожены. Следует также отметить, что опытный участок находится возле балки, где произрастает тростник обыкновенный - излюбленное место поселения мышей, и в поисках пищи они заселяют подобные участки. Однако, судя по результатам исследований, численность мышевидных грызунов на контроле оказалась значительно выше, чем на опытном (Петух, 2012). Аналогичная тенденция в изменении численности популяции грызунов наблюдалась на посевах озимой пшеницы по предшественнику сахарная свекла. Наибольшая численность нор грызунов (до 82 нор/га) наблюдалась на контрольном участке в августе 2012 г.; при использовании сложного компоста данный показатель составил до 8 нор/га.

На основе проведенных исследований в течение пяти лет установлено, что внесение сложного компоста с использованием отхода химической промышленности фосфогипса на полях севооборота способствует снижению численности мышевидных грызунов в посевах озимых культур. Столь заметные различия в численности популяций мышей в посевах связано с некоторыми особенностями фосфогипса: подкислением среды (pH дигидратного фосфогипса до 5,0), наличием (до 30%) большого количества серы, механической структурой, что негативно сказывается на качестве корма для мышей и на их роющей деятельности (Петух, Гукалов, 2009).

Применение органоминерального компоста для борьбы с мышевидными грызунами, представляет особый интерес. Данный способ является очень удобным и экологически безопасным, поскольку компост вносят на всей площади посева сельскохозяйственных культур, он способствует улучшению физических и химических свойств

почвы, благоприятствует развитию растений и менее негативно отражается на здоровье человека, чем различные родентициды.

Выводы:

1. Под воздействием сложного компоста происходит усиление биологической активности чернозема обыкновенного: увеличивается численность всего микробного сообщества.

2. В почве при внесении сложного компоста статистически достоверно возрастает количество представителей семейств энхитреиды (*Enchytraeidae*), дождевые черви (*Lumbricidae*), кивсяки (*Julidae*).

3. Применение технологии сложного компоста на полях севооборота способствует снижению численности популяции мышевидных грызунов в посевах озимой пшеницы по причине их миграции и избегания неблагоприятных для роющей деятельности участков.

ЛИТЕРАТУРА

Белюченко И.С., Муравьев Е.И. Свойства фосфогипса и возможность его использования в сельском хозяйстве // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 2. – С. 5–18.

Белюченко И.С. Использование фосфогипса для рекультивации чернозема обыкновенного в степной зоне Кубани // Сб. статей I Всероссийской научной конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства». – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2009. – С. 54 -59.

Бызов Б.А., Рабинович Я.М. Невидимые миры почвы // Природа. – 2011. – № 7. – С. 40-46.

Волошина Г.В., Гукалов В.Н. Микробные сообщества чернозема обыкновенного (на примере агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района) // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2.– С. 21-26.

Гиляров М.С. Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – С. 5-21.

Гиляров М.С. Определитель обитающих в почве личинок насекомых. – М.: Наука, 1964. – 896 с.

Гукалов В.В., Петух Ю.Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в посевах озимой пшеницы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 66-69.

Максимов А.А. Сельскохозяйственное преобразование ландшафта и экология вредных грызунов. – М.-Л.: Наука, 1964. – 252 с.

Мамаев Б.М., Медведев Л.Н., Правдин Ф.Н. Определитель насекомых Европейской части СССР. – М.: Просвещение, 1976. – 304 с.

Петух Ю.Ю. Комплексное использование отходов промышленности и сельского хозяйства для улучшения свойств почвы // Проблемы экологии Южного Урала. – 2011. – № 12 (131). – С. 417-418.

Петух Ю.Ю. Почвенная биота чернозема обыкновенного при использовании органоминерального компоста // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 21 – 26.

Чернова Н. М. Зоологическая характеристика компостов. – М.а: Наука, 1966. – 156 с.

УДК 628.4

ОБРАЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Ю.М. Дедков

доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Московский государственный областной университет, **Россия, г. Москва**, um.dedkov@mgou.ru

Приводятся данные об объемах образования, использования, обезвреживания и размещения отходов по РФ за период 2006-2010 гг. для различных видов экономической деятельности, а также перечне городов РФ с наибольшими показателями в разных средах обращения с отходами.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, объёмы, обезвреживание, размещение, Государственный доклад о состоянии окружающей среды, РФ.

WASTE GENERATION OF PRODUCTION AND CONSUMPTION: STATUS AND TRENDS SOLVING THE PROBLEM

Dedkov Y.M.

The dates on volumes formation, using and waste disposal in the Russian Federation for the period 2006-2010 for the different types of economic activity, as well as the list of Russian cities with the highest indicators in different environments of waste management are presented.

Keywords: waste production and consumption, volumes of neutralization, accommodation, state report on the state of the environment, Russia.

На начало 2010 г. в России было накоплено 30165,4 млн. т отходов производства и потребления. В 2010 г., по данным Росприроднадзора, на территории РФ образовалось 3734,7 млн т отходов, что на 229,7 млн т больше, чем в 2009 г. Использовано в 2010 г. 1719,7 млн т, обезврежено 18,4, передано субъектами хозяйственной и иной деятельности другим организациям 134,8, из них – для использования 99,6, обезвреживания – 3,5, хранения – 13,7, захоронения –18,0 млн т. Из образовавшихся отходов использовано или обезврежено в 2010 г. 46,5%, или на 0,9% меньше, чем в 2009 г. Отсюда видно, что Россия, к сожалению слишком «богата» отходами разного происхождения. Необходима резкая интенсификация процессов их переработки. Для разработки методов и технологических схем такой переработки отходов производства и потребления необходимо знать историю, возможный химический состав и иметь другую информацию об их возможной природе, в том числе – и для определения порядка актуальности задач. Цель статьи – предоставить первичную информацию в данной области. Информация приводится на базе Государственных докладов состояния окружающей среды в России на 2001–2011 гг.

Сведения об обращении с отходами производства и потребления в Российской Федерации за 2006–2010 гг., а также об образовании, использовании и обезвреживании отходов в Российской Федерации за этот период приведены в таблице 1.

Наибольшее количество отходов в 2010 г. образовалось (млн т): при добыче каменного угля, бурого угля и торфа – 2200,6; добыче металлических руд – 832,2; добыче прочих полезных ископаемых – 298,1; производстве цветных металлов – 102,0; производстве, передаче и распределении электроэнергии – 54,6; производстве основных химических веществ – 25,6 млн. т. Вследствие низкой степени вторичного использования и обезвреживания отходов значительное количество их находится на промышленных площадках предприятий, занимая огромные площади: на конец 2010 г. на территориях предприятий было размещено 32234,6 млрд т отходов, что на 2,01,4 млрд т больше, чем на начало года.

Образование отходов в городах в первую очередь связано с осуществляемой экономической деятельностью. Перечни городов с наибольшими показателями обра-

зования, использования, обезвреживания и размещения отходов в 2010 г. приведены в таблицах 2-5.

Таблица 1. Сведения об образовании, использовании и обезвреживании отходов производства и потребления в Российской Федерации в 2006–2010 гг.

Год	Образовалось за отчетный год, млн. т	Использовано и обезврежено, % от количества образовавшихся отходов
Отходы всех классов опасности		
2006	3519,4	39,7
2008	3817,7	50,5
2010	3734,7	46,5
Отходы I класса опасности		
2006	0,1	80,7
2008	0,2	60,0
2010	0,2	48,5
Отходы II класса опасности		
2006	1,0	80,2
2007	1,3	66,4
2008	0,9	60,0
2010	0,7	61,4
Отходы III класса опасности		
2006	11,1	69,3
2008	0,9	79,2
2010	16,7	71,0
Отходы IV класса опасности		
2006	127,8	68,4
2008	110,8	72,3
2010	96,8	73,4
Отходы V класса опасности		
2006	3379,4	38,5
2008	3696,0	50,5
2010	4387,8	55,2

Таблица 2. Список городов с наибольшим объемом образования отходов в 2010 г.

Город	Субъект Российской Федерации	Образование отходов, млн. т
Кемерово	Кемеровская область	851,7
Междуреченск	Кемеровская область	168,9
Березовский	Кемеровская область	163,1
Новокузнецк	Кемеровская область	120,1
Красноярск	Красноярский Край	89,8
Костомукша	Республика Карелия	87,9
Губкин	Белгородская область	70,3
Мирный	Республика Саха (Якутия)	66,9
Старый Оскол	Белгородская область	53,3
Железногорск	Курская область	51,0
Качканар	Свердловская область	45,4
Магнитогорск	Челябинская область	44,9
Ковдор	Мурманская область	38,5
Норильск	Красноярский Край	35,5
Владивосток	Приморский край	33,6

Таблица 3. Список городов с наибольшим объемом использования отходов в 2010 г.

Город	Субъект Российской Федерации	Использовано отходов, млн. т
Кемерово	Кемеровская область	409,4
Междуреченск	Кемеровская область	104,4
Красноярск	Красноярский Край	88,6
Новокузнецк	Кемеровская область	54,7
Губкин	Белгородская область	19,3
Асбест	Свердловская область	18,0
Хабаровск	Хабаровский край	16,0
Норильск	Красноярский Край	15,6
Чита	Забайкальский край	13,9
Магнитогорск	Челябинская область	13,4
Бодайбо	Иркутская область	11,7
Екатеринбург	Свердловская область	11,5
Череповецк	Вологодская область	11,0
Невельск	Сахалинская область	10,1

Таблица 4. Список городов с наибольшим объемом обезвреживания отходов в 2010 г.

Город	Субъект Российской Федерации	Обезврежено отходов, млн. т
Кызыл	Республика Тыва	6,84
Москва	Москва	1,18
Самара	Самарская область	0,57
Санкт-Петербург	Санкт-Петербург	0,55
Усть-Лабинск	Краснодарский край	0,17
Череповец	Вологодская область	0,15
Орск	Оренбургская область	0,11
Ульяновск	Ульяновская область	0,10
Мариинск	Кемеровская область	0,10
Улан-Удэ	Республика Бурятия	0,10

Таблица 5. Список городов с наибольшим количеством размещенных отходов в 2010 г.

Город	Субъект Российской Федерации	Размещено отходов на собственных объектах, млн. т
Кемерово	Кемеровская область	464,3
Костомукша	Республика Карелия	85,0
Междуреченск	Кемеровская область	74,2
Новокузнецк	Кемеровская область	65,3
Мирный	Республика Саха (Якутия)	64,1
Губкин	Белгородская область	50,9
Железногорск	Курская область	49,5
Старый Оскол	Белгородская область	49,3
Владивосток	Приморский край	39,2
Качканар	Свердловская область	38,9
Ковдор	Мурманская область	33,5
Магнитогорск	Челябинская область	31,4
Гурьевск	Кемеровская область	28,6
Гусиноозерск	Республика Бурятия	25,4

Вклад основных видов деятельности человека в суммарный объем образования отходов производства и потребления в России показан на рисунке 1.

Почти 90% суммарного количества образующихся за год отходов всех классов опасности относятся к производствам по добыче полезных ископаемых, при этом 59% – к топливно-энергетической отрасли (табл. 6).

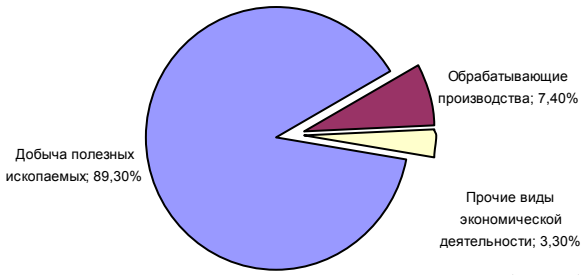


Рис. 1. Вклад основных видов деятельности в суммарный объем образования отходов производства и потребления в Российской Федерации в 2010 г.

Таблица 6. Объемы образования отходов производства и потребления по видам экономической деятельности, млн т

Вид экономической деятельности	2006 г.	2008 г.	2010 г.
Всего по Российской Федерации	3519,43	3817,68	3734,7
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	17,32	67,65	24,0
Рыболовство, рыбоводство	0,21	0,10	0,05
Добыча полезных ископаемых	2923,49	3351,07	3334,6
Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	1732,08	2064,72	2204,3
Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	1191,41	1286,35	1130,3
Обрабатывающие производства	284,01	276,64	280,1
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	18,10	18,62	20,2
Текстильное и швейное производство	0,25	0,25	0,48
Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	0,08	0,03	0,06
Обработка древесины и производство изделий из дерева	5,37	4,83	9,6
Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	6,46	6,95	5,6
Производство кокса и нефтепродуктов	2,50	1,97	1,7
Химическое производство	44,71	27,02	25,9
Производство резиновых и пластмассовых изделий	0,16	0,19	0,14
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	9,69	32,63	15,4
Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	189,82	175,25	194,1
Производство машин и оборудования	2,16	2,32	1,9
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	0,98	0,50	0,47
Производство транспортных средств и оборудования	3,00	4,15	2,3
Прочие обрабатывающие производства	0,74	1,95	2,9
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	73,54	67,61	57,04
Строительство	17,80	14,88	11,1
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий	143,14	13,27	2,8
Транспорт и связь	4,03	3,17	4,9
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	50,86	17,19	4,7
Государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное обеспечение	1,46	0,52	0,46
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	3,05	4,70	2,3
Прочие виды деятельности	0,38	0,89	12,65

Рассмотрим положение с отходами производства и потребления в отдельных отраслях.

Добыча полезных ископаемых. Данные об обращении с отходами производства и потребления за период 2006–2010 гг. приведены в таблице 7.

Таблица 7. Основные показатели, характеризующие воздействие на окружающую среду предприятий по добыче полезных ископаемых

Показатель	Ед. изм.,	2006 г.	2008 г.	2010 г.
Образовалось отходов за год	млн т	2923,5	3351,07	3334,6

Анализируя основные показатели, характеризующие воздействие на окружающую среду производств по добыче полезных ископаемых, можно отметить увеличение объемов образования отходов (на 8,7%).

Добыча природного газа и газового конденсата. В 2010 г. образовалось 429,86 тыс. т отходов, на 46,92 тыс. т (12,3%) больше, чем в 2009 г. Использовано 69,81 тыс. т отходов (на 17,7% больше, чем в 2009 г.), обезврежено 16,25 (больше на 41,9%), передано отходов сторонним организациям – 207,76 тыс. т (больше на 27,2%). В дочерних обществах ОАО «Газпром» образовалось 408,8 тыс. т отходов, (на 43,8 тыс. т, или на 11% больше чем в 2009 г.). Основной вклад в увеличение объема отходов в 2010 г. внесли нефтегазодобывающие компании за счет работ по бурению. В 2010 г. в целом по ОАО «Газпром» в обращении находилось 437,7 тыс. т отходов (с учетом 14,7 тыс. т, имевшихся на начало года, и 14,2 тыс. т, поступивших от других предприятий). Из этого количества передано сторонним организациям 203,8 тыс. т (46%) отходов, размещено на собственных объектах захоронения 147,8 тыс. т (33%). Таким образом, в 2010 г. по сравнению с 2009 г. уменьшилось количество отходов, переданных другим предприятиям, на 1,2%, и увеличилось количество отходов, использованных в собственном производстве, на 3%. В 2010 г. в обращении находилось 12,7 тыс. т нефтешламов (с учетом 3,3 тыс. т, имевшихся на начало года), показатель остался на уровне 2009 г. Часть нефтешламов (около 37%) в 2010 г. была передана другим предприятиям для использования, обезвреживания и переработки, это почти в 2 раза меньше, чем в 2009 г. Вместе с тем объемы обезвреживания нефтешламов в собственном производстве увеличились.

Добыча сырой нефти и попутного газа, извлечение фракций из попутного газа. В 2010 г. образовалось 3,39 млн. т отходов, что на 15,9% больше, чем в 2009 г. Рост количества образовавшихся отходов связан с увеличением объемов бурения и вводом новых скважин. За 2010 г. компаниями использовано 1,32 млн т отходов, обезврежено на предприятиях 0,668, что на 25,9 и 110,3% больше, чем в 2009 г., передано сторонним организациям 1,43 млн. т отходов (больше на 57,37%). С целью снижения объемов накопленных отходов, увеличения объемов обезвреженных отходов нефтедобывающими предприятиями проводятся следующие работы: строительство и обустройство полигонов; строительство, ремонт и реконструкция шламонакопителей нефтешламов; микробиологическая очистка нефтезагрязненного грунта и нефтешламов, введение в эксплуатацию участков утилизации опасных отходов.

Производство цветных металлов. Открытое акционерное общество ГМК «Норильский никель» является крупнейшей горно-металлургической компанией России и вносит существенный вклад в экономику страны. Компания – крупнейший в мире производитель никеля (22%) и палладия (38%), четвертый в мире производитель платины (9%), один из крупнейших производителей меди (3%). В 2010 г. объем образованных отходов в целом по группе компаний «Норильский никель» вырос на 4217,9 тыс. т по сравнению с 2009 г., что составляет 10,1%. Это увеличение обусловлено ростом производства. Образование отходов не превысило нормативы и лимиты на размещение отхо-

дов. На собственных объектах по Группе компаний размещение составило 26429,95 тыс. т, что на 21,3% больше, чем в 2009 г.

Более 90% отходов производства составляют отходы V класса опасности, к ним относятся скальные и вскрышные породы, хвосты обогащения, металлургические шлаки и др. Большая часть отходов добычи полезных ископаемых используется для засыпки, закладки выработанного пространства и приготовления закладочной смеси, хвосты обогащения используются для формирования намывных дамб хвостохранилищ, металлургические шлаки – на посыпку дорог, для строительства намывных дамб, приготовления закладочной смеси выработанного пространства. Использование отходов на собственном предприятии по Группе компаний «Норильский никель» в 2010 г. составило 19618,3 тыс. т (табл. 8).

Таблица 8. Основные сведения об обращении с отходами производства и потребления на предприятиях ОАО “ГМК “Норильский никель” в 2010 г., млн т

Основные показатели	Заполярный филиал ГМК «Норильский никель»	ОАО «Кольская ГМК»
Образование отходов	35,48	10,59
Использование и обезвреживание отходов	15,62	3,99
Размещение отходов	19,87	6,56

В целях предотвращения техногенной нагрузки отходов на окружающую среду компанией реализуется ряд мер, включающий комплексный проект по решению проблемы складирования отходов обогащения; обустройство объектов размещения отходов в соответствии с установленными требованиями; расширение направлений и объемов использования основных видов крупнотоннажных отходов производства (вскрышных и скальных пород, отвальных хвостов обогащения, металлургических шлаков); расширение направлений и объемов использования и обезвреживания основных отходов потребления (автомобильных покрышек и транспортерных лент, строительных отходов, осадков очистных сооружений, отработанных масел, отходов деревообработки и др.); совершенствование системы учета образования, хранения и размещения отходов.

В рамках деятельности по обустройству объектов размещения отходов в 2010 г. Заполярным филиалом осуществлялась реализация проектов по расширению второго поля хвостохранилища “Лебяжье” с целью обеспечения экологически безопасного совместного складирования и хранения отходов обогащения Талнахской и Норильской обогатительных фабрик в объеме не менее 11 млн т в год, по использованию отвальных породных хвостов Талнахской обогатительной фабрики для закладки выработанного подземного пространства рудников.

Производство нефтепродуктов. Количество образовавшихся в 2010 г. отходов по отрасли увеличилось на 15,3% и составило 1,57 млн. т. Проведение предприятиями нефтепереработки работ, направленных на размещение, утилизацию и обезвреживание опасных отходов, позволило сократить их до 3,53 млн. т. За 2010 г. компаниями было использовано 433,59 тыс. т отходов, что на 43,8% больше, чем в 2009 г., обезврежено на предприятиях 520,08 тыс. т (на 0,8% ниже уровня 2009 г.), передано сторонним организациям 362,93 тыс. т отходов (на 10,4% больше, чем в предыдущем году).

Производство радиоэлектронной продукции. Большинство отходов в отрасли относится к IV (34,7%) и V (56,3%) классам опасности. В основном это шламы очистных сооружений, зола и шлаки котельных, металлолом, строительные и бытовые отходы, отходы пластмассового литья (табл. 9).

Таблица 9. Отходы предприятий радиоэлектронной промышленности (2010 г.)

Показатель	Ед. изм.	2009 г.	2010 г.
Наличие отходов на начало года	тыс. т	12,62	13,24
Образовалось отходов за год	тыс. т	168,90	178,24
Использовано отходов за год	тыс. т	52,70	55,38
Обезврежено отходов на предприятии	тыс. т	1,52	1,63
Передано отходов сторонним организациям	тыс. т	116,49	126,31
Наличие отходов на предприятии на конец года	тыс. т	12,12	12,99

По округам РФ это выглядит так (табл. 10):

Таблица 10. Образование отходов предприятий радиоэлектронной промышленности по федеральным округам

Показатель	Годы	РФ	В том числе федеральный округ						
			Центральн.	Сев.-Западн.	Южн.*	Приволжск.	Уральск	Сибирск.	Д.-Восточн.
Образовалось отходов за год, тыс. т	2009 г.	168,905	61,43	14,46	9,16	26,83	13,71	42,53	0,78
	2010 г.	178,243	64,69	15,27	9,81	28,47	14,50	44,68	0,82

* – за 2010 г. приведены суммарные данные по Южному и Северо-Кавказскому федеральным округам.

Производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Данные об обращении с отходами в отрасли за период 2006–2010 гг. приведены в табл. 11.

Таблица 11. Основные показатели воздействия на окружающую среду предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды

Показатель	Ед. изм.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Образовалось отходов за год	млн т	73,5	67,61	65,3	57,04

В 2010 г образовалось 57,04 млн. т отходов - на 12,6% меньше, чем в 2009 г. Можно отметить, что если текущие затраты на охрану окружающей среды возросли по сравнению с 2009 г. по отрасли в целом на 1,4%, то на утилизацию и размещение отходов производства – на 19,8% и составили 1921,1 млн. руб.

В 2010 г. атомные электростанции (АЭС) России обращение с отходами производства и потребления осуществляли в соответствии с законодательством РФ в области охраны окружающей среды. На АЭС образовалось 35305 т отходов. Источниками образования отходов являются вспомогательные подразделения и участки, обеспечивающие работу АЭС. Основную массу (более 95%) образовавшихся в 2010 г. отходов составляют отходы IV класса (малоопасные) и V класса (практически неопасные) опасности – 20385 т и 13220 т соответственно. На АЭС в 2010 г. было использовано 7060 т отходов, обезврежено 7 т, передано другим предприятиям 26668 т, захоронено 1937 т. Все отходы производства и потребления размещаются на оборудованных площадках, в специальных хранилищах, их утилизация контролируется экологическими службами АЭС.

Транспорт и связь. Данные об обращении с отходами производства и потребления за период 2006–2010 гг. приведены в таблице 13 и на рисунке 2.

Таблица 13. Образовавшиеся отходы производства и потребления за период 2006–2010 предприятий транспорта и связи

Показатель	Ед. изм.	2006 г.	2008 г.	2010 г.
Образовалось отходов за год	млн т	4,0	3,17	4,9

Анализ показывает, количество образовавшихся за год отходов уменьшилось на 8%.

Транспортирование по трубопроводам. Количество образовавшихся за отчетный год отходов увеличилось на 23,4 тыс. т (на 31%) и составило 99,1 тыс. т. На предпри-

ятиях было обезврежено 11,23 тыс. т отходов (в 3 раза больше, чем в 2009 г.), передано отходов сторонним организациям 85,13 тыс. т (больше на 27,2%), использовано 6,96 тыс. т (меньше на 5,1%).

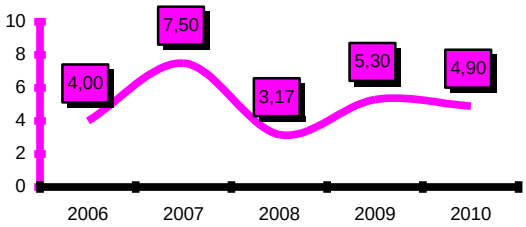


Рис. 2. Образование отходов производства и потребления, млн. т

Железодорожный транспорт. В 2010 г. в филиалах ОАО «РЖД» образовалось 1,96 млн т отходов, что на 240 тыс. т меньше по сравнению с аналогичным периодом 2009 г. Наибольшее количество отходов относится к V классу опасности (69,3% от всех образовавшихся отходов), отходы I и II классов опасности составляют менее 1%, III – 14,9%, IV – 15,7%. В 2010 г. в ОАО «РЖД» использовано и обезврежено 577,4 тыс. т отходов, что составило 28,1%.

Для термической утилизации отходов применяются сертифицированные инсинераторы серии ИН-50 отечественного производства. Утилизация отработанных железобетонных шпал осуществляется на установках типа КУШ-40 В 2010 г. переработано в щебень 78 тыс. штук шпал.

*Судовые отходы.*Обобщенные данные об отходах, включая нефтесодержащие, токсичные, сточные воды и мусор, сданные на приемные сооружения в морских портах в 2009 и 2010 гг., представлены в таблице 14.

Таблица 14. Обобщенные данные об отходах, сданных на приемные сооружения в морских портах в 2009 и 2010 гг.

Год	Количество заходов судов	Количество запросов судов на сдачу отходов	Количество сданных отходов, тыс. т/год			
			Нефтесодержащие	Токсичные	Сточные воды	Мусор
2009	Более 68200	22568	>123,9	0,4	> 55,7	> 37,1
2010	81429	40186	137,84	0,57	145,28	16,71

Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг. Данные об обращении с отходами производства и потребления за период 2006–2009 гг. приведены в таблице15 и на рисунке 3.

Таблица 15. Основные показатели образование отходов на предприятиях прочих коммунальных, социальных и персональных услуг

Показатель	Ед. изм.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Образовалось отходов за год	млн т	3,0	4,3	4,70	5,4	2,3

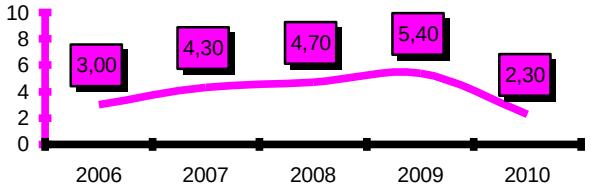


Рис. 3. Образование отходов производства и потребления, млн. т

УДК 631.879

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Титова

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и агроэкологии, ФГОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия, г. Нижний Новгород,** titovavi@yandex.ru

Е.В. Дабахова

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и агроэкологии, ФГОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия, г. Нижний Новгород**, dabakhova@yandex.ru

Представлена краткая характеристика основных направлений работы кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородской НГСХА в области оценки возможности использования отходов производства в качестве удобрений в сельскохозяйственном производстве, а также при рекультивации нарушенных земель. Приведена принципиальная схема проведения исследований по изучению удобрительной ценности и экологической безопасности отходов, а также рекомендации по разработке безопасной технологии их утилизации.

Ключевые слова: отходы, утилизация, рекультивация, критерии удобрительной ценности, экологическая безопасность

PROBLEMS AND PROSPECTS OF USE OF WASTE IN AGRICULTURE IN NIZHNY NOVGOROD REGION

Titova V.I., Dabakhova E.V.,

The article offers a brief characteristic of the basic directions of work of Agrochemistry and agroecology Department of Nizhny Novgorod Agricultural Academy in the assessment of possibilities of utilization of production waste as a fertilizer in agricultural production, as well as the recultivation of disturbed land. The authors presented the principal scheme of the research for the study of fertilizer values and ecological safety of the waste, as well as recommendations for the development of safe technologies of their utilisation.

В результате взаимодействия человека с окружающей средой возникают две проблемы, которые могут привести к глобальной катастрофе: истощение ресурсов – ресурсный кризис (например, сырье для производства фосфорных удобрений при современных темпах использования истощится менее чем за 100 лет), а также загрязнение и деградация окружающей среды (в РФ ежегодно образуется около 4 млрд т отходов, которые в основном размещаются в окружающей среде, причем места их хранения занимают огромные площади и являются источником негативного воздействия на окружающую среду).

Между тем значительная часть отходов обладает свойствами, обуславливающими возможность их хозяйственного использования, а возвращение их в материальный оборот имеет важное экологическое, экономическое и энергосберегающее значение. При определенных условиях возможно использование отходов в сельскохозяйственном производстве в качестве удобрений. Так, например, отходы животноводства и птицеводства (навоз и помет) традиционно используются как органические удобрения, и в целом список таких отходов может быть существенно расширен. Однако следует понимать, что применение отходов (даже традиционных) может сопровождаться рядом серьезных негативных процессов, в связи с чем очень важно при утилизации

отходов обеспечить как агрономический эффект, так и экологическую безопасность их использования.

Работа над данными вопросами является важнейшим исторически сложившимся направлением научно-практической деятельности кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородской ГСХА. В разное время объектами исследования творческого коллектива кафедры являлись:

- отход металлургического производства – томасшлак (начало XX века);
- отходы химической промышленности – сточные воды производства трихлорэтилена и окиси этилена (60-е годы XX века), отходы производства капролактама (70-80–е годы XX века) и средств бытовой химии (настоящее время);
- отходы предприятий промышленного животноводства и птицеводства: навоз КРС, птичий помет, твердая фракция свиного навоза, отходы от механической и биологической очистки сточных вод свинокомплекса (иловые осадки из отстойников, избыточный активный ил из аэротенков и т.д.), а также продукты их переработки (компосты, обезвоженные на пресс-фильтрах иловые осадки, отходы установки по производству биогаза из птичьего помета и др.) (с 80–х годов XX века по настоящее время);
- осадки сточных вод жилищно-коммунального хозяйства и продукты их переработки (осадки, очищенные смесью кислот с последующей их нейтрализацией; вермикомпосты, для приготовления которых использовались осадки; почвогрунты для выращивания цветов (с 90–х годов XX века по настоящее время);
- отходы предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию: отход производства спирта (барда послеспиртовая), сахара (свекловичный жом), молока (молочная сыворотка) и др**.** (с начала XXI века по настоящее время).

В настоящее время основная масса отходов, которые потенциально могут использоваться в земледелии Нижегородской области, представлена отходами промышленного свино- и птицеводства. Образуются они в огромных объемах: каждая птицефабрика примерно на 1 млн кур-несушек (которых в области порядка 20) ежегодно поставляет в окружающую среду около 45 тыс. т помета; свинокомплекс с поголовьем 150-180 тыс. свиней, при содержании их на гидросмыве – почти 500 тыс. т отходов! Нельзя не отметить при этом, что химический состав таких отходов, в силу специфики содержания, кормления и ухода, сильно отличается от классических видов свиного навоза и птичьего помета.

Отходы предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию, также характеризуются рядом проблем: имеют низкое содержание сухого вещества (а значит, и основных элементов питания), высокую кислотность (например, барда – 2,5-3,5 ед. pH) и специфическую микрофлору. Раньше такие отходы большей частью использовались на корм скоту, однако в настоящее время это затруднено по ряду причин (из-за постоянного увеличения объема производства спирта и сахара при явном снижении поголовья скота и пр.). Переработка этих отходов в кормовые продукты возможна, но она весьма энергоемка. В результате возникает проблема утилизации, образование прудов-накопителей возле предприятий, загрязнение окружающей среды.

Многолетний опыт работы творческого коллектива кафедры в рамках данной темы позволил сформулировать программу исследований по установлению удобрительной ценности и безопасности отходов. В общем виде такая программа, несмотря

на различие изучаемых материалов, является достаточно однотипной и может включать в себя ряд этапов.

На первом этапе исследований определяется полный химический состав, бактериологические, микробиологические и другие свойства отходов, оценка которых позволяет дать предварительное заключение о потенциальной удобрительной ценности (об этом свидетельствует наличие и количество биогенных элементов, содержание органического вещества) и опасности (содержание тяжелых металлов и других загрязнителей, повышенная кислотность, неблагоприятные микробиологические показатели и т.д.). Особое внимание следует обратить на стабильность состава и свойств отходов в зависимости от технологического процесса, условий и сроков их хранения. Затем проводится оценка воздействия отходов на живые организмы – биотесты, в качестве которых используются одноклеточные водоросли, инфузории или дафнии, а также сельскохозяйственные культуры в период прорастания (наиболее уязвимая фаза органогенеза). И, наконец, определяется общая токсичность субстратов, созданных на основе почвы и изучаемого отхода.

Второй этап включает 3 позиции: а) проведение модельных лабораторных и вегетационных опытов, что позволяет получить предварительные данные о влиянии отхода на растения и свойства почвы. При определении последних (показатели состояния почвы), кроме стандартных химических показателей, следует провести оценку микробоценоза, так как зачастую утилизация отхода вызывает микробиологический стресс (показатели биологической активности почвы вполне адекватно отражают уровень опасности отхода); б) прогнозирование кислотной нагрузки на почвенно-биотический комплекс, расчет баланса элементов питания и токсикантов в системе и т.д.; в) выполнение экспертной оценки воздействия планируемой утилизации отхода на сопредельные среды (поверхностные и грунтовые воды, воздух, естественный фитоценоз и пр.).

По сути, первые два этапа дают ответ на вопрос о принципиальной возможности использования отхода в качестве органического удобрения, и в случае, если она установлена, необходимо перейти к заключительной части работы – к третьему этапу.

На третьем этапе следует провести полевые опыты (не менее 3–х лет), задачей которых является оценка фактического воздействия изучаемого отхода на урожайность, качество и безопасность растениеводческой продукции, свойства почвы и состояние окружающей среды, а также производственные испытания в условиях, близких к тем, в которых предполагается утилизация отходов.

Только на основе результатов всех трех этапов исследования можно вынести решение о возможности использования отходов в качестве удобрений. В случае, если это решение вынесено, следует разработать безопасную технологию утилизации.

Рекомендуемая технология утилизации отхода должна включать следующие разделы:

- сведения по характеристике территории (сведения о климате, почвах, геологических и гидрологических особенностях, а также ландшафтную характеристику территории; особое внимание следует уделить степени защищенности водоносных горизонтов, наличию водоохранных зон, существующему уровню загрязнения почв – к примеру, нельзя утилизировать отходы, если содержание металлов в почве превышает 0,8 ПДК и т.д.);
- требования к химическим, микробиологическим, физическим и другим свойствам отходов, которые будут определять возможность внесения каждой конкретной партии отхода (для некоторых отходов эти требования содержатся в

нормативных документах, в частности в ГОСТах, при отсутствии таковых необходимо разработать ТУ);

- способ безопасного хранения отхода (если оно предполагается) и способ подготовки к внесению (если требуется);
- расчет безопасных доз внесения отходов с учетом экологических ограничений;
- определение оптимальных способов и сроков внесения отхода;
- общие технологические и природоохранные требования, обеспечивающие безопасное внесение отхода;
- систему контроля состояния компонентов окружающей среды (почвы, грунтовых и поверхностных вод) и получаемой растениеводческой продукции (ее качество и безопасность).

Кроме использования отходов в сельскохозяйственном производстве, в последние годы нами разрабатывается параллельное направление – оценка возможности использования отходов для рекультивации нарушенных земель. Такое использование возможно с целью формирования плодородного слоя почв или для заполнения техногенных депрессий рельефа. Последнее позволяет значительно сократить как площади, выделяемые для размещения отходов производства и потребления, так и вернуть в хозяйственный оборот земли, нарушенные, например, в результате добычи полезных ископаемых открытым способом (неустойчивые, подвергающиеся интенсивной эрозии ландшафты).

Причем перечень отходов, который может быть использован в качестве инертного наполнителя для заполнения карьеров, значительно шире, чем отходов, которые можно использовать для формирования плодородного слоя почв. Однако и здесь нужно очень жестко придерживаться ряда принципов, которые позволят избежать загрязнения окружающей среды.

В рамках этого направления нами предложены:

- критерии оценки и нормативные показатели материалов, которые могут быть использованы для рекультивации (как инертного наполнителя, так и материалов, используемых для формирования плодородного слоя) – требования не только к химическому составу, но и к реакционной способности, к сходству с природными материалами рекультивируемого объекта и т.д.;
- схема эксперимента по установлению возможности применения отхода для рекультивации земель (моделируется насыпной слой, который интенсивно промывается водой, затем в промывных водах определяется содержание загрязняющих веществ);
- рекомендации по обезвреживанию токсичных компонентов отходов (образование нерастворимых инертных соединений, увеличение сорбционной способности субстрата и т.д.).

В целом работа в направлении использования вторичных материальных ресурсов является одной из самых востребованных и актуальных в настоящий момент времени.

УДК 628.316.6:551.581

АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ФИЛИАЛОВ ОАО РЖД В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Д.В. Демин

кандидат биологических наук, научный сотрудник, Институт фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН), **Россия, г. Пущино**

С.М. Севостьянов

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН), **Россия, г. Пущино**

И.В. Татаркин

Институт фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН), **Россия, г. Пущино**

Рассмотрены вопросы адаптации технологии обеззараживания и обезвреживания осадков сточных вод с помощью аминокислотных реагентов в различных природно-климатических зонах.

Ключевые слова: осадки сточных вод, обеззараживание, обезвреживание, аминокислотные реагенты

DISINFECTION TECHNOLOGY ADAPTATION AND DISPOSAL OF SEWAGE SLUDGE IN SUBDIVISIONS RZD OF BRANCHES IN DIFFERENT CLIMATIC ZONES.

Demin D.V., Sevostianov S.M., Tatarkin I.V.

The problems of adapting the technology of disinfection and disposal of sewage sludge by means of amino acid reagents in different climatic zones.

Keywords: sewage sludge, decontamination, detoxification, amino acid reagents

Осадки сточных вод (ОСВ) очистных сооружений представляют собой биологически опасные токсичные отходы, не подлежащие вывозу на полигоны бытовых отходов. Осадки - постоянно возобновляемые отходы, объемы которых составляют не менее 3% от объема сточных вод, в настоящее время практически не утилизируются [1].

На территории России выделяется ряд регионов, где существует реальная угроза ухудшения экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки, возникновения чрезвычайных ситуаций из-за аварий в системах очистных сооружений, станций аэрации, прудах-накопителях и т.д. Только в Москве на очистных сооружениях ежегодно образуется миллионы тонн осадка. Для их складирования (депонирования) заняты значительные площади, а экологически безопасная переработка требует привлечения материально-технических ресурсов [2]. Проведение мероприятий по модернизации системы очистных сооружений способствовало изменению состава осадка сточных вод и привело бы к снижению содержания соединений, относящихся к потенциальным загрязнителям агроэкосистемы.

За рубежом, в зависимости от региональных геоэкологических особенностей стран, в агропроизводстве используется от 10-90% накапливающихся ОСВ, в среднем в Западной Европе 40-50%. В мире прослеживается устойчивая тенденция к ежегодному росту этого показателя в общих объемах утилизации. По прогнозам, в США к

2010 г. он составит 60%. В нашей стране по самым оптимистическим оценкам использование ОСВ в агрокультуре достигает лишь 5% [1]. С учетом сложившейся в аграрном секторе страны ситуации резкого дефицита минеральных и органических удобрений высказывается мнение, что только дозы ОСВ 30-40 т/га и более могут привести к значительным изменениям агрохимических свойств почв и будут экономически рентабельны [3].

В настоящее время на подавляющем большинстве очистных сооружениях используется естественное обезвоживание осадков на иловых картах. Иловые карты занимают значительные площади земли, которая могла бы быть использована под сельскохозяйственное производство, промышленное или гражданское строительство. Подсушенный осадок продолжает храниться на картах, площадках складирования или котлованах на территории очистных сооружений. По данным ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии, ежегодные объемы производства только ОСВ в России достигает 3,5 млн т по сухому веществу. Учитывая содержание в них 60% органической части, из бытовых отходов можно производить до 40 млн т компоста для дальнейшего использования в агракультуре. Основными экологическими критериями является биологическая обеззараженность ОСВ и отсутствие в них сверхнормативного содержания тяжелых металлов.

Осадки сточных вод канализации обладают удобрительными свойствами. Использование их в качестве органического удобрения могло бы способствовать восстановлению баланса органического вещества в распахиваемых почвах и улучшению их водно-физических свойств [4]. Использование осадков при рекультивации нарушенных земель позволило бы решить проблему формирования плодородного слоя и возврат их в хозяйственный оборот. Однако ОСВ, как правило, загрязнены ТМ, другими поллютантами, патогенной микрофлорой (палочки Коха, вибрионы Эль-Тор, Вибрио-Холерио, сальмонеллы, яйца гельминтов и др.) и могут относиться к отходам II и III классов опасности. Это обстоятельство создает очень серьезные проблемы при их утилизации, в первую очередь, препятствует использованию их в качестве органического удобрения.

Для детоксикации и обеззараживания осадков сточных вод была разработана принципиально новая малозатратная реагентная технология, разработанная в Институте фундаментальных проблем биологии РАН патент № 2457909 [5]. Реагентная технология обработки осадков прошла апробацию на ряде очистных сооружений филиалов ОАО «РЖД»: ст. Сольвычегодск Архангельскойя обл., ст. Астрахань–2.

Материалы и методы исследования. Детоксицирующие и бактерицидные реагенты на аминокислотной основе производятся в соответствии с утвержденными ТУ, имеют соответствующие санитарно-эпидемиологические заключения Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации на применение для обработки осадков сточных вод очистных сооружений (канализации, локальных очистных сооружений промышленных предприятий, полигонов ТБО и др.). Сырьем для производства бактерицидно-детоксицирующих реагентов служат белоксодержащие отходы меховой, кожевенной, мясной промышленности, птицефабрик и т.п., поэтому они дешевы и доступны.

Механизм процесса обеззараживания осадков сточных вод. Обеззараживание осадка очистных сооружений основано на действии гидроксоаминокислотных ком-

плексных соединений меди (2+), способных взаимодействовать с белками. Комплексные соединения связываются с белками оболочек патогенных микроорганизмов, в том числе в цистированном состоянии, яиц гельминтов, вызывая их гибель. Также связываются белки вирусов, токсические белки (токсины гниения) и протеолитические ферменты типа бактериальных коллагеназ, приводя к деструкции вирусов, необратимому ингибированию токсинов и остановке автолиза и гниения. Комплексы также связываются с белковыми компонентами осадка, в результате чего происходит детоксикация и стабилизация этих белковых компонентов. Продуктами взаимодействия гидроксоаминокислотных комплексов меди (как и других металлов) с белками оболочек микробов, яиц гельминтов, вирусов, токсинами, ферментами и белковыми компонентами являются соединения аминокислотных комплексов с группировками белков. Такие соединения нетоксичны и химически стабильны.

Механизм процесса обезвреживания осадка сточных вод. Для детоксикации осадка in situ (без извлечения ионов тяжелых металлов) предложено использовать аминокислотный реагент, позволяющий связать ионы металлов, абсорбированные в частицах, превратив их в устойчивые нетоксичные комплексные соединения.

Выбор реагента был основан на том, что ионы хрома, кобальта, никеля, меди, цинка, кадмия и свинца являются комплексообразователями и в первую очередь связывают те реагенты, образование комплексов с которыми энергетически наиболее выгодно. Мерой выигрыша энергии при образовании комплекса в водной среде является константа устойчивости, а самые большие константы устойчивости у комплексов металлов с анионами аминокислот. Анионы аминокислот, связанные в комплекс с ТМ, не способны к реакциям дезаминирования, декарбоксилирования, к превращениям в биохимических циклах, к конденсации с образованием пептидов и белков [51]. Фактически, по такому принципу происходит взаимодействие ТМ с аминокислотами в организмах. При попадании ТМ в организмы in vivo, они выводятся с фекалиями, мочой и потом в виде комплексов с анионами аминокислот – глицином, серином, цистином, метионином и другими.

Ионы меди, цинка, свинца образуют с анионами аминокислот комплексы состава ML (M – металл, L - аминокислота) и ML_2, а ионы хрома, кобальта, никеля, кадмия - комплексы ML, ML_2 и ML_3. Комплексы ML_2 и CrL_3, малорастворимы. В комплексах анионы аминокислот связывают центральный атом (ТМ) через донорный атом азота аминогруппы и атом карбоксильной группы. Согласно значениям констант устойчивости комплексы ML и ML_2 образуются практически со 100 % выходом при соотношении M:L = 1:1 и 1:2. Растворимые комплексы разрушаются при pH<5, а малорастворимые - при pH<2.

Механизм взаимодействия реагента с ТМ в ОСВ следующий. Атомы-доноры группировок веществ, составляющих осадок, и атомы кислорода молекул воды, связанные с ионом металла в осадке, замещаются на атомы кислорода и азота аниона аминокислоты. Образуется незаряженный комплекс, из внутренней сферы металла вытесняются молекулы воды и снижается заряд коллоидной частицы, а комплексы удерживаются в частицах осадка. Указанные процессы сопровождаются некоторым уменьшением содержания воды в частицах и уплотнением структуры частиц. Соединения аминокислотных комплексов металлов нетоксичны и химически стабильны, а

количество ионов металлов, переходящих в воду за счет диссоциации, ниже значений ПДК.

Произведён подбор дозы реагента на месте pH-метрическим титрованием. Определены дозы реагента в расчете на естественную влажность и сухой вес (мл/кг, кг/тонну), которые составили 1,2-1,65 литра на тонну ОСВ при влажности 30-40%.

Главное условие, чтобы при непосредственном внесении реагента добиться pH иловой жидкости 7,5 и более. Это обеспечивает активность комплексов меди и, соответственно, эффективное подавление микрофлоры. В случае использования подсушенных осадков доза увеличивается.

Результаты и обсуждение исследования.

Результаты обеззараживание осадка очистных сооружений ст. Астрахань -2. Проведены микробиологические исследования осадка сточных вод ст. Астрахань-2 до обработки аминокислотным реагентом и компостирования (табл. 1) и после (табл. 2).

Таблица 1. Санитарные показатели ОСВ до обработки реагентом, ст. Астрахань -2

Наименование показателей	Нормативы	Результаты	НД на метод исследования
Индекс ЛКП	1-10	1000	МУК Методы микробиологического контроля почвы, 2004г.
Индекс энтерококков	1-10	<1	
Патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы	0	0	
Яйца гельминтов, экз/кг	0	1	МУК 4.2. 796-99

Таблица 2. Санитарные показатели ОСВ после обработки реагентом, ст. Астрахань -2

Наименование показателей	Нормативы	Результаты	НД на метод исследования
Индекс ЛКП	1-10	8	МУК Методы микробиологическогоконтроля почвы, 2004г.
Индекс энтерококков	1-10	0	
Патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы	0	0	
Яйца гельминтов, экз/кг	0	0	МУК 4.2. 796-99

Как видно из результатов проведенных работ, приготовленный по на основе осадка сточных вод компост на ст. Астрахань–2 отвечает всем требованиям, предъявляемым органическим удобрениям, и может быть переведен в пятый класс опасности. Как видно из результатов, после проведенных работ в полученном осадке полностью отсутствуют яйца гельминтов, индекс энтерококков, патогенные бактерии, в том числе снижение индекса ЛКП произошло с 1000 до 6 ед. и полностью отвечает санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям, и осадок относится к первой группе продукции на основе осадка сточных вод для сельскохозяйственного использования.

Проведены также микробиологические исследования осадка сточных вод ст. Сольвычегодск до обработки аминокислотным реагентом и компостирования (табл. 3) и после обработки (табл. 4).

Таблица 3. Микробиологические исследования ОСВ до обработки аминокислотным реагентом, ст. Сольвычегодск

Наименование показателей	Нормативы	Результаты	НД на метод исследования
Индекс ЛКП	1-10	1000	МУК Методы микробиологического контроля почвы, 2004г.
Индекс энтерококков	1-10	1000	
Патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы	0	не обн.	
Яйца гельминтов, экз/кг	0	не обн.	МУК 4.2. 796-99

Таблица 4. Микробиологические исследования ОСВ после обработки аминокислотным реагентом, ст. Сольвычегодск

Наименование показателей	Нормативы	Результаты	НД на метод исследования
Индекс ЛКП	1-10	7	МУК Методы микробиологического контроля почвы, 2004г.
Индекс энтерококков	1-10	10	
Патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы	0	не обн.	
Яйца гельминтов, экз/кг	0	не обн.	МУК 4.2. 796-99

Как видно из результатов проведенных работ, приготовленный по на основе осадка сточных вод компост на ст. Сольвычегодск отвечает всем требованиям, предъявляемых органическим удобрениям, и может быть переведен в пятый класс опасности. Как видно из результатов анализа после обработки, в полученном осадке произошло снижение индекса ЛКП, индекса энтерококков, и ОСВ полностью отвечают требованиям санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим, и осадок относится к первой группе продукции на основе осадка сточных вод для сельскохозяйственного использования.

Результаты детоксикации осадка очистных сооружений ст. Астрахань-2.

Таблица 5. Содержание тяжелых металлов в вылежанных осадках до обработки и компостирования, ст.Астрахань-2.

Тяжелые металлы и микроэлементы	Содержание, мг/кг
Zn	1120
Fe	60000
Cu	1072
Cr	196
Pb	369
Ni	240
Cd	10,2
Hg	0,19
As	1,9
Co	8,3
Al	16780
P	9520
K	4210

На основе анализов осадка сточных вод до обработки и компостирования показано, что валовые содержания таких металлов, как Zn, Cu, Cr, Pb, Ni, превышают допустимые значения, предъявляемые для продукции из осадка сточных вод.

Результаты анализа после обработки и компостирования позволяют сделать вывод, что валовое содержание поллютантов снизалось до предельно допустимых значений, предъявляемых для продукции из осадка сточных вод (рис. 1), и ОСВ могут быть переведены в первую группу сельскохозяйственного использования.

Содержание тяжелых металлов и микроэлементов в свежих осадках на иловых площадках (заполнение датируется осенью 2009 года) ст. Сольвычегодска показано в таблице 6:

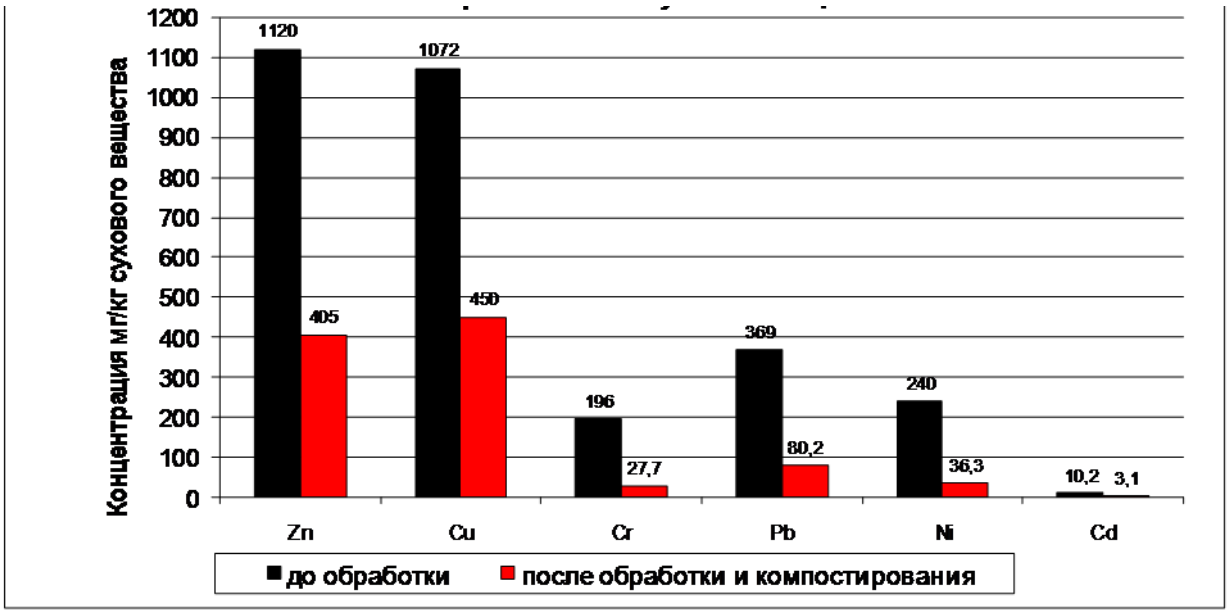


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов до и после обработки и компостирования мг/кг сухого вещества

Таблица 6. Результаты детоксикации осадка очистных сооружений ст. Сольвычегодск

Тяжелые металлы и микроэлементы	Содержание, мг/кг
Zn	690
Fe	24290
Cu	208
Cr	23,8
Pb	45,5
Ni	20,2
Cd	2,8
Hg	0,26
As	2,3
Co	4,1
Al	15150
P	19160
K	1090

На основе анализа осадка сточных вод до обработки и компостирования показано, что валовые содержания таких металлов, как Zn, Cu, Cr, Pb, Ni, не превышают допустимые значения, предъявляемые для продукции из осадка сточных вод (рис. 2).

Выводы.

По результатам опытно-экспериментальных работ на Сольвычегодских и Астраханских очистных сооружениях ОАО «РЖД» после обезвреживания и обеззараживания осадка сточных вод был получен органоминеральный субстрат, который отвечает всем требованиям, предъявляемым к органическим удобрениям, и может быть переведен в пятый класс опасности.

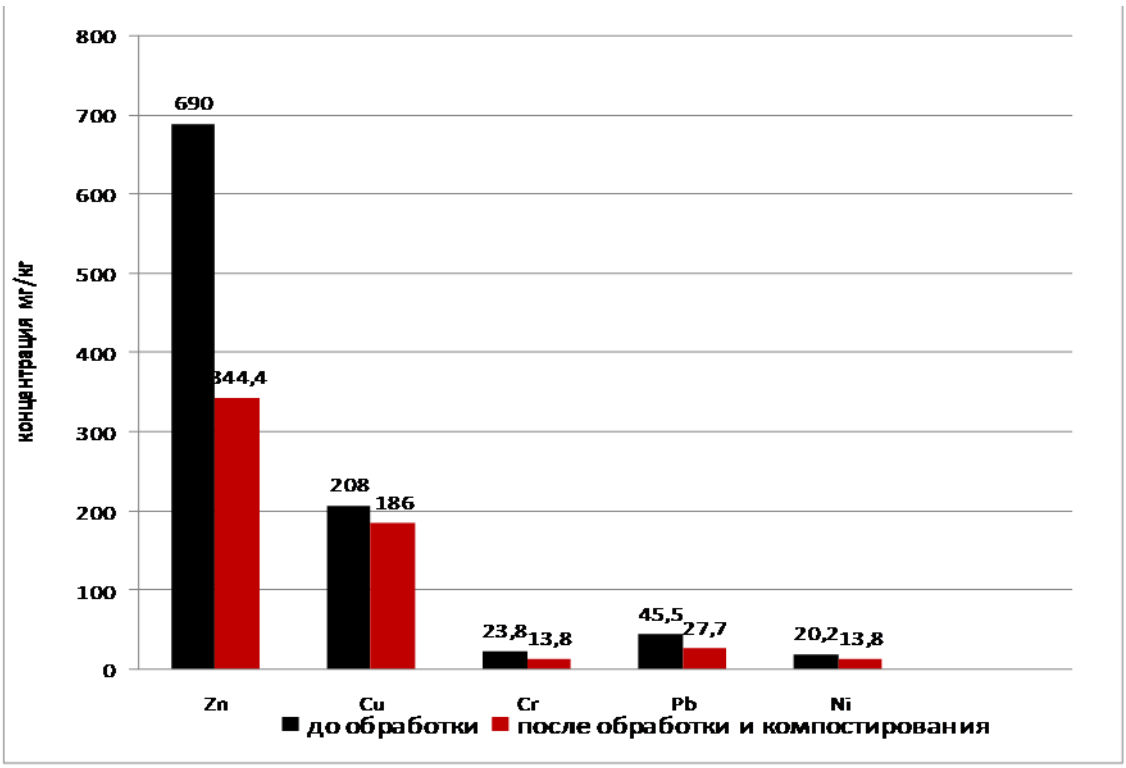


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов до и после обработки и компостирования мг/кг сухого вещества

ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России (информационно-аналитический справочник) / Под ред. А.И. Еськова. – Владимир: ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии, 2006. – 200 с.

2. Развитие московской канализации / Научная редакция С. В. Храменкова и др. – М. : «Можайск -Терра», 2003. – 328 с.

3. Максаков В. И. Экономическая эффективность использования осадков сточных вод // Агрохимический вестник. – 2000. – № 3. – С. 27-28.

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

5. Демин Д.В., Севостьянов С.М., Татаркин И.В., Худяков О.И. Переработка осадков сточных вод в экологически безопасный компост // Земледелие. – 2009. – № 5. – С. 16-18.

УДК 542.06+633.18

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ

А.И. Тасмагамбетова
ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Республика Казахстан, г. Алматы**, aselle@asianecology.com
А.Д. Товасаров
кандидат технических наук, генеральный директор, ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Республика Казахстан, г. Алматы**, adylkhan@asianecology.com
Ю.А. Марконренков
доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией кремнеуглеродистых композитов, РГП Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, **Республика Казахстан, г. Алматы**
Д.С. Кенчинов
РГП Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, **Республика Казахстан, г. Алматы**
А. Кабланбеков
РГП Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, **Республика Казахстан, г. Алматы**
Р.Т. Конырбаев
начальник лаборатории экологического мониторинга ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Республика Казахстан, г. Алматы**, rustem@asianecology.com
А.Б. Акберлиев
научный сотрудник лаборатории экологического мониторинга ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Республика Казахстан, г. Алматы,** aslan@asianecology.com

Синтезированы композиционные материалы строительного назначения с использованием в качестве наполнителя рисовой шелухи, исследованы их свойства.
Ключевые слова: рисовая шелуха, теплоизоляционные материалы, отходы.

INSULATING COMPOSITES ON BASED OF HUSKS OF RICE

Tasmagambetova A.I., Tovasarov A.D., Markonrenkov J.A., Kenchinov D.S., Kablanbekov A. Konyrbaev R.T., Akberliev A.B.

Properties of synthesized composite materials for construction purposes with the use of rice husk as a filler have been researched
Keywords: rise husk, thermal insulation material, waste.

В настоящее время в связи с интенсивным развитием производства серьезной проблемой, нарушающей гармоничное развитие биосферы, является образование различных техногенных отходов, складирование которых ведёт не только к загрязнению, но и к нерациональному использованию земельных угодий, создаёт реальные угрозы значительных загрязнений атмосферы, ведёт к росту транспортных расходов и безвозвратной потере ценных материалов и веществ. Переработка же отходов позволяет высвобождать дефицитные земельные угодья, отводимые под отвалы, и весьма существенно снизить загрязнение природной среды. Поэтому все более актуальной задачей экономического развития промышленно развитых стран, в том числе и Казахстана, становится рациональное использование природных ресурсов, создание безотходных технологий и производств.

Значительная доля отходов приходится на сельскохозяйственное производство, к таким, в частности, относится и рисовая шелуха. Утилизация последней – важная задача для всех стран, занимающихся возделыванием и переработкой рисовой культуры: только в Казахстане на рисоперерабатывающих заводах ежегодно образуется около 50 тыс. тонн вышеуказанных отходов, направляемых в основном в отвалы и создающих значительные экологические трудности. Задача переработки рисовой шелухи практически не решена и в других рисосеящих странах (Китае, Индии, США, России) и на протяжении многих лет не теряет своей актуальности.

В условиях активного проведения политики внедрения ресурсосберегающих технологий и предотвращения загрязнения окружающей среды существенное значение приобретает утилизация рисовой шелухи в энергосберегающем режиме, то есть в ее естественном виде, в частности, получение композиционных материалов различного назначения. При этом решаются как задачи комплексного использования растительного сырья, так и экологические проблемы в регионах рисопереработки. Утилизация отходов рисопереработки в энергосберегающем режиме позволит сократить площади сельскохозяйственных земель, занимаемых этими отходами и снизить выбросы токсичных веществ в атмосферу, выделяемых при пиролизе рисовой шелухи вследствие деструкции ее компонентов. Одним из перспективных направлений утилизации рисовой шелухи без ее термохимической переработки является создание новых теплоизоляционных материалов с использованием рисовой шелухи в качестве наполнителя. Следует отметить, также что в настоящее время одной из актуальных задач современной технологии строительных теплоизоляционных материалов является поиск альтернативных видов сырья для замены дорогостоящих и дефицитных ингредиентов, к которым относятся, например, полимерные наполнители.

Теплоизоляционные материалы широко применяются в отечественной и зарубежной практике при строительстве жилых и промышленных зданий, а также для теплозащиты технологического, энергетического и холодильного оборудования. Теплоизоляционные материалы – разновидность строительных материалов, характеризующихся малой теплопроводностью. Разность температур в средах, разделенных ограждением, приводит к переходу тепла от нагретой к холодной среде. Цель теплоизоляции – ограничить количество передаваемого тепла.Однако для достижения значительного теплосопротивления необходимо делать либо ограждения большой толщины, что нецелесообразно как с экономической, так и технологической точек зрения, либо применять теплоизоляционные материалы, позволяющие существенно уменьшить толщину ограждения. Последнего можно достичь, применяя теплоизоляционные материалы с высокой пористостью, поскольку воздух, заполняющий поры таких материалов, является плохим проводником тепла. Теплоизоляционные материалы получают из различных видов минерального и полимерного сырья по различным технологиям. Наиболее старыми теплоизоляционными материалами являются камышит и соломит, а также минеральная вата. В настоящее время к теплоизоляционным материалам относятся древесноволокнистые плиты, цементный фибролит, ячеистый бетон, пеностекло, газонаполненные пластмассы, полимербетоны и др. Однако, полимерные материалы, в том числе и наполнители, в Казахстане не производятся, а потребность в теплоизоляционных строительных материалах не иссякает. Наполненные вспененным полистиролом строительные блоки в настоящее время импортируются из Китая.

На основании изложенного целью данной работы является исследование возможности замены импортных полимерных наполнителей строительных теплоизоляционных материалов на отходы рисопереработки – рисовую шелуху (РШ). Объектом исследования в настоящей работе является рисовая шелуха Кызылординской области – отход рисопереработки.

Истинная плотность шелухи равна 0,735 г/см^3, а насыпная – лишь 0,1 г/см^3. Измельченная в различной степени шелуха имеет насыпную плотность от 0,19-0,21 до 0,38-0,4 г/см^3. Насыпная плотность золы рисовой шелухи 0,1÷0,2 г/см^3 [1]. Основу рисовой

шелухи составляют различные полимерные органические соединения в количестве до 70% весовых. Самый высокий процент приходится на долю целлюлозы – 40-45%, лигнина ~ 20-25% и гемицеллюлозы ~ 15% [2]. Спектральным анализом установлено присутствие в шелухе следующих элементов: Ca, Mg, Al, Cu, Mn, Fe, K, Na, Ti, Co и др. Преобладают оксиды Ca, Mg, Al, Fe.

Методы исследования – анализы термический, рентгенофазовый, ИК-спектроскопический. Теплоизоляционные материалы получали путем замеса цемента, песка и воды при различных соотношениях и последующем твердении образцов в естественных условиях, то есть в энергосберегающем режиме. Водоцементное отношение выбирали в пределах 0,3 – 0,6.

В качестве образца сравнения использовали теплоизоляционные материалы с добавкой полистирола по традиционной технологии [3]. В исследуемых образцах полистирол был заменен на рисовую шелуху. Для полученных образцов рассчитывали среднюю плотность, определяли пористость, а об удобоукладываемости или подвижности бетонной смеси судили по расплыву конуса, для чего определенный объем смеси помещали на специальную подставку и замеряли диаметр окружности в основании образовавшегося конуса. В процессе приготовления теплоизоляционных материалов было также использовано в качестве добавки полимерное связующее марки ENVIRO-BOND SBR™ – каучуковая эмульсия, модифицированная стирол-бутадиеном, представляющая собой белую жидкость, применяемую для повышения качества замешиваемых на месте цементных растворов. Кроме того, была использована органическая добавка, полученная в результате пиролиза рисовой шелухи, содержащая, согласно данным газо-жидкостной хроматографии [4], карбоновые кислоты, фенолы и органические спирты. Поданным авторов [4], эта добавка обладает выраженным антимикробным действием на культуры *E. coli, Bac, subtilis, St. Aureus, Botritis cinerea* и др. и может быть использована в качестве бактерицидного и обеззараживающего средства. Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица. Состав и свойства стройматериалов с добавкой РШ (марка цемента М–400)

Содержание компонентов, г/дм^3							Водоцем. Отношение В/Ц	Расплыв конуса, мм	Пористость, %	Средняя расчетная плотность, г/см^3
Цемент	Песок	Вода	Рш	Полистирол	Добавка ENVIRO BOND SBR	Орг. добавка				
420	210	120	0	12	0	0	0,3	35	4,2	762,0
210	105	60	0	6	22	0	0,28	29	1,68	403,0
420	210	120	24	0	0	0	0,3	21	4,2	774,0
160	0	100	26	0	0	0	0,6	20	4,8	286,0
160	0	100	52	0	0	0	0,6	45	4,8	312,0
80	0	60	52	0	0	0	0,75	37	5,2	192,5
80	100	40	52	0	0	0	0,5	30	2,4	272,0
200	0	50	54	0	17,5	0	0,25	30	1,0	321,5
600	0	150	162	0	50	0	0,25	27	3,0	962,0
311	0	33	54	0	0	0	0,1	33	-	398,0
311	0	133	54	0	0	0	0,4	35	6,22	498,0
311	0	111	56	0	4,5	0	0,35	35	4,67	482,5
422	0	189	87,5	0	0	0	0,45	37	10,45	698,5
700	0	400	125	0	0	82,5	0,57	31	25,9	1307,5
700	0	250	125	0	20	0	0,35	45	10,5	1095,0
420	210	350	50	0	0	67	0,83	34	26,46	1097,0
420	0	189	145	0	0	47	0,45	35	10,45	801,0
270	0	27	45	0	0	0	0,10	26	-	342
270	0	108	45	0	0	0	0,40	29	5,4	423
373	0	145	55	0	0	43	0,38	21	6,71	616,0
311	0	166	55	0	0	37	0,53	23	10,26	569,0

Из анализа представленных результатов следует, что образцы, полученные на основе цемента М-400 с добавкой песка и полистирола по традиционной технологии при водоцементном отношении 0,30-0,38, имеют среднюю расчетную плотность 400-760 г/см^3 и расплыв конуса в пределах 32-35 мм. Пористость этих образцов лежит в пределах 1,6-4,2 % (таблица 1). Добавка рисовой шелухи вместо полистирола при том же водоцементном отношении несколько снижает расплыв конуса, тогда как пористость и средняя расчетная плотность материала практически не меняются (таблица 1). При замене песка на рисовую шелуху для получения удобоукладываемой смеси водоцементное отношение пришлось увеличить в 2 раза, при этом средняя плотность образцов уменьшилась при некотором увеличении пористости. Следует отметить, что при низком водоцементном отношении прочность образцов была невысокая и они легко разрушались Увеличение расхода цемента и рисовой шелухи при массовом отношении цемент : рисовая шелуха = 6:1 и водо-цементном отношении 0,4-0.6 не только в 2 раза увеличило среднюю плотность, но и привело к значительному увеличению пористости – от 4,2 до 10-25%.

Более высокая пористость способствует повышению теплопроводности, поэтому для дальнейших исследований теплопроводности и прочности в качестве оптимальных составов были выбраны образцы с водо-цементным отношением 0,4-0,45 и соотношением цемент : рисовая шелуха = 6:1. Из анализа полученных результатов следует, что оптимальным составом теплоизоляционных материалов, обладающих высокими прочностными и теплоизоляционными свойствами и исключающих использование импортных органических добавок, являются материалы, содержащие цемент марки М-400, воду и рисовую шелуху в соотношении Ц/РШ = 6:1 при водоцементном отношении 0,40-0,45. Кроме того, возможно добавление органической добавки, получаемой при пиролизе рисовой шелухи в количестве 10 масс.% от массы цемента. Технология получения заключается в смешении цемента, воды и рисовой шелухи при заданном соотношении в течение 10 минут в смесителе. Возможна также добавка органического компонента – продукта пиролиза рисовой шелухи в количестве 10 масс.% от расхода цемента. Полученная смесь укладывается в формы, затем на смесь кладут гиперплиту и подводят форму под пресс. Сформованная панель сушится в естественных условиях в течение 2-3 суток (в зависимости от количества добавленной воды). Затем производят распалубку форм, снятие панелей, проверки их качества и отправки на склад. Формы очищают, смазывают и собирают для формования следующей партии панелей.

Данная технология является энергосберегающей, так как процесс сушки и формования панелей проводят без подвода внешнего тепла. Кроме того, в технологии предусматривается использование отходов рисового производства, что будет способствовать улучшению экологической обстановки в Кызылординской области. При изготовлении строительных панелей с добавлением к бетонной смеси органической добавки, полученной в результате пиролиза рисовой шелухи, разработанные материалы приобретают также бактерицидные свойства, что будет препятствовать развитию различных грибковых поражений строительных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремова С.В., Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В. Жарменов А.А. Переработка рисовой шелухи с получением новых материалов полифункционального назначения // Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние проблемы, решения. – Алматы, 2008. – Т. 10. – Глава 6. – С. 243-277.

2. Рис и его качество. – М.: Колос, 1989. – С. 277.

3. Горяинов К.Э., Коровникова В.В. Технология производства полимерных и теплоизоляционных изделий. - М.: Высшая школа, 1975. – 176 с.

4. Никонов Г.К., Бурковская Л.Ф., Артамонова Н.А. , Челохсаева Г.Л. Химический состав и биологическая активность продуктов пиролиза рисовой шелухи // Гидролизная и лесохимическая пром-сть. – 1990. – № 7. – С. 18-21.

УДК 669.181.28

ЛИТЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ТАРАЗСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

А.И. Тасмагамбетова
ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Республика Казахстан, г. Алматы**, aselle@asianecology.com

А.Д. Товасаров
кандидат технических наук, генеральный директор, ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Республика Казахстан, г. Алматы**

Ю.А. Марконренков
доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией кремнеуглеродистых композитов РГП Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, **Республика Казахстан, г. Алматы**

К,Х. Ракишев
председатель совета директоров, Учреждение АО «SAT&Company», **Республика Казахстан, г. Алматы**

Р.Т. Конырбаев
начальник лаборатории экологического мониторинга ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований», **Республика Казахстан, г. Алматы**, rustem@asianecology.com

А.Б. Акберлиев
научный сотрудник лаборатории экологического мониторинга ТОО «Центрально-Азиатский институт экологических исследований, **Республика Казахстан, г. Алматы,** aslan@asianecology.com

Рассмотрена возможность получения строительных материалов из отвальных шлаков Таразского металлургического завода путем термической переработки.

Ключевые слова: отвальный шлак, металлургия, переработка, строительный материал.

CAST PRODUCTS ON BASED OF WASTE TARAZ METALLURGICAL PLANT

Tasmagambetova A.I., Tovasarov A.D., Markonrenkov J.A., Rakishev K.H., Konyrbaev R.T., Akberliev A.B.

The possibility of building materials from thermal processing of dumped wastes of Metallurgical Plant in Taraz has been considered.

The Keywords: dump slag, metallurgy, processing, building material.

Основу безотходной технологии составляет разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов с широким использованием отходов в качестве вторичного сырья. Особое значение комплексное использование сырья имеет для такой материалоемкой отрасли промышленности, как черная металлургия, где при выплавке чугуна, стали и ферросплавов неизбежно образуется большое количество технологических отходов [1-2]. Из них 80% приходится на шлаки, которые образуются из пустой породы железорудных материалов, флюсов, золы топлива, а также продуктов окисления металла и примесей. Суммарное содержание оксидов кальция, железа и кремния в шлаках достигает 75%.

В отвалах металлургических предприятий Республики Казахстан накоплены миллиарды тонн твердых отходов, которые порождают целый ряд экологических проблем, из которых самые острые связаны с состоянием атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов [3-4]. Например, производство целевых продуктов на Таразском ме-

таллургическом заводе (ТМЗ) связано с образованием различных видов отходов, требующих решения проблемы переработки и использования как вновь образующихся, так и накопленных объемов шлаков. Поэтому возникает необходимость радикального комбинирования металлургического производства с предприятиями промышленности строительных материалов. В этой связи целью нашей работы является всестороннее исследование физико-химических и главное технологических свойств шлаков ферросплавного производства и отвальных шлаков фосфорного производства для их комплексного использования для производства востребованной продукции строительного назначения (литые футерованные изделия, наполнители для композиционных материалов, асфальтобетона и др.).

Для проведения лабораторно-экспериментальных работ по исследованию и изучению физико-химических и технологических свойств шлаков использовали отходы ТМЗ, а именно – шлак ферросплавного производства и отвальный шлак фосфорного производства. Методы исследования – химический и спектральный анализ.

Плавку шихты проводили в печах при температуре 1420-1450 ºС. По химическому составу ферросиликомарганцевые шлаки ТМЗ (таблица 1) представляют собой многокомпонентные системы, которые относятся к системе R_2O – MgO – CaO – MnO – Al_2O_3 – SiO_2 [5].

Как видно из таблицы 1, концентрация SiO_2 в обеих пробах (№1 - шлак ферросиликомарганца и № 2-фосфорный шлак) составляет 41,75 и 34,10% соответственно. Al_2O_3 составляет от 5,16 до 15,94%, CaO – от 3,52 до 23,20%.

Таблица 1. Результаты химического анализа состава шлаковых отходов

№ п/п	Наименование пробы	Массовая доля определяемых элементов и соединений, %							
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	P	Fe общ.	Na	K
1	ШФП	41,75	15,94	23,2	1,12	0,024	0,81	0,24	0,28
2	ОШФП	34,1	5,16	3,52	0,98	0,21	1,64	0,65	2,2

Высокое содержание SiO_2 может создать термодинамические предпосылки для получения сплава с требуемым содержанием кремния. Вместе с тем кремнеземистые шлаки характеризуются высокой вязкостью, что затрудняет гравитационное разделение ферросиликомарганца и шлакового расплава в ванне печи и при выпуске продуктов восстановительной плавки через одну летку в приемный ковш. Шлаковые расплавы с высоким содержанием SiO_2 имеют более высокое удельное электрическое сопротивление, что способствует выделению и концентрированию в них определенной части подведенной электрической мощности. Вязкость и электропроводность шлаковых расплавов повышается с понижением температуры и особенно ниже 1 351 ^oC, что связано, в том числе, и с выделением в вязком силикатном расплаве твердых наноразмерных фаз. При постоянной температуре вязкость и электропроводность шлаковых расплавов зависят от химического состава шлаков [6]. Результаты спектрального анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты полуколичественного спектрального анализа шлаков ферросплавного производства

Проба	Cu	Pb	As	Sb	Mn	W	Co	Bi	Ba	Mo	Ti	Fe_2O_3
ШФП	200	>1%	100	30	>6000	<3	<10	1,5	2500	3	100	0,3

Продолжение таблицы

	Zn	Ag	Su	Ni	Cr	Sc	P	Te	V	Hg	Au	Nb
ШФП	≈1%	1	20	5	10	<10	1500	200	15	<30	Обн.	10

На основании полученных результатов химического и спектрального анализа разработаны технологические параметры получения сплава в зависимости от состава, температуры и времени отжига (таблица 3).

Таблица 3. Условия проведения экспериментальных работ в зависимости от состава шихты, температуры и времени отжига

№, пробы	С (Шлак ферро-силикомарганца), %	С (Отход фос-форного произ-вод.), %	С (Хромомагнезит 40-58 % MgO и 16-27% Cr_2O_3), %	Время отжига, (t), мин	Температура, °С
1	50	50	-	10	1420
				10	1380
				90	450-600*
2	95	-	5	30	1420
				15	1300
				90	450-600*
3	92	-	8	30	1420
				15	1300
				90	450-600*
4	90	-	10	30	1420
				15	1300
				90	450-600*

Примечание: * при температуре от 600 до 450 ºС в течении 90 минут производилось постепенное охлаждение в муфельной печи.

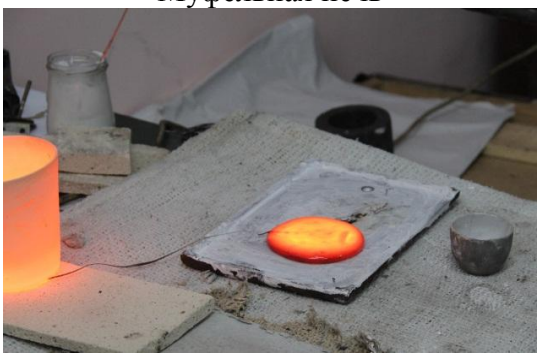
На рисунке 1 приведен процесс получения сплава согласно таблице 3.

Из пробы № 1 был получен расплав светло-черного цвета, круглой формы диаметром 10,3 см, толщиной 0,8 см и с гладкой поверхностью. В обоих образцах имеются линии (разводы) коричневого и серого цвета, показывающие границы фракции, образованные в процессе литья.

Форма расплава пробы № 2 круглая, диаметром 10 см и толщиной 0,7-0,8 см, с гладкой поверхностью, имеет сквозное отверстие, образованное в процессе литья, цвет черно-коричневый.

Печь для сплава шихты

Муфельная печь



Заливка образцов

Рисунок 1. Подготовка и заливка сплавов

В результате проведенных экспериментов получены 4 образца (рисунок 2).

Образец №1

Образец №2

Образец №3

Образец №4

Рисунок 2

Цвет пробы № 3 и 4 серо-коричневый, обе с шероховатой поверхностью. В обоих образцах имеются линии (разводы) коричневого и серого цвета, показывающие границы фракции, образованные в процессе литья.

Таким образом, проведенные экспериментальные работы по переработке ферросиликомарганца и отвального фосфорного шлака показали принципиальную возможность получения литых изделий для использования в строительной сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Довгопол В.И. Использование шлаков черной металлургии. - Изд. «Металлургия», 1969. – 216 с.
2. Шелудяков Л.Н., Касьянов Л.Н., Марконренков Ю.А. Комплексная переработка силикатных отходов. – Алматы: Наука, 1985. – 175 с.
3. Богатырев М., Богатырев А. Качество принимаемых решений в области экологии // Промышленность Казахстана. – 2012. – № 4 (73). – С. 38–42.
4. Диханбаев Б. Переработка техногенных отходов // Промышленность Казахстана. – 2012. – № 3 (72). – С. 74–77.
5. Строительные материалы и изделия из металлургических шлаков. Изд. металлургии по строительству, М.: 1965. – С. 138–152.
6. Большаков В.И., Куцин В.С., Неведомский В.А., Елисеева М.А., Щербак С.А., Щербак О.С. Углеродотермия шлаков силикомарганца и пути их применения // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - Днепропетровськ: ПГАСА, 2011. – № 5. – С. 4–8.

УДК 579.695; 546.85; 502.55; 661.63

АНАЭРОБНАЯ ДЕТОКСИКАЦИЯ БЕЛОГО ФОСФОРА

А.З. Миндубаев
кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань,** mindubaev@iopc.ru

С.Т. Минзанова
доцент, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН**, Республика Татарстан, г. Казань,** minzanova@iopc.ru

А.Д. Волошина
младший научный сотрудник, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань,** microbi@iopc.ru

Ф.К. Алимова
профессор, доктор биологических наук, заведующий кафедрой биохимии, биолого-почвенный факультет, Казанский (Приволжский) федеральный университет, **Республика Татарстан, г. Казань,** farida_alimova@hotmail.com

Л.Г. Миронова
инженер–исследователь, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**, minzanova@iopc.ru

Н.В. Кулик
младший научный сотрудник, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань** microbi@iopc.ru

Ч. Болормаа
аспирант кафедры биохимии, биолого-почвенный факультет, Казанский (Приволжский) федеральный университет, **Республика Татарстан, г. Казань,** chboloroo0809@yahoo.com

С.К. Ахоссийенагбе
аспирант кафедры биохимии, биолого-почвенный факультет, Казанский (Приволжский) федеральный университет, **Республика Татарстан, г. Казань,** sergiodabonon@yahoo.fr

Д.Г. Яхваров
доктор химических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань,** yakhvar@iopc.ru

Впервые показана возможность деградации белого фосфора под действием осадка сточных вод (ОСВ) водоочистных сооружений. Установлено, что в результате токсического воздействия продуктов разложения белого фосфора происходит угнетение метаногенного процесса деятельности микроорганизмов, а последующая адаптация микрофлоры к действию токсиканта приводит к полной биодеградации и переработке белого фосфора в нетоксичные продукты. Получены культуры микроорганизмов, растущих на субстратах с содержанием белого фосфора 0.01 и даже 0.1 %.

Ключевые слова: детоксикация, белый фосфор, осадки сточных вод, анаэробные условия, кинетика выделения газа.

THE ANAEROBIC DETOXICATION OF WHITE PHOSPHORUS

Mindubaev A.Z., Minzanova S.T., Voloshina A.D., Alimova F.K., Mironova L.G., Kulik N.V., Bolormaa Chuluun, Ahossiyenagbe Serge Kodjo, Yahvarov Dmitry G.

Possibility of white phosphorus degradation under the effect of waste water sludge (WWS) of waste-water treatment facilities is shown for the first time. It is established that methanogenic

process of microorganisms activity is inhibited as a result of toxic action of white phosphorus degradation products, and further adaptation of microflora to the toxicant effect results in complete biodegradation and processing of white phosphorus into nontoxic products. Microorganisms cultures are obtained, growing on substrata with white phosphorus content 0.01 and even 0.1%.
Key words: detoxication of white phosphorus, wastewater sludge, anaerobic conditions, gas emission kinetics

Введение. Белый фосфор (P_4) является одним из самых опасных загрязнителей окружающей среды. Данное вещество обладает высокой химической активностью и летучестью, легко воспламеняется (вплоть до самовоспламенения), поражает все системы внутренних органов человека и животных. Хроническое отравление приводит к глубокой инвалидности, затрагивая кальциевый обмен, приводя к разрушению костей, малокровию, поражению печени, сердечно-сосудистой системы, репродуктивной функции [1].

Тем не менее белый фосфор широко применяется в промышленности, поэтому не исключается попадание данного вещества в окружающую среду. Достаточно вспомнить недавнюю экологическую катастрофу на Украине, где в результате железнодорожной аварии 16 июля 2007 года воспламенились цистерны с техническим фосфором [2]. Единственный метод детоксикации белого фосфора, известный в настоящее время, – его окисление до ортофосфорной кислоты раствором медного купороса, но масштабы применения этого метода ограничены из-за высокой стоимости и токсичности медьсодержащих препаратов. По этой причине приобрели актуальность разработки методов детоксикации, которые можно использовать крупномасштабно, недорогих и без использования токсичных реагентов. Известны попытки применения элементного (белого и красного) фосфора в качестве фосфорного удобрения [3, 4], но без большого успеха. Между тем у элемента фосфора есть уникальное качество: будучи сильнейшим ядом в виде простого вещества, в окисленном состоянии (фосфорная кислота и ее производные) он абсолютно необходим для всех форм жизни, являясь биогенным макроэлементом. Таким образом, возможна его полная детоксикация и превращение в полноценное фосфорное удобрение, попытка осуществить которую была предпринята в недавних работах [5-7]. Биодеградация является одним из наиболее популярных и часто применяемых на практике методов обезвреживания промышленных, бытовых и сельскохозяйственных стоков [8]. Целью проведенного нами исследования являлась переработка белого фосфора при помощи микроорганизмов, населяющих осадки канализационных стоков.

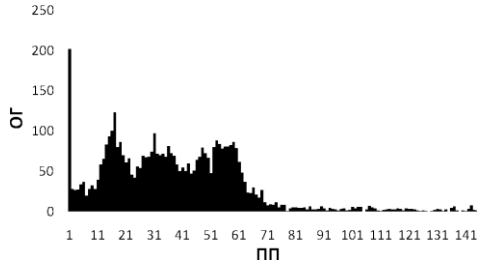
Материалы и методы исследования. Состав субстрата, условия анаэробной переработки, кинетика выделения и изменения состава газа, газовая хроматография и спектроскопия ^{31}P ЯМР описаны в работе [5].

Микробиологический посев. Производился после окончания анаэробной переработки из субстрата с исходным содержанием белого фосфора 0.1% на кафедре биохимии К(П)ФУ. Питательная среда МПА. Разведение образцов производилось в серии из 10 пробирок. Посев производился из концентраций 10^{-7}, 10^{-8}, 10^{-9}, в трёх повторах.

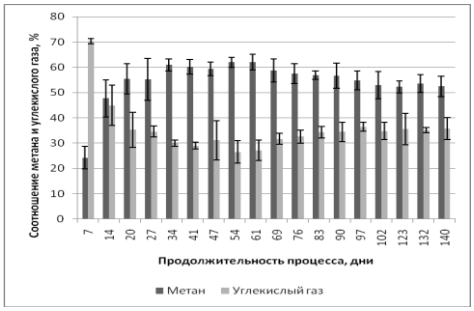
Посевы «газоном» производили под плотной питательной средой в чашке Петри. Инкубация продолжалась 72 часа (температура 35°С), наблюдался равномерный сплошной рост бактерий с разделением их на колонии. Идентификацию выделенных бактериальных культур проводили путём изучения морфологии бактерий, их культуральных, биохимических и других признаков, присущих каждому виду. Проводилось окрашивание препаратов по Граму. Использовался световой микроскоп Carl Zeiss Axio с компьютерным интерфейсом, увеличение в 1000 раз.

Посев из субстрата с исходным содержанием белого фосфора 0.01% производился в виварии ИОФХ им. А.Е. Арбузова. Для выделения чистых культур актиномицетов использовали крахмало-аммиачный агар (КАА). Фрагменты колоний из исследуемых проб с помощью иглы переносили на пластинки КАА в чашках Петри. Через 2-3 суток при 25°С на поверхности среды вырастали колонии актиномицетов.

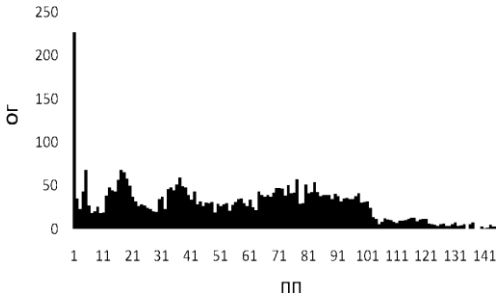
Результаты исследования и их обсуждение. *Зависимость кинетики газообразования и метаногенеза от концентрации белого фосфора.* При содержании белого фосфора в растворе порядка 0.1% наблюдалось длительное угнетение жизнедеятельности микрофлоры, выражающееся в снижении выделения газообразных продуктов жизнедеятельности по сравнению с контролем, вплоть до временного прекращения выделения газа [5]. Тем не менее даже при такой концентрации токсичного вещества не наблюдалась полная гибель микроорганизмов. При содержании белого фосфора в иле 0.01% наблюдалось значительное угнетение, вплоть до полного прекращения выделения газа, в течение 2-3 недель, причем угнетение наблюдалось не в начале эксперимента, а спустя приблизительно месяц (рис. 1, С1, С2). При содержании белого фосфора в субстрате 0.001%, наблюдалось незначительное угнетение жизнедеятельности микрофлоры без перерыва в выделении газа, указывающее на устойчивость природных популяций микроорганизмов активного ила к P_4 при разбавлении до указанной концентрации (рис. 1, В1, В2). После периода угнетения жизнедеятельность микрофлоры, выраженная через выделение и состав газообразных продуктов метаболизма, начинала восстанавливаться (рис. 1, С1, С2). На содержание углекислого газа белый фосфор оказывал менее заметное угнетающее воздействие, чем на содержание метана. Из этого следует, что метаногенные архебактерии более чувствительны к отравлению этим веществом по сравнению с другими представителями микрофлоры активного ила.



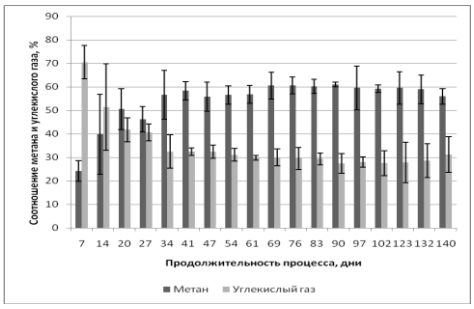
А1. Кинетика выделения газа в контроле. Удельный выход газа 30.5 мл газа/мл субстрата за 148 суток



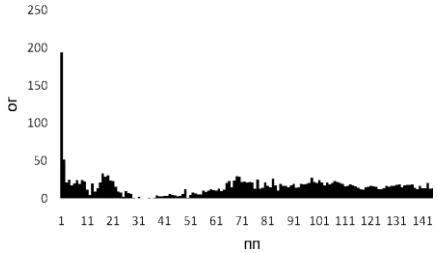
А2. Кинетика изменения состава газа в контроле



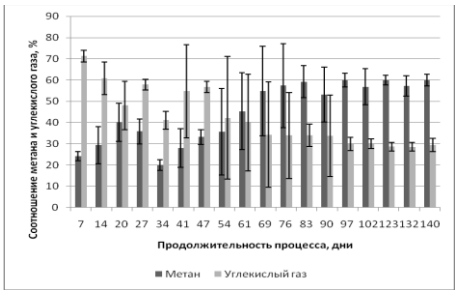
В1. Кинетика выделения газа в опыте с содержанием P_4 0.001 %. Удельный выход газа 28.3 мл газа/мл субстрата за 148 суток



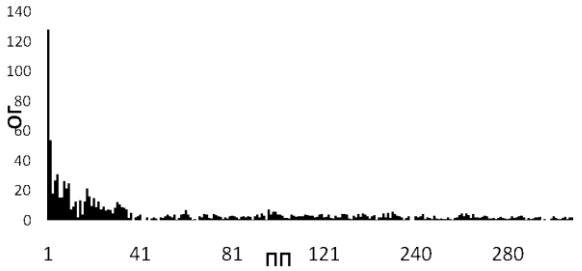
В2. Кинетика изменения состава газа в опыте с содержанием P_4 0.001 %



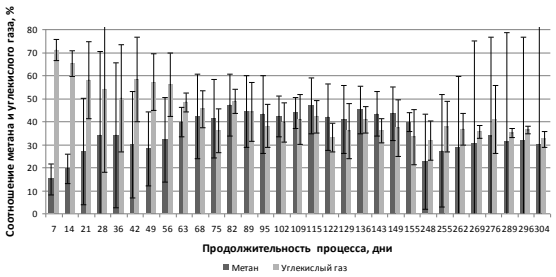
С1. Кинетика выделения газа в опыте с содержанием P_4 0.01 %. Удельный выход газа 16.0 мл газа/мл субстрата за 148 суток



С2. Кинетика изменения состава газа в опыте с содержанием P_4 0.01 %



D1. Кинетика выделения газа в опыте с содержанием P_4 0.1 %. Удельный выход газа 6.8 мл газа/мл субстрата за 228 суток



D2. Кинетика изменения состава газа в опыте с содержанием P_4 0.1 %

Рис. 1. Зависимость кинетики выделения газа от концентрации белого фосфора в субстратах (ОГ - объем газа, мл, ПП - продолжительность процесса, дни). Зависимость кинетики изменения соотношения метана и CO_2 в газе от концентрации белого фосфора в субстратах. Режим мезофильный

Продолжительность детоксикации белым фосфором. Из субстратов с концентрацией P_4 0.01% (мезофильный и термофильный) первая проба для ЯМР–анализа была взята на 35–й день. Спектры продемонстрировали наличие одного сигнала, соответствующего белому фосфору (рис. 2). Значит, вне зависимости от режима термостатирования срок в 35 дней недостаточен для переработки P_4 активным илом.

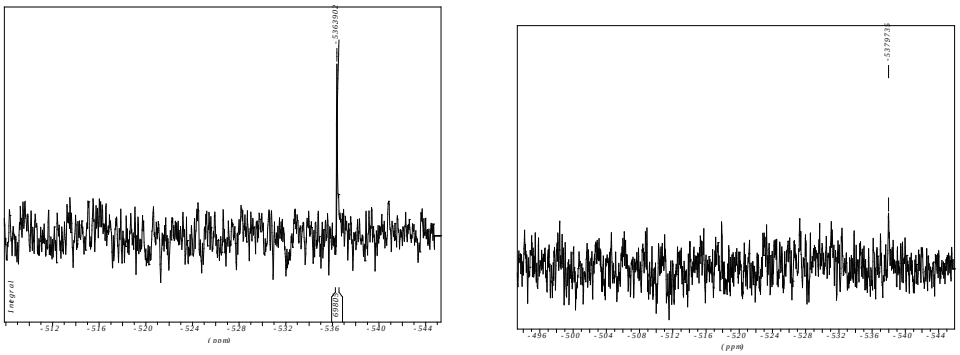


Рис. 2. Изменение интенсивности сигнала белого фосфора в спектрах ЯМР в зависимости от продолжительности процесса анаэробной переработки. Режим мезофильный. На 35 день эксперимента (слева) сигнал белого фосфора четко различим, на 63 день (справа) спектр не содержит сигналы

[5]

Вторая проба из субстрата с концентрацией белого фосфора 0.01% (мезофильный) была отобрана на 63–й день. Проба отбиралась из другой повторности опыта, чтобы исключить влияние на процесс предыдущего отбора пробы. Спектр показал отсутствие сигналов фосфорных соединений, в том числе белого фосфора. Следует отметить, что вторая проба была отобрана на фоне резкой активации процесса выделения газа субстратом. Таким образом, срок продолжительностью 63 суток оказался достаточным для переработки белого фосфора в концентрации 0.01%. Отсутствие соединений фосфора в эфире косвенно свидетельствует о метаболизме P_4 в водорастворимые соединения, не экстрагируемые эфиром, т.е. об его окислении. В таком случае период угнетения жизнедеятельности микроорганизмов, наблюдавшийся во всех экспериментах, вероятнее всего, обусловлен накоплением токсичных для бактерий гипофосфитов. Дальнейшее возобновление активного метаболизма связано с последующим окислением гипофосфит-ионов до нетоксичных фосфитов и фосфатов. Температурный режим процесса не играл существенной роли. Предположительно, адаптация микрофлоры активного ила к присутствию P_4 и его метаболизм осуществляются именно в период угнетения жизнедеятельности. Соответственно не играло роли и агрегатное состояние P_4.

На поверхности субстратов с добавлением белого фосфора 0.01% наблюдался рост колоний микроорганизмов, которые по внешним признакам идентифицировали как актиномицеты. С целью определения видовой принадлежности и дальнейшего получения накопительных культур произвели посев на культуральную среду (см. Материалы и методы). Выращенные микроорганизмы были идентифицированы как представители рода Streptomyces (рис. 3).

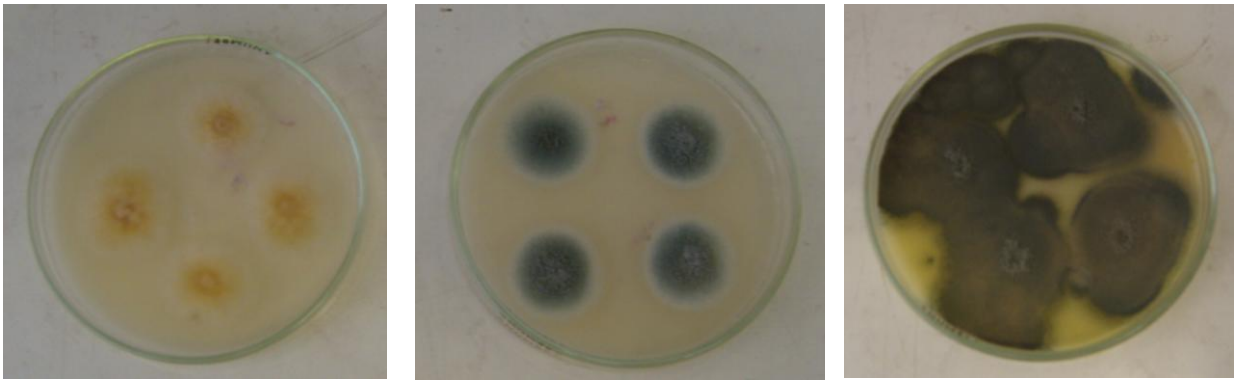


Рис. 3. Колонии актиномицетов на крахмал-аммиачной среде в опыте с содержанием белого фосфора 0.01% масс.

При одинаковом разведении из опытного (с белым фосфором) субстрата с содержанием белого фосфора 0.1%, выросло больше колоний бактерий, чем из контрольного (табл. 1).

Исходя из приведенных в таблице данных, плотность клеточной суспензии в контроле составляла 2.5 ·10 8 клеток / мл субстрата, а в опыте – 1.5 ·10 10 клеток/мл субстрата, т.е. на два порядка больше. Судя по морфологии колоний (одинаковый размер, структура поверхности, цвет), все они принадлежат одному виду грамположительных бактерий (рис. 4). Вероятно, это связано со спецификой культуральной среды, на которой растут не все виды бактерий.

Таблица 1. Количество колоний бактерий, выросших из опытного и контрольного субстратов при двух разведениях

Субстрат	Разведение					
	10^{7}			10^{8}		
Опыт	56	76	70	21	26	21
Контроль	5	0	1	0	1	0

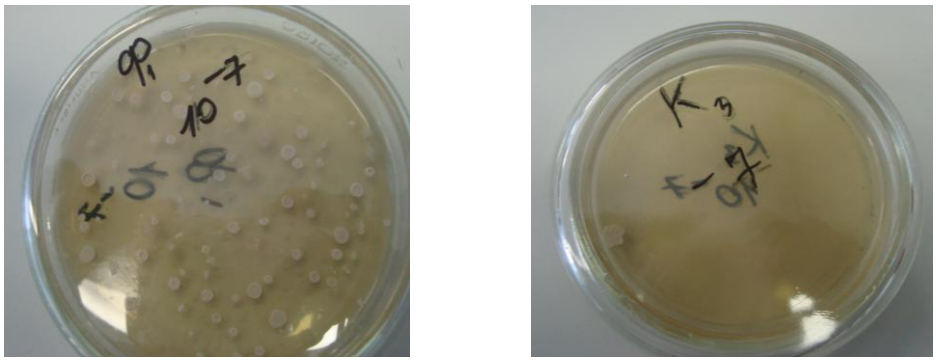


Рис. 4. Колонии анаэробных бактерий под МПА в опыте с содержанием белого фосфора 0.1% масс. (слева) и в контроле (справа) , выращенные на кафедре биохимии КФУ. Разведение 10-7

Следует подчеркнуть, что в контрольных субстратах (без белого фосфора) рост колоний не наблюдался. Отсутствие роста микроорганизмов в контрольных субстратах после прекращения выделения газа кажется парадоксальным (получается, что в присутствии токсичного ксенобиотика микроорганизмы лучше растут по сравнению с контролем). Вероятно, это различие вызвано тем, что в контроле исчерпались питательные вещества, и популяция сократилась. В опыте плотность популяции осталась такой же, как в исходном иле, бактерии при этом не погибли, а впали в анабиоз, из которого вышли в благоприятных условиях.

Заключение. Впервые показана возможность деградации белого фосфора под действием осадка сточных вод (ОСВ) водоочистных сооружений. Установлено, что в результате токсического воздействия продуктов разложения белого фосфора происходит угнетение метаногенного процесса деятельности микроорганизмов, а последующая адаптация микрофлоры к действию токсиканта приводит к полной биодеградации и переработке белого фосфора в нетоксичные продукты с сохранением исходной активности. При использовании ряда аналитических методов, включая метод ядерного магнитного резонанса, установлено, что белый фосфор в концентрации 0.01 и 0.001% в результате контакта с активным илом окисляется до водорастворимых соединений. Нам до сих пор не известны механизм деградации, роль в нем живых микроорганизмов. Однако полученные нами данные по выживаемости микрофлоры свидетельствуют в пользу ее участия в процессе деструкции белого фосфора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Toxicological profil for white phosphorus. // U.S. Department of health and human services. USA. – 1997. – P. 248.

2. Бадюгин И.С. Зажигательные и токсические свойства фосфора. Уроки Львовской аварии // Военно-медицинский журнал. – 2009. – Т. 330. – № 9. – С. 20-26.

3. Rodriguez A., Bohn H. L., Johnson G. V. White phosphorus as a phosphatic fertilizer. // Soil Sci. Soc. Am. Proc.–1972.– Vol. 36. – №. 2. – P. 364-366.

4. Jackman R. H., Lambert J. P., Rothbaum H. P. Red phosphorus as a fertilizer for grass-clover pasture // N.Z. Jl agric. Res. –1970.– Vol.13. – №2.– P.232-241.

5. Миндубаев А.З., Акосах Й.А., Алимова Ф.К., Афордоаньи Д.М., Болормаа Ч., Кагиров Р.М., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Яхваров Д.Г. О разложении белого фосфора осадком сточных вод // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2011. – Т. 153. – Кн. 2. – С. 110 - 119.

6. Миндубаев А.З., Акосах Й.А., Алимова Ф.К., Афордоаньи Д.М., Кагиров Р.М., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Синяшин О.Г., Яхваров Д.Г. Анаэробная детоксикация белого фосфора осадком сточных вод водоочистных сооружений. // Материалы XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – Волгоград, 25 – 30 сентября 2011 г. – Т. 3. – С. 477.

7. Миндубаев А. З., Белостоцкий Д.Е., Овусу-Африйие К., Мбама Ж.Л., Минзанова С. Т., Миронова Л. Г. , Яхваров Д. Г., Алимова Ф.К. Анаэробная биодеградация белого фосфора осадком сточных вод // Сборник материалов Всероссийской конференции «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды». - Новочебоксарск, 25-26 октября 2012 г. – С. 118-119.

8. Mogensen A.S., Dolfing J., Haagensen F., Ahring B.K. Potential for Anaerobic Conversion of Xenobiotics. // Advances in Biochemical Engineering/ Biotechnology. – 2003. – Vol. 82. – P. 69 – 134.

УДК 631.454:631.452

БИОКОНВЕРСИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ

О.А.Ульянова

доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», **Россия, г. Красноярск**, kora64@mail.ru

В.В.Чупрова

доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», **Россия, г. Красноярск**, soil-valentina@yandex.ru

В докладе рассматриваются количественные оценки минерализационного потока и новообразованного гумуса и его подвижных соединений при подготовке удобрительных композиций на основе коры ели, лиственницы, сосны, осины и внесении их в чернозем обыкновенный лесостепной зоны Приенисейской Сибири. Показано, что такие композиции могут применяться в технологиях выращивания полевых культур.

Ключевые слова: кора, агроруды, минерализация, гумификация, новообразованный гумус, подвижный гумус, урожайность.

BIOCONVERSION OF ORGANIC WASTE IN EASTERN SIBERIA

Ulyanova O.A., Chuprova V.V.

The report examines the quantitative estimates of mineralization flow and newly formed humus, and its mobile units in the preparation of fertilizing compositions based on bark fir, larch, pine, aspen, and introducing them to the ordinary chernozem steppe zone of Eastern Siberia. It is shown that such compositions can be used in technologies of cultivation of field crops.

Keywords: bark, agroores, mineralization, humification, newly formed humus, active humus, yield.

Введение. Переход сельского хозяйства на интенсивные технологии требует применения разнообразных удобрительных средств для повышения урожайности полевых культур и воспроизводства плодородия почв. Минеральные удобрения на земледельческой территории Приенисейской Сибири, в пределах юга Красноярского края, вносятся сейчас в дозе 11,69 кг/га, а органические – 0,65 т/га [11]. Даже стартовый уровень применения минеральных удобрений, необходимый для почвенно-агроклиматических условий региона, не достигнут, а нормы органических удобрений очень низкие и не обеспечивают сохранения плодородия почв.

Перспективным ресурсом органического вещества (ОВ) для производства местных видов удобрений является крупнотоннажный отход лесной отрасли – древесная кора. Объемы накопления коры по РФ достигают 20-30 млн т в год [2, 6], а в Красноярском крае – около 500 тыс. т [9]. Проблема ее утилизации весьма актуальна: в целевые продукты перерабатывается всего 10% от массы образующейся коры, а остальная часть либо хранится в многолетних отвалах, либо сжигается, загрязняя окружающую среду [10]. Запасы природных ресурсов Сибири, которые могут использоваться в качестве компонентов для приготовления удобрительных композиций и почвогрунтов, также огромны и составляют: цеолитовых туфов – 73 млн т, вермикулита – 7,3 млн т, сапропеля – 19,8 млн т. Наличие в крае крупнотоннажных отходов – древесной коры и большой минерально-сырьевой базы – делают возможным разработку на их основе нетрадиционных удобрительных композиций. Биоконверсия таких материалов в условиях Красноярского края рассматривается нами в качестве нового направления ис-

следований, ориентированного на снижение риска неконтролируемого распространения древесных отходов и на конструирование удобрений нового поколения.

Цель сообщения заключается в обобщении многолетних данных по трансформации органического вещества коры и удобрительных композиций на ее основе в процессе компостирования, процессам превращения удобрительных композиций в черноземах и продуктивности агроценозов под действием удобрительных композиций.

Материалы и методы исследования. Удобрительные композиции (УК) созданы на основе коры разных видов деревьев (ели, лиственницы, сосны, осины) и агроруд (цеолитовые туфы, вермикулит, сапропель). Для получения форм УК смешивали компоненты в различных соотношениях и компостировали их в течение годового периода. Кинетику трансформации УК оценивали по минерализации и гумификации органического вещества в модельных системах, которые представляли собой образцы компонентной смеси, помещенные в пластиковые контейнеры емкостью 450 см^3 (по 3-4 повторности на каждый вариант). Процесс минерализации органического вещества наблюдали по продуцированию CO_2 абсорбционным методом в модификации И.Н. Шаркова [12] с шагом 14 дней. Суммарное продуцирование углерода в виде С-CO_2 за период наблюдений оценивали с помощью метода линейного интерполирования. Гумификацию УК исследовали по следующим показателям: углерод органического вещества ($C_{орг}$) по методу [13] и углерод подвижного органического вещества ($C_{под}$), который определяли из одной навески последовательным извлечением водорастворимых соединений ($C_{н2о}$) методом бихроматной окисляемости и щелочегидролизуемых соединений экстракцией 0,1 н NaOH ($C_{0,1n\ NaOH}$). Содержание подвижных гуминовых кислот ($C_{гк}$) определяли при подкислении полученного щелочного экстракта раствором серной кислоты 1% концентрации, фульвокислот ($C_{фк}$) – по разности $C_{0,1n\ NaOH}$ и $C_{гк}$.

Действие новых УК на трансформацию органического вещества черноземов и продуктивность сельскохозяйственных растений исследовали в полевых мелкоделяночных опытах в сосудах без дна диаметром 50 см и высотой 60 см. О процессах превращения УК в почве судили по содержанию углерода гумуса ($C_{гум}$) по Тюрину [1] и подвижного гумуса по методу [8].

Полученные результаты обработали методом вариационной статистики и корреляционно-регрессионного анализа с использованием программных пакетов «Excel» и «Statistica».

Результаты исследования и их обсуждение. Трансформация ОВ представляет собой «два потока единого цикла» - минерализацию и гумификацию [4]. Процесс минерализации – это комплекс физико-химических и биохимических микропроцессов, приводящих к полному разложению органических остатков и собственно гумусовых веществ до конечных продуктов окисления. В круговороте углерода этот процесс обязателен и необходим, т.к. обусловливает освобождение и переход в доступную форму основных элементов питания растений. Гумификация – это процесс новообразования гумусовых соединений в результате окисления и поликонденсации продуктов разложения. Благодаря этому процессу происходит накопление и воспроизводство гумуса.

Важнейшим показателем минерализации ОВ является скорость продуцирования углекислого газа. Как видим (рисунок), респирационная активность разной коры и композиций на ее основе неодинакова. Среднесуточное выделение CO_2 в течение компостирования лиственничной коры изменяется от 5 до 12 г·м^2·сут$^{-1}$ и согласно градациям [5] расценивается как слабое и среднее от срока определения показателя. Лимитирующими факторами являются кислый pH (4,1), низкое содержание азота

(0,29%), широкое отношение C:N (166). Внесение в лиственничную кору минеральных удобрений и природных цеолитов, нейтрализующих ее кислую реакцию, приводит к статистически значимому увеличению эмиссии CO_2. К 150 суткам компостирования интенсивность продуцирования углекислоты из УК заметно снижается и далее продолжает снижаться в связи с исчерпанием запаса легкодоступной пищи для микроорганизмов, участвующих в разложении коры лиственницы.

Процессы минерализации еловой коры, содержащей 0,35% азота (C:N 147), протекают активнее, чем лиственничной. Выявленная закономерность согласуется с общепринятыми представлениями о том, что минерализация растительного вещества лимитируется концентрацией азота [7]. Кроме того, еловая кора характеризуется значительным количеством полисахаридов, в том числе и легкогидролизуемых, по сравнению с лиственничной и сосновой. Вносимые в еловую кору добавки (минеральные удобрения, цеолиты, вермикулит) способствуют увеличению интенсивности «дыхания» в 1,2-1,4 раза. Наиболее высокая респирационная активность (22 $г \cdot м^2 \cdot сут^{-1}$) отмечается в первый месяц компостирования еловой коры с минеральными удобрениями и 10% добавкой цеолита Пегасского месторождения, которая остается высокой в течение 60 суток компостирования. В дальнейшем же происходит уменьшение интенсивности выделения CO_2.

В тоже время внесенные в еловую кору цеолиты Сахаптинского месторождения благоприятствуют выделению углекислоты в течение 90 суток компостирования. Различия связаны, по-видимому, с неодинаковым количеством минералов в цеолитовых породах разных месторождений. По мере увеличения срока компостирования и уменьшения в них количества легкогидролизуемых соединений интенсивность выделения CO_2 из всех УК достоверно снижается. Однако период, в течение которого высвобождается CO_2 из УК на основе коры ели, заметно более длительный, чем из УК на основе лиственничной коры.

Интенсивность минерализации компостированной сосновой коры выше лиственничной, но ниже еловой. Резкое снижение эмиссии CO_2 на всех вариантах опыта с сосновой корой наблюдается только через 270 суток компостирования. Вносимые в кору сосны минеральные добавки, как и в опытах с корой лиственницы или ели, достоверно увеличивают выделение углекислого газа. Варианты с внесением минеральных удобрений (КМК) вместе с цеолитом (КМЦК), вермикулитом (КМВК), сапропелем (КМСК) слабо различаются по продуцированию углекислоты. В годичном цикле компостирования отмечается несколько периодов всплеска и спада CO_2.

Кора осины, в отличие от коры других видов деревьев, характеризуется высокой зольностью (5%), повышенным содержанием азота (0,41%) и легкорастворимых полисахаридов (26,6%), относительно узким отношением C:N (108). Поэтому процессы минерализации осиновой коры и УК на ее основе протекают интенсивно, особенно в течение первых трех месяцев компостирования.

Органическое вещество – сложная гетерогенная система, каждый из компонентов которой характеризуется свойственной ему устойчивостью к биоразложению. Поэтому минерализацию ОВ коры следует рассматривать как сумму процессов, протекающих с разной скоростью. Экспериментальные данные позволили рассчитать константы скорости разложения (k, $год^{-1}$) и периоды полураспада ($T_{1/2,}$ лет) органической массы всех изученных видов коры и композиций на их основе согласно уравнениям кинетики первого порядка [3, 4].

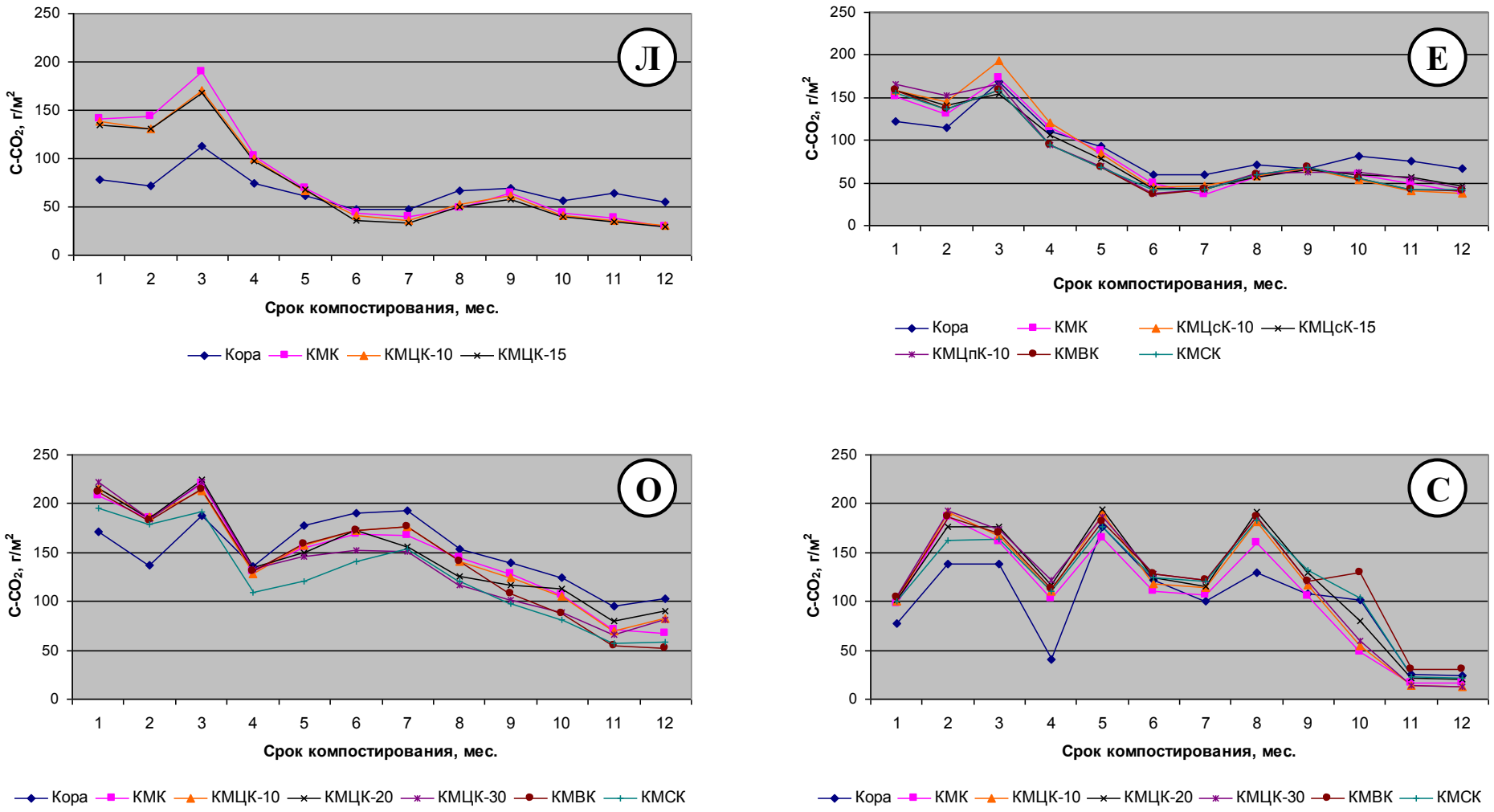


Рисунок - Динамика продуцирования углекислого газа из исходной и компостированной коры разных видов деревьев: Л – лиственница, Е – ель, О – осина, С – сосна ($C\text{-}CO_2$, г·м$^{-2}$· мес$^{-1}$)

Константы разложения лиственничной и еловой коры, а также УК на их основе отличаются минимальными величинами (0,084-0,12; 0,076-0,095), коры осины и УК на ее основе – максимальными (0,14-0,23). Период полураспада осиновой коры составляет 3 года, сосновой – 6,3 года, еловой – 6,9 лет, лиственничной – 9,1 лет.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа свидетельствуют о том, что константы разложения коры разных видов деревьев и композиций на их основе детерминируются химическим составом, запасами в них азота и зольных элементов по показателям C:N, C:зола (таблица).

Таблица – Взаимосвязь между константами разложения удобрительных композиций на основе коры разных видов деревьев и отношениями C:N, C:зола

УК на основе коры	C:N		C:зола	
	уравнения регрессии	r	уравнения регрессии	r
Лиственница	$У=0,0002x^2-0,03x+0,80$	0,68	У=0,0024x+0,07	0,67
Ель	У=0,0003x+0,08	0,83	У=0,0024x+0,08	0,75
Сосна	У=-0,0032x+1,40	0,80	У=-0,0612x+1,39	0,83
Осина	У=0,0009x+0,14	0,72	У=-0.1136x+39,85	0,61

Связь между константой разложения и соотношением C:N в коре лиственницы хорошо аппроксимируется полиномом второй степени (r=0,68), в то же время между константой разложения и соотношением C:зола установлена прямолинейная зависимость (r=0,67). Для еловой коры и УК на ее основе найдены сильные связи между константой разложения и соотношениями C:N, C:зола. Для сосновой коры и УК на ее основе определены отрицательные сильные прямолинейные зависимости между константой разложения и соотношениями C:N, C:зола. Положительная прямолинейная средняя зависимость установлена между показателями k и C:N (r=0,72) и C:зола (r=0,61).

Процесс биоконверсии органической массы коры хвойных деревьев характеризуется низкими показателями гумификации. Выход гумусовых веществ в процессе компостирования удобрительных композиций возрастает на основе лиственничной коры до 3%, еловой – до 4-7%, сосновой – до 9-10%, осиновой – до 9-12%. Новообразование гумусовых веществ отмечается уже в течение первых 3 месяцев разложения и далее продолжается в течение 180 суток компостирования. К годовому периоду компостирования гумификация УК сопровождается изменением фульватно-гуматного типа подвижного гумуса на гуматный. Таким образом, меняя условия компостирования и состав исходных компонентов, можно управлять физико-химической природой получаемых удобрительных композиций.

Внесенные в чернозем обыкновенный УК сразу же вовлекаются в процессы трансформации. Суммарное количество выделившегося CO_2 из почвы за три вегетационных сезона составляет 8-19 т/га в зависимости от варианта опыта. С увеличением дозы внесения УК в почву интенсивность эмиссии углекислоты возрастает в 1,2-1,5 раза. Выделение C-CO_2 интенсивнее всего происходит из удобренной почвы в первый год наблюдения, что обусловлено максимальным содержанием легкогидролизуемых соединений в удобрительных композициях. По мере их расходования уже во второй год исследования, когда выращиваемой культурой была пшеница, обнаружено снижение эмиссии углекислого газа на 39-54%. Применение УК, особенно КМВК, способствует накоплению гумуса и его подвижных форм в почве. Вермикулит, входящий в состав этой композиции, оптимизирует гидротермические условия и физические свойства почвы. Кроме того, благодаря своим ионообменным и адсорбционным свойствам, вермикулит, так же как и цеолит, сорбирует промежуточные продукты разложения ОВ, способствуя аккумуляции новообразованного гумуса в почве. В процессе трансформации двойной дозы УК в почве одновременно с минерализацией подвижных форм ОВ отмечается увеличение стабильных соединений гумуса. Под действием УК в почве интенсифицируется биохимическая активность, способствую-

щая переходу органических соединений в легкогидролизуемые соединения, которые впоследствии минерализуются и становятся доступными для растений.

Выводы. 1. Интенсивность минерализации композиций, созданных на основе коры разных видов деревьев, определяется их биохимическим составом, запасами в них азота и зольных элементов, отношением C:N, реакцией среды. Константы разложения осиновой коры и УК на ее основе изменяются в пределах 0,14-0,23, сосновой коры и УК на ее основе – 0,11-0,14, еловой коры и удобрительных композиций – 0,084-0,12, лиственничной коры и композиций – 0,076-0,095. Период полураспада колеблется от 3 лет до 9,1 года.

2. Биоконверсия осиновой коры с естественной ассоциацией микроорганизмов и различными добавками позволяет получать удобрительные композиции с содержанием 9-12% гумусовых веществ от абсолютно-сухой массы органического материала, сосновой коры – 9-10, еловой коры – 4-7, лиственничной коры – около 3%.

3. Двойная доза УК на основе осиновой коры и агроруд, внесенных в чернозем обыкновенный, способствует возмещению «сработанных» в почве подвижных и накоплению стабильных соединений гумуса. Максимальная аккумуляция гумуса и его подвижных форм в черноземе обыкновенном происходит при внесении коровермикулитовой композиции, которая обеспечивает и наибольшую урожайность кукурузы и пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд.-во МГУ, 1970. – 478 с.
2. Варфоломеев Л.А. Приготовление промышленных компостов на основе твердых отходов деревообработки. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1992. – 52 с.
3. Ведрова Э.Ф. Разложение органического вещества лесных подстилок // Почвоведение. – 1997. - №2. – С. 216-223.
4. Гришина Л.А., Копцик Г.Н., Макаров М.И. Трансформация органического вещества почв: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 88 с.
5. Савич В.И. Варьирование свойств почв во времени и пространстве // Доклады ТСХА. – 1971. – Вып. 162. – С.111-115.
6. Садовникова Л.К., Орлов Д.С., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды: уч. пособие. – 3-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. – 334 с.
7. Семенов В.М., Ходжаева А.К. Агроэкологические функции растительных остатков в почве // Агрохимия. – 2006. – № 7. – С. 63-81.
8. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). – Л.: Наука, 1980. – 222 с.
9. Ульянова О.А. Нетрадиционные удобрения и технологии их применения:учеб. пособие.– Красноярск: Изд-во: КрасГАУ. – 2009. – 159 с.
10. Ушанова В.М., Заика Н.А., Громовых Т.И. Альтернативные пути использования коры хвойных в различных технологиях // Химия и химическая технология. – 2006. – Т. 49. – С. 72-77.
11. Чупрова В.В., Кураченко Н.Л., Шпедт А.А. и др. Состояние земельных ресурсов Красноярского края в показателях устойчивого землепользования // Роль науки в развитии сельского хозяйства Приенисейской Сибири: мат-лы науч.-практ. конф., посвященной 100-летию аграрного освоения Енисейской губернии. – Красноярск, 2008. – С. 52-56.
12. Шарков И.Н. Абсорбционный метод определения эмиссии CO_2 из почв //Методы исследований органического вещества почв. – М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2005. – С. 401-407.
13. Янишевский Ф.В., Королева Т.А., Серегин В.В. Модификация метода Тюрина для определения содержания углерода в растительном материале // Агрохимия. – 2000. – № 3. – С. 69-71.

УДК 665.637.7:633.15:581

УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ

Алборов И.Д.

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии, Северо-Кавказский Горно-металлургический институт (Государственный технологический университет), **Республика Северная Осетия – Алания**, **г. Владикавказ**

Адаев Н.Л.

кандидат биологических наук, доцент, директор Чеченского научно-исследовательского института сельского хозяйства, **Чеченская Республика, г. Грозны**й, chniish@mail.ru

Бицоева Р.К.

магистр**,** Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, **Республика Северная Осетия – Алания**, **г. Владикавказ**, bekos37@mail.ru

Семена кукурузы обволакивали смесью мелассы и измельченным зерном бобовых культур с последующим покрытием глиной диалбекулит, смешанной с нефтяными парафинами при температуре их плавления (45-52°С) в соотношении 1:1. Такой агроприём позволяет повысить всхожесть семян и снизить их повреждаемость в период прорастания.

***Ключевые слова*:** нефтяные парафины, семена, глина диалбекулит, обработка, кукуруза.

UTILIZATION OF PETROLEUM PRODUCTS FOR PRESOWING TREATMENT OF MAIZE SEEDS

Alborov I.D., Abaev N.L., Bitsoeva R.K.

Corn seeds enveloped with a mixture of molasses and crushed grain of legumes followed by coating dialbekulit clay, mixed with petroleum paraffin at a temperature of melting (45-52°C) in the ratio of 1:1. This allows increasing seeds germination and reducing their damaging during germination.

Key words: petroleum paraffin, seeds, dialbekulit clay, treatment, maize.

Наиболее распространенным способом утилизации отходов нефтепродуктов является биологическая рекультивация, основанная на создании в загрязненной почве оптимальных условий для жизнедеятельности углеводородсодержащих микроорганизмов [1, 2, 3]. Однако внесение биопрепаратов в почву - высоко затратный агроприем.

Ряд исследователей утверждают, что внесение природных цеолитсодержащих глин в смеси с семенами сельскохозяйственных культур резко снижает степень загрязнения почв нефтью [4, 5]. Особенно это касается азотфиксирующих за счет симбионтов растений, обладающих твердой оболочкой и плохо прорастающих на загрязненных нефтью участках. Главными условиями при прорастании семян являются: достаточная влажность, температура и доступ кислорода. Стимуляция прорастания семян не исключает применения сильнодействующих химических веществ, что является источником загрязнения биоты почвы.

Поиск экологически чистых приемов при выращивании сельскохозяйственных культур свидетельствует о перспективности использования азотфиксации симбионтов бобовых растений для улучшения плодородия почв и обогащения ее азотом.

Использование в качестве стимуляции микроудобрений и нанесения слоя бентонитовой глины в смеси с торфом повышает затраты на осуществление известного агроприема [6].

С целью снижения затрат на утилизацию отходов нефтепродуктов и повышения эффективности способа семена кукурузы обволакивали смесью мелассы и измельченным высокобелковым зерном бобовых культур (фасоль, соя, горох, люпин, сераделла, кормовые бобы и др.) с последующим их покрытием глиной диалбекулит, смешанной с нефтяными парафинами при температуре их плавления (45-52°С) в соотношении 1:1.

Исследования проводили в опытах, заложенных на экспериментальном участке Чеченского научно– исследовательского института сельского хозяйства (ЧНИИСХ) на выщелоченных черноземах. Объектом исследований служили семена кукурузы Краснодарской селекции – двойной межлинейный гибрид Краснодарский 385 МВ. Для обработки семян кукурузы измельчали 5 кг фасоли на гектарную норму высева основной культуры (22 кг) и смешивали с 10 кг мелассы. Приготовленной смесью обволакивали семена. Одновременно нефтяной парафин доводили до плавления (45-42°С) и растворяли в нем глину диалбекулит в соотношении 1:1 или по 3 кг каждого компонента на гектарную норму высева кукурузы. Посевное зерно смешивали в дражираторе. Влажный продукт подсушивали и высевали.

В другом опыте измельчали зерно сои (4 кг/га) и смешивали его с мелассой (8 кг/га). Обволакивали зерно кукурузы этой смесью. Нефтяной парафин расплавляли до 50°С, смешивая его с глиной диалбекулит в соотношении 1:1 или по 4 кг каждого компонента. Инкрустацию семян проводили в дражираторе, где удаляли шероховатость и осуществляли подсушивание семян путем подогрева.

Семена зернобобовых культур, используемых в опытах, содержат белки в пределах 25-50%, которые хорошо сбалансированы по аминокислотному составу и поэтому имеют высокую биологическую питательную ценность. Содержание незаменимых аминокислот в белках бобовых культур составляет 7615–8530 мг/100г, из которых на долю лизина приходится 1550–1720 мг (в зерне кукурузы в 3 раза меньше), триптофана 220–260 мг (в зерне кукурузы и других зерновых в 2 раза меньше). Углеводы зернобобовых культур хорошо всасываются, и используются проросшими семенами кукурузы, особенно при пониженных температурах в весенний период. Углеводный комплекс зернобобовых культур представлен крахмалом, сахарами и некрахмальными полисахаридами. Его содержание у фасоли составляет 56–61%.

Меласса – отход сахарного производства, содержит 20–25% воды, около 9% азотистых веществ, 58–60% углеводов и 7–10% золы. Обволакиваемая семена смесь двух углеводных компонентов с водой и питательными веществами становится «прилипателем», на который накладывается слой парафина с растворенной в нем глиной диалбекулит.

Парафин марки П-2 (Нефтяной твердый ГОСТ 23683–89) кристаллического строения получается из дистиллятного сырья и предназначен для применения в различных отраслях промышленности. Температура плавления 45-42°С с физической особенностью сохранять тепло длительное время. В сельском хозяйстве парафин в тароупаковочной промышленности используется как защитное покрытие.

Глина диалбекулит (место происхождения – пойма реки Терек) содержит (%): кремний – 46,5; железо – 7,1; калий 1,1; кальций – 37; кобальт- 0,1; цинк – 1,1; никель – 1,7; фосфор – 1,7. Реакция среды щелочная (pH 9,1). При подогреве парафина до 45 - 52°С добавляют глину диалбекулит в равных пропорциях. Этой теплой смесью обволакивают семена с нанесенным липким покрытием из мелассы с измельченными семенами бобовых культур.

Парафин нетоксичен для живых организмов. Совместного структурообразования глины и парафина не происходит, так как парафины создают объемную сеточную структуру, где глина диалбекулит является просто наполнителем. Парафин не растворяется в воде, и при смешивании с глиной химических реакций не происходит. Нефтяной парафин, смешанный наполовину с глиной диалбекулит, при термообработке минимализирует образование трещин. При введении в растворимый парафин глины диалбекулит осуществляется его разложение и состав элиминируется микроорганизмами. Использование парафина в смеси с глиной в качестве пропиточного материала для зерновых культур (в частности кукурузы) обеспечивает снижение доли парафина кратно глине, соответственно опасности для почвы не представляет. Соотношение глины и парафина обосновано их химическим составом и обеспечением достаточной плотности при ин-

крустации и прорастании семян сквозь оболочку, содержащую комплекс макро- и микроэлементов.

Парафиновая оболочка защищает зерно кукурузы от плесени при низкой температуре в почве, позволяет семенам адаптироваться к условиям среды. При этом парафиновая оболочка защищает зерно от преждевременного проникновения влаги, а под влиянием температуры почвы весной оболочка трескается и в трещины проникает влага, зерно набухает и начинает прорастать. За счет питательной среды – белковой оболочки в смеси с мелассой и микроэлементами диалбекулита – раньше появляются всходы. Дражирование семян таким составом позволяет повысить всхожесть в сравнении с контролем на 25%, снизить плесневение семян на 28% и повреждение вредителями на 32% (таблица).

Из приведенных в таблице данных следует, что предлагаемая смесь с использованием природного источника глины, утилизированных продуктов мелассы и нефтяных парафинов позволяет снизить затраты на предпосевную обработку семян и улучшить экологическую обстановку в агроэкосистеме.

Таблица. Влияние дражжирования кукурузы на всхожесть и защиту семян

Варианты опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Плесневение семян, %	Повреждение вредителями, %
Контроль (без обработки)	66	72	32	38
Посев семян в смеси с измельченным зерном бобовых культур	75	80	16	24
Посев семян с мелассой	72	82	23	30
Посев семян с глиной диалбекулит	78	85	12	20
Посев семян с нефтяными парафинами	74	82	10	16
Посев семян, обработанных смесью глины диалбекулит с нефтяными парафинами	82	88	8	12
Посев семян, обработанных смесью мелассы, измельченным зерном бобовых культур, глиной диалбекулит и нефтяными парафинами	90	97	4	6

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова Е.В. Видовой состав бактерий, сопутствующих микроводорослям в культуре (обзор литературы) // Альгология. –1996. – Т. 6. – № 3. – С. 303–313.

2. Еремеева С.В. Нефтеокисляющие микроорганизмы природных и техногенных экосистем аридной зоны: Автореф. дис. … к.б.н. – Астрахань. 2000. – 24 с.

3. Зимонина Н.М. Почвенные водоросли нефтезагрязненных земель. – Киров: ВГПУ, 1998. – 170 с.

4. Неганова Л.Б. Шилова И.И. и др. Влияние способа биологической рекультивации земель, загрязненных нефтью, на почвенную альгофлору в условиях таежной зоны //Экология. – 1986. – № 2. – С. 149–154.

5. Заалишвили В.Б., Бекузарова С.А., Батаев Д.К., Мажиев Х.Н. Способ реабилитации нефтезагрязненных земель. Патент № 2396133 опубликован 10.08.2010. МПК АО1В 79/02, В09С 1/00

6. Иноземцев И.Б. Способ предпосевной обработки семян. Патент № 2243639 от 10.01.2005. МПК А01С 1/00

УДК 631.618:628.472.3

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ПО ЗАХОРОНЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОТХОДОВ

Шлее Юрий

директор по сбыту в СНГ, NAUE GmbH & Co. KG (НАУЭ ГмбХ & Ко. КГ), **Германия, г. Эспелькамп-Фистель**, jschlee@naue.com

Конструкция и рекультивация полигонов ТБО требуют модернизации с учетом опыта европейских стран, в частности, перспективы имеют геосинтетические материалы

Ключевые слова: полигоны, захоронение отходов, конструкция, рекультивация, Европейские Директивы, геосинтетические материалы, компания NAUE

RECLAMATION OF LANDFILLS DISPOSAL OF VARIOUS TYPES OF WASTE. PRACTICAL EXPERIENCE IN GERMANY AND THE CIS

Yuri Shlee

The construction and rehabilitation of landfills need to be modernized on the experience of European countries, in particular, the prospects are geosynthetics

Keywords: landfills, waste disposal, construction, restoration, European directives, geosynthetic materials, the company NAUE

В СССР, а в последствии и в РФ до последнего времени при организации мест захоронения отходов основную роль играли факторы, учитывающие кратковременную экономию средств при строительстве и эксплуатации свалок, а также отсутствие полноценных функционирующих норм и правил по проектированию и размещению полигонов, поэтому большинство мест захоронения были расположены на непригодных для сельского хозяйства землях, в отработанных карьерах по добыче минеральных материалов, поймах рек, вблизи или в черте населенных пунктов. С точки зрения инженерной подготовки отходы складировались на неподготовленное основание, свалки организовывались без каких-либо предварительных инженерно-экологических обоснований, определяющих их негативное воздействие на окружающую среду.

К сожалению, в XX веке вопросы «правильного» строительства и рекультивации полигонов не стояли на первом месте и им не придавалось первостепенного значения. И только в начале XXI века начали уделять должное внимание данной проблеме, к решению которой в настоящее время необходимо приложить все усилия и решить ее в короткие сроки.

Модернизация системы обращения с отходами требует, помимо всего, рекультивации объектов размещения отходов, прекративших прием отходов или не отвечающих современным экологическим и технологическим требованиям. Также целью рекультивации является возвращение нарушенных земель в народнохозяйственный оборот. Основным документом по рекультивации полигонов для захоронения отходов в России на сегодняшний день остается «Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов», которая устарела и не соответствует современному уровню техники.

В странах Евросоюза действуют «Директивы проектирования полигонов по захоронению бытовых и промышленных отходов». Научно обоснованные Директивы предусматривают строительство и рекультивацию полигонов в соответствии с

современным уровнем техники, с применением новых технологий и материалов. В Европе создан единый подход к разработке проектов.

Так, к примеру, в качестве альтернативы минеральным строительным материалам «Европейские Директивы» предусматривают возможность использования геосинтетических материалов, которые в сравнении с минеральными строительными материалами имеют более высокие технические параметры, а также более технологичны при монтаже. Обычно применение геосинтетиков выгодно как с экономической, так и с экологической точек зрения. В частности, применение геосинтетических материалов позволяет сократить стоимость и сроки строительства, повысить надежность и долговечность, к примеру, противофильтрационного экрана, сохранить природные ресурсы.

На протяжении более 45 лет компания НАУЭ успешно применяет альтернативные системы конструкций рекультивации полигонов, используя геосинтетические материалы, выпускаемые на собственных заводах в Германии. Компанией накоплен огромный опыт проектирования и производства материалов (гидроизоляционных, дренажных, разделяющих и армирующих), используемых в проектных решениях, разработанных собственным инженерным бюро в сотрудничестве с российскими проектными организациями. НАУЭ производит прямые поставки материалов в любую точку РФ и организовывает монтаж материалов при строительстве новых и рекультивации заполненных полигонов.

В настоящее время российские эксперты рассматривают вопрос об использовании «Европейских Директив» в качестве основы для новой редакции ТСН «Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов».

Секция 1
Сельскохозяйственные отходы и их использование при создании сложных компостов

УДК 658.567:631.95

УТИЛИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

С.А. Бекузарова
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет», **Республика Северная Осетия – Алания, г. Владикавказ**, bekos37@mail.ru

Р.Р. Ханиев
кандидат экономических наук, декан агрономического факультета, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский Государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», **Республика Северная Осетия – Алания, г. Владикавказ**

О.Р. Ногаев
магистр, ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский Государственный университет им. К.Л. Хетагурова», **Республика Северная Осетия – Алания, г. Владикавказ**, bekos37@mail.ru

Для приготовления животным кормопродукта использовали кукурузные кочерыжки и корзинки полсолнечника, которые замачивали в спиртовой барде – отходе спиртового производства. К такой смеси добавляли цеолитсодержащую глину аланит в количестве 2-3 %.

Ключевые слова: кукурузные кочерыжки, корзинки подсолнечника, кормопродукт, глина аланит, спиртовая барда.

UTILIZATION OF AGRICULTURAL COMMODITIES

Bekuzarova S.A., Haniev R.R., Nogaev O.R.

For the preparation of feed product for animal used corn cobs and sunflower baskets that was soaked in alcohol bard – withdrawal of alcohol production. To this mixture was added tseolitcontaining clay Alanit in an amount of 2-3 %.

Key words: corn cobs, sunflower baskets, feed product, clay Alanit, alcohol bard.

Вопросы рационального использования растительных отходов являются актуальной проблемой экологии. Особенно на Северном Кавказе, где сосредоточено большое количество спиртовых заводов, работающих на сельскохозяйственном сырье. Используемая спиртовая барда в качестве корма для животных малоэффективна, так как имеет высокую кислотность, превышающую допустимый уровень [1, 2]. Этот показатель в большинстве случаев достигает pH 4,2-4,8.

Известные технологии, направленные на снижение кислотности, включают ряд приемов [3, 4], в том числе использование в качестве реагентов цеолитосодержащих глин (ирлиты, аланиты, тереклиты, лескениты и другие, имеющие щелочную или ней-

тральную реакцию), которые обеспечивают нейтральную реакцию (pH 6,8-7). Однако такая барда недостаточно питательна и малопоедаема животными.

С целью приготовления полноценного корма предварительно в спиртовой барде замачивали кукурузные кочерыжки в количестве 10-15% от общего объема барды и спустя 2-3 дня добавляли к смеси глину аланит в количестве 2-3 %, тщательно перемешивая всю массу.

Кукурузные кочерыжки – отход крахмало-паточного производства (в 1 тонне зерновой кукурузы содержится 200 кг стержней), отличаются высокой растворимостью, абсорбцией, нейтральной реакцией среды (pH 6,9-7,1), отсутствием смол, воска, полным отсутствием тяжелых металлов и наличием комплекса микроэлементов. Все эти показатели характеризуют кукурузные кочерыжки как идеальных органические носители. Растворяясь в спиртовой барде, они обогащают ее комплексом питательных веществ, одновременно размягчаясь, что не требует их предварительного измельчения.

Кукурузные кочерыжки содержат 41,7% целлюлозы, 37,2 гемицеллюлозы, 8 лигнина, 0,08 жира, 1,75% протеина, БЭВ – до 65,1%, поэтому достаточно обогащают утилизованную барду питательными веществами. Цеолитосодержащая глина аланит содержит более 30% кальция, что обеспечивает снижение кислотности барды. Такая смесь имеет кислотность до pH 5,6. Введение аланита в смесь барды и кочерыжек обеспечивает полноценный качественный корм.

Результаты опытов свидетельствует, что кормовая смесь из полученных утилизованных продуктов характеризуется высокими кормовыми достоинствами (таблица 1).

Таблица 1. Содержание питательных веществ в кормовой смеси (сухое вещество)

Варианты опыта	Обменная энергия, МДж/кг	Сырой протеин, %	Клетчатка, %	Минеральные вещества, %
Спиртовая барда – контроль	2,8	23-25	14-18	7-8
Кочерыжки кукурузные	1,6	2-3	16-17	10-11
Барда + кочерыжки 10-15%	3,2	25-26	19-20	12-13
Барда + кочерыжки 20-25%	3,8	27-28	20-22	14-15
Барда + аланит 1-1,5%	3,0	24-25	15-17	9-10
Барда + аланит 2-3%	3,2	24-25	15-18	11-12
Барда + аланит 4-5%	3,4	25-26	18-19	12-18
Барда + кочерыжки кукурузные 10-15% + аланит 2-3%	4,2	28-29	15-16	20-22

Из приведенных показателей следует, что в кормах из утилизированной барды в смеси с кукурузными кочерыжками и цеолитсодержащей глиной в сравнении с контролем (спиртовой бардой) содержание сырого протеина увеличивается с 23-25 до 28-29%, минеральных веществ – с 7-8 до 20-22%, а обменная энергия возрастает с 2,8 до 4,2 МДж/кг.

В другом опыте для снижения кислотности барды использовали отход маслоэкстракционного производства корзинки подсолнечника – в количестве 20-25 %. Корзинки подсолнечника содержат протеина 2%, жира – 1,2%, клетчатки – 27, БЭВ – 7,2, золу – 1,5-2, сухих веществ – 15%.

Кроме того, для растений подсолнечника характерна способность накапливать в своих органах большое количество калия и фосфора, которые необходимы для живот-

ных [4, 5]. Содержащиеся в корзинках химические соединения имеют высокие коэффициенты переваримости: протеин – 68, жир – 62, клетчатка – 54, БЭВ – 83.

Кроме того, в народной медицине корзинки подсолнечника используются против ряда болезней, в том числе желудочно-кишечных, которыми часто заболевают животные при употреблении в пищу кислой барды.

Глина аланит, содержащая комплекс макро- и микроэлементов со щелочной реакцией (pH 9,3), позволяет нейтрализовать спиртовую барду. Корзинки подсолнуха (без дополнительных затрат) за 2-3 дня измельчаются и в количестве 20-25% насыщают отходы спиртового производства, нейтрализуя ее до уровня нормальной для питания реакции. Глина с высоким содержанием кальция (1-2%) выравнивает состав до оптимальной реакции среды (pH 6,7), что обеспечивает высокую поедаемость корма.

Приведенные результаты опытов (таблица 2) свидетельствуют, что утилизация корзинок подсолнечника позволяет получить качественный корм с одновременным снижением кислотности.

Таблица 2. Качество корма на основе утилизированной спиртовой барды и корзинок подсолнечника

Варианты опыта	Реакция среды (pH)	Сырой протеин, %	Минеральные вещества, %
Спиртовая барда (контроль)	4,2	24,6	7-8
Спиртовая барда + аланит 1-2%	4,9	25,6	8-10
Спиртовая барда + 10-15% подсолнечника	5,2	26,8	11-12
Спиртовая барда + корзинки подсолнечника 20-25% + глина аланит	6,7	27,2	14-16

Следовательно, кукурузные кочерыжки и корзинки подсолнечника являются ценным сырьем для приготовления кормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудзаева И.Л. Совершенствование организационно-экономического механизма использования отходов переработки сельскохозяйственного сырья в АПК»: автореф. кандидатской диссертации. – Владикавказ, 2006.

2. Материалы управления природных ресурсов и охраны окружающей среды по РСО-Алания, 2004.

3. Кухаренко А.В., Винаров А.Ю. Безотходная биотехнология этилового спирта. – М.: Энергоагропромиздат, 2003. – С. 453.

4. Способ утилизации отходов спиртового производства с получением кормопродукта. Патент № 2442433 от 20.02.2012 г. МПК А23К1/06.

5. Коломейченко В.В. Растениеводство: Учебник для ВУЗов. – 2007. – С. 255-268.

УДК 579.63:631.248

УМЕНЬШЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ГАЗОВ ОТ НАВОЗОХРАНИЛИЩ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ-НИТРИФИКАТОРОВ И ДЕСТРУКТОРОВ СЕРОВОДОРОДА

М.Е. Юсухно

студентка, факультет почвоведения, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева», **Россия, г. Москва**

А.А. Овод

студент, факультет почвоведения, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева», **Россия, г. Москва**

Рассматриваются основные варианты и условия формирования микробной биопленки на навозе с целью уменьшения образования токсических газов при его хранении

Ключевые слова: навоз, токсические газы, биопленка из микроорганизмов.

THE REDUCING THE SPREAD OF TOXIC GASES FROM STORAGE TANK OF MANURE WITH USING NITRIFYING MICROORGANISMS AND DESTRUCTORS HYDROGEN SULFIDE

Yusuhno M.E., Gadfly A.A.

The basic options and conditions of the formation of bacterial biofilms on the manure to reduce the production of toxic gases during storage are discussed.

Keywords: manure, toxic gases, biofilms of microorganisms.

В процессе сельскохозяйственного производства образуются различные отходы, в том числе и навоз. Но в то же самое время он является органическим удобрением, содержащим элементы минерального питания, которые необходимы для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур и получения высоких урожаев [2].

Для размещения и хранения навоза используются специализированные помещения – навозохранилища. При этом серьезной проблемой является выделение токсичных газов (в частности, аммиака и сероводорода), которые в значительных концентрациях в атмосферном воздухе способны создавать опасность отравления как животных, так и человека. Помимо этого, эти газы – одна из причин неприятного запаха, что создает определенные проблемы и неудобства, в том числе эстетического характера для работников и проживающего поблизости населения. В связи с этим необходимо найти оптимальный способ хранения навоза, который снизит экотоксикологическую нагрузку на прилегающие территории [1].

Одним из возможных решений данной проблемы может служить использование специфически организованных сообществ микроорганизмов – биопленок, которые могут длительное время сохраняться на неорганических поверхностях за счет биополимерного матрикса, окружающего эти образования [3]. В качестве микроорга-

низмов были выбраны бактерии–нитрификаторы и деструкторы сероводорода. При этом возможно как их отдельное использование, так и совместное. Таким образом, следует рассмотреть три варианта:

- использование биопленки, образуемой нитрификаторами;
- использование биопленки, образуемой деструкторами сероводорода;
- совместное использование нитрификаторов и H_2S-деструкторов для образования биопленки.

При этом в последнем из указанных вариантов следует учитывать то, что взаимоотношения между микроорганизмами могут быть антагонистическими, синергическими или нейтральными.

Используя биопленки для улавливания газов, необходимо обращать внимание на следующие факторы:

1. Риск проникновения выбранных микроорганизмов в навоз, который может служить питательным субстратом. Причем бактерии будут стремиться использовать его в качестве основного источника питания, что может привести к потере азота, содержащегося как в самом навозе, так и в почве, в которую это органическое удобрение будет вноситься.
2. Поддержание оптимальных условий в навозохранилищах для обеспечения нормальной жизнедеятельности и функционирования бактерий.
3. Необходимость доработок с целью повышения эффективности применения данного метода.

Микробиологические разработки имеют огромное значение для решения экологических проблем в сельском хозяйстве. При использовании данного метода уровень эмиссии аммиака и сероводорода остается на прежнем уровне, что не нарушает естественных процессов, происходящих в самом навозе, но значительно снижается количество газов, переходящих в атмосферу. Это способствует улучшению экологической обстановки в хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания для изучения оборудования и экологически безопасных технологий для удаления, транспортировки и обработки навоза: для студентов очного, вечернего, заочного обучения / сост. Е. В. Машонина; Мин-во сел.хоз-ва РФ, Московская с.-х. академия им. К.А. Тимирязева, Каф. электрификации и автоматизации. - М.: МСХА, 2005. – 24 с.

2. Ненайденко Г.Н., Митин И.А.Удобрение, плодородие, урожайность: учеб.пособие по агрон. и агроэкол. образ. по спец. Агрономия; рекоменд. УМО вузов РФ / Рос.акад. с.-х. наук. - Иваново, 2003. – 218 с.

3. Пушкарева В.И., Литвин В.Ю., Дробященко М.А., Поляков В.Ю., Мухачев А.Я. Эпидемиологическая опасность формирования биопленок в условиях пищевого производства // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – № 2(57), – 2011. – С. 17-19.

УДК 631.812

СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЭКСКРЕМЕНТОВ ЖИВОТНЫХ, ТОРФА И ДРУГИХ БИОРЕСУРСОВ В УНИВЕРСАЛЬНЫЕ БИОКОМПОСТЫ И ЖИДКОФАЗНУЮ ПРОДУКЦИЮ

Н.Г. Ковалев
доктор технических наук, профессор, директор Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственного использования мелиорированных земель (ГНИУ ВНИИМЗ), **Россия, г. Тверь**, vniimz@list.ru

Г.Ю. Рабинович
доктор биологических наук, профессор, заведующая отделом биотехнологий, ГНИУ ВНИИМЗ, **Россия, г. Тверь**, vniimz@list.ru

Н.В. Фомичева
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологической биотехнологии, микробиологии и биохимии отдела биотехнологий, ГНИУ ВНИИМЗ, **Россия, г. Тверь**, vniimz@list.ru

Е.А. Васильева
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологической биотехнологии, микробиологии и биохимии отдела биотехнологий, ГНИУ ВНИИМЗ, **Россия, г. Тверь**, vniimz@list.ru

Институт в течение 25 лет проводит исследования, обеспечивающие разработку технологий биопереработки органического сырья. Разработанные технологии направлены на получение полифункциональных биокомпостов и жидких биопрепаратов сложного композиционного состава. Данное обстоятельство обеспечивает широкий спектр их производства и применения практически в любом регионе, имеющем подходящие сырьевые ресурсы.

Ключевые слова:сырьевые ресурсы,биотехнологии, биокомпосты, жидкофазная продукция, сложный состав.

MODERN BIOTECHNOLOGIES OF PROCESSING EXCREMENT OF ANIMALS, PEAT AND OTHER BIORESOURCES IN UNIVERSAL BIOCOMPOST AND LIQUID-PHASEPRODUCTION

Kovalev N.G., Rabinovich G.Ju., Fomitchyova N.V., Vasiljeva E.A.

The Institute within 25 years carries out the researches providing development of technologies of bioprocessing of organic raw material. The developed technologies are directed on reception multifunctional biocompost and liquid biological products of complex composite structure. The given circumstance provides a wide spectrum of their manufacture and application practically in any region having a suitable source of raw materials.

Key words: a source of raw materials, biotechnologies, biocompost, liquid-phaseproduction, complex structure.

Введение. Разработка высокоэффективных технологий, основывающихся на биопереработке отходов животноводства (навоза, помета) с углеродсодержащими наполнителями (торфом, отходами деревоперерабатывающей промышленности, биошротами сельскохозяйственных производств), – приоритетное направление, обеспечивающее решение вопросов биоремедиации с одновременным созданием новой продукции, формируемой в регулируемых условиях за счет внутреннего потенциала – микрофлоры и питательных компонентов, присущих перечисленным сырьевым ресурсам. Разработка со-

временных регулируемых технологий переработки биоресурсов позволяет снизить уровень потерь питательных веществ органической массой и способствует накоплению получаемой продукцией позитивных свойств, определяющих широкий спектр их действия.

Материалы и методы исследования. Разработку технологий сопровождали исследования составов исходного сырья, перерабатываемой смеси, конечной продукции. Оценка проводилась качественными и количественными ГОСТированными и унифицированными методами в лабораториях микробиологической и агрохимической направленности, позволяя отобрать наиболее перспективный алгоритм биопереработки, обеспечивающий получение продукции с заданными свойствами.

Результаты и их обсуждение. Всероссийским научно-исследователь-ским институтом сельскохозяйственного использования мелиорированных земель(ВНИИМЗ) разработана технология получения биокомпоста (компоста многоцелевого назначения – КМН), удостоенная Государственной премии РФ за 2001 г. Продукцию технологии получают путем аэробной твердофазной ферментации разнообразного органического сырья (торфа, навоза, помета, короотходов, пищевых отходов и др.) в специальных камерах– биоферментаторах (рис. 1).

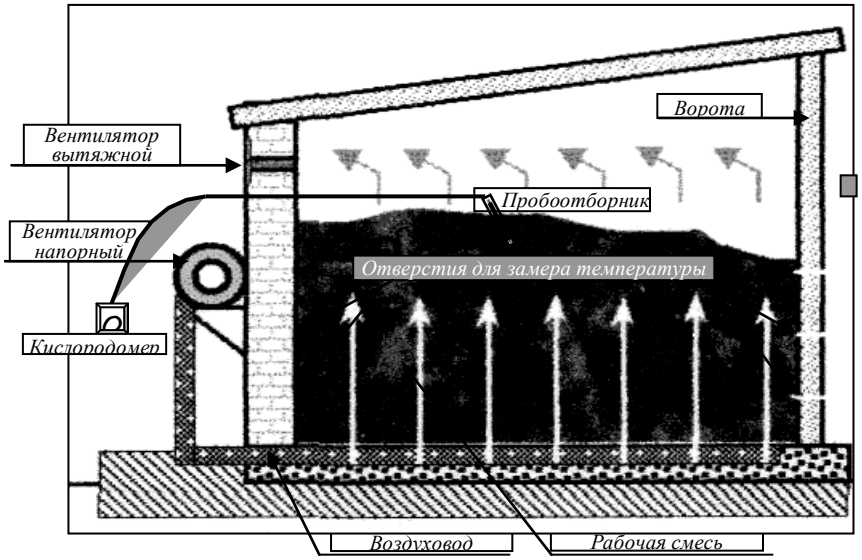


Рис. 1. Устройство, принцип работы и приборное оснащение биоферментатора

Разработанный биоферментатор (единичный или объединенный в секцию с другими) включается в общую технологическую линию переработки органического сырья, для которой предусмотрено устройство автоматизации процесса.

Сложный композиционный состав КМН определяет наличие в нем всего спектра макро- (азот, фосфор, калий) и микро- (медь, цинк, бор, магний и др.) элементов, необходимых для питания растений. КМН поддерживается ТУ, в соответствии с которыми готовый продукт должен отвечать требованиям, представленным в таблице (табл. 1). В готовом свежем продукте содержится большое количество агрономически полезных микроорганизмов, вместе с тем в КМН отсутствуют патогены, позволяющие отнести его к разряду экологически чистых удобрений.

Безусловно, что при организации производства КМН большое значение имеет наличие животноводческих ферм, сельскохозяйственных предприятий перерабатывающего профиля, предприятий лесопереработки, торфодобывающих и других. В тесной зависимости от расстояния транспортировки биоресурсов, от соотношения и стоимости компонентов органической смеси и других факторов находятся затраты труда, техники, денежных средств на производство 1 т КМН (табл. 2).

Таблица 1 – Характеристика КМН (выдержка из ТУ)

Наименование показателя	Норма и характеристика
Размер частиц, мм, не более	50
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	25
Кислотность, pH	6,3-7,2
Массовая доля золы, %, не более	30
Массовая доля углерода, %, не менее	35,0
Массовая доля общего азота, %, не менее	1,7
Содержание нитратного азота, мг/кг, не более	2000
Содержание аммиачного азота, мг/кг, не более	600
Массовая доля фосфора (P_2O_5), %, не менее	1,5
Массовая доля калия (K_2O), %, не менее	1,5
Массовая доля Са, %, не менее	1,8
Наличие яиц и личинок гельминтов	Не допускается
Патогенные микроорганизмы	Не допускаются
Индекс СПМ, клеток/г	1-9
Наличие жизнеспособных семян сорных растений, тыс. шт./кг	Не допускается
Примечание: Массовые доли даны в расчете на абс. сухое вещество	

Таблица 2 – Технико-экономические показатели производства КМН (2–камерный биоферментатор)

№ п/п	Наименование технико-экономических показателей	Единица измерения	Показатели
1	Производственная мощность биоферментатора	т/год	8 000
2	Продолжительность одного цикла ферментации (от загрузки до выгрузки)	час	180
3	Выход продукции за 1 цикл	т	120
4	Затраты на производство 1 т КМН: - техники - труда - электроэнергии	 маш./час чел./час квт/час/т	 0,3……0,4 0,5…...0,7 0,15…...0,20
5	Количество операторов	чел.	1
6	Прямые затраты денежных средств на производство 1 т КМН при условии завозного сырья	руб.	800…..1200
7	Энергозатраты на производство 1 т КМН	МДж	671
8	Сметная стоимость строительства 2–камерного биоферментатора	тыс. руб.	3 440,0

Совокупность свойств КМН позволяет отнести его к категории высококачественных органических удобрений, рекомендуемых прежде всего в качестве основного удобрения и в подкормку. КМН может применяться под всеми культурами, возделываемыми в разных регионах (табл. 3). Применение КМН осуществляется путем локального или сплошного внесения, при этом дозы могут варьировать от 3-5 до 15-20 т/га, обеспечивая активизацию почвенной микрофлоры, численность которой первоначально возрастает в среднем в 2-3 раза, и дополнительную мобилизацию биогенных элементов, формирующих урожай, – в среднем до 25%. Локальное внесение КМН применяется выборочно, так как длительное применение такого приёма провоцирует пестроту почвы по уровню плодородия.

В севооборотах КМН рекомендовано вносить в качестве основного удобрения под различные культуры, в том числе под картофель, озимую рожь, корнеплоды, кукурузу на силос, по сравнению с традиционными органическими удобрениями его эффектив-

ность существенно выше. Высокую эффективность проявляет КМН и при использовании его в качестве подкормки. Коэффициент энергетической эффективности (Кээ) в зависимости от доз КМН колеблется в пределах 27,9-34,4 (супесчаная почва) и 31,1-37,1 (легкосуглинистая почва). При использовании традиционных органических или минеральных удобрений Кээ существенно ниже.

Таблица 3 - Способы и дозы применения КМН под некоторые культуры

Культуры, способы внесения	Дозы
Полевые культуры	
а)Основное внесение (под вспашку или культивацию)	
- яровые зерновые	7…12 т/га
- озимые зерновые	10…14 т/га
- картофель	12…17 т/га
- лён	5…7 т/га
б) Локальное внесение в гранулированном виде (при посеве, посадке)	
- яровые и озимые зерновые	2...3 т/га
- картофель	3...5 т/га
- лён	2...3 т/га
в) Подкормка	
- яровые зерновые	2...3 т/га
- озимые зерновые	1,5...2 т/га
- картофель	2...3 т/га
Овощные культуры	
- капуста, помидоры, огурцы, баклажаны, кабачки, тыква	400…600 г/м^2
- зеленные культуры	100...150 г/м^2
Плодово-ягодные культуры	
- яблоня, груша, слива, вишня и др.	5...7 кг
- смородина, малина, крыжовник	3...4 кг
- земляника; при посадке в лунку	80...100 г

Итак, КМН, получаемый из вторичных ресурсов (навоза, помета, отходов деревообрабатывающей и пищевой промышленности) с добавлением залежей полезных ископаемых (помимо торфа, например, сапропеля), обладает набором свойств (биогенностью, питательностью, доступностью, экологичностью), обеспечивающих его применение в качестве высокоэффективных удобрений. Это является наилучшей возможностью для сохранения и восстановления почвенной структуры, регуляции влагосодержания, формирования благоприятного почвенного раствора и оптимальных условий жизнедеятельности микроорганизмов. Вместе с тем КМН и подобная ему продукция, как показали наши исследования, многофункциональна и пригодна для извлечения из нее так называемых биоактивных составов, поступающих в жидкую фазу, с целью их последующего использования в качестве биоудобрений и биопрепаратов, идеальных по консистенции и полезных на разных фазах роста растений. Поэтому во ВНИИМЗ была разработана новейшая биотехнология, позволяющая на ее технологической линии получать несколько видов биосредств, имеющих твердую и жидкофазную консистенцию (рис. 2):

– продукт ферментации (ПФ), получаемый за счет этапа ферментации;

– жидкофазный биопрепарат (ЖФБ), получаемый извлечением из ПФ;

– биогенная основа (БО) – твердый остаток ПФ после извлечения ЖФБ, преобразуемый двумя путями, с получением сухого гранулированного БО или жидкого гуминового удобрения БоГум и осадка (используемого как БО).

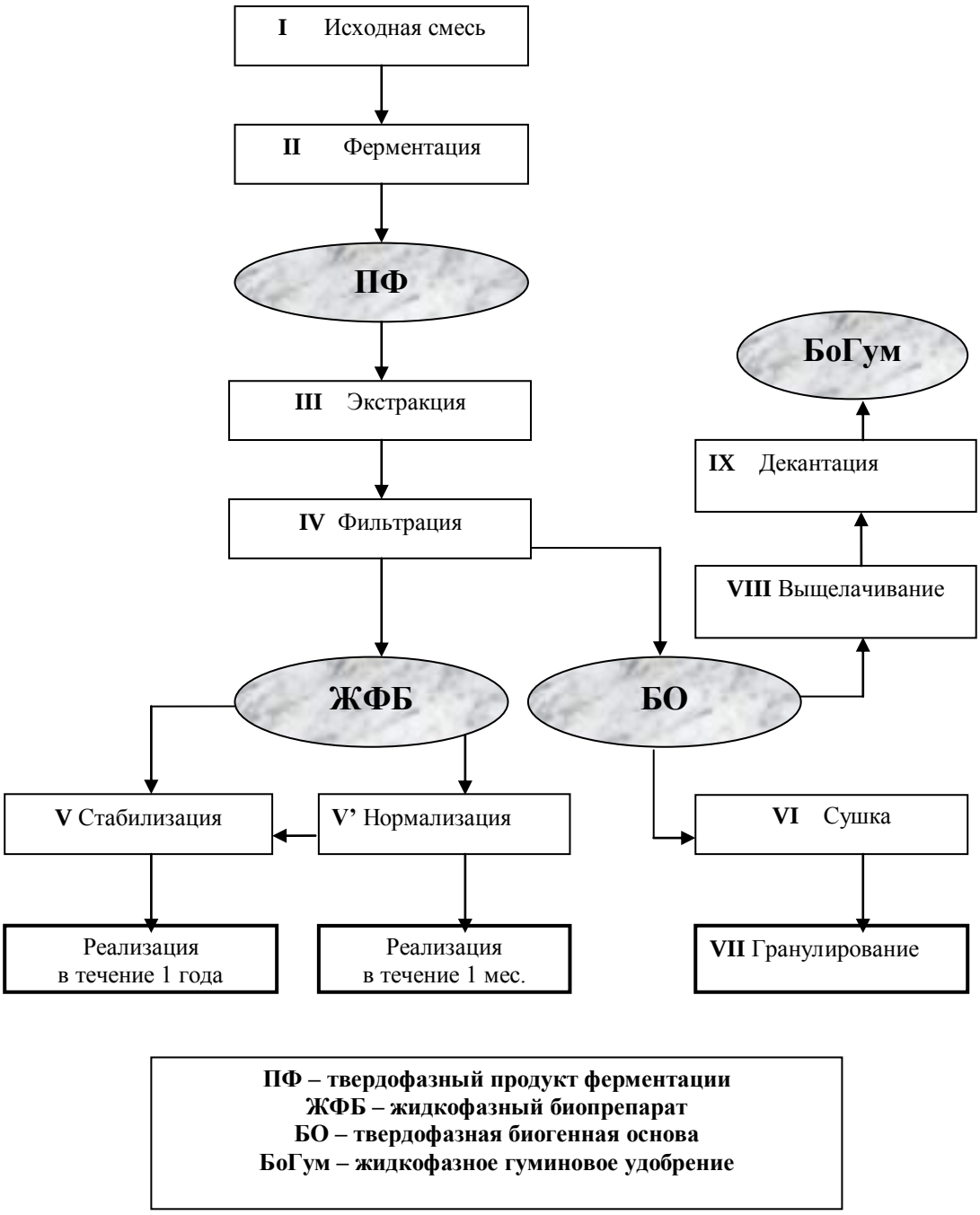


Рис. 2 – Блок-схема технологической линии получения твердо- и жидкофазных биосредств

В настоящее время наибольшее продвижение получило жидкофазное биосредство (ЖФБ), отнесенное к классу биопрепаратов широкого спектра действия. ЖФБ обладает многофункциональностью свойств (активирующей, стимулирующей, мобилизующей, структурообразующей, протекторной), обеспечивая множество областей применения.

Готовое жидкофазное биосредство не теряет своих нативных свойств в течение 1 месяца. Для более длительного хранения его целесообразно нормализовать, поэтому был разработан способ стабилизации ЖФБ. Питательная ценность ЖФБ обеспечивается благоприятным уровнем кислотности (7,0-8,0), высоким содержанием K_2O (до 12,5 г/л), P_2O_5 (до 15,0 г/л), богатым микроэлементным составом, в том числе присутствием Mg, Zn, Mn и Fe. В ЖФБ выявлены физиологически значимые количества ростовых факто-

ров, благоприятных для растений. Ферментативная активность ЖФБ обеспечивается обширным микробоценозом, в составе которого доминируют агрономически полезные микроорганизмы, трансформирующие азот-фосфор и углеродсодержащие соединения.

В целом, ЖФБ не имеют ограничений при их применении в земледелии и растениеводстве, так как, фактически являясь биопрепаратами органической природы, получаемыми из нативного сырья, не сказываются негативно на здоровье людей и состоянии окружающей среды. Их использование в качестве биопрепаратов безопасно для почвы и произрастающей на ней растительности в связи с тем, что концентрация токсичных элементов в ЖФБсущественно ниже ПДК, кроме того, ЖФБ полностью лишены патогенной микрофлоры и паразитов.

ЖФБ рекомендуется использовать в качестве землеудобрительного препарата путем применения приема полива почвы и в качестве биостимулятора роста и развития сельскохозяйственных культур, применяя приемы и полива почвы, и опрыскивания растений. Применение жидкофазных биосредств отрабатывается на многих сельскохозяйственных культурах как в полевых, так и в тепличных условиях.

Эффект от применения заключается:

– в увеличении в отдельные фазы роста и развития растений содержания подвижных элементов питания, используемых растениями и почвенными микроорганизмами (в среднем около 20%);

– в росте относительно контроля численности агрономически полезной микрофлоры (аммонифицирующей и фосфатмобилизующей) (в среднем на 25%) и снижению содержания конкурентной (амилолитической) и потенциально опасной (фузариозного увядания);

– в снижении содержания в растениеводческой продукции нитратов;

– в увеличении массы товарной продукции и в соответствующей прибавке урожаев.

Часть жидкофазных биопрепаратов (ЖФБ и БоГум) планируется использовать для затравки процессов компостирования и для восстановления микробиологического статуса антропогенно- и техногенно-нарушенных территорий.

Разработанные во ВНИИМЗ биотехнологии отличаются рядом достоинств, дающих им право конкурентоспособности. Среди них:

1) Использование возобновляемого органического сырья.
2) Экспрессность.
3) Простота технологий и технологических линий.
4) Возможность неограниченного масштабирования.
5) Небольшие энергетические затраты.
6) Безотходность производств.
7) Экологическая чистота производств и продукции технологических линий.
8) Возможность нормализации составов биопрепаратов в жидкой фазе.
9) Многоцелевое использование продукции.
10) Относительная дешевизна продукции.

В настоящее время на технологической линии дополнительно отрабатывается новое направление по созданию жидкофазных биопрепаратов для консервирования кормовых культур и для использования в качестве премиксов в животноводстве. Первые наработки новой продукции данного качества (ЖиБиСил и ЖиБиММ) были получены и дали обнадеживающие результаты при тестировании.

УДК 631.86:631.62

К ПРОИЗВОДСТВУ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ МНОГОЦЕЛЕВЫХ КОМПОСТОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА И ПТИЧЬЕГО ПОМЁТА

Н.Г. Ковалев
доктор технических наук, профессор, директор Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственного использования мелиорированных земель (ГНИУ ВНИИМЗ), **Россия, г. Тверь**, vniimz@list.ru

В.Н. Зинковский
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией, ГНИУ ВНИИМЗ, **Россия, г. Тверь**, vniimz@list.ru

Т.С. Зинковская
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ГНИУ ВНИИМЗ, **Россия, г. Тверь,** vniimz@list.ru

Продуктом переработки навоза и помёта, отвечающим современным экологическим и экономическим требованиям земледелия, является разработанный во ВНИИМЗ компост многоцелевого назначения (КМН), удобрительный эффект которого более чем в 2 раза превосходит навоз и традиционные компосты.

Ключевые слова: навоз, птичий помёт, компост, экология.

FOR THE PRODUCTION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MULTIPURPOSE COMPOST THE DISPOSAL OF MANURE AND POULTRY MANURE

Kovalev N.G., Zinkovsky V.N., Zinkovsky T.S.

In VNIIMZ designed multi-purpose compost (KMN), which is the product of processing manure.KMN meets modern environmental and economic requirements of agriculture. Fertilizing effect of compost more than 2 times greater than conventional manure and compost.

Key words: manure, bird's dung, compost, ecology

Введение. Чтобы устранить многие негативные факторы, возникающие при отдельном использовании навоза или птичьего помёта (бессистемное соотношение C:N, высокое содержание семян сорных растений, наличие патогенных микроорганизмов при игнорировании обеззараживания, неравномерность внесения в почву при вязком состоянии удобрения и др.), рекомендуется подвергать компостированию все их виды с влажностью до 92% (НТП 17-99*). Для компостирования навоза и помёта в качестве наполнителя могут быть использованы торф, солома, опилки и другие органические углеродсодержащие и влагопоглощающие компоненты.

Компостам, производимым на основе навоза и птичьего помёта, отдается предпочтение в земледелии многих стран. Традиционные методы компостирования давно и широко применяются в отечественном земледелии и при достижении в буртах необходимых гидротермического и кислородного режимов возможно производство высококачественных компостов, удовлетворяющих соответствующим техническим условиям, разработанным для различных видов компостов: торфонавозного, соломопомётного, коропомётного,соломонавозного, торфопомётного и др. Основными недостатками традиционных методов являются:

- длительное (до нескольких месяцев) прохождение процесса переработки исходного сырья в компост;

- возможные нарушения гидротермического режима при укрытии буртов, перемешивании массы и др., из-за чего частично сохраняется патогенная микрофлора и всхожесть семян сорной растительности.

Наш институт разработал усовершенствованный вариант высокоэффективной ускоренной технологии приготовления компостов на основе навоза и помета в специальных камерах-биоферментаторах при непрерывной аэрации компостной смеси путем принудительной подачи кислорода воздуха, что позволило сократить продолжительность процесса компостирования до 6-7 суток. Производственная мощность двухкамерного биоферментатора до 8 тысяч тонн в год; выход продукции за один цикл (7 суток) – 120 т. Затраты на производство одной тонны компоста: техники – 0,3-0,4 маш./час.; труда – 0,5-0,7 чел./час.; электроэнергии – 0,15-0,20 квт/час. Следует отметить, что затраты на строительство биофементаторов окупаются за счет прибавки урожая культур полевого севооборота за 9-10 месяцев, а при возделывании картофеля – за 4-5 месяцев при внесении производимого на них компоста.

При ферментации органической смеси контролируется два параметра: температура и наличие кислорода в ней. Первые двое суток после загрузки смеси с влажностью 55-65% в условиях её систематической продувки кислородом температура постепенно возрастает и поддерживается на уровне 40-50ºС; при этом происходит усиленное развитие аэробных микроорганизмов, что значительно ускоряет сроки переработки органического сырья. Затем при повышении и поддержании температуры на уровне 60-70ºС в ферментируемой массе уничтожается патогенная микрофлора, подавляется жизнеспособность семян сорной растительности. Об окончании процесса ферментации свидетельствует падение температуры в смеси до 40-30^{0}С, при которой вновь активизируется мезофильная микрофлора. В результате получаемый компост отличается от других органических удобрений более высоким содержанием полезных микроорганизмов (табл. 1), и при заделке в почву привнесённая микрофлора начинает активную работу, связанную с оптимизацией питательного режима возделываемых культур.

Таблица 1 – Активность отдельных групп микрофлоры в начале и конце процесса биоферментации по одной из закладок (Рабинович Г.Ю.)

Группы и количество микроорганизмов, млн/г	Начало процесса (исходная смесь: навоз 26% + торф 38% + помёт 36%)	Окончание процесса (готовый продукт КМН)
Использующие минеральный азот	393,6	5040,5
Аммонифицирующие	127,8	2450,0
Бациллы	2,8	0,6
Актиномицеты	5,6	2,4
Грибы	0,8	0

Дальнейшее развитие теории твердофазной ферментации органического сырья позволило институту решить проблему получения из навоза и помета продукции с заданными агрохимическими свойствами, за что коллектив ученых под руководством Н.Г. Ковалёва был удостоен Государственной премии РФ 2001 года в области науки и техники. Получаемый по данной технологии компост многоцелевого назначения (КМН) соответствует таким важным критериям качества, как экологическая чистота, обогащённость полезной для земледелия микрофлорой, сыпучесть, приятный запах, длительный срок хранения и др. Помимо использования в качестве удобрения компост прошёл успешное испытание в качестве протеиновой, аминокислотной и микроэлементной добавки в кор-

мовые рационы различных видов домашних животных и птицы.

Положительное воздействие компоста многоцелевого назначения на показатели плодородия почвы в сравнении с другими видами органических удобрений получило самую высокую экспертную оценку по таким критериям качества, как активность полезной почвенной микрофлоры, содержание органического вещества, содержание элементов питания, структурно-агрегатный состав, кислотность почвы (табл. 2). При оценке качества представленных в таблице 2 органических удобрений снимались баллы по следующим позициям отрицательного воздействия на почву:

- по засорению почвы сорной растительностью (навоз, помет; частично – традиционные компосты);
- по заражению почвы патогенами (особенно помет, навоз);
- по загрязнению грунтовых вод (особенно полужидкие виды).

Таблица 2 – Экспертная оценка влияния различных органических удобрений на плодородие почвы

Органические удобрения	А. Σ баллов положительного воздействия	В. Σ баллов отрицательного воздействия	Оценка качества А - В	Определяемое место
1. КМН	46,4	0	46,4	1
2. Навоз КРС подстилочный	38,9	-5,0	33,9	4
3. Навоз КРС полужидкий	30,0	-6,3	23,7	7
4. Птичий помет подстилочный	40,0	-6,4	33,6	5
5. Птичий помет полужидкий	33,0	-6,7	26,3	6
6. Компост торфонавозный (1:1)	37,3	-1,7	35,6	3
7. Компост торфопометный (1:1)	39,0	-2,1	36,9	2
8. Торф	20,6	-0,3	20,3	8

Компост многоцелевого назначения (КМН) полностью соответствует требованиям технических условий (табл. 3), выполнение которых можно принять в качестве критериев оценки современных органических удобрений, соответствующих экологическим нормам.

Методы исследований.Качественный состав органических удобрений определялся в аналитической лаборатории института по типовым методикам. Результаты по содержанию микроэлементов получены на основании рентгенофлуоресцентного анализа. Полевые опыты проводились на осушаемых дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, среднеобеспеченных гумусом и основными элементами питания. При закладке опыта и обработке данных руководствовались методикой Б.А. Доспехова. При экономических расчетах себестоимость КМН определялась на основании затрат института, понесённых на его производство; стоимость остальных удобрений и растениеводческой продукции бралась по рыночным ценам Тверской области.

Результаты исследований и их обсуждение.Наши исследования показали, что компост многоцелевого назначения выполняет не только функции высокоэффективного удобрения и может использоваться в качестве кормовых добавок, но также служит универсальным биомелиорантом, при внесении которого в почву усиливается её микробиологическая активность, улучшаются такие важные агрофизические свойства, как структурно-агрегатный состав, плотность, порозность, влагоемкость и др.

Высокое содержание в составе КМН кальция способствует снижению кислотности почв. Широкий спектр микроэлементов (табл. 4) является ценным дополнением для оптимизации важных биохимических процессов почвы и физиологических реакций у растений.

Таблица 3 - Технические условия на КМН, ТУ 9841- 003 -00668732 -2011

№ п/п	Наименование показателей	Нормы и характеристика
1	Размер частиц КМН, мм, не более	50
2	Содержание балластных инородных механических включений размером менее 40 мм, % от сухого вещества, не более	1,5
3	Массовая доля сухого вещества, %, не менее	25
4	Массовая доля орг. вещества, % на сухое вещество, не менее	50
5	Кислотность, pH	6,3-7,2
6	Массовая доля золы, % на абс. сухое вещество, не более	30
7	Массовая доля общего азота, % на абс. сухое вещество не менее	1,7
8	Содержание нитратного азота, мг/кг, не более	2000
9	Содержание аммиачного азота, мг/кг, не более	600
10	Массовая доля общего фосфора в пересчёте на P_2O_5, % на на абс. сухое вещество, не менее	1,5
11	Массовая доля общего калия в пересчёте на K_2O, % на абс. сухое вещество, не менее	1,5
12	Массовая доля кальция, % на абс. сухое вещество, не менее	1,8
13	Массовая концентрация примесей тяжёлых металлов, (валовое содержание), мг/кг сухого вещества, не более: свинец мышьяк ртуть кадмий	 130 10,0 2,1 2,0
14	Удельная эффективная активность техногенных радионуклидов (ACs/45 + ASr/30), не более	Одна относительная единица
15	Эффективная удельная активность естественных радионуклидов, Бк/кг сухого вещества, не более	300
16	Массовая концентрация остаточных количеств пестицидов в сухом веществе, в т.ч. отдельных их видов, мг/кг сухого вещества, не более: - ГХЦГ (сумма изомеров); - ДДТ и его метаболиты (сумма количества)	 0,1 0,1
17	Наличие жизнеспособных яиц и личинок гельминтов, экз/кг, в т.ч. нематод	Не допускается
18	Наличие патогенных и болезнетворных микроорганизмов, в т.ч. Salmonella, клеток/г	Не допускается
19	Индекс санитарно-показательных микроорганизмов, клеток/г: - колиформы и энтеробактерии	 1-9
20	Цисты кишечных патогенных простейших, экз/100 г	Не допускается
21	Наличие личинок и куколок санантропных мух, экз/кг	Не допускается
22	Наличие жизнеспособных семян сорных растений, тыс. шт/кг	Не допускается
23	Содержание бензопирена, мг/кг сухого вещества, не более	0,02
24	Содержание полихлорбефинилов, мг/кг сухого вещества, не более	0,06

Таблица 4 – Содержание микроэлементов при разном составе КМН

Состав компоста*	Микроэлементы, мг/кг воздушно сухой массы											
	Cu	Zn	Mn	Mo	Co	Se	J	Rb	Cd	Pb	Sn	Br
Н-50%+ Оп-50%	18,0	44	612	0,84	0,61	0,05	0,28	31,0	0,05	2,95	1,42	19,1
Н-50%+П-30%+Оп-20%	20,0	102	350	0,92	0,84	0,17	0,12	24,9	0,01	3,94	0,52	17,4
Н-60%+П-30%+Оп-10%	26,5	135	570	0,65	0,23	0,23	0,23	17,1	0,01	2,90	0,44	30,4
Т-75%+П-25%	6,3	59	456	0,98	0,47	0,23	0,29	11,9	0,17	2,54	0,70	17,8
Среднее	17,7	85	497	0,85	0,54	0,17	0,23	21,2	0,06	3,08	0,77	21,2

* - Н- навоз КРС, П- птичий помет (куры), Оп- опилки древесные, Т- торф

В соответствии с потребностями земледелия свойства компоста многоцелевого назначения можно целенаправленно регулировать. В определённых пределах агрохимические показатели компоста можно изменять количественным соотношением компонентов исходного сырья (табл. 5).

Таблица 5 - Характеристика исходного сырья и полученного компоста

Показатели	Торф (Т)	Птичий помёт (П)	Навоз КРС (Н)	Навоз конский (НК)	П-28,6% Т-34,3% НК-14,3% Н-22,8%	П-50% Т-33,3% Н16,7%	П-33,3% Т-26,7% Н-20% Силос-20%
					КМН-1	КМН-2	КМН-3
Влажность, %	59,5	59,4	60,3	67,0	51,1	59,1	52,7
% на абс. сухое в-во:							
Азот общий,	1,92	2,72	2,33	2,92	2,83	2,90	2,78
P_2O_5 "	0,42	2,80	3,30	3,01	2,90	3,07	2,53
K_2O "	0,23	1,72	1,92	1,93	1,76	1,70	2,45
CaO "	1,11	1,78	1,84	1,96	2,24	1,86	1,00
MgO "	0,96	1,07	0,81	0,79	0,66	0,83	0,64
Кислотность, pH	4,85	6,65	6,50	6,7	6,10	6,65	6,10

Одним из способов регулирования процесса ферментации в целях получения продукта с заданными агрохимическими свойствами является обогащение исходной смеси минеральными удобрениями. К примеру, добавление в исходную смесь фосфоритной муки (Рф) в дозе 2% от общей массы органической смеси и калийной соли (KCl) в дозе 1% не оказывает ингибирующего воздействия на протекание процесса ферментации органического сырья.

Включение Рф и KCl в указанных дозах в исходную смесь значительно повысило содержание фосфора и калия в продукте КМН: фосфора на 1,28%, калия на 1,0%. В другой партии, где в сравнительно бедную исходную смесь добавлялось по 1% мочевины, суперфосфата и калийной соли, содержание азота возросло на 0,37%, фосфора - на 0,65%, калия – на 0,36% (табл. 6).

Таблица 6 - Агрохимическая характеристика КМН без добавок и с минеральными добавками

Показатели	1 партия		2 партия		
	КМН (Н-36,0% + П-20,5% + Т-43,5%)	КМН + РфKCl	КМН (Н-35% + П-15% + П-20,5%)	КМН + KCl + $(NH_4)_2CO_3$ + $Ca(H_2PO_4)_2$	ТУ
Сухое вещество, %	38	41	38	40	не менее 25
Кислотность, pHсол.	6,45	6,75	7,32	6,90	6,3-6,8
Валовое содержание, % на сухую массу					
N	2,11	2,26	1,95	2,32	не менее 1,7
P_2O_5	2,22	3,5	1,49	2,14	не менее 1,5
K_2O	1,83	2,83	1,18	1,54	не менее 1,5
CaO	2,86	3,38	2,96	3,51	не менее 1,8

Примечание: Н – навоз, П – помет, Т – торф

Наконец, качественный состав КМН меняется при введении в ферментируемую смесь различных растительных компонентов (табл. 7).

Многочисленные полевые опыты по испытанию компоста многоцелевого назначения неизменно показывали его превосходство перед традиционными органическими удобрениями [1, 2]. К примеру, в опыте по сравнению эффективности внесения 12 т/га КМН на основе птичьего помета и 17 т/га на основе навоза КРС выявлено, что внесение

КМН более эффективно, чем внесение 40 т/га навоза или 49 т/га торфонавозного компоста (табл. 8).

Таблица 7 - Характеристика КМН, изготовленного с введением в исходную смесь различных растительных остатков

№ пп	Состав исходных смесей (в %)	Влажность, %	Содержание в КМН, % на а.с.в.			pH
			N	P_20_5	K_2O	
1	Н(35)+П(15)+Т(50) - контроль	50,8	2,02	1,24	0,98	6,8
2	Н(35)+П(15)+Т(40) + сенаж (10)	56,4	1,94	1,38	1,20	6,6
3	Н(35)+П(15)+Т(40) + борщевик (10)	47,2	2,09	1,50	1,72	6,2
4	Н(35)+П(15)+Т(40) + вико-овес (10)	47,6	2,19	1,64	1,78	6,4
5	Н(35)+П(15)+Т(40) + клевер (10)	47,1	2,25	1,66	1,80	6,2
6	Н(35)+П(15)+Т(40) + козлятник (10)	49,2	2,43	1,41	1,90	6,5
7	Н(35)+П(15)+Т(40) + силос (10)	62,8	2,23	1,64	1,50	7,2
8	Н(35)+П(15)+Т(40) + зерно (10)	59,2	2,60	1,38	0,80	7,3

Примечание: Н - навоз, П - помет, Т - торф

Таблица 8 – Экономическая эффективность различных удобрений на осушаемой дерново-подзолистой почве (в среднем за 2 года)*

Варианты*	Картофель		Овес		Стоим.доп. продукции, тыс. руб./га	Дополн. затраты, тыс. руб./га	Условн. чистый доход, тыс. руб./га	Окупаемость затрат, руб./руб.
	урожай т/га	прибавка т/га	урожай т/га	прибавка т/га				
1. Контроль б/у	16,73	-	2,77	-	-	-	-	-
2. Навоз 40 т/га	20,50	3,77	3,23	0,96	21,73	3,83	17,90	4,67
3. КМНн 17 т/га	22,13	5,40	3,12	0,85	29,55	4,79	24,76	5,17
4. КМНп 12 т/га	21,27	4,54	3,20	0,93	25,49	4,42	21,07	4,76
5. ТНК 49 т/га	21,60	4,87	2,91	0,64	26,27	9,53	16,74	1,76

* - удобренные варианты сбалансированы из расчета N=135 кг/га; КМНн – компост с навозом, КМНп – с пометом

Компост многоцелевого назначения положительно проявляет себя в составе различных смесей. Результаты испытаний осадка сточных вод (ОСВ), проведённых Тверской ГСХА [3], показали, что добавление 5 т/га КМН к 25 т/га ОСВ способствовало дополнительному повышению урожайности культур на 0,7 т/га, в то время как добавление 20 т/га торфа на урожае не отразилось.

Экономические расчёты, проведённые нами по этому опыту (табл. 9), подтвердили положительный результат совместного внесения осадка сточных вод и КМН, что выразилось в окупаемости дополнительных затрат стоимостью выращенной продукции.

Дальнейшие исследования показали высокую эффективность совместного внесения КМН и минеральных удобрений. Окупаемость затрат на удобрение и орошение картофеля при различном увлажнении осушаемой почвы наглядно представлена на графике рисунка.

Из графика видно, что на осушаемой почве при совестном внесении 15 т с минеральными удобрениями, рассчитанными на получение урожая 30 т/га, прибавка составила 9,7 т/га при окупаемости дополнительных затрат 2,80 руб./руб. При двустороннем регулировании водного режима (осушение + орошение) на органоминеральном варианте, рассчитанном на получение 40 т/га, прибавка достигла 16,7 т/га при окупаемости 3,67 руб./руб. Во второй части графика при тех же урожаях выделена эффективность дополнительного орошения осушаемой почвы, которое оказалось наиболее эффективным на варианте 15 т/га КМН + NK (прибавка урожая картофеля за счет трех поливов,

проводимых при влажности почвы 75% от ППВ, составила 10,9 т/га при окупаемости затрат на орошение и уборку дополнительного урожая 6,13 руб./руб.)

Таблица 9 – Экономическая эффективность различных удобрений на осушаемой дерново-подзолистой почве в звене оз. рожь-овес-картофель

Варианты*	В среднем за 3 года			Стоимость доп. продукции, тыс. руб./га	Дополнительные затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Окупаемость затрат, руб./руб.
	урожай, ц/га зерн. ед	прибавка					
		ц/га зерн. ед	%				
1. Контроль б/у	28,0	-	-	-	-	-	-
2. ОСВ 25 т/га	39,6	11,6	41,5	18,74	2,47	16,26	6,57
3. ОСВ 25 т/га + КМН 5 т/га	46,6	18,6	66,4	28,83	3,59	25,23	8,02
4. ОСВ 25 т/га +солома 2,5 т/га	42,7	14,7	52,5	18,97	2,73	16,24	6,95
5. ОСВ 25 т/га + торф 20 т/га	39,9	11,9	42,5	20,21	6,44	13,78	3,14

* - удобрения вносились под первую культуру

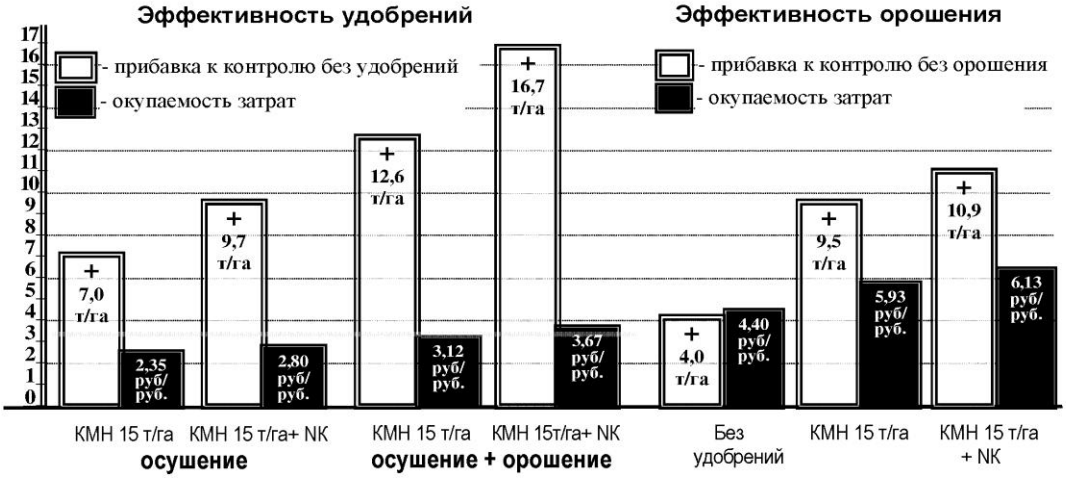


Рис. Окупаемость затрат на удобрение и орошение картофеля при различном увлажнении осушаемой дерново-подзолистой почвы в 2011 году

Таким образом, представленные в статье материалы свидетельствует о целесообразности переработки навоза и птичьего помёта в экологически чистые компосты методом твердофазной ферментации органического сырья по широко используемой в РФ и странах СНГ технологии, разработанной ГНУ ВНИИМЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалёв Н.Г., Малинин Б.М., Барановский И.Н. Традиционные органические удобрения и КМН на мелиорированных почвах Нечерноземья. - Тверь, 2003.

2. Ковалев Н.Г., Зинковский В.Н., Барановский И.Н., Зинковская Т.С. Способы эффективного применения средств биологической мелиорации осушаемых земель (Методические рекомендации). – Тверь: ЧуДо, 2009.

3. Гладких Д.П. Влияние осадка сточных вод г. Твери на продуктивность зернопропашного звена севооборота и плодородие дерново-подзолистых супесчаных почв Центрального Нечерноземья: Автореф. дисс. ... к. с.-х. н. – Тверь, АгросферА, 2009.

УДК 631.879.42:504.53.06

СЛОЖНЫЕ КОМПОСТЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВАЛОВЫЕ ЗАПАСЫ И БАЛАНС ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

В.Н. Гукалов

кандидат биологических наук, директор ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края, **Россия, Краснодарский край, х. Коржи**

Проведенные исследования показали большую роль в загрязнении чернозема обыкновенного минеральных удобрений, что характерно для периода 2001-2006 гг., когда весьма существенно увеличились концентрации Co, Cu, Pb, Cd и Ni. Некоторое снижение применения минеральных удобрений в период 2007-2011 гг. при одновременном увеличении внесения сложных компостов существенно уменьшило в расчете на 1 га содержание Co, Cu, Pb и Cd, но уровень Ni заметно поднялся.

Ключевые слова: тяжелые металлы (ТМ), баланс тяжелых металлов, сложный компост, минеральные удобрения.

COMPLEX COMPOST AND THEIR INFLUENCE ON GROSS RESERVES AND BALANCE OF HEAVY METALS AN ORDINARY CHERNOZEM

Gukalov V.N.

Studies have shown a large role of mineral fertilizers in the pollution of ordinary chernozem, which is typical for the period 2001-2006, when concentrations of Co, Cu, Pb, Cd and Ni significantly increased .A reduction using of fertilizers in the period 2007-2011.while increasing of application of compost significantly reduced per 1 ha content Co, Cu, Pb and Cd, but the level Ni significantly rose.

Keywords: heavy metals (HM), the balance of heavy metals, complex compost, mineral fertilizers.

Сложные компосты и охрана почвенного плодородия. В 2005 г. нами начаты экспериментальные исследования по приготовлению сложных компостов с включением навоза КРС и свиней, фосфогипса и других отходов для получения комплексного удобрения, обогащенного макроэлементами, серой, кальцием и многими микроэлементами. Результаты исследований показали перспективность получения эффективного удобрения, обогащенного органическим веществом, с одной стороны, и комплексным набором минеральных элементов, их смешанным коллоидным составом, с другой. Ряд элементов (Ca, S, P), микроэлементов (особенно Co, Mn, Ni, Zn и др.) и значительное содержание азота благоприятствуют улучшению водного и воздушного режимов почвы, переходу в труднодоступное состояние основных ТМ и неметаллов. Практическое испытание органоминеральных компостов показало эффективность использования различных органических и минеральных отходов в качестве сырья для получения органоминерального удобрения, сдерживающего увеличение концентраций подвижных форм ТМ, снижающего их поступление в растения и заметно улучшающего физические свойства почвы.

Методика опытов. Отбор проб почвы для всех анализов проводился в соответствии с требованиями при общих загрязнениях, изложенными в ГОСТ 28168–89, в том числе на содержание в них тяжелых металлов (ЦИНАО, изд. 2-е, переработанное и дополненное, Москва, 1992). Определение тяжелых металлов в почве проводилось с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра «ААС Квант-2А» в пламени пропан-воздух. Пробы отбирали в ноябре 2001, 2006 и 2011 гг. В период 2001-2006 гг.

применяли активно минеральные удобрения, а с ноября 2006 по ноябрь 2011 г. перешли на умеренное использование минеральных удобрений и на внедрение сложного компоста.

Результаты исследований и их обсуждение. Определение валовых запасов ТМ в 2011 г. в связи с переходом на технологию внесения сложного компоста показало незначительное увеличение в почве содержания меди и кадмия, кобальта и цинка, повысилось также содержание в верхнем слое марганца. Улучшение технологии выращивания сельскохозяйственных культур с внесением в верхний слой почвы сложного компоста способствует некоторому снижению накопления ТМ в зерново-пропашном севообороте (таблица 1).

Таблица 1 – Валовые запасы ТМ в верхнем слое почвы в 2001-2011 гг. (кг/га)

Показатели	Co	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Ni
2001 г.	22,46	155,90	47,08	1461,66	40,58	0,23	98,66
2006 г.	25,54	145,30	54,00	1454,10	45,38	0,44	104,02
2011 г.	26,81	158,40	55,08	1509,00	43,80	0,70	115,00
Среднее за 2001-2006 гг.	0,60	-2,10	1,38	-1,51	0,96	0,04	1,07
Среднее за 2007-2011 гг.	0,25	2,62	0,22	10,92	-0,32	0,05	2,19

Расчет баланса ТМ в верхнем слое почвы с внесением органоминерального компоста в 2011 г. по сравнению с 2006 г. показал некоторое снижение в накоплении кобальта, меди и свинца. Однако содержание никеля заметно возросло (таблица 2). С учетом различий отдельных видов минеральных и органических удобрений отмечено варьирование показателей поступления в почву тяжелых металлов, а также их вынос из почвы при выращивании различных культур.

Таблица 2 – Баланс тяжелых металлов в агроландшафте зерново-пропашного севооборота на черноземе обыкновенном с использованием сложного компоста в ОАО «Заветы Ильича», кг/га, 2011 г.

Показатели	Co	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Ni
Поступление элементов в почву, кг/га							
С атмосферными осадками (500 мл/год)	0,0001	0,009	0,0002	0,001	0,00001	0,00002	0,00002
С ГСМ, кг/га	0,002	0,080	0,0007	0,030	0,006	0,00005	0,0007
С органическими удобрениями (25 т/га)	0,045	2,240	0,310	3,420	0,027	0,120	0,101
С фосфорными удобрениями, (80 кг/га)	0,004	0,950	0,090	0,750	0,040	0,006	0,080
С азотными удобрениями (30 кг/га)	0,0007	0,280	0,070	0,150	0,007	0,0005	0,006
С калийными удобрениями (20 кг/га)	0,00005	0,170	0,009\	0,620	0,007	0,001	0,008
С пылью (120 кг/га в год)	0,012	2,140	0,400	2,970	0,024	0,012	0,400
С посевным материалом (45-50 ц/га)	0,00008	0,080	0,006	0,084	0,0027	0,00006	0,009

Продолжение таблицы 2

Показатели	Co	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Ni
С соломой (20 ц/га)	0,00003	0,070	0,002	0,670	0,0017	0,00005	0,011
С корнями растений (30 ц/га)	0,0014	0,054	0,0092	0,470	0,009	0,0008	0,045
Почва, кг/га	26,81	158,350	55,080	1509,00	43,800	0,700	115,00
Всего поступило, кг/га	26,875	164,420	55,980	1518,65	43,920	0,840	115,720
Вынос элементов из почвы, кг/га							
С пшеницей на зерно (50 ц/га) – 35%	0,0108	0,481	0,226	0,485	0,120	0,0036	0,225
С кукурузой на зерно (75 ц/га) – 15%	0,0252	0,322	0,163	0,343	0,048	0,0014	0,126
Свёкла, корнеплоды (400 ц/га) – 15%	0,018	0,456	0,252	0,384	0,128	0,0018	0,136
С подсолнечником на семена (25 ц/га) – 20%	0,0132	0,567	0,123	1,022	0,150	0,0012	0,010
С люцерной на зеленую массу (200 ц/га) –15%	0,120	0,668	0,124	1,246	0,350	0,004	0,124
С ветровой и водной эрозией, кг/га	0,112	1,940	1,250	2,670	0,160	0,144	0,130
Всего вынос, кг/га	0,300	4,430	2,140	6,150	0,960	0,156	0,750
Баланс, кг/га	26,590	159,960	53,840	1512,50	42,960	0,684	114,970

Органоминеральный компост, в котором можно регулировать кислотность и уровень содержания органического вещества, получается при внесении 100 т перегноя и 5 т фосфогипса в почву в позднелетний и раннеосенний периоды. Он способен поддерживать влажность в верхнем слое почвы на 6-12% больше, чем на контроле, что определенным образом отражается на переводе растворимых форм ТМ в труднодоступные. При весьма заметной трансформации верхнего слоя почвы под влиянием внесения органоминерального компоста возможна организация научно обоснованной системы борьбы с загрязнением почвы ТМ. Переход на подготовку органоминеральных компостов и их использование в севообороте по 4-5-летнему типу будет существенно влиять на стабильность процессов осаждения–растворения ТМ и поддержание концентрации их подвижных форм на относительно низком уровне.

Выводы.

1. Использование сложного компоста из расчета 60-65 т/га заметно влияет на концентрацию основных тяжелых металлов, таких как Co, Cu, Pb и Cd.

2. Применение минеральных удобрений (2001-2006 гг.) способствовало заметному нарастанию валовых запасов таких металлов, как Cu, Pb и Cd в верхнем слое почвы.

3. Баланс тяжелых металлов в верхнем слое почвы показал значительную вариацию содержания многих элементов и в частности никеля, доля которого заметно выросла по сравнению с периодом внесения только минеральных удобрений.

УДК 536.246.:637.133.:664

К ВОПРОСУ БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОСТАТКОВ ХЛОПЧАТНИКА

О. Рахматов

кандидат технических наук, доцент кафедры переработки сельскохозяйственной продукции и технологии производства, Гулистанский государственный университет, **Республика Узбекистан, г. Гулистан**, olimjon82@bk.ru

К.К. Нуриев

доктор технических наук, профессор кафедры переработки сельскохозяйственной продукции и технологии производства, Гулистанский государственный университет, **Республика Узбекистан, г. Гулистан**, olimjon82@bk.ru

В Узбекистане после уборки хлопка-сырца основная масса хлопковых стеблей вместе пустыми коробочками срезается и используется в качестве дешевого топлива в сельских местностях. Из более чем 3 миллионов тонн створок хлопковых коробочек лишь часть используется на гидролизных заводах для выработки древесного этилового спирта и различных фурановых соединений. В настоящее время учеными Узбекистана разработана технология получения пищевого пектина из хлопковых створок. Авторы статьи предлагают безотходную технологию переработки остатков хлопчатника с получением целевого продукта, кормов для крупного рогатого скота и биологического удобрения и рациональную аппаратурно-технологическую схему производства с общими принципами действия некоторых основных машин и аппаратов.

Ключевые слова: хлопок-сырец, стебли, коробочка, створки, топливо, этиловый спирт, фурановые соединения, пищевой пектин, переработка, остатки хлопчатника, биологическое удобрение.

TO QUESTION WITHOUT DEPARTURE TECHNOLOGIES OF THE CONVERSION REMAINDER COTTON PLANT

Rahmatov O., Nuriev K.K.

In Uzbekistan after cleaning the pat-product in its raw state main mass cotton stalk along with casement - an empty boll flunks and is used as cheap fuel in rural terrain. From more then 3 million tons cotton casements only part is used on hydrolysis plant for production of the wood ethyl alcohol and different of the furan join. At present scientist Uzbekistan is designed technology of the reception of the food pectin from cotton casements. The Authors of the article offer without departure technology of the conversion remainder cotton plant with reception of the target product, provender for large horned live-stock and biological fertilizer and rational equipment-technological scheme production with the general principle of the action of some main machines and device.

*The Keywords:*pat product in its raw state, stalks, boll, casement, fuel, ethyl alcohol, join of the phuranes, food pectin, conversion, the remainder of the cotton plant, biological fertilizer.

Представитель семейства мальвовых хлопчатник широко распространен и во многих жарких и субтропических странах культивируется для технических целей. Это растение выращивается в более чем 160 странах и является сырьём для получения свыше 1200 различных технических веществ и продуктов: высококачественное волокно, пищевое масло, белковый изолят, протеиновая мука, госсипол, ацетат, хозяйственное мыло, шелуха, шрот, жмых, глицерин, древесно-стружечные плиты и многое другое.

В Центральной Азии и в частности в Узбекистане после уборки хлопка-сырца основная масса хлопковых стеблей (гузапаи) вместе со створками – пустыми коробочками срезалась и использовалась в качестве дешевого топлива в сельских местностях. Из более чем 3 млн тонн хлопковых створок лишь часть используется на гидролизных заводах для выработки древесного этилового спирта и различных фурановых соединений.

В настоящее время учеными Узбекистана разработана технология получения пищевого пектина из хлопковых створок, которые содержат до 9% пектиновых веществ [1, 2]. Учитывая большое народно-хозяйственное значение и спрос на пектин хлопковый, авторы предлагают комплексный подход к вопросу безотходной технологии переработки остатков хлопчатника с получением целевого продукта, кормов для крупного рогатого скота и биологического удобрения. В связи с поставленными задачами на основе анализа и обобщения полученных теоретических и экспериментальных данных нами разработаны рациональная аппаратурно-технологическая схема (АТС) всего производства и общие принципы действия некоторых основных машин и аппаратов.

Собранные с хлопковых полей посредством хлопкоуборочных комбайнов створки и частично целые коробочки с плодоножками доставляют на место временного хранения (рис. 1). В качестве такого хранилища рекомендуется использовать серийно выпускаемое пневматическое сооружение А–18Ц1 [3]. Оно исключительно мобильное, портативное, его можно быстро устанавливать и перебазировать в течение 2-3 дней. Вместимость пневмосклада около 800 т створок при объемной их массе 130 кг/м^3.

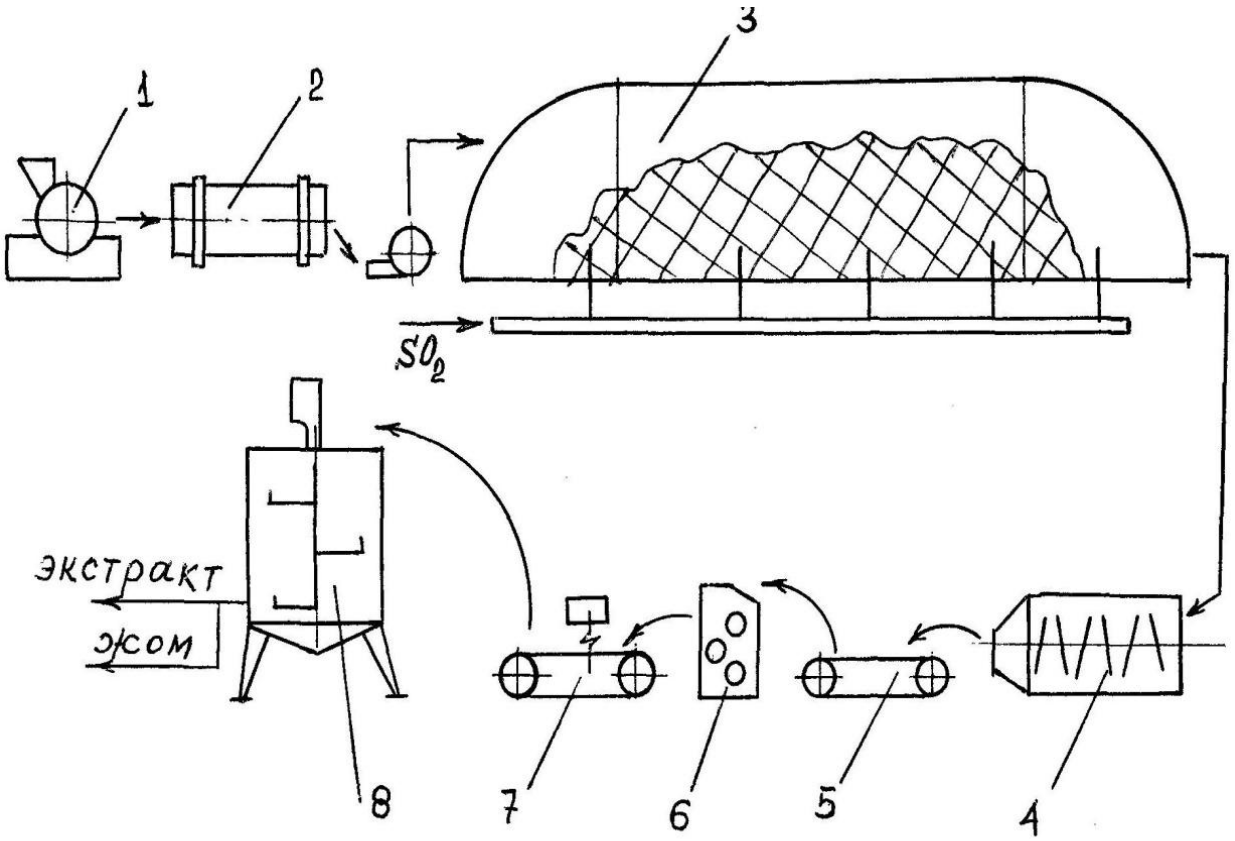


Рис. 1. Рациональная технологическая схема получения пектинового экстракта из хлопковой коробочки

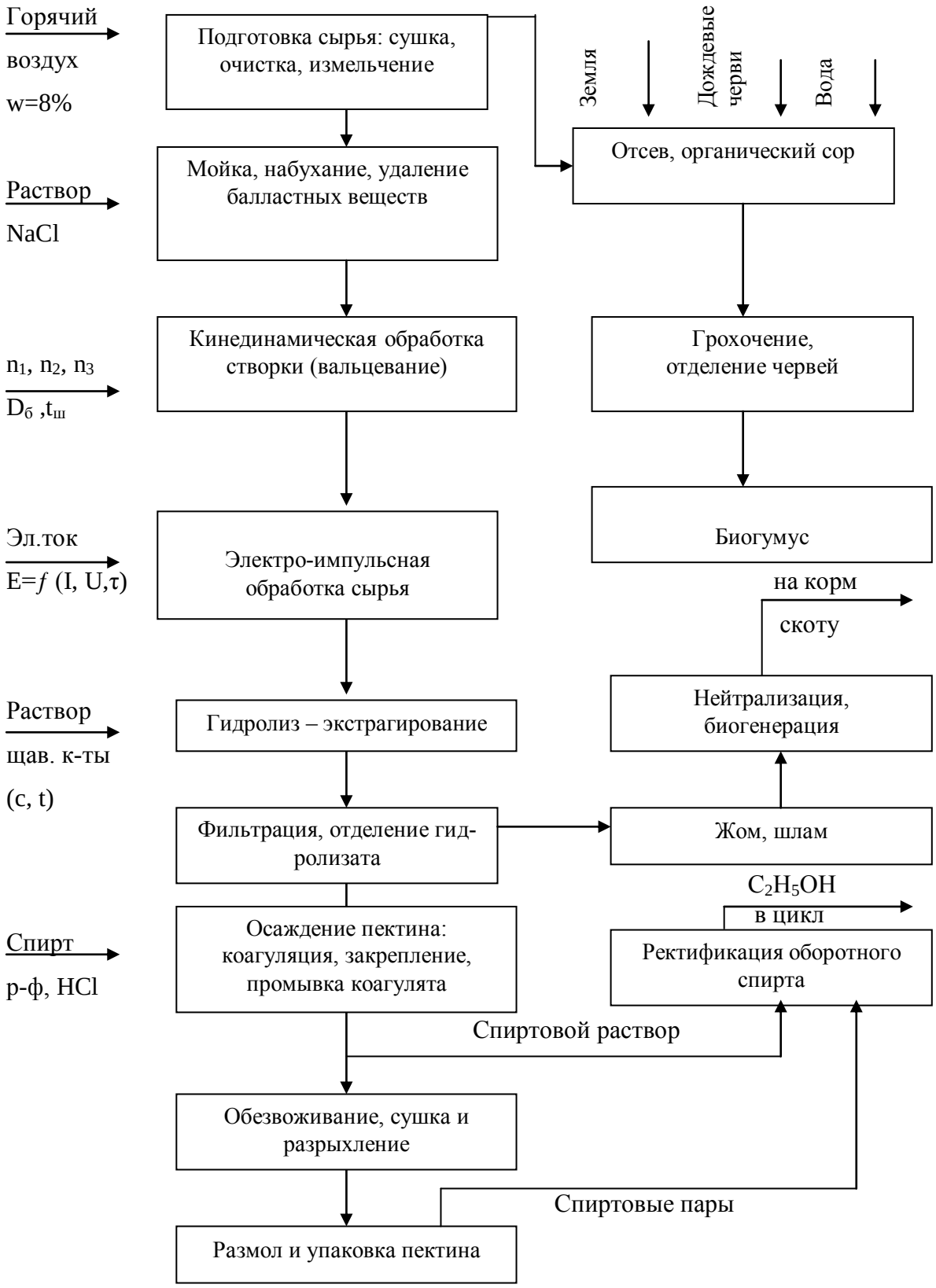


Рис.2. Принципиальная постадийная блок-схема производства пектина из створок хлопчатника.

Перед закладкой сырья на хранение его максимально очищают от механического и органического сора, а также от оставшихся плодоножек на ворохоочистителе ОХС-500 (1) и подвергают сушке в барабанной сушилке (2) при влажности сырья более чем 8%. Высушенную до кондиции хлопковую створку пневмотранспортом засыпают и укладывают навалом внутри пневмосооружения (3). Для предотвращения развития микроорганизмов и порчи в процессе длительного хранения в массу створки через систему специальных трубопроводов подают периодически сернистый ангидрид.

Технология извлечения пектиновых веществ из хлопковой створки основана на известных способах и проводится по аналогии получения пектина из сухого свекловичного или яблочного жомов с учетом отличительных её физико-биологических свойств [4].

Поскольку хлопчатник в период вегетативного роста и созревания подвергается несколько раз обработке пестицидами и гербицидами хлор-органического происхождения, а также дефолиантами, то в хлопковых коробочках образуются до 8% фенольных соединений катехиновой природы. Эти вещества могут загрязнить получаемый пектин и отрицательно повлиять на его общее качество. Поэтому сухую хлопковую створку промывают 3-4%–ным раствором NaCl в барабанной моечной машине (4), отцеживают на ленточном фильтре (5) от промывочного раствора. Затем набухшую створку пропускают через трехвалковый аппарат (6), подвергают на установке (7) электроимпульсной обработке и подают на шнеково-эрлифтный экстрактор (8) для проведения процесса гидролиз – экстрагирования пектиновых веществ раствором щавелевой кислоты. Очистку гидролизата, его концентрирование, осаждение пектина и его сушку осуществляют по классическим известным технологиям [4].

Принципиальная постадийная блок-схема производства пектина из створок хлопчатника представлена на рис. 2.

Исследования процессов получения пектиновых экстрактов из хлопковой коробочки показали, что для повышения эффективности функционирования предлагаемой технологической системы необходимо разработать более совершенные машины и аппараты с учетом специфики перерабатываемого сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. СССР № 1681511, СО8 В 37/06, 08.01.90. Способ получения пектина, А.М. Юсупов и др.

2. А.с. СССР № 1824701, А23 L1/0524, 29.04.91. Способ получения пектиносодержащего экстракта из створок хлопковой коробочки. А.М. Юсупов и др.

3. Ермолов В.В. Воздухоопорные здания и сооружения. М.: Стройиздат, 1980.

4. Донченко Л.В. Разработка и интенсификация процессов получения пектина из свекловичного и других видов сырья. Автореф. дисс. … докт. техн. наук. – Киев, 1990. – 48 с.

УДК 66. 081. 2 (045)

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ АДСОРБЕНТОВ ИЗ ЗЕРНОВЫХ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В.М. Шмандий
доктор технических наук, профессор кафедры экологической безопасности и организации природопользования, Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского (КрНУ им. М. Остроградского), **Украина, г. Кременчуг**, ecol@kdu.edu.ua

Л.А. Безденежных
кандидат технических наук, доцент кафедры экологической безопасности и организации природопользования, КрНУ им. М. Остроградского, **Украина, г. Кременчуг**, ecol@kdu.edu.ua

Т.Г. Нечипоренко-Шабунина
аспирант кафедры экологической безопасности и организации природопользования, КрНУ им. М. Остроградского, **Украина, г. Кременчуг**, ecol@kdu.edu.ua

Е.В. Харламова
ассистент кафедры экологической безопасности и организации природопользования, КрНУ им. М. Остроградского, **Украина, г. Кременчуг**, ecol@kdu.edu.ua

Приведены результаты исследования возможности получения и использования наноструктурированного адсорбента из зерновых отходов агропромышленного комплекса. С помощью механохимического синтеза улучшена микропористая структура адсорбента, изготовленного из овсяной шелухи. Определены его физико-химические свойства. Получены данные по адсорбции фенола и построена изотерма адсорбции.

Ключевые слова: наноструктурированные адсорбенты, изотерма адсорбции, механохимический синтез.

RECEIPT OF THE NANOSTRUCTURED ADSORBENTS FROM GRAIN-GROWING WASTES OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Shmandiy V., Bezdyenyezhnyh L., Nechiporenko-Shabunina T., KharlamovaE.

Results over are brought research of possibility of receipt and use of the nanostructured adsorbent from grain-growing wastes of agroindustrial complex. By means of mechanochemical synthesis the microcellular structure of the adsorbent made from an oat husk is improved. Defined by its physical and chemical properties. The data on the adsorption of phenol and built the adsorption isotherm.

Keywords: nanostructured adsorbents, adsorption isotherm, mechanochemical synthesis

Введение. Интенсивное потребление воды в быту и технологических процессах на производствах приводит к значительным объемам загрязненных сточных вод. В настоящее время остро стоит проблема эффективной очистки воды от загрязнений. Полярные гидрофильные материалы (глины, силикагели, алюмогель) для адсорбции веществ из водных растворов практически не пригодны, так как энергия взаимодействия их молекул с молекулами вредных веществ почти равна или превышает энергию адсорбции. Зачастую в качестве поглотителей загрязнений применяются материалы с развитой пористой структурой, а именно активированные угли, имеющие низкую степень набухания, что позволяет использовать их длительное время. Но при этом широкое использование активированных углей ограничено их относительно высокой стои-

мостью. Поэтому целью наших исследований явилось разработка недорогих и эффективных адсорбентов на основе отходов агропромышленного комплекса.

В настоящее время широкое распространение приобрели нанотехнологии, использование которых способствует повышению производительности труда, улучшает качество продукции, а также они могут быть использованы в решении разнообразных экологических проблем. Нанотехнологии возможно применять в процессе приготовления адсорбционных материалов для увеличения их адсорбционной способности[1]. Известно, что эффективность «работы» адсорбента напрямую зависит от его структурных и поверхностных свойств, поэтому перспективным направлением модифицирования адсорбционных материалов является подходы, позволяющие улучшить микропористую структуру адсорбентов за счет получения наноразмерных частиц [2].

Одним из перспективных методов, позволяющих получить адсорбционные наноматериалы, является механохимический синтез. Он базируется на механической активации твердофазной субстанции, протекающей во время помола в специальных мельницах. Для проведения механохимического модифицирования рекомендовано использование мельниц ударного характера воздействия с высокой энергонапряженностью и низкой цикличностью нагрузки. При измельчении адсорбента происходит разрыв Ван-дер-Ваальсовых связей, возникающих вследствие электростатического взаимодействия диполей [3]. Также в результате механической обработки адсорбента происходят измельчение и пластическая деформация вещества. Измельчение материалов сопровождается разрывом химических связей, что предопределяет возможность последующего образования новых связей, т.е. протекание механохимических реакций. Последнее при измельчении материалов имеет импульсный характер: возникновение полей напряжений и их последующая релаксация происходят не в течении всего времени пребывания частиц в реакторе, а только в момент их соударений. Механохимическим способом можно получать порошки с размером частиц от 10 до 200 нм [4].

Целью работы является получение эффективного адсорбента из зерновых отходов агропромышленного комплекса с использованием нанотехнологий.

Процесс изготовления адсорбента осуществляли следующим образом: предварительно высушенную и измельченную овсяную шелуху обработали серной кислотой. Реагенты нагревали при температуре 130°С в течении 80 минут с последующей отмывкой дистиллированной водой до нейтральной реакции среды и сушкой при 100°С. С целью повышения адсорбционной способности применялся механохимический синтез. Измельчение и механическую активацию адсорбента осуществляли на мельнице РМ-120.

Материалы, методы и результаты исследований.В результате механохимического модифицирования получен гранулометрический состав в диапазоне 0,03-0,1 мм, структуру которого исследовали с помощью электронного микроскопа ЭМВ–100Л. Электронно-микроскопическое исследование показало наличие микропор размером 0,5 нм, переходных пор, размером менее 5 нм и макропор, размер которых находится в диапазоне 5-50 нм (рис. 1). Дисперсность наноструктурированного адсорбента составила 10 нм, до механической активации дисперсность находилась в диапазоне 50-300 нм, а размер пор варьировал от 5 - до 500 нм.

Удельную поверхность адсорбента определили по формуле [5]:

$$S_{уд.} = \frac{3}{r\rho},$$

где r – радиус сферических частиц;

ρ – плотность адсорбента.

По снимкам, полученным в результате электронной микроскопии, установлено, что средний радиус сферических частичек – 0,25 нм. Плотность полученного адсорбента 1300 кг/м^2. Рассчитанное значение удельной поверхности наноструктурированного адсорбента составило 923 м^2/г. Истинное значение этого параметра может быть значительно больше, поскольку при расчете учитывались только сферические частицы, а как видно из микроскопных снимков, реально присутствуют частицы других конфигураций. Следует отметить, что удельная поверхность адсорбента, изготовленного без применения нанотехнологий, составляла 461 м^2/г. Полученные данные позволяют сделать вывод, что механохимический синтез поспособствовал увеличению удельной поверхности адсорбента. Эти данные коррелируют с нашими результатами [1], где экспериментальным путем установлено, что поглотительная способность адсорбента после наноструктурирования возростает.

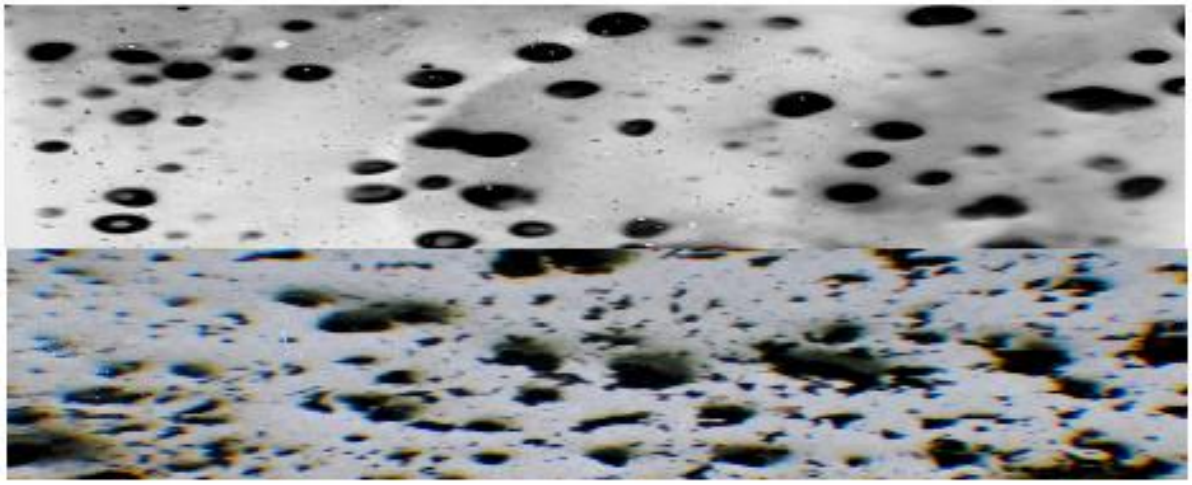


Рисунок 1 – Микроструктура наноструктурированного адсорбента.

Определена насыпная масса полученного адсорбента, которая составила 0,66 г/см^3, до механической активации этот параметр не превышал 0,48 г/см^3 . Известно, что насыпная масса адсорбента влияет на скорость и эффективность очистки сточных вод, поэтому увеличение значения этого параметра позволяет сократить количество адсорбента, необходимое для очистки, что влияет на производственные затраты.

Полученный адсорбент на эффективность испытали при очистке водных растворов, содержащих фенол. Для проведения исследований использовали модельные водные растворы фенола с концентрацией 50 г/м^3. Результаты эксперимента отображает рисунок 2.

Полученная изотерма принадлежит к II типу по классификации БЭТ, что свидетельствует о наличии в полученном адсорбенте наряду с микропорами значительного количества мезо- и макропор и, таким образом, – о полимолекулярном механизме адсорбции.

Данные по адсорбции фенола, которые были получены в результате проведенных экспериментов, свидетельствуют о целесообразности применения наноструктурированного адсорбента из овсяной шелухи при очистки сточных вод от загрязняющих веществ.

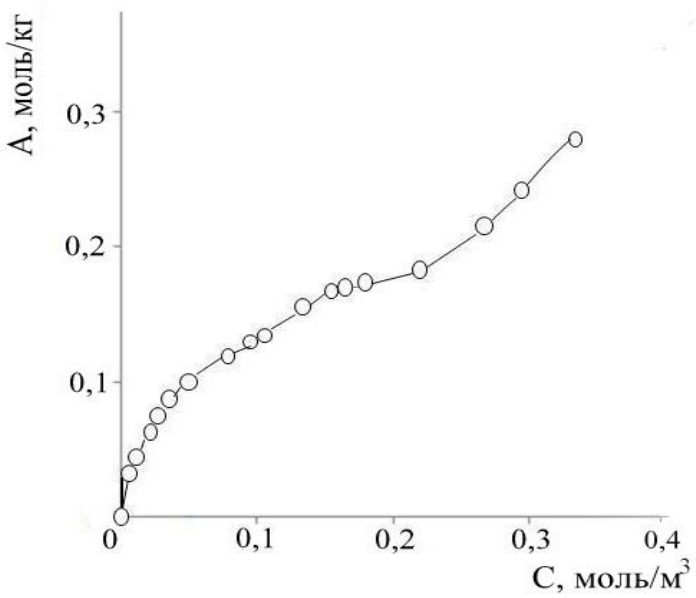


Рисунок 2 – Изотерма адсорбции фенола наностуктурированным адсорбентом; А – адсорбция (моль/кг), С – равновесная концентрация (моль/м^3)

Отработанные наностуктурированные адсорбенты могут быть регенерированы или использованы для сжигания в энергетических установках в качестве топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бездєнєжних Л. А., Нечипоренко-Шабуніна Т. Г., Шмандій В. М., Сокур М. І., Харламова О. В. Вплив гранулометричного складу наноструктурованого адсорбенту на ефективність очистки стічних вод від нафтопродуктів // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Вип. 2. – 2012. – С. 147–149.

2. Гордина Н. Е., Пухов И. Г., Комаров Ю. М. Изучение влияния механохимической активации на структуру и свойства углей // III Региональная конференция молодых ученых «Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем (Крестовские чтения)». – Иваново, 2008. – С. 89–90.

3. Харламова Е. В., Шмандий В. М., Безденежных Л. А. Разработка наноструктурированного сорбента на основе растительного сырья для очистки загрязненных стоков // Материалы IV Международной конференции «Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья». – Белгород, 2012. – С. 267-269.

4. Гусев А. И. Нанокристаллические материалы. – Екатеринбург, 1998. – 245 с.

5. Безденежных Л. А. Технология очистки подсолнечного масла с использованием модифицированного адсорбента на основе подсолнечной лузги: Дис. … канд. техн. наук. – Кременчуг, 2005. – 181 с.

УДК 631.87

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОТХОДЫ И ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ КРАСНОЯРУЖСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.П. Крисанов

аспирант, кафедра географии и геоэкологии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ «БелГУ»), **Россия, г. Белгород**, krisanov.dmitrij@mail.ru

А.Н. Петин

доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ «БелГУ»), **Россия, г. Белгород**

.

Рассматриваются результаты исследований проблемы использования отходов и их безопасного применения, направленных на улучшения качества почвы. Исследование проводилось на примере предприятий, которые имеют многолетний опыт и различные методы решения данной проблемы. В ходе анализа выявлена перспективная методика использования отходов.

Ключевые слова: утилизация, солома, помет, навозные стоки, плодородие, удобрения.

AGRICULTURAL WASTES AND THEIR SUBSEQUENT USING TO IMPROVE THE PHYSICAL-CHEMICAL COMPOSITION OF SOILS ON THE EXAMPLE OF KRASNOYARUZHSKY DISTRICT OF BELGOROD REGION

Krisanov D.P., Petin A.N.

They are considered results of the studies of the problem of the use departure and their safe using, directed on improvements quality ground. The Study was conducted on example enterprise, which have a perennial experience and different methods of the decision given problems. Perspective methods of the use departure is revealled in the course of analysis.

Keywords: salvaging, straw, litter, manure sewers, fertility, udobreniya.

Введение. Важнейшим свойством почв является их плодородие, под которым понимают комплекс свойств, обеспечивающих физические и физиологические условия роста и развития растений, а также формирование урожая. Динамика состояния плодородия земель зависит от степени выполнения сельхозтоваропроизводителями биологических требований: травосеяние, экономически обоснованная структура посевных площадей, рациональное размещение сельскохозяйственных культур на полях, основных и почвозащитных севооборотов.

Для поддержания почвенного плодородия в Краснояружском районе предусмотрен ряд мероприятий по внесению органических удобрений. На сегодняшний день это одна из важных задач, стоящая перед растениеводами. По данным научных учреждений, потери гумуса в пахотном слое Центрально-Черноземной зоны составляют 0,5-0,7 тонн на гектаре в год.

Органические удобрения являются средством воспроизводства гумуса в пахотных землях и регулирования всех ценных агрономических свойств почв. Из одной тонны подстилочного навоза влажностью около 75% в почве образуется 36-60 кг гумуса. В навозе содержатся макро– и микроэлементы, он является источником углекислого газа и микроорганизмов. Внесение известковых материалов улучшает физико-химические свойства почвы и повышает эффективность минеральных удобрений на 30-35%.

На каждом производстве помимо основной продукции образуется также и побочная продукция, т.е. отходы производства. На предприятиях района организован учёт отходов производства и потребления. К отходам производства относятся подстилка с помётом, навозные стоки, являющиеся ценным органическим удобрением, а также биоотходы, являющиеся сырьём для производства мясо–костной муки.

Материалы и методы исследования. Краснояружский район является сельскохозяйственным районом. Площадь района 479,2 км^2. Всего земель сельскохозяйственного назначения 36 тыс. га, в том числе сельхозугодий - 32,3 тыс. га, что составляет 67,3% от общей площади района. Умеренно континентальный климат, плодородные черноземные почвы создают благоприятные условия для развития сельского хозяйства.

К основным исследуемым предприятиям района, которые используют отходы производства с целью улучшения плодородия почв, относятся:

- ОАО «Краснояружский свинокомплекс»;
- ЗАО «Краснояружский бройлер»;
- ЗАО «Краснояружская зерновая компания».

Основными отходами ОАО «Краснояружский свинокомплекс», применяемымидля улучшения плодородия почв, являются навозные стоки.

При выходе на полную производственную мощность ежегодно ОАО «Краснояружский свинокомплекс» даёт более 100 тыс. тонн навозных стоков. Для навозоудаления в корпусах применяется самосплавная система: под станками с решетчатым полом устраиваются навозные бетонные ванны, глубиной 0,4–0,6 метров, куда через решетчатые полы поступают экскременты животных и смывная вода по уборке и дезинфекции станков. Под ваннами смонтирована система канализационных трубопроводов из поливинхлорида диаметром 250 мм. В ваннах находятся навозные тройники с плотно прилегающими к отверстию пробками. Пробки легко поднимаются при помощи железного крюка. При вынимании пробки из тройника начинается навозоудаление. Жидкость в навозе является движущей силой в шлюзовании. Данная система уборки навоза обеспечивает постоянную легко поддерживаемую чистоту и исключает тяжелый физический труд. Отдельные бетонные ванны под полом исключают проникновение инфекции с навозом из одной секции в другую. Благодаря герметичному закрыванию сливных отверстий исключаются самопроизвольное вытекание из ванн жидкой фракции навоза и сквозняки под решетками. Навозная жижа из свинарников по системе трубопроводов отводится в два заглубленных открытых навозозборника (лагуна) вместимостью, рассчитанной на восьмимесячное хранение навоза – для обеззараживания и дальнейшей утилизации. Дно и откосы навозохранилища выстилаются полимерным покрытием, что препятствует контакту свиных стоков с почвой. Навоз удаляется из свинарников каждые 14 дней, так как старый навоз при разложении выделяет сероводород. Навозные чаши не должны быть переполнены, так как может произойти поднятие пробок в опорожненных чашах. Навозоудаление чаши занимает 2-3 минуты и осуществляется при работающей вентиляции. До вывоза навозных стоков на поля проводится контроль на подтверждения их удобрительной ценности и отсутствия гельминтов и патогенной микрофлоры. Для проведения дегельмитизации навозных стоков используется безвредный овицидный препарат «Пуролат-Бингсти», показавший высокую эффективность при использовании.

Исходные свиноводческие стоки имеют высокую удобрительную ценность, они содержат значительное количество микроудобрений, а также большое количество различных микроорганизмов, которые, попадая в почву, улучшают физико-химический состав черноземов. По своим качественным показателям навозные стоки соответствуют ОСТ 10-119-96 «Удобрения органические. Стоки навозные, пометные».

Физико-химический состав стоков Краснояружского свинокомплекса приведен в таблице 1. Калий представлен растворимой безхлорной формой и хорошо используется сельскохозяйственными культурами. При использовании свиностоков в растениеводстве пополняется запас подвижных форм питательных элементов в почве, улучшает кругово-

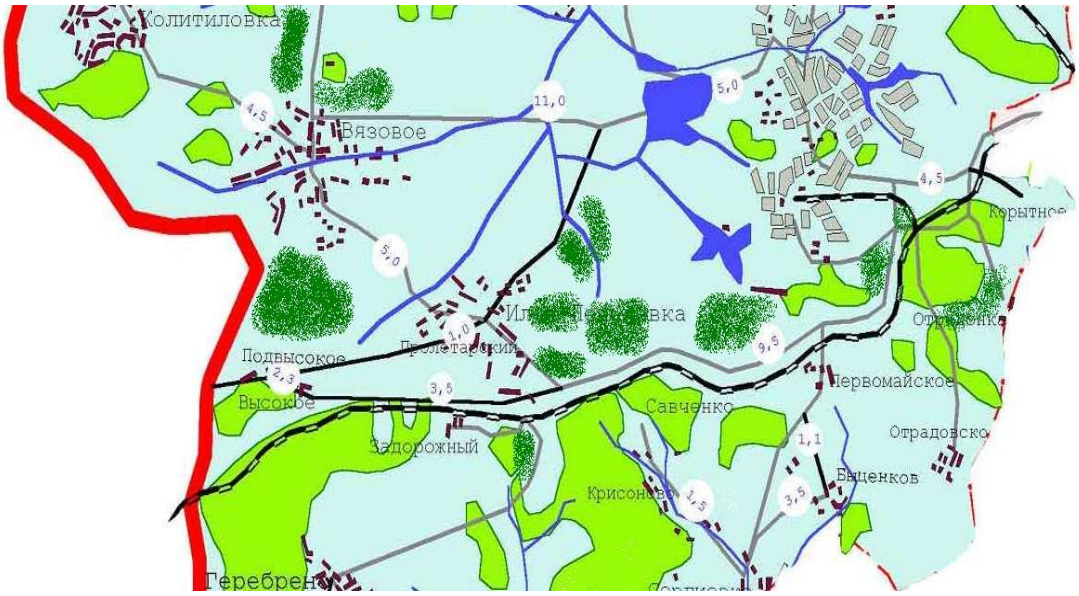
рот макро– и микроэлементов в системе почва – растения, стимулируется деятельность микроорганизмов в почве, увеличивается образование углекислоты и различных органических кислот.

Таблица 1. Физико–химические показатели стоков свиноводческого комплекса «Краснояружский» Краснояружского района Белгородской области

п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Фактические значения на сырое вещество	Средние многолетние данные	+,- к средним многолетним данным
1	Влага	%	98,08	95,3	+ 0,78
2	Зола	%	0,74	1,19	- 0,45
3	Органическое вещество	%	1,18	3,20	- 2,02
4	Рн	ед. Рн	7,9	7,5	+0,4
5	Общий азот	%	0,44	0,50	-0,6
6	Общий фосфор	%	0,02	0,06	-0,04
7	Общий калий	%	0,14	0,32	-0,18
8	Микроэлементы				-
9	Подвижный марганец	мг/кг	15,1	15,7	-
10	Подвижный цинк	мг/кг	13,85	Очень высокая	-
11	Подвижная медь	мг/кг	5,75	Очень высокая ПДК	-
12	Медь	мг/кг	19,61	0,66	-
13	Цинк	мг/кг	54,76	0-110	-
14	Свинец	мг/кг	2-13	0-65	-
15	Кадмий	мг/кг	0-24	0-1	-

Свиностоки положительно влияют на физические свойства почвы, ее поглотительную способность, буферность и другие показатели, характеризующие плодородие почвы, значительно повышаются урожайность и качество продукции. Необходимо отметить то, что при использовании свиностоков мы получаем экологически чистую продукцию, что невозможно при применении минеральных удобрений, которые в своем составе имеют много примесей, способствующих ухудшению качества продукции, накоплению в урожае вредных веществ.

Стоки из свиноводческого комплекса поступают в отстойники–накопители, затем при помощи фекального насоса закачиваются в цистерну РЖТ-8 (10) и доставляются на поля утилизации в соответствии с договором, заключенным с ЗАО «Краснояружская зерновая компания», и вносятся на поля, свободные от посевов по согласованию с главным агрономом компании. Один из способов внесения в почву стоков – это применение РЖТ-10 с трактором Т-150, производится в теплое время года весной и осенью. Начало и продолжительность работ по гидротранспортированию и внесению свиностоков в почву определяются агрономом в соответствии с состоянием почвы, агротехническими требованиями, сроками и степенью заполнения навозохранилищ. Нормы внесения зависят от сельскохозяйственной культуры и рассчитаны в зависимости от планируемого урожая. Рекомендуемые нормы внесения свиностоков: под сахарную свеклу - 200 т/га; под кукурузу – 150; под остальные культуры – 60 т/га. Стоки в течение суток при помощи культиваторов заделываются в почву, чтобы предотвратить распространение запаха и значительную потерю питательных веществ, особенно азота. Поля утилизации расположены на расстоянии от 3 до 24 км. Рельеф местности спокойный, от 0,1 до 2. Расстояние от жилья до участков утилизации 2-24 км, от водных объектов - более 5 км (рис. 1. Карта).



- место утилизации отходов

Рис. 1. Карта – схема расположения полей утилизации

В 2007 году на Российском рынке агротехники компания AGCO представила машину для внесения органических удобрений Terra Gator 9205 (рис. 2). В России Белгородская область стала первой, где стала применяться данная техника.

Рис. 2. Terra Gator 9205

Машина представляет собой самоходное пятиколесное шасси, оборудованное емкостью 20 куб. м, высокопроизводительным насосом и системой инжекции навоза в подпочву. Техника предназначена для внесения как твердых органических удобрений, так и жидких. Terra Gator 9205 отличается по ряду параметров от традиционной системы утилизации навоза: во–первых, высокая рабочая и транспортная скорость позволяет пе-

рекрыть вдвое, а в некоторых случаях втрое производительность традиционных систем; во-вторых, за счет специально разработанных арочных шин новая техника оказывает меньше давления на почву (1,2-1,5 кг/ $см^2$), чем трактор с прицепом (3,0 кг/$см^2$). Машина способна работать на влажных почвах и меньше зависит от климатических условий и рельефа почвы. Внесение навоза полностью компьютеризировано, не зависит от перепадов скорости и позволяет вносить строго рассчитанную дозу удобрений.

Terra Gator 9205 снабжается системами для инжекции навоза в корневую зону многолетних трав (всходов зерновых). Гидросистема машины оборудована сепаратором посторонних включений и измельчителем крупных фракций. В 2008 году ОАО «Краснояружский свинокомплекс» приобрел машины для внесения органических удобрений Terra Gator 9205. В ходе эксплуатации и применения техники Terra Gator 9205 за период 2008-2012 годы был выявлен значительный рост производительности по сравнению с предыдущим методом внесения стоков в почву. Опыт работы в Белгородской области показал, что в среднем при двухсменной работе выработка на одну машину составляет около 1000 $м^3$ за один день.

В 2012 году по ОАО «Краснояружский свинокомплекс», образовано 189625 тонн навозных стоков при лимите образования 200365 тонн. Затраты на внесение навозных стоков в качестве органического удобрения составили 1956 тыс. рублей или 18 руб. за 1 $м^3$. Из них 68265 тонн (36%) внесено в почву с помощью техники Terra Gator 9205, а остальные поверхностно. Несмотря на видимое экономическое предпочтение (поверхностное внесение в 3 раза дешевле) агротехническая эффективность значительно хуже, а негативное воздействие на экосистемы значительно выше.

Основные отходы ЗАО «Краснояружский бройлер», применяемые для улучшения плодородия почв, – пометоподстилочные смеси и помёт.

При напольной технологии содержания птицы в качестве подстилки в птицеводческих корпусах используются древесные опилки. После окончания цикла откорма опилки удаляются из птицеводческих корпусов вместе с накопившимся помётом. Перед вывозом помётоподстилочную смесь обрабатывают 3-5% раствором каустической соды с целью обеззараживания. Погрузка смеси осуществляется внутри корпуса в автотракторные прицепные телеги. Выгрузка и складирование пометоподстилочной смеси осуществляется на помётохранилище. Помётохранилище вместимостью 22 тыс. $м^3$ представляет собой площадку с бетонным основанием 60 * 148 м и обваловкой из водонепроницаемой глины по периметру. Выбросы от помётохранилища происходят в течение всего года по мере поступления свежей помётоподстилочной смеси. Накопление помета осуществляется постепенно. После вывоза отработанную помётоподстилочную смесь буртуют при помощи спецтехники на высоту не более 2,5 м для уменьшения площади использования. Срок хранения смеси на помётохранилище, согласно научно–практическим рекомендациям, составляет не менее 6 месяцев. За этот период времени проходящие внутри бурта микробиологические анаэробные процессы превращают её в ценнейшее органическое удобрение. После истечения минимального срока хранения отработанная помётоподстилочная смесь вывозятся на поля ЗАО «Краснояружской зерновой компании» согласно договору.

ЗАО «Краснояружская зерновая компания» активно занимается внесением органических удобрений и известковых материалов. В 2012 году было внесено:

- навоза 116 843 тонн на площадь 902 га;
- птичьего помета 19 008 тонн на площадь 965 га;
- жидких стоков 117 508 тонн на площадь 1507 га.

Итого внесению органических удобрений была подвергнута площадь порядка 3 374 га. ЗАО «Краснояружская зерновая компания» использует также отходы своего производства.

Значительным резервом повышения количества органического вещества в почве является кормовая солома. При урожае зерновых 50ц/га на поле остается 60

центнеров соломы, что равносильно 30 т навоза. Химический состав соломы довольно широко изменяется в зависимости от почвенных и погодных условий. В среднем 1 т соломы содержит 5 кг азота, 2,5 кг фосфорного ангидрида, 8 кг окиси калия, 360-400 кг углерода в форме различных органических соединений. При внесении соломы наблюдается увеличение в почве количества водопрочных агрегатов размером 0,25 мм, водопроницаемости и запасов продуктивной влаги. Внесение соломы улучшает физико-химические свойства почвы, уменьшает потери азота, что в целом оптимизирует условия питания растений. В среднем в хозяйстве выход соломы составил около 50 тыс. тонн. Часть ее, примерно около 4 тыс. тонн, используется в животноводстве крестьянско-фермерскими хозяйствами. А остальная часть, порядка 46 тыс. тонн, вносится путем рассеивания по полю комбайнами, оборудованными измельчителями соломы, а заделка ее осуществляется путем дискования или лущения на небольшую глубину 8-10 см. При этом более интенсивно размножаются свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы и разложение соломы в почве идет более энергично и без накопления токсических веществ.

Результаты исследования. В результате проведенного анализа можно сделать следующее заключение.Концепция современного земледелия предполагает экологический подход к сельскохозяйственному производству, а также интенсификацию биологических процессов в решении вопросов воспроизводства почвенного потенциала. Учитывая экономические и практические соображения, существует необходимость применения органических удобрений (сельскохозяйственных отходов), т.к. критически стоит проблема их утилизации, а также рационального использования. По данным наблюдений и анализа полученной информации нужно использовать современные методы и технику для использования отходов в целях повышения плодородия почв. В итоге при использовании закрытого способа в несения удобрений с помощью техники Terra Gator 9205 агротехническая эффективность значительно выше, а негативное воздействие на экосистемы гораздо ниже.

Работа по утилизации отходов, внесению удобрений повышению плодородия почв способствует сохранению окружающей среды для будущих поколений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2008 году: справочное пособие / П.М. Авраменко и др.; под ред. С.В. Лукина.– Белгород: КОНСТАНТА, 2009. – 248 с.

2. Экология Белгородской области: Учебное пособие / А.Н. Петин, Л.Л. Новых, В.И. Петина, Е.Г. Глазунов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 288 с.: ил.

3. Доклад о состоянии и использовании земель Белгородской области за 2011 год / под ред. зам. руководителя Управления Федеральной службы Государственной регистрации, кадастра и картографии по Белгородской области Якушева Н.Ф. – Белгород: Управление Федеральной службы Государственной регистрации, кадастра и картографии по Белгородской области, 2012. – 131 с.

4. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Краноярружского района: справочное пособие / Н.Я. Болховитин и др. – п. Красная Яруга., 2009. – 149 с.

5. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров Белгородской области: структура, районирование и рациональное использование / Б.П. Ахтырцев, В.Д. Соловиченко. – Воронеж: изд-во Воронеж. ун-та, 1994. – 267 с.

6. Проблемы деградации сельскохозяйственных земель России, их охрана и восстановление продуктивности. – М.: ВНИИА, 2005. – 60 с.

УДК 63:502.171; 63:658.567

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРЕМНЕУГЛЕРОДНОГО ПРОДУКТА ПЕРЕРАБОТКИ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТОВ, МАШИНОСТРОЕНИИ И МЕТАЛЛУРГИИ

Ю.И. Сухарников

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории кремнеуглеродных композитов, РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (РГП «НЦ КПМС РК»), **Казахстан, г. Алматы**, scc04@mail.ru

С.В. Ефремова

доктор технических наук, профессор, главный ученый секретарь РГП «НЦ КПМС РК», **Казахстан, г. Алматы**, s_yefremova@cmrp.kz, secretar_rgp@mail.ru

Л.В. Бунчук

кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории кремнеуглеродных композитов, РГП «НЦ КПМС РК», **Казахстан, г. Алматы,** scc04@mail.ru

А.Ж. Терликбаева

доктор технических наук, академик МАМР, Первый заместитель Генерального директора РГП «НЦ КПМС РК», **Казахстан, г. Алматы,** nc@cmrp.kz

С.А. Джусупов

кандидат технических наук, начальник ОЭК РГП «НЦ КПМС РК», **Казахстан, г. Алматы,** nc@cmrp.kz

А.М. Савченко

научный сотрудник лаборатории кремнеуглеродных композитов, РГП «НЦ КПМС РК», **Казахстан, г. Алматы**, scc04@mail.ru

Куаныш Канат-улы Анарбеков

инженер лаборатории кремнеуглеродных композитов РГП «НЦ КПМС РК», Казахстан, г. Алматы**,** scc04@mail.ru

И.И. Минюхина

студентка Казахского национального университета им. Аль-Фараби, химический факультет, **Казахстан, г. Алматы**, irinahoney@mail.ru

Показано, что кремнеуглеродный продукт термической переработки рисовой шелухи является эффективным наполнителем резин и углеродных композиционных деталей, может быть использован в качестве сырья при производстве нитевидных кристаллов карбида кремния и кремния высокой чистоты.

Ключевые слова: рисовая шелуха, кремнеуглерод, наполнитель, резина, вулканизат, композит, карбид кремния, кремний.

USING OF SILICON-CARBON PRODUCT APPEARED FROM PROCESSING OF RICE HULLS IN THE COMPOSITE PRODUCTION, MACHINE INDUSTRY AND METALLURGY

Suharnikov Y.I., Ephraim S., Bunchuk L.V., Terlikbaeva A.G., Dzhusupov S.A., Savchenko A.M., Kuanysh Kanat-uly Anarbekov, Minyuhina I.I.

It is shown that the silicon-carbon product appeared from thermal processing of rice hulls is an effective filling compound of rubbers and carbon composite parts, can be used as raw material in the production of silicon carbide whiskers and high purity silicon.

Key words: rice hulls, silicon-carbon, filling compound, rubber, vulcanizate, composite, silicon carbide, silicon.

Введение. Рисовая шелуха представляет собой многотоннажный отход рисопереработки. На ее долю приходится в среднем порядка 20% от массы нешелушенного риса.

Ежегодно в мире образуется порядка 200 млн тонн рисовой шелухи, которая из-за наличия диоксида кремния не подвергается гниению. Требуются огромные площади земельных угодий для ее захоронения. В связи с этим утилизация рисовой шелухи стала жизненно важной задачей для всех стран мира, которые занимаются возделыванием и переработкой риса и число которых превышает 100 (основные производители: Китай (33% мирового урожая) и Индия (22% мирового урожая); крупные производители: США, Пакистан, Южная Корея, Египет, Камбоджа, страны Африки и Южной Америки; в странах бывшего СССР основными производителями являются Россия, Узбекистан, Казахстан [1].

Предложенные способы использования рисовой шелухи, освещенные в отдельных работах и обстоятельных обзорах [2, 3], достаточно разнообразны, хотя по ряду причин экономического, социального и экологического характера нет промышленных производств на основе предложенных технологий. В числе основных причин, тормозящих внедрение разработанных технологий в промышленность, можно назвать то, что в основном все они предусматривают схему получения только одного продукта (или неорганического, или органического). А это не всегда оправдывается экономически, встречает ряд возражений с экологической точки зрения и т.д.

Нами разработана технология термической переработки рисовой шелухи на специально созданной для этого опытной установке. Она позволяет перерабатывать 300 кг/сутки рисовой шелухи и получать в одном технологическом цикле несколько товарных продуктов [3]. Данная технология характеризуется высокой экономической эффективностью (срок окупаемости до двух лет после выхода производства на проектную мощность) благодаря комплексности переработки, что также делает ее выигрышной с экологической точки зрения.

Настоящая работа посвящена результатам апробации твердого продукта кремнеуглерода в производстве композиционных материалов, машиностроении и металлургии [4].

Материалы и методы исследования. Объектом исследования явился кремнеуглеродный продукт переработки рисовой шелухи Кызылординской области. Методы исследования подробно описаны в [4].

Результаты и их обсуждение. Изучение кремнеуглерода с применением стандартных методов, используемых для исследования макро- и микроструктуры, показало, что по фазовому составу и параметрам графитоподобной компоненты он аналогичен промышленным сажам, но характеризуется бóльшим содержанием углеводородных фаз и меньшей степенью упорядоченности собственно углеродной структуры [5].

Функции наполнителя в резиновых смесях наряду со структурой обусловливаются его физико-химическими характеристиками. Последние для кремнеуглерода из рисовой шелухи (КУРШ), полученного при термической обработке в печи сопротивления в атмосфере отходящих парогазов при температуре 650°С в течение 30 мин без измельчения, изучали в сравнении со свойствами классических наполнителей. По йодному числу (40-50 г/кг), выступающему в качестве показателя общей удельной поверхности, КУРШ соответствует техническому углероду со средней степенью дисперсности, например, среднеактивному П 514 (43 г/кг). По величине абсорбции дибутилфталата (100-110 см^3/100 г), характеризующей структурность, изучаемый материал преобладает над сажами, такими как П 245 (103±5 см^3/100 г), П 514 (101±4 см^3/100 г) со средней величиной этого показателя, а подобно П 705 (110±5 см^3/100 г) отвечает маркам с высоким уровнем структурности. Показатель pH показывает, что КУРШ, подобно боль-

шинству печных саж (П 245 – 6,5-8,5; П 514 – 6-8; П 705 – 7,5-9,5; П 803 – 7,0-9,0), проявляет слабощелочной характер, и при изготовлении резиновых изделий его можно использовать с ускорителями вулканизации щелочного характера.

Новый наполнитель испытывали в качестве заменителя разных марок техуглерода и белой сажи БС-120 при получении шинных резин и резинотехнических изделий. Испытания проводили в ТОО «Резина» (г. Иссык). В процессе замеса резиновых смесей по общепринятой технологии было установлено, что КУРШ легко диспергируется в матрице каучука. Его применение при получении шинных резин в случае как частичной (50%), так и полной (100%) замены среднеактивного технического углерода П 514 и белой сажи БС-120 способствует повышению адгезионных и прочностных свойств, твердости и прочности связи с металлическим корпусом. В то же время обращает внимание, что замена (62,5%) малоактивного техуглерода П 803 кремнеуглеродом из рисовой шелухи при производстве резинотехнических изделий приводит к чрезмерному упрочнению резины. Очевидно, КУРШ по действию, оказываемому на каучуки, аналогичен достаточно активным маркам промышленного технического углерода [6-9].

Повышенное усиление эластомеров кремнеуглеродным нанокомпозитом обеспечивается тем, что углерод в нем играет роль своеобразного модификатора поверхности диоксида кремния, т.к. создает монослой, совместимый с неполярным каучуком, который не может быть образован в случае механического, даже очень тщательного смешения углеродных и кремнеземных ингредиентов, имеющего место в производстве резин [10].

Анализ полученных данных по апробации кремнеуглеродного наполнителя из рисовой шелухи в производстве резин позволяет заключить, что его использование в комплексе с техническим углеродом и белой сажей дает возможность получать резинотехнические изделия с заданными свойствами и может быть реализовано при изготовлении резин различного назначения. При этом даже частичная замена классических усиливающих наполнителей будет обеспечивать снижение себестоимости изделий резиновой промышленности за счет относительно невысокой стоимости кремнеуглерода, получаемого из дешевого сырья.

Проведено исследование по использованию кремнеуглерода рисовой шелухи в качестве углеродной добавки к сложным композитным смесям, из которых изготавливают разнообразные изделия. Типичные смеси для изготовления большинства углеграфитовых изделий состоят из измельченного угля и связующего. Все другие можно рассматривать как варианты смеси этого простейшего состава.

Исходные материалы (кремнеуглерод и графит) подвергали истиранию на роторно-вихревой мельнице до разной степени крупности, мм: –0,25; –0,16; –0,07; –0,04, и далее производственные операции осуществляли в следующей последовательности: приготовление смеси, формование, обжиг.

Из полученного композиционного материала изготавливали различные изделия. Опытные испытания, например, торцевых уплотнителей с парой трения из материала типа нигран β по ГАК 55/40 и стали 95Х18Ш показали улучшение некоторых свойств изделий, в частности, почти на порядок более низкую газопроницаемость и более высокую прочность по сравнению с изделиями, изготовленными из традиционного сырья. На основании этого можно предположить, что кремнеуглеродный нанокомпозит из рисовой шелухи оказывает армирующее действие, образуя прочную сетку (арматуру) внутри материала, благодаря чему затрудняется деформация, усадка, регулируется плотность, пористость, прочность композиционного материала [11].

Таким образом, была установлена эффективность применения кремнеуглерода в качестве наполнителя в углеродных композиционных деталях.

Содержание диоксида кремния и углерода – двух исходных компонентов для производства важнейшего из карбидов, применяемых в технике – в составе твердого продукта термической переработки рисовой шелухи предопределило проведение испытаний в этом направлении.

Для получения карбида кремния кремнеуглерод рисовой шелухи подвергали термической обработке при 1600-1650°С в инертной атмосфере. Синтезированный продукт представлял смесь волокнистого материала и дисперсного порошка модификации β-SiC, имеющей, по данным рентгенофазового анализа, кубическую решетку с параметром а = 4,35±0,002 Å [12-15].

Результаты исследования методом электронной микроскопии показали, что высокодисперсный карбид кремния представлен изометрическими кристаллами ϕ 0,001-0,5 мкм, связанными в довольно прочные конгломераты с углеродными зернами, которые практически не разрушаются при механическом и ультразвуковом диспергировании. Синтезированные нитевидные кристаллы карбида кремния со средним диаметром 0,1-1 мкм и длиной 10-200 мкм аналогичны получаемым газофазным осаждением из кремнеорганического сырья [11, 16-19].

Установлено, что, используя различные варианты гидротермальной подготовки исходного кремнеуглерода, можно регулировать размеры нитевидных кристаллов и их выход от 10 до 50%. Применение известных способов разделения нитевидных кристаллов и дисперсной массы позволяет повысить содержание нитевидных кристаллов в готовом продукте до 80%. Полученные нитевидные кристаллы по своим основным функциональным свойствам соответствуют предъявляемым к ним требованиям и могут использоваться для получения металлических и керамических композиционных материалов.

С ростом потребности в кремнии «солнечного» качества (чистотой 99,99) для производства солнечных фотоэлектрических преобразователей в последнее время ведутся поиски дешевых источников сырья, а также технологий, обеспечивающих снижение себестоимости кремния электронных марок, так как рынок сбыта фотоэлектрических модулей в значительной мере лимитируется их высокой стоимостью. Привлекательность использования кремнеуглерода из рисовой шелухи для получения высокочистого кремния заключается в том, что уровень содержания минеральных примесей, в том числе электрически активных (B, P, Cu, Fe, Ti и др.), в нем значительно ниже, чем в природных кварцитах, используемых для получения металлургического кремния.

В процессе выплавки поликристаллического кремния апробировали различные варианты шихты, подготовленной на основе кремнеуглерода и других продуктов переработки рисовой шелухи (карбида кремния и карбонизованного лигнина рисовой шелухи), и различные способы отмывки металлического продукта от примесей [20-21]. Полученный металл анализировали методом SIMS на установке МС-7201 М. Установлено, что содержание Ca, Fe, A1, K, V, Mn в самом чистом из образцов близко к их содержанию в стандартном поликристаллическом кремнии и кремнии марки КДБ-1, а содержание бора и углерода даже несколько ниже. Выплавленный металл отвечает требованиям к кремнию марки «Солнечный» для фотоэлектрических преобразователей.

Известно, что в плане утилизации рисовой шелухи важным и масштабным направлением является выпуск углеродных сорбентов. Нами показано, что в качестве

сорбента кремнеуглерод рисовой шелухи высокоактивен в процессе очистки сточных вод от нефтяных и масляных загрязнений: статическая обменная емкость (СОЕ) = 50 мг/г при извлечении 98% из раствора, содержащего нефтепродукты и масла в количестве 200 мг/дм^3; динамическая обменная емкость (ДОЕ) = 80 мг/г при извлечении 99,5%. Активированный острым водяным паром кремнеуглерод в процессе извлечения благородных металлов из продуктивных растворов по сорбционным характеристикам по золоту (СОЕ = 2,4 мг/г при извлечении 91,4% из раствора, содержащего 8,1 мг/дм^3 ионов Au^+) не уступает известным промышленным сорбентам – кокосовым углям. При извлечении рения из продуктивных сернокислых растворов ($c_{Re\ (VII)}$ = 1600 мг/дм^3, pH=2) один цикл сорбции-десорбции обеспечивает концентрирование рения в 3 раза, что делает возможным его использование в сорбционной технологии извлечения рения с целью получения товарного продукта – перрената аммония.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенова Л.А. Рис . – Режим доступа: // http://geo.1september.ru/ 2002/19/4.htm.
2. Сергиенко В.И., Земнухова Л.А., Егоров А.Г. и др. Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2004. – Т. 48. - № 3. – С. 116-124.
3. Ефремова С.В. Рисовая шелуха как возобновляемое сырье и пути ее переработки // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2011. - Т. LV. - № 1. - С. 57-62.
4. Ефремова С.В. Физико-химические основы и технология термической переработки рисовой шелухи. - Алматы, 2011. – 150 с.
5. Ефремова С.В., Королев Ю.М., Сухарников Ю.И. Рентгенографическая характеристика кремнеуглеродных нанокомпозитов из рисовой шелухи и ее производных // Доклады Академии наук. – 2008. – Т. 419, № 1. – С. 77-80.
6. Патент 19703 Республики Казахстан. Наполнитель эластомерных композиций / Сухарников Ю.И., Ефремова С.В., Бунчук Л.В., К.Дж. Андерсон, Джусупов С.А.; опубл. 15.12.10, Бюл. № 12.– С. 187.
7. Ефремова С.В., Джусупов С.А., Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В. Комплексная переработка рисовой шелухи и перспективы использования получаемых материалов // Известия НАН РК. – 2007. – № 2. – С. 14-17.
8. Ефремова С.В., Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В. Переработка рисовой шелухи и ее производных с получением материалов различного практического назначения // Проблемы биодеструкции техногенных загрязнителей окружающей среды: матер. Межд. конф. – Саратов, 2005. – С. 72-73.
9. Джусупов С.А., Ефремова С.В., Сухарников Ю.И Изучение влияния кремнеуглерода на свойства технических резин // Вестник НИИстройпроекта. – 2007. – № 1-2 (12). – С. 119-124.
10. Ефремова С.В. Научные основы и технология получения новых углерод- и кремнийсодержащих материалов из техногенного сырья: автореф. … докт. тех. наук: 05.17.01. – Шымкент, 2009. – 36 с.
11. Ефремова С.В., Сухарников Ю.И., Жарменов А.А., Бунчук Л.В. Переработка рисовой шелухи с получением новых материалов полифункционального назначения // Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние, проблемы, решения. – Алматы, 2008. – Т. 10. – С. 243-277.

12. А.с. СССР 1603693. Способ получения нитевидных кристаллов карбида кремния / Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В., Арещенко Н.Г., Сенюта С.Ю., Рудян Э.М., Яковлев В.В. и Роянов А.А.

13. А.с. СССР 1732626. Способ получения порошка β-карбида кремния из рисовой шелухи / Бунчук Л.В., Арещенко Н.Г., Сухарников Ю.И., Прилуцкий Э.В., Домасевич Л.Т.

14. Сухарников Ю.И., Челохсаева Г., Сенюта С.Ю., Сидоров В.А. О получении карбида кремния из отходов производства риса // КИМС. – 1988. – № 12. –С. 55.

15. Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В., Арещенко Н.Г., Челохсаева Г. Получение карбида кремния β-модификации из рисовой шелухи // Материалы республиканской конференции по порошковой металлургии, г. Донецк. – Донецк, 1988. – С. 115.

16. Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В., Арещенко Н.Г., Прилуцкий Э.В., Домасевич Л.Т. Исследование процессов получения карбида кремния из рисовой шелухи // Материалы республиканского семинара «Методы получения, свойства и области применения тугоплавких карбидов и сплавов на их основе». – Чернигов, 1990. – С. 96.

17. Сухарников Ю.И. и др. Получение нитевидных кристаллов и дисперсных порошков карбида кремния из рисовой шелухи и некоторые свойства / Сухарников Ю.И., Арещенко Н.Г., Бунчук Л.В. // 7–й Межд. симпозиум о композ. металлических матер. – Стара Лесна, 1990. – Ч. II. – С. 336-339.

18. Разработка способов получения нитевидных кристаллов карбида кремния из рисовой шелухи / Сухарников Ю.И., Арещенко Н.Г., Бунчук Л.В. и др. // Московская Межд. конференция по композитам: Тез. докл. – М., 1990. – Ч. II. – С. 115.

19. Бунчук Л.В. и др. Получение тонкодисперсных порошков карбида кремния из отходов гидролизной переработки рисовой шелухи / Бунчук Л.В., Арещенко Н.Г., Сухарников Ю.И. // Московская Межд. конференция по композитам: Тез. докл. – М., 1990. – Ч. II. – С. 138.

20. Ефремова С.В., Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В. Перспективы получения композиционных материалов и поликристаллического кремния с использованием продуктов термической переработки рисовой шелухи // Матер. Межд. научно-практ. конф. «Рациональное использование недр – важный фактор устойчивого развития региона» в рамках Второй Межд. выставки технолог., оборуд. для горнодобыв. и металлург. комплекса и рац. использов. недр Min Tek, 2006. – Караганда, 2006. – С. 69.

21. Курбангалиева Г.В., Корабаев А.С., Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В., Ефремова С.В., Савченко А.М. Подготовка рисовой шелухи для получения высокочистых диоксида кремния и углерода // Материалы Международной научно-практической конф., посвящ. 75-летию Лауреата государственной премии Республики Казахстан, члена-корр. НАН РК Ж.Н. Абишева: Абишевские чтения-2011 «Гетерогенные процессы в обогащении и металлургии». – Караганда, 2011. – С. 313-314.

УДК 58.01/.07; 633.15

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО КОМПОСТА НА ФОРМИРОВАНИЕ БАЗАЛЬНОЙ ЗОНЫ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

В.В. Гукалов

соискатель кафедры общей биологии и экологии, Кубанский государственный аграрный университет, главный агроном ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края, **Россия, Краснодарский край, х. Коржи**

Растения кукурузы, выращенные при использовании минеральных удобрений и сложном компосте, заметно отличаются формированием базальной зоны. Внесение в пахотный слой сложного компоста положительно способствуют увеличению биомассы надземных органов, включая продуктивность стеблей и листьев, а также формированию мощной и разветвленной корневой системы, мощной базальной зоны особей, увеличению числа дополнительных придаточных и воздушных корней.

Ключевые слова: сложный компост, технология выращивания кукурузы, степная зона Краснодарского края, базальная зона кукурузы.

INFLUENCE OF COMPLEX COMPOST ON FORMATION BASAL AREA OF CORN PLANTS IN THE STEPPE ZONE OF KRASNODARSKY REGION

Gukalov V.V.

Corn plants grown on mineral fertilizers and compost, differ markedly in formation of basal area. Adding the compost on topsoil positively influence to the increase in aboveground biomass of organs, including the productivity of stems and leaves, as well as the formation of a strong and extensive root system, strong basal area of individuals, increase the number of additional and aerial roots.

Keywords: complex compost, technology of growing corn, steppe zone of the Krasnodarsky region, the basal area of maize.

Основная территория степной зоны Краснодарского края занята посевами сельхозкультур, возделывание которых определяет применение мощной техники, внесение больших норм минеральных удобрений, химических средств защиты и т.д. В связи с этим почвенный покров претерпел деградационные изменения, поэтому крайне важен поиск альтернативных систем земледелия, включающих научные основы и практические мероприятия по приостановке деградации агроландшафтных систем и их основных составляющих (Муравьев и др., 2006; Белюченко и др., 2010; Смагин, 2011).

В то же время развитие промышленности, коммунального и сельского хозяйства сопровождается образованием в больших объемах различных отходов и усилением в связи с этим антропогенного воздействия на окружающую среду (Белюченко и др., 2010). На сегодняшний день из используемых методов утилизации многих отходов актуальным и перспективным является применение их в качестве сырья для получения компостных удобрений. Это позволяет одновременно решить проблемы охраны окружающей среды, повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур, в частности кукурузы.

Кукуруза является одной из основных культур, выращиваемых на территории ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края. Эта культура весьма требовательна к пищевому режиму почвы в течение всего вегетационного периода. Основным фактором, определяющим образование базальной зоны растений, является свет, регулирующее действие которого на рост соответствующего междоузлия

передается листом. Базальная зона растений кукурузы представляет собой опрокинутый конус, поддерживаемый растущими боковыми корнями. Образование укороченных междоузлий у кукурузы в бореальной зоне объясняется отсутствием камбия, что обусловливает неспособность стеблей к вторичному утолщению. Необходимость в дополнительных корнях, которые могут сформироваться из новых узлов стебля при мощном разрастании надземной массы, связывается с заложением укороченных междоузлий, поскольку, чем их больше, тем больше возможностей для образования новых корней. Отсутствие роста в длину и укороченность междоузлий в нижней части побегов кукурузы объясняется ранним обособлением здесь ксилемы с крупными сосудами и склеренхимы (Полевой, 1989).

Основное тормозящее влияние на рост междоузлий и формирование базальной зоны растений кукурузы оказывает свет через зеленые листья. Большая роль в торможении роста междоузлий в базальной зоне кукурузы отводится также понижению температуры, это вызывает быструю дифференциацию тканей и формирование крупных пористых сосудов (Сергеева, 2011; Скрипка, 2012). В базальной части побегов кукурузы междоузлия практически не растут, а образуются и формируются придаточные корни.

На территории ОАО «Заветы Ильича» степной зоны Краснодарского края с учетом особенностей питания кукурузы разработаны основные приемы возделывания данной культуры. Предшественником для кукурузы является озимая пшеница. В качестве основной обработки почвы используется осенняя (после уборки озимых) пахота с оборотом пласта на глубину 25 см. Минеральные удобрения используют в подкормку. Так как кукуруза особенно требовательна и отзывчива к азотному питанию, в мае вносят аммиачную селитру и карбамид при высокой норме. Важным элементом новой технологии, основанной на альтернативной системе земледелия, является внесение в почву под основную обработку (вспашку) качественного органоминерального компоста за севооборот один раз в пять лет под определенную культуру (обычно под кукурузу) (Белюченко и др., 2010а).

Методика проведения исследований. Полевые испытания проводились на базе ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края на опытных полях севооборота с посевами кукурузы на зерно: на фоне общепринятой технологии выращивания кукурузы проводилось одноразовое внесение сложного компоста, представляющего собой смесь из навоза КРС и дефеката, отходов растительного происхождение (опилки, солома, смет силоса, комбикорма, сенажа, подсолнечника) и фосфогипса в соотношении 7:2:1, в количестве 50 т/га осенью 2008 г. на площади 5 га под весенний посев и урожай 2009 г., в качестве контроля выбран участок такой же площадью, где применялась общепринятая технология выращивания кукурузы без внесения сложного компоста.

Наблюдение за развитием базальной зоны растений кукурузы на контрольном участке и в варианте с внесением сложного компоста проводились с начала прорастания семян путем постоянного отбора проб с определением биометрических показателей. Все материалы (свежие образцы и гербарий) анализировались морфологически: изучалось строение побегов, производились зарисовки, включая схемы возможного их ветвления. Для анатомических срезов брали средние междоузлия базальной зоны в контрольном варианте и с внесением сложного компоста. Всего было исследовано свыше 30 растений.

Подготовку материала осуществляли с помощью стандартных методик, используемых в анатомии растений (Паламарчук, Веселова, 1969). Для изготовления препаратов отрезки зрелых стеблей фиксировали смесью этилового спирта, глицерина и воды в соотношении 1:1:1. Срезы делали со стеблей вариантов вручную безопасной бритвой перпендикулярно продольной оси стебля и помещали в глицерин. Анализ и рисунки вы-

полняли с помощью биологического микроскопа «Биолам С-11» при увеличении 7х8 и 7х40.

Результаты исследований и их обсуждение. Глубина залегания базальной зоны кукурузы имеет практическое значение, поскольку влияет на число фитомеров у растения и количество корней. Семена при посеве весной прорастают достаточно быстро: на поверхности появляется колеоптиль, в пазухе которого обособляется узел и короткие междоузлия, составляющие вместе с освободившимися из «плена» короткими пластинкой и влагалищем первого фитомера базальную зону образующегося растения. Большое влияние на прорастание семян оказывает глубина посева: изменяются сроки всходов, длина колеоптиля и зародышевого междоузлия. На размеры колеоптиля и глубину залегания базальной зоны растения оказывают влияние световой режим и температура. Глубокий посев (до 7 см) по сравнению с оптимальным вариантом (4-5 см) обусловливает углублённое размещение базальной зоны, а также удлинение колеоптиля и мезокотиля. Скорость прироста мезокотиля в контрольном варианте значительно выше, чем колеоптиля. Чем меньше времени проходит от начала роста колеоптиля до его появления на дневной поверхности, тем короче колеоптиль и его междоузлие. Первый лист проростка широкий и почти горизонтально отклонен от оси побега. Одной из причин, обусловливающей направление роста первого листа, является необходимость в приеме максимального количества световой энергии, от качества и мощности которой зависит активность физиолого-биохимических процессов в формирующемся растении, размещении первого и последующих узлов базальной зоны побега.

Второй причиной является потребность проростков синтезировать в большом количестве органические вещества, чтобы повысить свою конкурентоспособность в окружении побегов других особей. Экологические факторы (температура, плодородие) оказывают существенное влияние на продолжительность межфазных периодов при формировании базальной зоны особи, начиная с самых ранних этапов её вегетации. Азотные удобрения аммонийного типа ускоряют развитие особей. Отставание и даже прекращение в развитии всходов наблюдается в фазе третьего листа, из чего можно заключить, что при формировании второго листа растение нуждается в питательных веществах, а с образованием третьего листа эта потребность резко увеличивается, и особи покрывают её за счет использования уже питательных веществ почвы.

На развитие растений кукурузы в начальный период большое влияние оказывает густота посева и удобрение их азотом. В разреженных посевах развитие растений при внесении сложного компоста идет активнее, чем в варианте с внесением минеральных удобрений, где растения в фазу видимого кущения практически не переходят. Содержание сухого вещества в период формирования базальной зоны у растений кукурузы изменяется по фазам развития и зависит, прежде всего, от запаса питательных веществ (таблица 1).

Так, на контроле общая масса растений с завершением формирования базальной зоны уступала более чем в 3 раза растениям в варианте с внесением сложного компоста, в 2,5 раза больше по массе надземных органов и почти в 2,5 раз по массе корней. Таким образом, влияние сложного компоста на накопление сухого вещества весьма существенное.

Таблица 1 – Влияние сложного компоста на накопление биомассы растений кукурузы в период образования их базальной зоны

Вариант опыта	Части растений	Масса растений по фазам развития (порядковый номер листа), мг/особь					
		1	2	3	4	5	6
Контроль	Надземная	3	6	40	60	145	
	Корни	2	4	14	26	84	
	Биомасса	5	10	54	86	229	
Сложный компост	Надземная	3	6	48	132	273	405
	Корни	2	4	16	42	152	237
	Биомасса	5	10	64	174	425	610

Скорость нарастания листовых пластинок определяется способностью растений накапливать сухое вещество и образовывать новые фитомеры. Продолжительность формирования листьев возрастает от 1–го до 6–го листа при заметном увеличении суточного прироста пластинок. Первый лист отмечается интенсивным приростом в первый день после выхода из под покрова колеоптиля, а затем кривая его прироста заметно снижается. У последующих листьев наибольший суточный прирост отмечен в середине периода их формирования.

Применение только минеральных удобрений (контроль) практически не оказали влияния на продолжительность формирования отдельных листьев, но они способствовали увеличению длины и площади листовых пластинок и длины влагалища. Если площади пластинок первых двух листьев у обоих вариантов были близки (1-1,4 см^2), то разница у шестого листа оказалась весьма заметно8й (на контроле 12,4, а в варианте со сложным компостом – 27,8 см^2). Минеральные удобрения (контрольный вариант) ускоряли формирование ассимиляционной поверхности и влияли на формирование листовых пластинок, особенно в фазе первых 3 листьев; начиная с 4–го листа размеры пластинок, а с 3–го листа и длина влагалища уступают варианту со сложным компостом. В варианте со сложным компостом площади листьев до фазы 3–го листа мало варьируют, но начиная с 4–го листа различия в вариантах становятся заметными и в фазе 5–го листа уже почти в 1,8, а в фазе 6–го в 2,8 раза больше чем в контрольном варианте (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние сложного компоста на рост листьев кукурузы в период формирования её базальной зоны

Вариант опыта	Показатель	Фаза вегетации (номер листа)					
		1	2	3	4	5	6
Контроль	Площадь, см^2						
	листа	0,9	2,3	4,4	8,9	21,6	
	листьев	1,3	5,1	12,9	27,3	62,6	
	Длина влагалища, см	2,2	3,6	5,1	7,2	11,6	
Сложный компост	Площадь, см^2						
	листа	0,9	2,2	4,7	11,6	25,5	48,4
	листьев	1,3	3,2	10,2	27,2	52,5	156,8
	Длина влагалища, см	2,7	3,9	5,6	8,8	14,5	18,5

Формирование корневой системы особями кукурузы характеризуется по вариантам опыта определенной специфичностью. Поверхность корней интенсивно возрастает при образовании от второго до четвертого листьев в варианте со сложным компостом по сравнению с контролем. Начиная с 5–го листа темпы прироста поглощающей поверхности корней на контроле снижаются, а в опытном варианте повышаются. В фазе 4–го

листа на контроле резко возрастает доля недеятельной поверхности корней, а показатель рабочей поверхности падает (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика площади поверхности корневой системы у кукурузы при формировании её базальной зоны

Поверхность корней, м^2	Фаза развития (номер листа)					
	1	2	3	4	5	6
Контроль						
Общая	0,14	0,23	0,93	1,18	1,64	
Рабочая	0,11	0,18	0,66	0,67	0,90	
Недеятельная	0,03	0,05	0,27	0,51	0,74	
Рабочая, %	70	76	70	57	55	
Сложный компост						
Общая	0,25	0,32	1,17	1,98	2,55	4,80
Рабочая	0,22	0,31	0,94	1,27	2,30	3,10
Недеятельная	0,09	0,10	0,31	0,67	1,12	1,45
Рабочая, %	74	79	80	72	70	68

Растения кукурузы, выращенные на минеральных удобрениях и сложном компосте, заметно выделяются формированием базальной зоны организма (рисунок). Базальная зона растений кукурузы на контроле с применением только минеральных удобрений характеризуется укороченным вариантом весьма сближенных узлов. В варианте со сложным компостом базальная зона заметно увеличивается в длину и в объеме в сравнении с контролем и на одно междоузлие становится больше. Кроме того, в варианте сложного компоста на последнем (шестом) сближенном узле формируются мощные воздушные корни, образующие весьма крупные образования, представляющие хорошую опору особи.

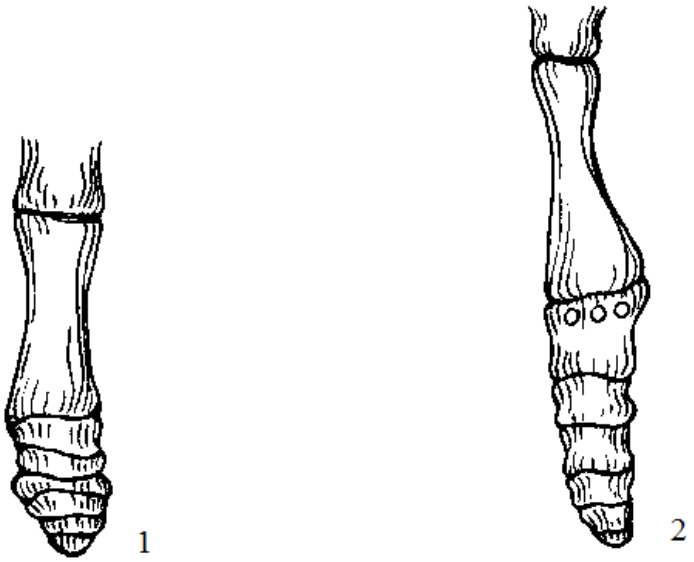


Рисунок – Влияние условий выращивания кукурузы на особенности формирования зоны кущения: 1 – контроль, 2 –сложный компост

Растения кукурузы характеризуются интенсивным приростом массы корней до завершения формирования базальной зоны растения. Основная ткань междоузлия базальной зоны кукурузы составлена паренхимой, в которой размещено большое количе-

ство проводящих пучков, разбросанных по всему срезу: на периферии чаще и мельче, а к центру их меньше, но они крупнее. Коллатеральные закрытые пучки имеют хорошо выраженную склеренхимную обкладку. Участок флоэмы в пучках крупный, а ксилема представлена 3 сосудами – 2 крупных пористых располагаются по бокам, а третий с меньшим просветом, обращен к центру стебля. У крупных пучков ниже мелкого сосуда образуется воздухоносная полость.

Таким образом, под воздействием сложного компоста отмечено значительное увеличение биомассы надземных органов, включая продуктивность стеблей и листьев, а также формирование мощной и разветвленной корневой системы, мощной базальной зоны особей, увеличение числа дополнительных придаточных (на 10-12%) и воздушных корней (10-15%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С. Экологические аспекты совершенствования агроландшафтных систем Краснодарского края / И.С. Белюченко, А.В. Смагин, В.Н. Гукалов, О.А. Мельник, Д.А. Славгородская, О.В. Калинина // Тр. Кубанского госагроуниверситета. 2010. - № 5 (26) – С. 33-38.

2. Белюченко И.С. Экологические особенности фосфогипса и целесообразность его использования в сельском хозяйстве / И.С. Белюченко, Е.П. Добрыднев, Е.И. Муравьев // В сб. II Всерос. науч. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2010. – С. 13-22.

3. Муравьев Е.И. Перспективы использования фосфогипса в сельском хозяйстве / Е.И. Муравьев, Е.П. Добрыднев, И.С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. –№1. – С. 31-39.

4. Паламарчук И.А. Изучение растительной клетки / И.А. Паламарчук, Т.Д. Веселова // М.: Просвещение, 1969. – 143 с.

5. Полевой В.В. Физиология растений: Учебник / В.В. Полевой. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.

6. Сергеева А.С. Анатомическое строение стебля кукурузы, выращенной с применением органоминерального компоста / А.С. Сергеева // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 56-58.

7. Смагин А.В. Современные проблемы черноземной зоны и возможные пути их решения / А.В. Смагин // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 8-24.

8. Скрипка Л.Ф. Изменение анатомической структуры растений при их выращивании с применением отходов быта и производства / Л.Ф. Скрипка // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 50-54.

УДК 547.458:636.086

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ФИТОМАССЫ АМАРАНТА

С.Т. Минзанова
кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**

О.В. Цепаева
кандидат химических наук, научный сотрудник, лаборатория химико-биологических исследований, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**

А.Б. Выштакалюк
кандидат биологических наук, научный сотрудник, лаборатория химико-биологических исследований, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**

Л.Г. Миронова
инженер–исследователь, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,**Республика Татарстан, г. Казань**

А.З. Миндубаев
кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**

Д.Е. Белостоцкий
кандидат технических наук, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**

В.Ф. Миронов
доктор химических наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией фосфорсодержащих аналогов природных соединений, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**

В.В. Зобов
доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторий химико-биологичеких исследований, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, **Республика Татарстан, г. Казань**

В институте органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН на пилотной установке в условиях механоакустического воздействия разработана высокоэффективная, экологически безопасная технология выделения практически ценных веществ из фитомассы амаранта. Созданная технология позволяет интенсифицировать процесс и обеспечить высокий выход конечных продуктов с использованием мягких пищевых кислот: лимонной, янтарной и др. На основе данной технологии разработан способ получения высокоэффективных кормовых добавок, обладающих высокой питательной ценностью и повышенной переваримостью, обогащенных биологически активными соединениями. Исследовано влияние добавок фитомассы амаранта багряного (*Amaranthuscruentus)* и его жома на процесс метаногенеза при использовании в качестве сырья осадка сточных вод; при этом также было обнаружено стимулирующее действие добавок на основе амаранта.

Ключевые слова: амарант, гидролиз-экстракция, роторно-пульсационный аппарат, пектин, пектинсодержащие гидролизаты, биогаз.

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PROCESSING OF PHYTOMASS OF AMARANTH

Minzanova S.T., Tsepaeva O.V., Vyshtakalyuk A.B., Mironova, L.G. Mindubaev A.Z., Bialystoskii D.E., Mironov V.F., Zobov V.V.

In the A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry (IOPC) of KSC RAS new high-performance environmentally appropriate for extracting the of valuable substances from *Amaranthus cruentus* phytomass is developed on the pilot unit under mechano-acoustical action. 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. On the basis of this technology there developed the method for obtaining high-efficient feed supplements, possessing high nutritive value and enhanced digestibility, enriched with biologically active compounds. The purpose of this work is the evaluation of the effect of the *Amaranthus cruentus* phytomass and its pulp additives on the methanogenesis process, when wastewater sludge were used as raw material.The stimulating effect of amaranth additives was detected.
Key words: amaranth, hydrolysis-extraction, rotary-pulsating device, pectin, pectin-containing hydrolyzates, biogas

Введение. Комплексная переработка возобновляемых растительных ресурсов и создание практически безотходных технологий способствуют решению глобальной экологической проблемы. Рациональное использование природных ресурсов позволяет расширить ассортимент продукции пищевого, фармакологического и технического назначения и создать дополнительные источники вторичного сырья. Цель настоящей работы – разработка экологически чистой технологии комплексной переработки фитомассы амаранта.

Амарант – перспективное воспроизводимое растительное сырье, привлекающее к себе внимание исследователей и практиков сельского хозяйства высоким содержанием белка со сбалансированным набором незаменимых аминокислот, высокой урожайностью, повышенным содержанием витаминов, минеральных солей. Достаточно высокое содержание флавоноидов, белка, пектина, каротиноидов в некоторых видах амаранта предполагает его использование для получения ряда биологически активных соединений, которые могут найти применение в медицинской практике. Интродукцию и использование амаранта можно рассматривать как путь к решению сложных проблем производства кормов, продовольствия и лекарственных препаратов. За большую народнохозяйственную ценность, продуктивность и адаптационные возможности эксперты продовольственной комиссии ООН признали амарант важнейшей культурой XXI века [1-3].

Материалы и методы исследования. ИК – спектры 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 GeotechGA – 2000. Полученный цифровой материал обработан статистически на компьютере в программе Origin 6.0.

Результаты и их обсуждение. Разработанная технология комплексной переработки амаранта отличается простотой и универсальностью. В единой технологической цепочке последовательной экстракцией 70%-ным этанолом, дистиллированной водой, раствором органической кислоты и раствором соды извлекается широкий спектр ценных соединений (рис. 1). Технология позволяет извлекать из амаранта пищевые компоненты – рутин, обладающий Р-витаминной активностью, пищевой краситель амарантин

бетацианиновой природы, высококачественный, сбалансированный по аминокислотному составу белок, а также кислый полисахарид пектин, способный формировать в водной среде устойчивые студни и обладающий выраженной способностью к комплексообразованию. Достоинствами разработанной технологии комплексной переработки амаранта являются дешевизна и экологичность. При разработке технологии выделения функциональных продуктов из фитомассы амаранта используется новый подход, позволяющий в условиях механоакустического воздействия интенсифицировать процесс гидролиза-экстракции и добиться экологически безопасных условий, при которых сохраняется высокая биологическая активность целевых продуктов. При этом появляется возможность заменить минеральные кислоты, применяющиеся при традиционных способах производства пектина, на органические: лимонную, янтарную, молочную. Возможно использование в качестве экстрагента молочной сыворотки, что позволяет применять промежуточные продукты переработки амаранта в качестве высокоэффективных кормовых добавок, обладающих высокой питательной ценностью и повышенной переваримостью, а также решить экологическую проблему, связанную с образованием большого количества сточных вод, подлежащих утилизации при традиционных способах производства пектина. Полученные кормовые добавки апробированы при выращивании молодняка кур на птицефабриках республики Татарстан (Россия). Результаты испытаний показали, что их применение приводит к повышению массы тела цыплят на 5-15% и снижению падежа на 15-50%. Схема комплексной переработки амаранта представлена на рисунке 1 [4].

В рамках комплексной переработки вторичного сырья и создания безотходной технологии жом амаранта, образующийся после последовательных экстракций, был использован в экспериментах по выработке биогаза [5]. Показано, что амарантовый жом является эффективным ко-субстратом для продуктивного метанового брожения и получения биогаза. Удельный выход при добавлении жома в мезофильном режиме составил 251.9 мл/г сухого вещества (СВ). При сбраживании осадка сточных вод (ОСВ) в термофильном режиме удельный выход биогаза увеличивается с 134.7 до 354.0 мл/г СВ. Содержание CH_4 оставалась на уровне 60% в течение всего эксперимента. После получения биогаза возникает проблема дальнейшей утилизации сброженных отходов. Совместно с кафедрой биохимии Казанского (Приволжского) федерального университета установлено, что без дополнительной аэробной обработки сброженный субстрат имеет высокую фитотоксичность.

После дополнительной аэробной обработки сброженного субстрата в контроле (стерильная почва) всхожесть семян кукурузы – 54.4%, в опыте с субстратом – 100%. Экспериментально показано, что наблюдается эффект стимуляции роста высших растений на 24% (табл. 1), что позволяет рассматривать переработанный в аэробных условиях субстрат в качестве потенциального удобрения.

Таблица 1 - Фитотоксичность субстрата после аэробной переработки

Показатели	Контроль	Опыт	Фитотоксичность
Количество семян	11	11	
Длина корней, см	3±0.4	9±1.2	–40
Длина проростков, см	4±0.4	16±2.4	46
Среднее значение	5.1	12.3	–
Сырой вес корней, г	2.15±0.3	4.34±0.3	–124
Сухой вес корней, г	0.27±0.04	0.45±0.06	–103
Сырой вес проростков, г	5.15±0.7	7.84±1.0	81
Сухой вес проростков, г	0.35±0.05	0.68±0.09	73

Рисунок 1 - Схема комплексной переработки фитомассы амаранта

Заключение. Разработана новая безотходная технология комплексной переработки фитомассы амаранта, позволяющая 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. Промежуточные продукты гидролиза-экстракции фитомассы амаранта (пектиново-белковые гидролизаты) могут быть использованы в качестве высокоэффективных кормовых добавок для сельскохозяйственных животных, в том числе птиц.После извлечения биологически ценных соединений из фитомассы амаранта *Amaranthus cruentus* оставшийся жом можно применять как средство для увеличения выхода биогаза из органических отходов, а переработанный в аэробных условиях субстрат в качестве потенциального удобрения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Корпорации «Сибирское здоровье»

ЛИТЕРАТУРА

1. Магомедов И.М. Физиологические основы конкурентноспособности амаранта // Успехи современного естествознания. РоссийскаяАкадемияЕстествознания. – 2008. – № 5.

2. Zeashan H., Amresh G., Singh S., Rao C.V. Hepatoprotective activity of Amaranthus spinosus in experimental animals // Food and Chemical Toxicology. – 2008. – Vol. 46. – N 11. – P. 3417-3421.

3. Steffensen S.K., Rinnan Å., Mortensen A.G., Laursen B., R.M. de Troiani, Noellemeyer E.J., Janovska D., Dusek K., Délano-Frier J., Taberner A., Christophersen C., Fomsgaard I.S. Variations in the polyphenol content of seeds of field grown Amaranthus genotypes // Food Chemistry. – 2011. – Vol. 129. – N. 1. – P.131-138.

4. 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.

5. Миндубаев А.З., Минзанова С.Т., Скворцов Е.В., Миронов В.Ф., Зобов В.В., Ахмадуллина Ф.Ю., Миронова Л.Г., Белостоцкий Д.Е., Коновалов А.И. Стимулирующее влияние сухой фитомассы амаранта *Amaranthuscruentus* на биометаногенез в трудноферментируемых субстратах // Вестн. Казанск. технол. универ. – 2009. – № 4. – С. 220-226.

6. Миронов В.Ф., Максудов Р.Н. Коновалов А.И., Тремасов Е.Н., Минзанова С.Т., Новиков А.Е., Карасева А.Н., Карлин В.В., Миронова Л.Г. Способ получения амарантового масла, обогащенного скваленом. Патент РФ № 2309977 // 2007. Бюлл. № 31.

УДК 633.13

ОТХОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ОВСА

В.А. Марьин

кандидат технических наук, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», **Россия, г. Бийск**, tehbiysk@mail.ru

А.Л.Верещагин

доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет, им. И.И. Ползунова», **Россия, г. Бийск** tehbiysk@mail.ru

Продукты переработки овса содержат полезные вещества, извлечение которых позволит разрабатывать и производить новые пищевые продукты здорового питания. Такой подход к переработке зерна позволит значительно снизить затраты на производство овсяных круп и увеличит рентабельность их производства.

Ключевые слова: переработка зерна, овес, отходы, аминокислотный состав.

WASTE OF RECYCLING OF GRAIN OATS

Marin V.A., Vereshchagin A.L.

Products of processing of contain the oats useful substances extraction of which will develop and produce new food products. This approach to the processing of grain will significantly reduce the cost of production of breakfast cereals and increase the profitability of their production

Keywords: processing of grain, oats, waste, amino acid composition oat

При производстве круп получают значительное количество отходов. Все отходы регламентированы «Правилами организации и ведения ….» [1] и выделяются в процессе производства отдельными фракциями. Однако в процессе производства комбикормов и кормовых смесей все они смешиваются в определенном соотношении исходя из пищевой ценности. При переработке в Алтайском крае до 160 тыс. т овса в крупу образуется до 62 тыс. т отходов производства [2].

Технологии переработки зерна овса достаточно хорошо изучены и характеризуются не высоким выходом готового продукта крупы. Повышение степени использования зерна возможно при внедрении новых мало– и безотходных технологий, которые позволят в полном объеме извлекать все ценные компоненты, содержащиеся в отходах, и использовать их для производства других продуктов питания.

В настоящее время в литературе недостаточно научно-обоснованных решений по разработке малоотходных и безотходных технологий переработки отходов, отсутствуют сведения об их химическом составе и биохимических свойствах. Поэтому такие производства практически отсутствуют [3].

Целью настоящей работы является изучение пищевой ценности отходов переработки овса. Для исследования было использовано зерно овса сорта Корифей урожая 2011 г., выращенного в предгорной части Алтайского края.

Зерно овса было переработано в хлопья овсяные «Геркулес» согласно ГОСТ 21149-93 [4] по авторской технологии [5, 6], что позволило получить следующий состав продуктов переработки, представленный в таблице 1.

Технология переработки зерна овса регламентируется «Правилами организации и ведения …» [1]. Однако на каждом овсозаводе существуют определенные отклонения от рекомендованных технологий.

Химический состав зерна овса и продуктов переработки определяли по общепринятым методикам. Результаты исследования химического состава зерна и продуктов его переработки представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Состав продуктов переработки зерна овса

Продукты переработки	Массовая доля, %
Хлопья овсяные «Геркулес»	54,0–59,0
Мучка кормовая	4,0–6,0
Зерновые отходы, в том числе аспирационные относы, дробленка, мелкий овес, отходы	7,0–10,0
Лузга	26,0–28,0
Механические потери, усушка	3,0

Таблица 2 – Химический состав зерна овса и продуктов его переработки

№ п/п	Продукт	Массовая доля , %					
		влаж-ность	белки	углеводы	пищевые волокна	жиры	зольность
1	Исходное зерно овса	8,1–13,8	10,6–12,8	50,8–63,6	10,2–12,6	5,3–6,2	2,2–3,8
2	Ядро	9,9–12,6	12,5–13,4	63,3–69,1	1,6–2,0	5,2–6,4	1,7–2,3
3	Геркулес	9,8–11,4	11,8–12,9	65,4–70,3	1,4–1,9*	5,0–6,0	1,7–2,2
4	Мучка	10,1–10,8	18,8–22,4	42,6–52,4	6,7–10,2	8,8–12,2	3,2–4,8
5	Зерновые отходы	10,3–13,6	9,1–11,8	30,6–41,7	24,7– 28,5	3,4–6,7	9,8–10,8
6	Лузга	8,4–9,0	4,0–4,9	30,5–42,1	37,1–45,3	1,1–1,8	6,6–7,9

*по данным И.М. Скурихина пищевые волокна составляют 6,0 % [7]

Анализ таблицы 2 показывает, что побочные продукты переработки зерна овса (кроме лузги) по содержанию белка, углеводов, жиров несущественно отличаются от аналогичных показателей овсяных хлопьев «Геркулес», массовая доля которых при переработке зерна составляет до 59%.

Аминокислотный состав зерна овса и продуктов его переработки проводили на приборе «Система капиллярного электрофореза» модели Капель-105. Результаты исследования массовой доли аминокислот перерабатываемого зерна влажностью 8,7% и содержанием белка 11,7% представлены в таблице 3. Для сравнения взяты результаты анализа аминокислотного состава зерна овса с влажностью 8,2% и содержанием белка 16,9% образец № 7 [8].

Таблица 3 – Массовая доля аминокислот в зерне овса и продуктах переработки, г на 100 г

Аминокислоты	Образец, №						
	1	2	3	4	5	6*	7
Незаменимые							
Валин	0,46	0,73	0,66	0,89	0,35	–	**1,19**
Лизин	0,35	0,58	0,53	0,88	0,28	–	**0,70**
Треонин	0,39	0,61	0,58	0,83	0,36	–	**0,57**
Фенилаланин	0,46	0,76	0,70	0,77	0,29	–	**0,85**
Метионин.	0,36	0,29	0,46	0,39	0,22	–	**0,40**
Лейцин + Изолейцин	1,21	1,93	1,76	2,16	0,89	–	**0,69**
Общее содержание	3,23	4,9	4,69	5,92	2,39	–	**4,4**
Заменимые							
Гистидин	0,34	0,44	0,44	0,60	0,32	–	**0,31**
Аргинин	0,72	1,04	0,96	1,37	0,58	–	**0,93**
Пролин	0,67	0,96	0,90	1,12	0,60	–	**0,93**
Тирозин	0,34	0,49	0,49	0,55	0,22	–	**0,57**
Серин	0,54	0,83	0,79	1,00	0,41	–	**0,75**
Аланин	0,42	0,65	0,61	0,90	0,33	–	**0,88**
Глицин	0,41	0,68	0,62	0,84	0,30	–	**0,84**
Общее содержание	3,44	5,09	4,81	6,38	2,76	–	**5,21**

* – значение массовой доли аминокислот для образца № 6 (лузга) не соответствует их физическому значению, так как концентрация компонентов в этом образце незначительна и не входит в диапазон измерений применяемой методики.

Как следует из таблицы 3, отходы производства образцы 4 и 5 имеют высокую пищевую ценность. Аминокислотный скор белков исследуемых образцов определяли путем расчета при сравнении с аминокислотным составом идеального белка, результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Аминокислотный скор исследуемых образцов

Аминокислоты	Аминокислотный скор исследуемых образцов, %						
	№1	№2	№3	№4	№5	№6*	7
Валин	92,0	146,0	132,0	178,0	70,0	–	**238,0**
Лизин	63,6	105,4	96,3	160,0	50,9	–	**127,3**
Треонин	97,5	152,5	132,5	207,5	90,0	–	**142,5**
Фенилаланин	76,6	126,6	116,6	128,3	48,3	–	**236,6**
Метионин	102,8	82,8	131,4	111,4	62,8	–	**114,2**
Лейцин + Изолейцин	110,0	175,4	160,0	196,3	80,9	–	**62,72**
Лимитирующие аминокислоты	лизин, фенилаланин	метионин	–	–	лизин, фенилаланин, метионин	–	лейцин +изолейцин

*вследствие невысокого содержания аминокислот в лузге овса скор для образца № 6 не рассчитывался.

Как следует из таблицы 4, аминокислотный скор отходов производства (образцы № 4 и 5) обладает высокой пищевой ценностью, и они могут быть использованы при дальнейшей переработки для производства пищевых продуктов.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что продукты переработки овса содержат полезные вещества, извлечение которых позволит разрабатывать и производить новые пищевые продукты здорового питания. Такой подход к переработке зерна позволит значительно снизить затраты на производство овсяных круп и увеличит рентабельность их производства которая в настоящее время составляет 5–10%.

ЛИТЕРАТУРА

1.Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях / ВНПО «Зернопродукт». – М., 1990. – 81с.

2. Баталова, Г.А. К вопросу о качестве зерна овса / Г. А. Баталова // Аграрный вестник Юга-Востока.– 2009.– № 3 – С. 23-25.

3. Румянцева, В.В. Продукты переработки зерна как перспективное сырье в пищевой промышленности / В.В. Румянцева // Хлебопродукты. – 2011. – № 5 – С. 52–55.

4. ГОСТ 21149-93. Хлопья овсяные. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – С. 52–54.

5. Марьин, В.А. Переработка овса с содержанием примесей, превышающим требования ГОСТА / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – №7-8. – С. 62–66.

6. Марьин В.А. Повышение механической прочности хлопьев овсяных «Геркулес» / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Пища. Экология. Качество. Труды IX Международной научно-практической конференции (Краснообск, 11–12 сентября 2012 г.). – Новосибирск: 2012. – С. 130–132.

7. Скурихин, И.М.Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М.Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2008 – 276 с.

8. Электронный ресурс. Режим доступа: http:// www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

УДК 631.89:631.811.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ЗА СЧЕТ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФОСФОРНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

С.Г. Зуза
старший научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское** ddcnnc@ukr.net

Я.А. Погромская
научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

В.А. Зуза
заведующий Донецким отделом плодородия почв, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

Приведены основные направления и результаты исследований, направленные на разработку новых органоминеральных удобрений на основе местных сырьевых ресурсов с добавлением вермикомпоста, птичьего помета и серы для повышения эффекта усвояемости растениями почвенного фосфора. Проанализированы закономерности изменчивости фосфорного режима в процессе действия и последействия данных удобрений.

Ключевые слова: органоминеральные удобрения, глауконитовый концентрат, вермикомпост, птичий помет, месторождение, фосфориты.

INCREASE OF EFFICIENCY OF LOCAL SOURCES OF RAW MATERIALS FOR ACCOUNT OF WASTES WITH.-Õ. PRODUCTIONS AND THEIR INFLUENCE ON PHOSPHORIC MODE OF BLACK EARTH SOILS

Zuza S.G., Pogromskaya I. A., Zuza V.A.

Basic directions and results of researches are resulted directed for development of new organo-mineral fertilizers on the basis of local sources of raw materials with addition of vermikomposta, bird dung and sulphur for the increase of efficiency of comprehensibility by the plants of soil phosphorus. Conformities to law of changeability of the phosphoric mode are analysed in the process of action and posledeystviya of these fertilizers.

Keywords: organo-mineral fertilizers, glauconitic concentrate, vermikompost, bird dung, deposit, fosfority.

Введение. Экстенсивное использование черноземов Украины в прошлом обусловило уменьшение содержания валовых и подвижных форм питательных веществ. Средний показатель содержания подвижных фосфатов в пахотном слое черноземов не превышает 8–9 мг P_2O_5 на 100 грамм почвы, то есть в 2 раза меньше оптимального, который для большинства полевых культур составляет 15-18 мг [1].

В исследованиях ряда ученых [2-4] изучено перераспределение подвижного фосфора по слоям почвы при проведении ежегодных поверхностных, плоскорезных и минимальных обработок. С точки зрения Л.И. Никифоренко [2], такое размещение фосфора резко ухудшает фосфатное состояние нижнего слоя почвы, где более стойкое увлажнение.

Особое внимание в вопросе улучшения фосфорного режима почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур в научных работах посвящено использо-

ванию удобрений, изготовленных на основе фосфоритов с местных месторождений [5, 6]. Как известно, 80-85% фосфора из удобрений связываются почвой в год внесения. В целом за несколько лет коэффициент использования фосфора из них не превышает 0,6. Поэтому особенное место в вопросе улучшения азотного и фосфорного режимов почв занимает поиск технологий производства и мероприятий эффективного использования дешевых минеральных удобрений [7].

Одним из рациональных путей повышения эффективности органических и минеральных удобрений и уменьшения их негативного экологического влияния на почву, воду и окружающую среду является применение новых видов органоминеральных удобрений пролонгированного действия, которые постепенно высвобождают питательные вещества при взаимодействии с почвой в течении вегетационного периода растений и имеют экологические, агрономические и экономические преимущества в сравнении со стандартными формами удобрений [8-11].

Лишь комплексное применение органических и минеральных удобрений повышает эффективность последних в 1,5-2 раза [12]. С другой стороны, минеральные удобрения увеличивают эффективность органических на 42-43 % [13]. Однако современные объемы производства и применения традиционных органических удобрений, особенно перегноя, не удовлетворяют растущие потребности земледелия как относительно количества, так и его качества. Именно поэтому значительную заинтересованность вызывают альтернативные пути получения новых органических удобрений на основе использования местных сырьевых ресурсов, в частности торфа, отходов птицеводства, соломы и др. [14].

Главной целью данной работы является разработка технологий создания сложных органоминеральных удобрений (ОМУ) с учетом свойств, технологий применения и практического использования местных сырьевых ресурсов Карповского месторождения и отходов сельскохозяйственного производства.

Материалы и методы исследования. Сложные органоминеральные удобрения, в состав которых входят фосфориты Карповского месторождения, исследовались в условиях полевых опытов (табл. 1) со следующей исходной характеристикой почвы: гидролитическая кислотность - 0,50 + 0,21 мг-экв/100 г почвы, pH водной суспензии - 7,40 + 0,32, емкость ППК - 40,25 мг-экв/100 г почвы.

Схема размещения вариантов опыта (табл. 1) – латинский квадрат (7 повторений) [15]. Учетная площадь участка 60 м^2 (6 м х 10 м). Программа исследований предусматривала изучение использования новейших фосфорных органоминеральных удобрений на основе фосфоритов местных сырьевых ресурсов Карповского месторождения, а также исследования изменений подвижного фосфора [16, 17].

Таблица 1 – Схема вариантов опыта

Вариант	Содержание вариантов опыта
1	Контроль – удобрения не используются
2	Фон – $N_{90}K_{45}$
3	$N_{90}K_{45}$ + гранулированный суперфосфат в норме P_{180}
4	$N_{90}K_{45}$ + гранулированный фосфоритовий концентрат Карповского месторождения (общее содержание P_2O_5 – 12%) в норме P_{180}
5	$N_{90}K_{45}$ + гранулированное удобрение (фосфоритовий концентрат 89,86% + сера 5,14% + вермикомпост 5%) в норме Р180
6	$N_{90}K_{45}$ + гранулированное удобрение (фосфоритовий концентрат 80,0% + уголь 19,0% + вермикомпост 1%) в норме P_{180}
7	$N_{90}K_{45}$ + гранулированное удобрение (фосфоритовий концентрат 89,86% + сера 5,14% + птичий помет 4,0% + вермикомпост 1%) в норме P_{180}

Опыт заложен на поле ГП «ОХ „Донецкое” ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского», где изучалось действие и последействие сложных фосфорно-органических удобрений, в состав которых входят:

I удобрение - фосфоритовый концентрат 89,86% + сера 5,14% + вермикомпост 5%;

II удобрение - фосфоритовый концентрат 80,00% + уголь 19,0% + вермикомпост 1%;

III удобрение - фосфоритовый концентрат 89,86% + сера 5,14% + вермикомпост 1% + птичий помет 4 %.

Результаты исследований. За основу технологии создания сложных органоминеральных удобрений был взят микробиологический путь трансформации фосфоритов в более доступные по фосфору соединения. Количество серы, необходимой для введения в удобрение при грануляции, должно быть эквивалентным стехиометрическим условиям реакции 1:

$$Ca_3(PO_4)_2+2S+2H_2O+3O_2>Ca(H_2PO_4)_2+2CaSO_4. \quad (1)$$

То есть, для перевода фосфоритового концентрата в монокальция фосфат при содержании валового фосфора (P_2O_5) в глауконитовом концентрате (P_2O_5) 12,7% нужно взять 5,14% порошка серы.

В аэробных условиях серные бактерии *Beggiatoa, Thiobacillus tiooxidans* и другие будут осуществлять трансформацию серы в серную кислоту по реакции:

$$2S+2H_2O+3O_2>2SO_4^{2-}+4H^+>(2H_2SO_4), \quad (2)$$

а в анаэробных условиях при наличии богатого азотом легкодоступного органического вещества – вермикомпоста (птичьего помета), угля в гранулах – анаэробные бактерии 3:

$$NO_3^-+2S+H_2O>HSO_4^-+ SO_4^{2-} +N_2. \quad (3)$$

Уголь, как органическое вещество, которое входит в состав органоминеральных удобрений, и угольная кислота (образуется в процессе дыхания и обмена веществ), азотная и серная кислоты (образуют нитрифицирующие микроорганизмы и серобактерии) способствуют переводу тяжелорастворимых минеральных соединений фосфора в раствор подвижных гуминовых соединений фосфора.

Количество необходимого вермикомпоста определяли по двум показателям: а – «клеющим» свойствами вермикомпоста; б – потенциальной нитрификационной способности.

Удобрения, в состав которых входит сера в порошке, вермикомпост, птичий помет и уголь обязательно должны быть загранулированы. Грануляция фосфоритов приводит к уменьшению активной поверхности продукта, потому общими требованиями, которые предъявляются к вяжущим веществам, являются не только обеспечение достаточной прочности гранулы, но и быстрое их разрушение, при взаимодействии с влагой в почве.

Технология создания гранулированных удобрений заключается в тонком размоле фосфоритов с использованием органического вещества в качестве связывающего. Фосфорит карбонатного типа, который вмещает 12,7% P_2O_5 и составляет 89,9% от общего количества компонентов, вместе с 5,14% серы, 1 или 4% вермикомпоста, 19,0% угля добавляют в смеситель. Компостирование смеси осуществляется в течении 1 месяца при влажности, равной наименьшей полевой. Влажная смесь с зародышами гранул попадает в барабан-гранулятор, куда подается водяной пар, в результате чего образуются прочные гранулы удобрений.

Таким образом, разработанная технология грануляции тонкого помола фосфорита, серы, бурого угля, вермикомпоста и птичьего помета позволила получить непылящее удобрение, удобное для применения, гранулы которого быстро распадаются при внесении в почву. Органомингранулы в зависимости от размера и состава способны удовлетворять потребности растений весь вегетационный период и характери-

зуются лучшими физическими, химическими и другими качествами. Основная их роль в земледелии не только в прямом повышении урожайности сельскохозяйственных культур, сколько в продолжении действия после внесения.

Изучение особенностей фосфорного питания растений в процессе онтогенеза, его зависимость от состояния растений имеет большое теоретическое и практическое значение. С одной стороны, знание потребности растений в фосфоре в каждую фазу их развития, позволяет более полно мобилизировать свойства самих растений для создания урожая, с другой – разработать рациональные приемы и технологии применения фосфорных удобрений.

Распределение подвижного фосфора по Мачигину в первый год действия удобрений сложилось неоднозначно: на контрольном варианте в слое 0-20 см почвы его содержание было наименьшим - 1,77 мг/100 г почвы (рис. 1).

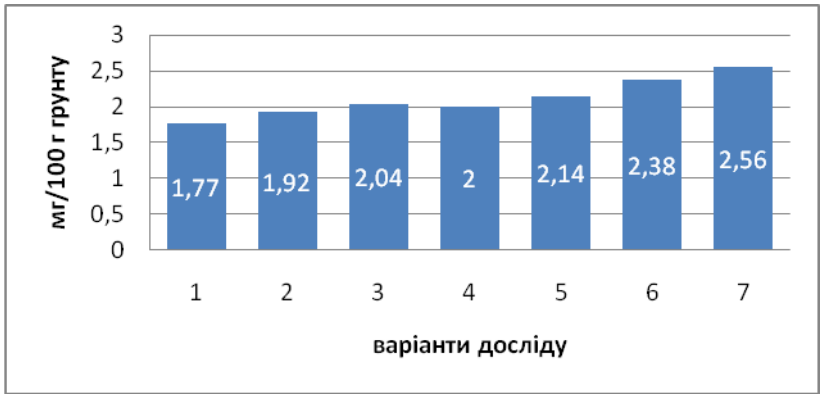


Рисунок 1 – Действие удобрений на содержимое подвижного фосфора

Внесение азотно-калийного удобрения (вар. 2) по сравнению с контролем увеличило количество подвижных форм фосфора в 1,1 раза, с глубиной этот показатель уменьшается, что указывает на активную химическую трансформацию остаточных фосфатов в большей степени в слое почвы0-20 см.

Характерно, что распределение подвижного фосфора при внесении суперфосфата и фосфорита Карповского месторождения было почти одинаковым и составляло соответственно от 0,27 до 0,23 мг/ 100 г почвы (отклонение от контрольного варианта). Это и является динамическим распределением, обусловленным, с одной стороны, скоростью переноса растворенных форм фосфора суперфосфата в почве, а с другой - динамикой образования подвижных форм фосфора гранулированным фосфоритом.

Установлено наличие существенной разницы ($НСР_{05}$=0,40 мг/100 г почвы) при технологии внесения сложных органоминеральных удобрений, где лучшим был вариант, включающий использование эффектов трансформации серы, гуминовых кислот бурого угля и биологические аспекты вермикомпоста. Увеличение содержания подвижного фосфора на этом варианте в сравнении с контролем составило 45 %, относительно варианта 4;, показатели на вариантах со сложными органоминеральными фосфоритовыми удобрениями также увеличились от 0,14 до 0,56 мг/100 г почвы. Но фосфорные удобрения, внесенные в почву, растения используют лишь на 10-25%. Неиспользованный фосфор вступает в реакцию с Al, Fe, Ca, Md, образуя соединения разной степени растворимости.

Позитивные изменения в фосфатном уровне почвы обусловили высокое последействие подвижного фосфора (рис. 2). Из рисунка видно, что при внесении суперфосфата, распределение которого было предопределено его растворимостью в 0-20 см слое почвы, наблюдается увеличение количества подвижных фосфатов (по Мачигину) в сравнении с контрольным вариантом в 1,26 раза.

При внесении сложных фосфоритовых органоминеральных удобрений, увеличение подвижных форм фосфора составило в 1,13-1,18 раза относительно контрольного варианта, а при сравнении с фосфоритовым концентратом это увеличение составляет от 0,88 до 1,01 мг/100 г почвы, или в 1,42-1,48 раза.

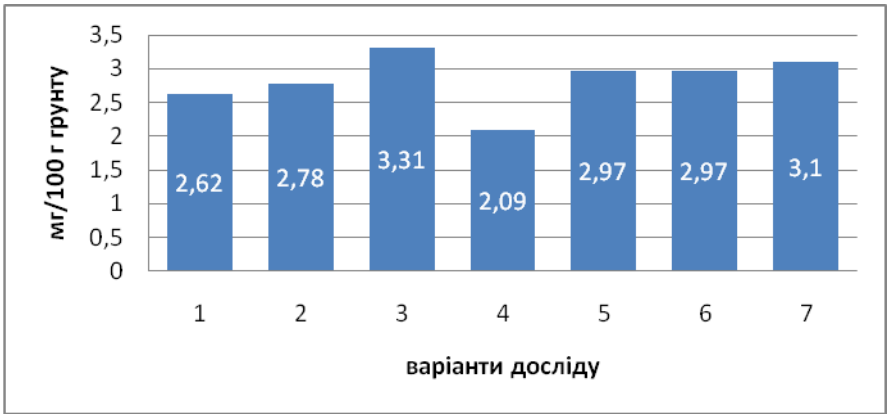


Рисунок 2 – Среднее содержание подвижного фосфора при последействии удобрений.

Распределение подвижного фосфора (последействие удобрений) в 0-20 см слое почвы сложилось неоднозначно. Лучший его показатель (3,42 мг/100 г почвы) – в варианте с внесением смеси фосфоритового концентрата 89,86% + серы 5,14% + вермикомпоста 1% + птичьего помета 4%, что на 0,96 мг/100 г почвы больше, чем на контрольном варианте и на 0,31 мг/100 г почвы больше в сравнении с суперфосфатом, а в процентном содержании это отображено на рис. 3.

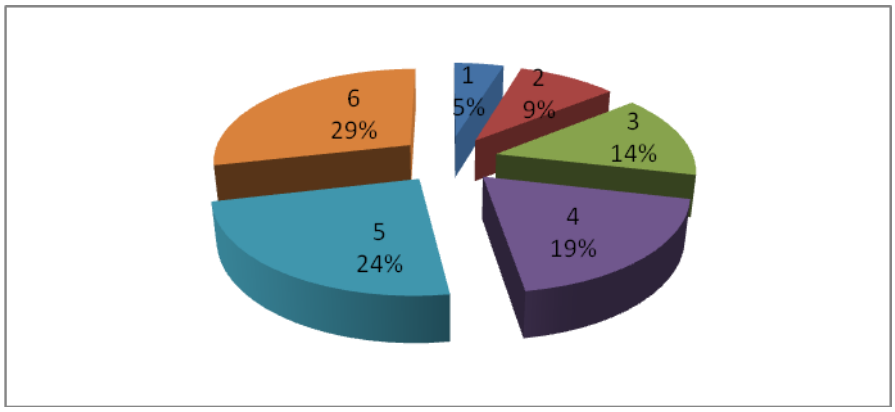


Рисунок 3 – Процентное распределение содержания подвижного фосфора

Такое распределение обусловлено динамикой образования подвижных форм фосфора гранулированным фосфоритом с примесью 5% органического вещества. Этому способствуют микробиологические процессы в особенных физико-химических условиях, что созданы в зоне взрыхления гранулы удобрения, и за счет того, что сложные фосфоритовые органоминеральные удобрения вмещают активные органические вещества, такие как сера, вермикомпост и птичий помет.

Выводы. При выборе технологии создания органоминеральных удобрений доказана научно обоснованная целесообразность использования удобрений I и III.

Сложные органоминеральные удобрения технологически целесообразно применять при внесении в запас на 3-4года.

Органоминеральные удобрения, создают возможность уменьшения потребности в минеральных удобрениях по сравнению с традиционной системой в среднем на 22 кг д. в. на 1 га площади севооборота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Носко, Б. С. Сучасний стан і майбутнє чорноземів України [Текст] / Б. С. Носко // Вісник аграрної науки. – 1996. - № 5. – С. 20-23.

2. Никифоренко, Л. И. Фосфатмобилизующая способность почвы в связи с дифференциацией пахотного слоя при безотвальной обработке. [Текст] / Л. И. Никифоренко // Вестник с.-х. науки. – 1985. - № 7. – С. 48-60.

3. Черечурін, М. І. Системи обробітку ґрунту і продуктивність культур сівозміни. [Текст] / М. І. Черечурін // Вісник с.-г. науки. – 1986. - № 2. – С. 21-24.

4. Шикула, М. К. До питання періодичності мінімального обробітку чорноземів типових [Текст] / М. К. Шикула, В. Г. Назаренко // Вісник с.-г. науки. – 1986. - № 4. – С. 10-17.

5. Дегодюк, Е. Г. Землеробство в умовах обмеженого забезпечення агрохімікатами [Текст] / Е. Г. Дегодюк, С. Е. Дегодюк, Л. А. Чумаченко // Вісник аграрної науки. – 2000. - № 5. – С. 16-18.

6. Носко, Б. С. Використання фосфоритів родовищ України на чорноземних ґрунтах [Текст] / Б. С. Носко, А. О. Христинко, В. П. Максимова, Н. П. Копоть // Вісник аграрної науки. – 2001. - № 1. – С. 34-36.

7. Чумаченко, И. Н. Фосфор и продовольственная безопасность России. [Текст] / И. Н. Чумаченко, А. И. Тимченко //Агрохимический вестник. – 2000. - № 1. – С. 14-18.

8. Пироговская, Г. В. Медленнодействующие удобрения [Текст] / Г. В. Пироговская. – Минск: БелНИИПА, 2000. – 287 с.

9. Юзько, С. Л. Производство и применение медленно- и продолжительно действующих удобрений: Обзор. лит. [Текст] / С. Л. Юзько // Всесоюз. ин-т науч. –техн. информ. по сел. хоз-ву. –М. : 1966. – Вып. П. – 87 с.

10. Черкасов, Р. А. Новые комплексные удобрения пролонгированного действия [Текст] / Р. А. Черкасов // Химия в сельском хозяйстве. – 1997. - № 4. – С. 30-31.

11. Скрильник, Є. В. Органо-мінеральні добрива в сільському господарстві України [Текст] / Є. В. Скрильник // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю з дня створення Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського «Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку 21-го століття». – Харків, 2006. - С. 225-226.

12.Колонтаев, В. М. Местныеудобрения, экологияи урожай [Текст] /В. М. Колонтаев, Л. М. Дробышева // Флора и фауна Черноземья. – Тамбов : Тамбов. гос. ун-т. - С. 23-24.

13. Zobac, J. Hnojiva ucinnist zaoravane slamy a hnoje pri dlouhodobe aplikaci [Text] // Rostl. Vyroba. – 1994. – P. 825-832.

14. Петрунів, В. В. Ефективність нетрадиційних органічних добрив при вирощуванні кукурудзи [Текст] / В. В. Петрунів // Вісник аграрної науки. – 2000. – Спец. випуск. – Червень. - С. 57-59.

15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. [Текст] / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1973. - 416 с.

16.ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу. [Текст] – Чинний з 2009-10-01. – К. : Держстандарт України, 2009. – 13 с.

17.ДСТУ 4114:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. [Текст] – Чинний з 2002-06-27. – К. : Держспоживстандарт України, 2002. – 6 с.

УДК 619:615.633.26

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ВИНОДЕЛИЯ (БЕРЛИНСКОЙ ЛАЗУРИ)

Н.И. Крюков

кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, ГНУ Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт РАСХН, **Россия, г. Краснодар**, krasnodarnivi@mail.ru

Ю.И. Узунов

главный винодел, ОАО «Агропромышленная фирма «Фанагория», **Россия, Краснодарский край, п. Сенной**

На основе отходов виноделия (берлинской лазури) разработан ферроцианидсодержащий сорбент ХЖ-90. Он способен связывать радиоактивный цезий, стронций, соли тяжелых металлов и микотоксины.

Ключевые слова: берлинская лазурь, ферроцианидно-бентонитовый сорбент ХЖ-90, изотопы цезия, микотоксины.

ECOLOGY ASPECTS OF USING WINEMAKING WASTE (THE BERLIN AZURE)

Kryukov N.I., Uzunov Y.I.

From winemaking waste has been developed ferrocianid-bentonid sorbent HZH-90. It fix caesium, strontium, salts of heavy metals and mycotoxin´s.

Keywords: the berlin azure, ferrocianid-bentonid sorbent HZH-90, caesium isotopes, mycotoxin´s.

Утилизация отходов производства, загрязняющих среду обитания человека, является одной из важнейших экологических и экономических проблем общества. Много отходов образуется при производстве вина. Комплексная переработка вторичного сырья виноделия признается не только необходимой и полезной с точки зрения природоохранных и оздоровительных мероприятий, так как она способствует уменьшению загрязнения окружающей среды, но и высокоэффективным видом коммерческой деятельности [11].

К вторичным продуктам отходов виноделия относятся соединения: винный камень и виннокислая известь; спирт-сырец виноградный; виноградное масло; винный уксус; пищевой виноградный краситель; энокраситель; кормовые продукты. К числу кормовых продуктов относятся: кормовая мука и кормовые дрожжи; таннин; энантовый эфир; экстракты выжимок и гребней; удобрения из выжимок и гребней. Сухие выжимки винограда, спрессованные в виде брикетов под большим давлением, применяются и как энергетическое топливо [1].

Из коньячной барды и дрожжевых осадков получают, кроме спирта, виннокислых соединений и кормовых продуктов, также глицерин, фурфурол, ферментные препараты. При наиболее полном использовании виноградных выжимок путем прессования под высоким давлением из них получают декоративные плитки, строительные блоки и другие полезные изделия [13].

Виноделы отдельно рассматривают проблему утилизации цианидсодержащих осадков. Осадки, состоящие в основном из берлинской лазури, передают на химические заводы или уничтожают. Как правило, обработку виноматериалов гексацианоферратом (II) калия совмещают с оклейкой, что повышает технологический эффект —

ускоряет процесс осаждения ферроцианидов и повышает стабильность обрабатываемого вина. При комплексной обработке, наряду с деметаллизацией, снижается в вине содержание азотистых, фенольных и пектиновых соединений, улучшается фильтруемость вина (Вспомогательные материалы в виноделии. — М., 1991) [5, 2].

В литературе приводятся сведения о том, что ежегодно на 100 заводах винодельческой промышленности Молдовы образуется 5-7 тысяч тонн цианидсодержащих осадков. Одна тонна осадка содержит 2,3-11,4 кг железа, 16-17 кг азота в составе ферро-феррицианидного комплекса и клеток дрожжей. Отход образуется в процессах получения вин и виноматериалов при их деметаллизации, преимущественно от соединений железа (Ш), и "оклеивании" желтой кровяной солью. Проведено тестирование отходов, разработан и испытан способ комплексной утилизации путем их внесения в почву [3, 4].

Широко применяемым в настоящее время является способ обезвреживания клеевых осадков с берлинской лазурью путем фильтрации осадков и уничтожения отфильтрованного осадка удалением его в отвалы и захоронения в землю на глубину не менее 2 метров (Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1978)

Однако в настоящее время этот способ не рекомендуется инспекцией по охране окружающей среды, так как полагают, что берлинская лазурь в определенных условиях (в присутствии воды, в кислой среде, при повышенной температуре) может разлагаться с образованием цианистоводородной кислоты и тем самым представляет опасность для здоровья людей.

Поэтому предпринимаются попытки найти другие способы утилизации клеевых осадков желтой кровяной солью (КОЖКС). С этой целью создаются специальные лаборатории, как, например, лаборатория переработки отходов виноделия НИИВиВ "Магарач", оснащенная современным аналитическим оборудованием, позволяющим осуществлять хроматографические измерения в широком диапазоне концентраций как летучих, так и нелетучих компонентов вин, коньяков, других спиртосодержащих напитков, экстрактов винограда, соков и воды [10].

Известен способ переработки винных осадков, содержащих берлинскую лазурь, полученных обособленным выделением излишнего количества железа и других металлов осаждением гексацианоферратом калия (желтой кровяной солью) без склеивающих веществ и бентонита. Содержание берлинской лазури в таком пульпообразном продукте составляет 0,7 кг/кг. Способ громоздок, при дистилляции спирта образуются цианистые соединения, которые несмотря на предпринимаемые меры предосторожности представляют опасность для работающего персонала (Беридзе Г.И. и др., 1971).

Известна также модификация указанного способа, которая позволяет утилизировать спирт с меньшей интенсивностью образования циановодорода, однако не дает конкретных рекомендаций по переработке массы после извлечения спирта, где берлинская лазурь переводится в гексацианоферрат щелочного металла (К, Na) и находится в растворенном состоянии [8].

Разработан способ дезактивации винного клеевого осадка, который применяется в винодельческой промышленности, а именно при обезвреживании винных клеевых осадков, содержащих берлинскую лазурь. Сущность изобретения: винный клеевой осадок фильтруют до содержания в нем сухих веществ 20-30%, после чего отфильтрованный осадок термически обрабатывают при температуре 400-900°С в течение 20-60 минут, причем процесс термообработки ведут с открытой поверхностью слоя осадка в присутствии кислорода воздуха .

Кишиневский завод Пищевого Машиностроения АО «Алиментармаш» предлагает решение по обезвреживанию содержащих ферроцианид осадков (клеевых осад-

ков) виноделия, так называемой берлинской лазури. Технология обезвреживания разработана в Молдавском государственном университете Научно-исследовательского Центра Прикладной и экологической химии. Ферроцианиды, выделенные из осадков виноделия, будут переработаны в товарные продукты на Государственном предприятии «И З О М Е Р» Академии наук РМ.

Изготовленная мобильная линия будет использоваться для экономически обоснованной и экологически безопасной переработки и утилизации ферроцианидсодержащих отходов виноделия и позволит решить следующие основные задачи:

- удалить токсичный компонент и безопасно утилизировать основной объем осадков;
- сократить объем ферроцианидсодержащих продуктов в 100 раз и использовать их для получения новых товарных продуктов.

Технология основана на селективном выщелачивании ферроцианидов с переводом их в растворимое состояние и разделение на жидкую и твердую фазы. Дальнейшая переработка включает осаждение из щелочного раствора комплексных ферроцианидных наноструктурированных соединений, ряда биологически активных металлов, которые впоследствии могут быть утилизированы как ценные товарные продукты: микроудобрения, преобразователи коррозии, пигменты для лакокрасочного производства и ряд других решений по обезвреживанию ферроцианидсодержащих осадков (клеевых осадков) виноделия, так называемой берлинской лазури. [12]

Осиповым В.Н., Суружим А., Солоидом А. проанализирован опыт развитых стран в области утилизации вторичных продуктов виноделия, обозначены проблемы и пути их решения в Украине [6]. Сделан вывод о том, что внедрение безотходной технологии переработки винограда позволит отечественным винодельческим предприятиям стать более конкурентоспособными и улучшить показатели деятельности, приблизив их к мировым.

К аналогичному заключению пришли специалисты Молдовы, которые создали государственную программу «Переработка и использование вторичных продуктов виноделия для получения новых продуктов», которая базируется на использовании последних научных достижений ведущих ученых стран Евросоюза, работающих в этой сфере. Для получения полезных компонентов отходы (выжимки, дрожжевые и гущевые осадки, коньячная барда) перерабатывают с целью получения весьма ценных и важных для экономики республики продуктов.

Выполнена работа по интенсификации процесса обезвреживания ферроцианидсодержащих отходов виноделия. В основе разработанной технологии лежит перевод ферроцианидов в жидкую фазу путем растворения в щелочной среде с последующим электрофлотационным разделением фаз. В очищенный от взвеси раствор выщелачивания, содержащий ферро-гексацианоферрат натрия, вводят растворы сульфатов меди, марганца, цинка и др. При этом образуются ферро-гексацианоферраты металлов, которые быстро выпадают в осадок и удаляются при декантации (пат. МД № 3731).

Полученный высокодисперсный осадок представляет собой соединения биологически активных элементов в виде комплексных солей с общей формулой Me(OH)n{FeIII[FeII(CN)6]}n-1, где Me – микроэлементы Cu, Zn, Mn, Mo, Co. Его можно использовать как микроудобрение (пат. МД № 2008-0128), а при наличии медьсодержащих комплексных солей – в качестве фунгицида (пат. МД № 3668).

Гидроксоферро(Ш)-цианоферратные смешанные комплексы этих металлов образуются в виде частиц наноразмеров. В почве они подвергаются гидролизу и полному разложению под действием микроорганизмов, в частности уробактерий. В результате элементы биологически активных металлов постепенно переходят в легкоусвояемую растениями форму, что способствует повышению их урожайности, улучшению качества и стойкости к заболеваниям. Поскольку эти соединения относительно труднорастворимые, они не вымываются из почвы длительное время. Создаются ус-

ловия саморегулирования процессов микробиологического и гидролитического разложения, обеспечивающие равномерное и пролонгированное действие микроудобрений в течение 4–5 лет [7].

Нами предпринята попытка испытать возможность применения отходов виноделия в животноводстве и ветеринарии. Одной из предпосылок поисков в этом направлении явилось наличие среди этих отходов больших количеств КОЖК, проблема утилизации которых до сих пор практически не решена.

Основанием для привлечения внимания к КОЖКС явилось, в первую очередь, присутствие в них в комплексе с бентонитом гексацианогруппы - $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$. Именно эти компоненты отходов могли быть использованы для применения в качестве энтеросорбентов: бентонит – как универсальный сорбент различных экзотоксинов, а железо гексацианоферрат – как селективный сорбент радионуклидов цезия.

Как известно, выпускаемый отечественной промышленностью фармакопейный калий-железо гексацианоферрат под названием ферроцин® имеет лекарственную форму: темно-синий порошок или таблетки для приема внутрь. Фармакотерапевтическая группа : комплексообразующее средство. Фармакологические свойства: ферроцин® связывает радиоактивные изотопы цезия, предупреждая их всасывание из кишечника. В процессе метаболизма радионуклиды цезия выделяются в просвет желудочно-кишечного тракта, где подвергаются реабсорбации. Применение ферроцина® способствует связыванию этой доли радионуклида в кишечнике, что позволяет ускорить его выведение из организма. Ферроцин® не всасывается в кишечнике и полностью выводится из организма [9]. После аварии на ЧАЭС он оказался востребован не только в качестве противоядия от отравления человека радиоактивными изотопами цезия и рубидия, но и для снижения перехода радионуклидов цезия из кормов в продукцию животноводства – мясо и молоко.

Сырье для изготовления сорбентов из отходов виноделия было найдено на первичных заводах по производству виноматериалов Краснодарского края.

На первом этапе проведения работ по подготовке сырья к изготовлению сорбента КОЖКС после сбора его высушивали в летнее время под навесом при температуре 15-30°С. После того как остаточная влажность сырья достигала 2-5%, проводили ее размол в тонкодисперсный порошок на промышленных установках типа мелотерки (например, С-909), кормодробильной установки (типа ДКУ-1.0 или ей подобной) или виброшаровой мельницы. Затем следовал этап сортировки образовавшегося порошка с помощью специальных сит с заданным размером ячеек, расфасовка в тару, контроль готового изделия. Конечный продукт с учетом его физико-химических свойств назвали ферроцианидно-бентонитовым сорбентом ХЖ-90 («химия-жизнь»).

Более удачным способом изготовления сорбента оказалось использование совместно с ООО «ВТН-Техно» турбулентной сушилки с установленной мощностью 85 квт и производительностью по испаряемой влаге 50 кг/ч. Разработанный технологический процесс сушки КОЖКС включил в себя все этапы производства сорбента - сушку, получение порошка с заданным гранулометрическим составом и отгрузку в специальную тару (полиэтиленовые или бумажные мешки). Преимуществом данной технологии являлось использование меньших производственных площадей, более высокая производительность и сокращение времени на производство сорбента. Сушилка имеет производительность 500 кг ХЖ-90 за 8 часов (рабочая смена). Ее можно использовать с полной нагрузкой в течение года для обслуживания нескольких винодельческих предприятий.

Данные, полученные при изучении физико-химических свойств ферроцианидно-бентонитового сорбента ХЖ-90 методом лазерного масс-спектрометрического анализа, свидетельствуют о наличии в нем высокого содержания соединений кремния – до 14,0% и алюминия - до 5,4%. Это указывает на то, что в состав сорбента входят алюмосиликаты. Ионы двух и трехвалентного железа в составе КОЖКС отража-

ют наличие в них продуктов реакции желтой кровяной соли с присутствующими в виноматериалах ионами железа. Уровень трехвалентного железа во всех пробах сорбента был в среднем в 2,3 раза выше, чем двухвалентного. Результаты исследования содержания в сорбенте двух и трехвалентного железа, а также калия в последующем были использованы для контроля качества готовой продукции.

Научно-производственными опытами установлено, что ферроцианидно-бентонитовый сорбент изотопов цезия ХЖ-90 может быть успешно использован в качестве средства, снижающего переход радионуклидов цезия, стронция и солей тяжелых металлов из кормов в продукцию животноводства – молоко, мясо. Сорбент обладает сорбционными свойствами и в отношении микотоксинов. Нами разработан способ профилактики и лечения микотоксикозов свиней (Патент № 2016935) и способ профилактики и лечения гастроэнтеритов, обусловленных бактериозами, у телят (Патент № 2472467).

Экономический эффект использования сорбента ХЖ-90, произведенного из берлинской лазури, при отравлении свиней микотоксинами составил на 1 рубль затрат 15 руб. 75 коп. прибыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валуйко Г.Г., Домарецкий В.А., Загоруйко В.О. Технология вина. – Киев, 2003.
2. Кишковский З.Н., Мержаниан А.А. Технология вина. - М., 1984.
3. Ковалев В.В., Утилизация отходов виноделия и сахарного производства в земледелии / В.В.Ковалев [и др.] // [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.sibirinvest.ru/doc/section43.pdf.
4. Ковалев, В. В. Утилизация ферроцианидсодержащих отходов виноделия с получением ценных продуктов / В.В. Ковалев, В.Э. Ненно, О.В. Ковалева// [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.svvr.ru/Vtorichnye_ produkty_vinodeliya.
5. Майер-Оберплан М. Осветление и стабилизация вина, шампанского и сладкого сока / М.Майер-Оберплан // Пер. с немецкого – М., 2000.
6. Осипов, В.Н. Экономическая целесообразность утилизации вторичных продуктов виноделия /В.Н. Осипов, А. Суружий, А. Солоид // [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Ekhp/ 2010_1/st9.pdf
7. Переработка отходов виноделия. Экономическая целесообразность переработки отходов виноделия [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.comodity.ru/vinebrandy/193.shtml.
8. Попович, Г.А. Способ извлечения этилового спирта из винного осадка с берлинской лазурью / Г.А. Попович [и др.] // А. с. 777060 кл. С12 F 3/08 опубл. 07.11.80 БИ № 41).
9. Электронный ресурс – Режим доступа: http://www.atompharm.ru/ferrocin_ direction.html.
10. Электронный ресурс – Режим доступа: http://www.magarach.ua/laboratoriya - pererabotki-othodov-vinodeliya.html
11. Электронный ресурс – Режим доступа; http://www..ru/utilizatsiya-2001/problemyi-utilizatsii-othodov-vinodeliya.html
12. Электронный ресурс – Режим доступа; 28.01.2010. http://almash. foodset.ru/news.php
13. Электронный ресурс – Режим доступа; http://vinocenter.ru/ vtorichnyeprodukty - iz-otxodov-vinodeliya.html.

УДК 634.75:631.86

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЁМОВ ВНЕСЕНИЯ СОЛОМЫ ПОД ЗЕМЛЯНИКУ

В.И. Петрова

старший научный сотрудник, лабораторно-аналитический центр агрохимии и почвоведения ГНУ Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства Российской академии сельскохозяйственных наук, **Россия, г. Москва,** vstisp.agrochem@yandex.ru

С.Н. Коновалов

кандидат биологических наук, заведующий, лабораторно-аналитический центр агрохимии и почвоведения, ГНУ Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства Российской академии сельскохозяйственных наук, **Россия, г. Москва,** vstisp.agrochem@yandex.ru

В полевом опыте изучали эффективность различных способов внесения соломы и биопрепаратов под землянику сорта Зенга Зенгана. Показано, что внесение соломы, микоризного препарата Amykor и биопрепарата Азотобактер усиливает эффективность минеральных удобрений. Внесение Amykor и соломы на фоне $N_м^1$ $P_{сд}K_с$ повышает урожай в среднем на 15%.

Ключевые слова: минеральные удобрения, азотфиксирующие бактерии, арбускулярная микориза, солома, земляника садовая.

EFFICIENCY OF VARIOUS METHODS OF APPLYING OF STRAW UNDER STRAWBERRY

Petrova V.I., Konovalov S.N.

In a field experiment it studied the effect of differents various ways of straw and biopreparations under strawberry varieties Zenga Zengana. It is shown that the introduction of straw, mycorrhize preparation Amykor and preparation Azotovit enhance the efficiency of mineral fertilizers. The introduction of Amykor and straw on the background of $N_м^1P_{сд}K_с$ increases yield on average by 15%.

Keywords: mineral fertilizers, nitrogen fixing bacteria, arbuscular mycorrhiza, straw, strawberry.

Введение. Минеральное питание – один из важнейших приёмов повышения урожайности растений. В последнее время возрос интерес к производству сельскохозяйственной продукции по биологизированным технологиям возделывания, создающим предпосылки для полноценного использования потенциала почвы и растений при сокращении внесения агрохимикатов. В связи с этим всё шире используются местные органические удобрения: навоз, сидераты, солома, биоудобрения из отходов животноводства.

Солома является важным источником органического вещества в почве, но она бедна азотом и содержит углеводы в форме трудногидролизуемых веществ – гемицеллюлоз, целлюлозы, лигнина. Эти вещества при поступлении в почву подвергаются микробиологической трансформации и служат материальной основой для формирования различных фракций гумуса. В ягодоводстве солома в основном используется как мульчирующий материал. Литературные данные об эффективности применения соломы в качестве органического удобрения приводятся в основном по её испытанию под зерновые и овощные культуры [1, 2, 4-7]. Данные о применении соломы под землянику ограничены. По данным С.Н. Коновалова, полученным в вегетационном агрохимическом опыте, внесение соломы под землянику в дозе 10 т/га один раз в три года на фоне полного минерального удобрения увеличивало продуктивность растений земляники до 55% [3].

При разработке технологии внесения соломы в почву большое научное и практическое значение имеет поиск сочетания этого удобрения с минеральными и бактериальными удобрениями, которые предотвращают процессы иммобилизации азота микроорганизмами и активизируют процессы разложения соломы.

Материалы и методы исследования. Цель наших исследований – изучить эффективность внесения соломы при различных сочетаниях её с минеральными удобрениями, а также с препаратами азотфиксирующих бактерий и арбускулярной микоризы под землянику сорта Зенга Зенгана. С этой целью был заложен полевой опыт в производственном отделе ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии в отделении Спасское (Ленинский район Московской области). Площадь делянки 1,8 $м^2$ (0,9 м х 2 м). Расположение делянок рендомизированное, повторность опыта – трёхкратная. Измельчённая солома вносилась из расчета 1 $кг/м^2$. Солома перед посадкой растений в варианте с предварительной бактеризацией за сутки перед внесением в почву была инкубирована азотфиксирующим диазотрофом Азотобактером. Вместе с соломой был внесен также препарат Amykor, содержащий активный мицелий микоризных грибов рода Glomus. Препарат представлен компанией AmykorGmbH. Доза препарата – 500 мл на делянку. Азотное удобрение мочевина ($N_м$) было внесено в двух дозах: одинарной (30 кг д.в./га) и двойной. Все удобрения были внесены и заделаны в почву перед посадкой растений. Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая, окультуренная, pH 6,28, содержание в почве легкогидролизуемого N – 8,8 мг/100 г, подвижного P_2O_5 – 42, 95 мг/100 г.

Схема опыта

Биоорганические удобрения	Минеральные удобрения	Вариант №
Без удобрений	Без удобрений	1
	$N_м^2$	2
	$N_м^1$	3
Солома	Без удобрений	4
	$N_м^2$	5
	$N_м^1$	6
Солома+ Amykor	Без удобрений	7
	$N_м^2$	8
	$N_м^1$	9
Солома+Азотобактер	Без удобрений	10
	$N_м^2$	11
	$N_м^1$	12

В опыте проводились учёты биометрических показателей вегетативного и генеративного развития растений, урожая ягод, содержания хлорофилла в листьях, определялось содержание подвижных форм азота в почве.

Результаты исследования. Как следует из таблицы 1, применение соломы и биопрепаратов увеличило количество цветков на растениях преимущественно на фоне двойной дозы мочевины. Так, на варианте без внесения соломы насчитывалось 43,3 цветка на одно растение; при внесении соломы в чистом виде, а также при обогащении соломы Азотобактером и Amykor – больше пятидесяти цветков на одном растении. На этих же вариантах образовалось больше и цветоносов. По количеству рожков существенной разницы не наблюдалось.

Содержание хлорофилла в листьях всех вариантов в опыте было довольно высоким. Внесение органических, минеральных и бактериальных удобрений существенного влияния на этот показатель не оказало (табл. 1).

Внесение соломы как в чистом виде, так и на фоне минеральных удобрений, не снижало содержание аммонийного азота в слое почвы 5-10 см. Максимальное количество этой формы азота отмечено при внесении соломы с двойной дозой мочевины – 11,6 мг/кг свежей почвы, без соломы – 6,6 мг/кг (табл. 2).

Таблица 1 – Влияние различных приёмов внесения соломы в почву на генеративную продуктивность растений земляники сорта Зенга Зенгана

Вариант №	Количество цветков, шт./растение	Количество цветоносов, шт./растение	Количество рожков, шт./растение	Содержание хлорофилла (a+b), мг/г массы сырых листьев
1	45,5	5,6	10,7	8,88
2	43,3	5,3	12,1	7,92
3	51,3	6,3	12,4	9,30
4	50,8	7,0	14,5	9,30
5	52,5	7,0	12,7	8,70
6	46,4	6,2	12,8	8,22
7	42,7	5,3	14,0	8,88
8	54,4	6,9	14,3	8,22
9	45,9	6,9	14,0	8,34
10	39,7	5,7	12,0	8,22
11	52,4	6,8	12,8	8,88
12	51,3	6,7	12,3	8,46

Таблица 2 – Влияние различных приёмов внесения соломы на содержание подвижных форм азота в почве под земляникой сорта Зенга Зенгана

Вариант №	Глубина, см	NH_4, мг/кг свежей почвы	NO_3, мг/кг свежей почвы
1	5-10	5,1	11,13
	15-20	7,2	10,88
2	5-10	6,6	50,88
	15-20	5,1	12,73
3	5-10	5,1	27,71
	15-20	6,8	11,93
4	5-10	6,6	11,92
	15-20	8,1	8,99
5	5-10	11,6	45,31
	15-20	6,4	12,49
6	5-10	6,8	15,01
	15-20	6,8	12,21
7	5-10	4,4	12,21
	15-20	1,0	9,92
8	5-10	3,4	59,53
	15-20	7,6	18,91
9	5-10	4,4	19,34
	15-20	14,0	14,01
10	5-10	2,8	12,78
	15-20	4,0	11,13
11	5-10	4,5	48,54
	15-20	7,2	10,39
12	5-10	4,8	12,78
	15-20	9,6	11,38

В слое 15-20 см при внесении соломы как на фоне одинарной, так и на фоне двойной дозы мочевины запасы аммонийного азота в почве были несколько выше. Нитратным азотом в слое 5-10 см лучше всего были обеспечены растения на фоне двойной дозы мочевины. В слое 15-20 см нитратный азот составлял 14 мг/кг почвы. Внесение соломы и биопрепаратов существенно не отразилось на этом показателе на данной глубине.

Наиболее высокие показатели по урожайности земляники наблюдались при внесении соломы на фоне двойной дозы мочевины (рис. 1). Прибавка урожая на этом

варианте к варианту без удобрений составляла 36%, при внесении чистой соломы – только 6%.

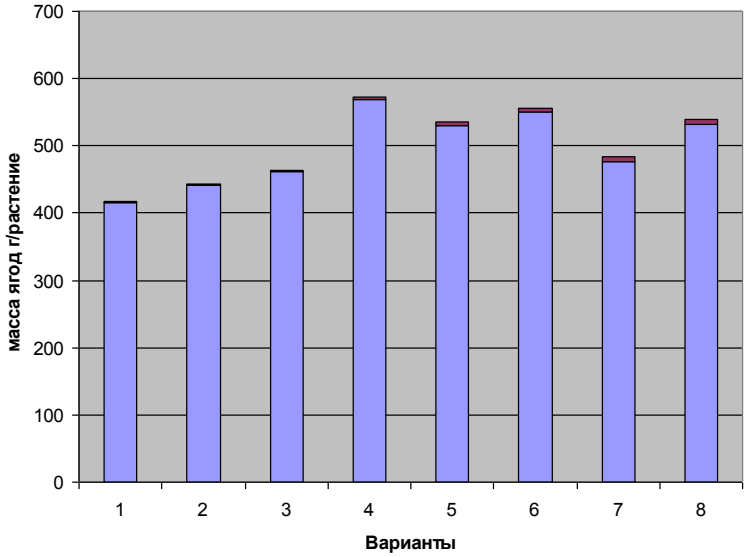


Рис. 1. Влияние различных приёмов внесения соломы на урожай ягод земляники сорта Зенга Зенгана:
1. Без удобрений; 2. Солома; 3. Солома + $N_м^1$; 4. Солома + $N_м^2$; 5. Солома + $N_м^1$ + Amykor; 6. Солома + $N_м^2$ + Amykor; 7. Солома + $N_м^1$ + Азотобактер; 8. Солома + $N_м^2$ + Азотобактер

Обработка соломы биопрепаратами Amykor и Азотобактером повышала эффективность использования соломы на фоне одинарной дозы мочевины. Обогащение соломы микоризными грибами на этом фоне повышало урожай ягод на 15 % по сравнению с вариантом без биопрепарата. На фоне двойной дозы мочевины эффективность бактериального и грибного биопрепаратов не проявлялась.

Таким образом, внесение соломы в почву является эффективным приёмом повышения продуктивности растений земляники. Наиболее целесообразно применение соломы, инкубированной биопрепаратами Amykor и диазотрофом Азотобактером в сочетании с минеральными удобрениями в дозе 30 кг д.в./га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верниченко Л. Ю, Мишустин Е. Н. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур / Использование соломы как органического удобрения. –М.: Наука, 1980. – С. 3-33.

2. Колсанов Г. В. Солома как фактор биологизации системы удобрений на черноземах лесостепи Поволжья // Сб. научных трудов. –1992. – С. 25-30.

3. Коновалов С. И, Оксузян К. Р., Головин С. Е. Влияние внесения соломы в почву на усвоение труднорастворимых фосфатов земляникой и фитосанитарное состояние почвы // Плодоводство и ягодоводство России. Сб. научных работ /ВСТИСП. – 2005. – Т. XII. – С. 537-550.

4. Кореньков Д. А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. – М., 1999. – 296 с.

5. Полякова А. И, Велигонова Н. В. Влияние соломы и биологически активных веществ на плодородие почвы // Изв. вузов Сев. - Кавказского региона. Естествознание. Спец. выпуск. – 2003. – С. 161-168.

6. Попова Ж. П. Изменение микробного ценоза при разложении в почве соломы и сидератов // Тр. / ВНИИСХ микробиологии. –1986. – Т. 56. – С. 93-98.

7. Русакова И. В, Воробьёв Н. И. Влияние биопрепарата Баркон на процесс гумификации соломы // Агрохимия. – 2011. – № 1. – С. 48-55.

УДК 631.95:633.71:67.08

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ТАБАЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Т.В. Плотникова

кандидат сельскохозяйтственных наук, заведующая сектором экологической токсикологии и мониторинга, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий Россельхозакадемии, **Россия, г. Краснодар**

Н.В. Сидорова

научный сотрудник лаборатории агротехнологии, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий Россельхозакадемии, **Россия, г. Краснодар,** vniitti1@mail.kuban.ru

Дан краткий обзор направлений использования табачной пыли. Показана возможность применения её в качестве органического удобрения. Приведены результаты изучения влияния табачной пыли на биологическую активность почвы.

Ключевые слова: утилизация, промышленные отходы, табачная пыль, биологическая активность почвы.

POSSIBILITY OF UTILIZATION WASTES OF THE TOBACCO INDUSTRY AS ORGANIC FERTILIZER

Plotnikova T.V., Sidorova N.V.

Brief review of ways for utilizing tobacco dust is given. Possibility of utilizing it as organic fertilizer is proved. Results on influence of tobacco dust on soil biological activity are introduced.

Keywords: utilization, industrial wastes, tobacco dust, soil biological activity.

Введение. Снижение загрязнения окружающей среды за счёт сокращения сбрасывания в природную среду всех видов промышленных отходов, а также создания безотходных технологий приобретает в последнее время особую значимость. Многие развитые страны в мире, особенно это касается Японии, США, Германии, Прибалтийских стран, успешно решают все эти задачи [1].

В табачной отрасли Российской Федерации эта проблема особо актуальна, так как при ежегодном производстве порядка 410 млрд шт. сигарет промышленных отходов образуется свыше 15 тыс. тонн [2, 3].

Технологический процесс на табачных фабриках состоит из трех потоков – подготовки табачного сырья, изготовления сигарет, изготовления папирос. Он сопровождается накоплением большого количества отходов [1]. К отходам табачного производства относится фарматура или обрывки табачных листьев, до 20 см^2, а также волокно после переработки брака сигарет и штранга. Данные отходы могут быть возвращены в производство без дополнительной обработки и называются возвратными. К невозвратным относят срезы главной жилки листа, мелочь и пыль. Основную долю (около 87%) в структуре отходов табачной промышленности занимает табачная пыль [3].

Вопрос об использовании и утилизации отходов стоит давно и в настоящее время актуален. Частично он реализуется при производстве восстановленного табака для повторного использования в изготовлении сигарет, а также при получении из табачных отходов продуктов, используемых в некурительных целях [4].

Производство восстановленного табака на специально построенном заводе в г. Елец Липецкой области частично решил вопрос использования отходов, т.к. на завод принимаются только возвратные отходы – срезы жилок и табачная мелочь. Основная часть невозвратных отходов – пыль, имеющая в своём составе до 50% минеральных примесей, приёмке не подлежит, поэтому проблема утилизации отходов в России осталась нерешённой.

Согласно действующим на территории РФ нормативным документам табачная пыль относится к 3 классу опасности – умеренно опасные. Захоронение таких отходов производится на специальных полигонах ТБО, однако из-за повышенной взрывоопасности при больших скоплениях размещение её ограничено. Кроме того, в связи с вступлением в ВТО требования при утилизации табачных отходов производства 1-3 классов опасности ужесточаются [5].

В связи с этим продолжаются исследования по изысканию и внедрению безопасных способов переработки пыли, исключающих её самовоспламенение при длительном хранении на полигонах. Кроме того, существует множество направлений, в которых табачная пыль может эффективно использоваться, и одним из главных потребителей является медицина. Отходы табачного производства как основной источник витамина PP (*Pellagra Preventive* – предупреждающий пеллагру) или никотиновая кислота была впервые выделена из никотина. Сейчас её получают синтетическим путём [1]. Из пыли также извлекают яблочную и лимонную кислоты. Известны способы получения и очистки табачной смолы, которую возможно использовать для улучшения курительных свойств табачных изделий или при изготовлении продукции парфюмерной промышленности. Разработаны различные методы использования табачной пыли в качестве источника биоэнергии, изготовления горшочков для рассады [6], а также в качестве инсектицида [3, 7].

Использование табака для борьбы с вредителями датируется серединой 19 века и связано с обнаружением токсических свойств никотина. В настоящее время табак и его отходы, в том числе и табачную пыль, применяют для приготовления настоев, отваров, опыливания и окуривания вредных объектов. Государственным каталогом… (2012) табачная пыль разрешена для применения в личных подсобных хозяйствах на капусте, луке, редьке, редисе, а также на цветочных, ягодных и плодовых культурах против сосущих и грызущих фитофагов. Разработан препарат на зольно-табачной пыли – Табазол, применяющийся как отпугивающий инсектицид для борьбы с садово-огородными вредителями [8]. Обладая выраженными инсектицидными свойствами, табачная пыль губительно действует на вредителей и не представляет серьёзной опасности для теплокровных и человека.

За рубежом табачное растение, применяемое для борьбы с вредителями, становится объектом рекламы в рамках кампании, направленной против курения. Так, на Филиппинах табачную пыль начали использовать для защиты рыбы от моллюсков-паразитов. Помимо моллюскоцидных свойств установлено ростостимулирующее воздействие табачной пыли на водоросли [9]. Канадские учёные предлагают бороться табачным пестицидом не только с колорадским жуком, но и с патогенными грибами, такими как *Streptomycesscabies, Clavibactermichiganensis* и *Pythiumultimum* [10].

Интересной показана возможность использования табачной пыли в качестве органического удобрения, как посредством биокомпостирования [5], так и в чистом виде. В сельском хозяйстве применяют многие виды нетрадиционных удобрений, в том числе табачную и махорочную пыль, табачные листья после извлечения никоти-

на. Все они разрешены к применению в сельском хозяйстве без ограничений при норме внесения 2-6 т на гектар пашни [11].

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. Значительная часть соединений азота представлена подвижными, легкодоступными соединениями, что положительно сказывается на питании растений. 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 (Zn, Cu) являются необходимыми для нормальной жизнедеятельности живых организмов [11].

Д.Г. Кротовым (2007) также получены данные по токсикологической оценке табачной пыли "методом проростков". В эксперименте изучали влияние вытяжки из табачной пыли в различной концентрации на энергию прорастания семян. При проращивании семян в вытяжке разведённой 1:50 (соотношение вода/табачная пыль 50:1) отмечено угнетающее действие пыли. В концентрации 1:100 и 1:1000 биометрические показатели по длине проростков и корешков, массе проростков были положительны с небольшим стимулирующим эффектом на развитие корневой системы. Отмечена также закономерность в снижении токсичности табачной пыли по мере хранения.

В ГНУ ВНИИТТИ начата работа по установлению влияния табачной пыли на биологическую активность почвы.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследований являлись питательная смесь, табачная пыль, соответствующее лабораторное оборудование. Исследования проводились в парниковом хозяйстве института (г. Краснодар) в 2012 г. Площадь учётной делянки в парнике составляла 1 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Контролем в опыте служила длительно несменяемая питательная смесь с содержанием подвижных форм азота: аммиачного – 3,9 мг, нитратного – 7,5 мг, подвижного фосфора – 20,2 мг, обменного калия – 5,2 мг на 100 г питательной смеси, pH находилась в пределах кислой и слабокислой (5,0 - 6,0), нитрифицирующая способность составляла 4,9 мг NO_3^-на 100г почвы. Табачную пыль вносили в питательную смесь за 2 недели до посева табака в дозах 2 и 5 т/га и периодически её увлажняли. Почву для анализов отбирали перед посевом табака.

Определение количества нитратов и поглощенного аммония в питательной смеси рассадника проводили по методу Мещерякова [12], подвижного фосфора по Чирикову и обменного калия по Масловой [13]. Нитрифицирующую способность почв определяли по Кравкову (1975), активность целлюлозоразрушающих микроорганизмовпо Федорову (1963) [14, 15].

Результаты исследований и их обсуждение. Помимо химических и биологических средств ведётся постоянный поиск различных природных субстратов – органических удобрений, способных не только улучшить рост и развитие табака, но и снизить повреждение растений рассадными гнилями. В результате проведённых экспериментов установлено, что внесение в ризосферную зону табачной пыли способствует увеличению в сравнении с контролем содержания 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 (246%) (таблица).

Таблица – Влияние внесения табачной пыли на содержание подвижных форм питательных элементов в субстрате

Вариант	pH сол.	NH_4^+	NO_3^-	P_2O_5	K_2O
Контроль	6,5	3,9	7,5	20,2	5,2
Табачная пыль, 200 г/м^2	5,0	4,2	9,6	22,8	12,8
Табачная пыль, 500 г/м^2	5,0	4,9	10,0	23,3	12,7

Среди определяющих показателей плодородия почвогрунтов большое значение имеет реакция почвенного раствора. Каждое растение предъявляет определённые требования к pH среды, но большая их часть, в том числе и табак, лучше произрастает при слабокислой реакции почвенного раствора. Не меньшую роль этот показатель играет и в жизни почвенных микроорганизмов. Внесение в питательную смесь табачной пыли способствует некоторому подкислению субстрата, что не очень благоприятно для табачных растений.

Известно, что биологическая активность почвы является одним из критериев оценки направленности почвообразовательных процессов и позволяет судить о состоянии плодородия почвы [16]. В связи с этим были проведены исследования по изучению важнейших показателей биологической активности субстрата: нитрифицирующая способность почвы и активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

Установлено, что внесение в питательную смесь табачной пыли существенно усиливает биологическую активность субстрата. Интенсивность процесса нитрификации (способность почвы превращать аммонийные соли в нитратные, которые являются преобладающей формой питания растений) была одинаково высокой на обоих вариантах с внесением пыли и составляла 11,0 -12,6 мг NO_3^-на кг питательной смеси (рис. 1). Наименьшая нитрифицирующая способность отмечена на контроле (без внесения субстрата), где созданы менее благоприятные условия для деятельности нитрифицирующих бактерий из-за недостатка органического вещества.

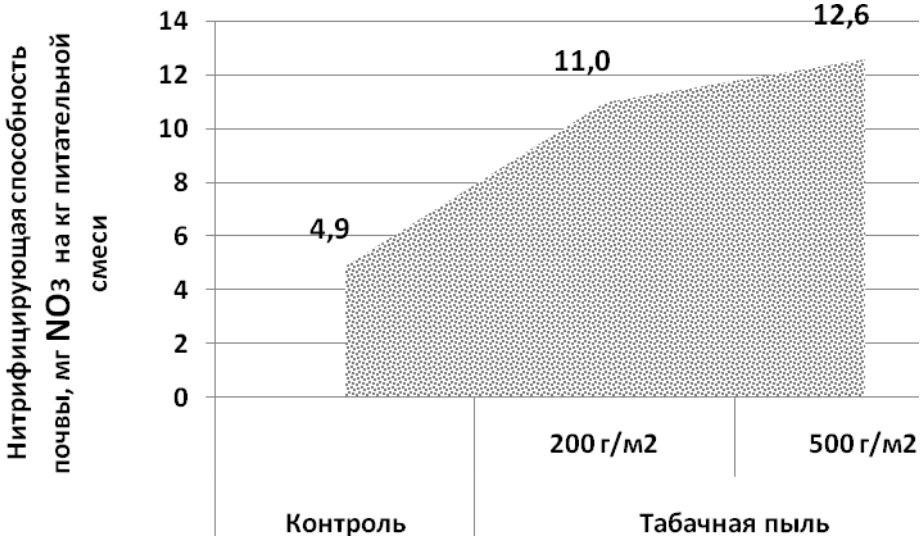


Рисунок 1 - Влияние табачной пыли на нитрифицирующую способность питательной смеси

В аэробных условиях разложение целлюлозы ведут микроорганизмы разных таксономических групп: бактерии, грибы, актиномицеты. Наиболее ярко это выражено у целлюлозоразлагающих бактерий (ЦРБ), которые в результате воздействия на

углеводы создают питательные вещества для других микробов. Стоит отметить, что табачная пыль может содержать в своём химическом составе до 7% углеводов [11].

Отмечено, что внесение в почвенный субстрат отходов табачного производства положительно повлияло на процесс разложения клетчатки. Активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов при внесении табачной пыли (200и 500 г/м^2) составила соответственно дозам 30 и 53% (рис. 2, 3). Это в свою очередь способствовало улучшению роста и развития табачной рассады на данных вариантах.

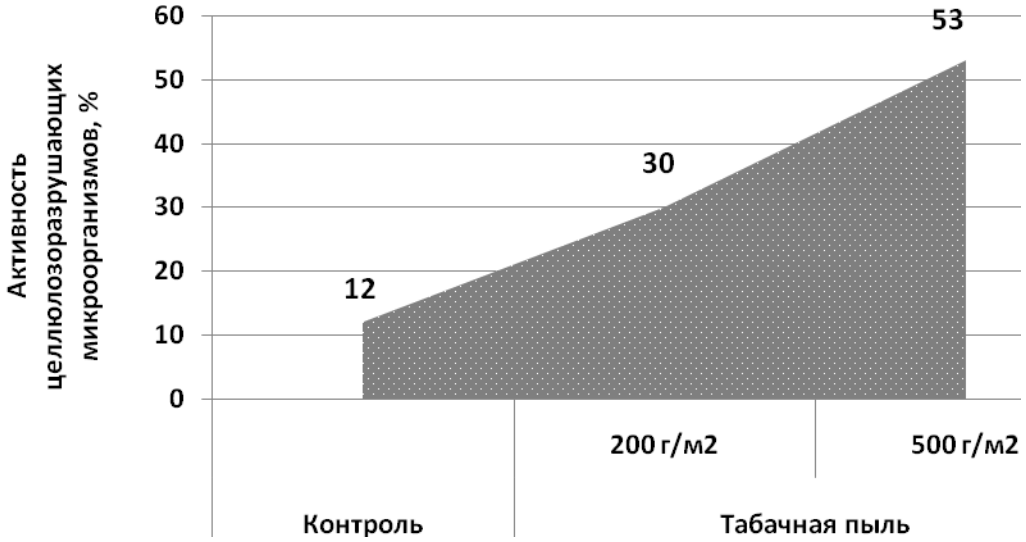


Рисунок 2 - Влияние внесения табачной пыли в питательную смесь на активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов

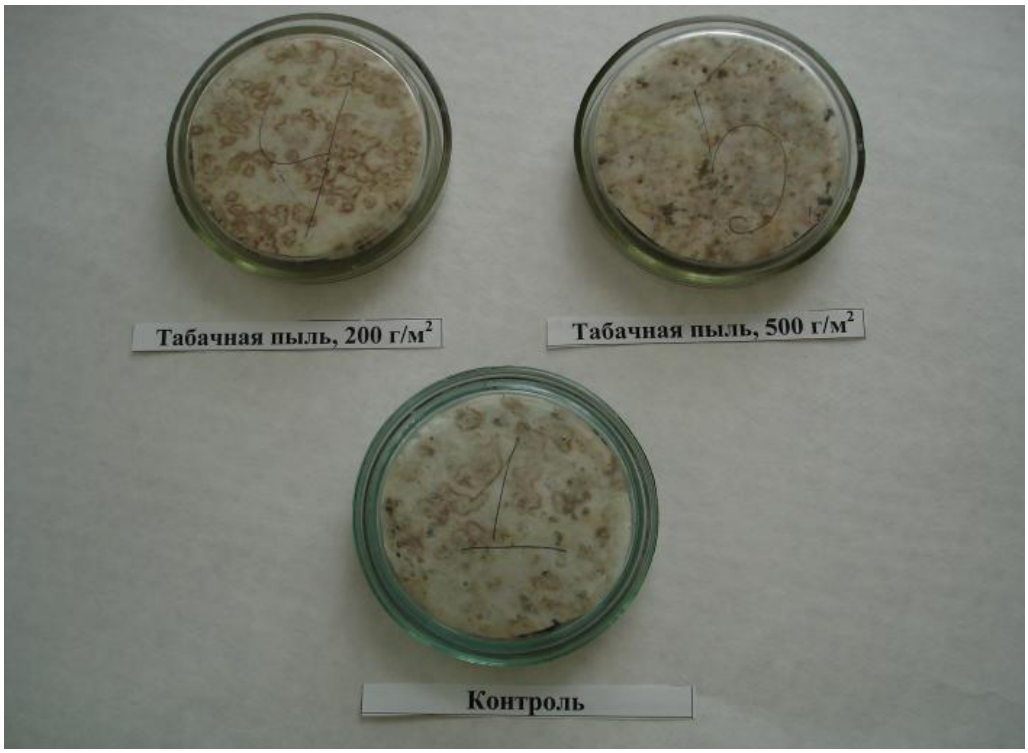


Рисунок 3 – Скорость разложения клетчатки при внесении в питательную смесь различных доз табачной пыли

В результате проведённых исследований установлено, что внесение в питательную смесь табачной пыли приводит к увеличению содержания подвижных форм азота, фосфора и обменного калия. Предварительные исследования показывают, что табачная пыль, применяемая в чистом виде в качестве органического удобрения, является эффективным средством, способствующим повышению нитрифицирующей и целлюлозоразрующей активности почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колмакова Е.А., Фисенко Я.И., Антонова Е.В. Использование отходов табачного производства // 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.
2. Число курильщиков в России уменьшилось? [Электронный ресурс]. – Режим доступа - http://www.russia-no-smoking.ru/?p=837
3. 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-практич. конф. (20.03.2012г.). – М.: «Спутник+», 2012. - С.127-130.
4. 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. 2009), РАСХН. – Углич, 2009. – С.192-195.
5. Филипчук, О.Д. Способы утилизации отходов табачной промышленности // Тр. / Кубанского государственного университета. – Краснодар, 2012. – Вып. № 2 (35). – С. 305-307.
6. Смесьдля изготовления горшочков для рассады. Патент 2379880 / И.М. Остапченко, В.П. Писклов, Н.А. Дурунча, А.Е. Лысенко. № 2008135546/12; - заявл. 01.09.2008; Опубл. 27.01.2010, Бюл. №.3.
7. Бушковская Л.М., Носырев В.И. Растения защищают растения // Защита растений. – 1995. - №1. – С. 21-22.
8. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: Справочное издание, 2012. – 580с.
9. Филиппины зрекламируют табак как средство от вредителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа -www.rustabak.ru/
10. Табак убивает колорадского жука [Электронный ресурс]. – Режим доступа - *infox.ru/*
11. 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.
12. Мещеряков А.М., Тетерина М.В. Извлечение и определение нитратов и аммония в почвах сероземной зоны Таджикистана // Агрохимия. – 1972. – № 6. – С. 124-131.
13. Чириков Ф.В. Агрохимия калия и фосфора. – М., 1956. – 463 с.
14. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – С. 99-100.
15. Практическое руководство по почвенной микробиологии. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 615 с.
16. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение. – М., 2006. – С. 117-120.

УДК 631.248

«ЛАГУНА», КАК ОДИН ИЗ НОВЕЙШИХ МЕТОДОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ

Ю.А. Гарюгин

аспирант, ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, **Россия, г. Киров,** garik333@bk.ru

Рассматриваются преимущества навозохранилищ нового типа «Лагуна»

Ключевые слова: отходы животноводства, жидкий навоз, навозохранилища типа Лагуна, пленчатые покрытия. Гурмитизация

LAGUNA AS ONE OF THE NEWEST METHODS OF WASTE TREATMENT KEEPING OF ANIMALS

Garyugin Y.A.

Looks at the advantages of the new type of manure stores "Laguna"

Keywords: animal waste, liquid manure, slurry store type of Laguna, filmy coating

Методы утилизации отходов животноводства. Одним из направлений агропромышленного комплекса (АПК) Кировской области является разведение сельскохозяйственных животных: крупного рогатого скота молочных и мясных пород, свиней, птицы. При содержании животных и птицы образуются крупнотоннажные отходы: навоз и помет. Отходы животноводства по данным инвентаризации ежегодно образуются и используются в количестве 2640,0 тыс т [1]. При этом на 1059 площадках временного хранения ежегодно находятся 3977,56 тыс т указанных отходов в ожидании использования (технологическое обезвреживание) [1, 2]. Согласно областной целевой программе «Развитие агропромышленного комплекса Кировской области на период до 2015 года» в перспективе до 2015 года планируется: развитие племенного животноводства с увеличением поголовья скота примерно в 2 раза по сравнению с 2008 г. (табл. 1) [1, 3]; развитие мясного животноводства с увеличением поголовья скота в 5 раз; развитие мясного животноводства с увеличением мяса скота и птицы на реализацию в убойной массе в 1,48 раза [2].

При реализации всех мероприятий программы годовые объемы образования навоза к 2015 году увеличатся в пять раз, помета – в 1,5 раза и могут достигнуть 16000 и 300 тыс. т соответственно [3]. С увеличением объема производства и использования органических удобрений, повышением требований к их качеству, к охране окружающей среды актуальной задачей становится строительство специальных площадок компостирования.

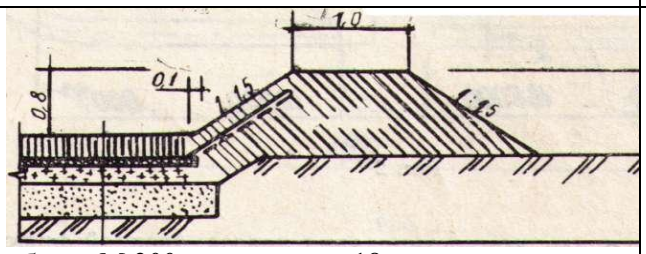
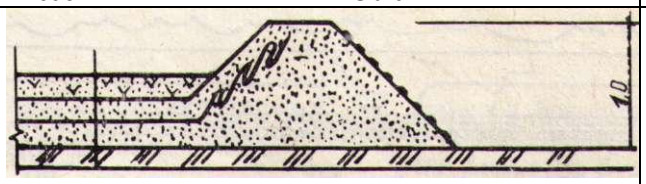
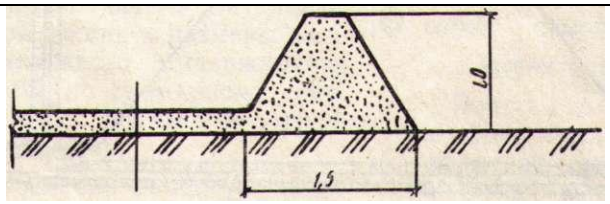
Таблица 1 – Динамика образования, использования, обезвреживания и размещения отходов животноводства за 2005-2009 годы [1, 3]

Масса отходов, тыс. т	2005	2006	2007	2008	2009
Образовалось	2640,0	2640,0	2640,0	2640,0	2640,0
Использовано и обезврежено	2640,0	2640,0	2640,0	2640,0	2640,0
Длительное хранение и захоронение	3977,56	3977,56	3977,56	3977,56	3978,0

Несмотря на то, что отходы животноводства и птицеводства практически не накапливаются, а регулярно используются, объекты их размещения являются источ-

никами негативного воздействия на атмосферный воздух, подземные воды, почвы. Охрана окружающей среды обеспечивается за счет правильного размещения площадок, с учетом расположения рыбохозяйственных объектов и уровня грунтовых вод; устройства специальных защитных приспособлений – бетонированных площадок, бордюров, водоотводных канав и жижесборников. По характеру капитальности и долговечности службы площадки разработаны в трех конструктивных вариантах (таблица 2) [4], применение которых зависит от характера защищенности грунтовых вод на месте строительства [4]. По объемам площадки имеют три основных типоразмера – 1500, 2500 и 3500 м^3 [4].

Таблица 2 – Полевые хранилища-площадки для компостирования навоза, твердой фракции и навозных стоков [4].

Наименование типов	Эскизы конструктивных вариантов площадок	Условия применения
1	2	3
Площадка с усиленным покрытием	 бетон М 300 18 см щебень, пропит. битумом 4 см щебень М 800 15 см песок 30 см	Слабозащищенные грунты Придорожный защитный слой: а) тяжелые 1-2 м (глина, суглинок) б) легкие до 3м (супесок, песок)
Площадка с твердым покрытием и пленочным защитным экраном	 сланцевая зола 30 см песок 40 см пленка 0,2 см песок 40 см	Среднезащищенные грунты а) тяжелые 2-5 м б) легкие – не менее 5м.
Площадка легкого типа (без специального покрытия) на торфяном слое	 торф 20-30 см глинозем, глина (грунт)	Защищенные и хорошо защищенные грунты а) тяжелые 5-10 м б) легкие свыше 10 м

Новый метод утилизация отходов содержания животных. Одной из современных и легко реализуемых разновидностей навозохранилища является *«Лагуна»*.Лагуна представляет собой заглубленный котлован, грунт вынутый из котлована используется для образования замкнутой дамбы по периметру. На нижней части Лагуны создается 300-миллиметровая песчаная подушка, далее на песчаную подушку и боковые стенки наносится и утрамбовывается глиняный замок толщиной 250 мм. Далее укладывается защитная пленка, текстильный дренаж и нижняя пленка. Нижнее уплотнение выполняется из пленки "Nicoflex"1000 HSPO (высокопрочный полиолефин) с удельным весом 1000 г/м^2 [5]. Пленка раскатывается из рулона и растягивается

по всей площади лагуны, выравнивается, чтобы не было зон натяжения, при помощи экскаватора. Края пленки закладываются в канавку, выкопанную по верху дамбы, для лучшей фиксации пленочного покрытия. Пленка склеивается внахлест сварочным экструдером ПСТ-2 или ручным аппаратом РЭСУ-500 [6]. Верхнее покрытие выполняется из пленки "Nicoflex"800 HSPO (высокопрочный полиолефин), удельный вес 800 г/м^2, изготавливается с армированием из полиэстера, что обеспечивает пленке достаточную прочность. Преимущества этой пленки - это долговечность (стойкость к воздействию УФ лучей) и эластичность при высоких и низких температурах. Верхняя пленка фиксируется на опорных элементах конструкции и стенках таким образом, что достигается полная герметичность стыков. Укладка пленки производится при скорости ветра не более 5 м/с [6]. По верхнему периметру дамбы при помощи подвесов монтируется пластиковая перфорированная гибкая труба, предназначенная для отвода метановых газов, образующихся при брожении. При установке крышки труба деформируется и плотно прилегает к стыкуемым объектам. В результате происходит процесс полной герметизации хранилища, а так же отвода газов, препятствуя распространению неприятного запаха, выделению аммиака и защищая емкости от заполнения атмосферными осадками [7] (рисунок).

Уничтожение возбудителей болезней и семян сорняков в лагуне происходит в процессе анаэробного сбраживания. Сброженные в анаэробном процессе навозные стоки богаты питательными веществами в легкоусвояемой форме, не имеют запаха и практически дегельминтизированы, что решает проблемы экологического, санитарного и агрохимического характера. Резервуар может быть открытым - иметь только нижнюю пленку, препятствующую попаданию хранимого вещества в землю, или закрытым - иметь, кроме нижней, еще и верхнюю пленку, плавающую поверх содержимого резервуара [6-8].

На ферме должно быть минимум две лагуны, обеспечивающие последовательное накопление и 6-месячное выдерживание (обеззараживание) навоза по средствам добавления 1 кг $CaCO_3$ на 1 тонну навоза с периодической гомогенизацией. Выгрузка производится для весенне-осеннего внесения на поля годового объема навоза [9].

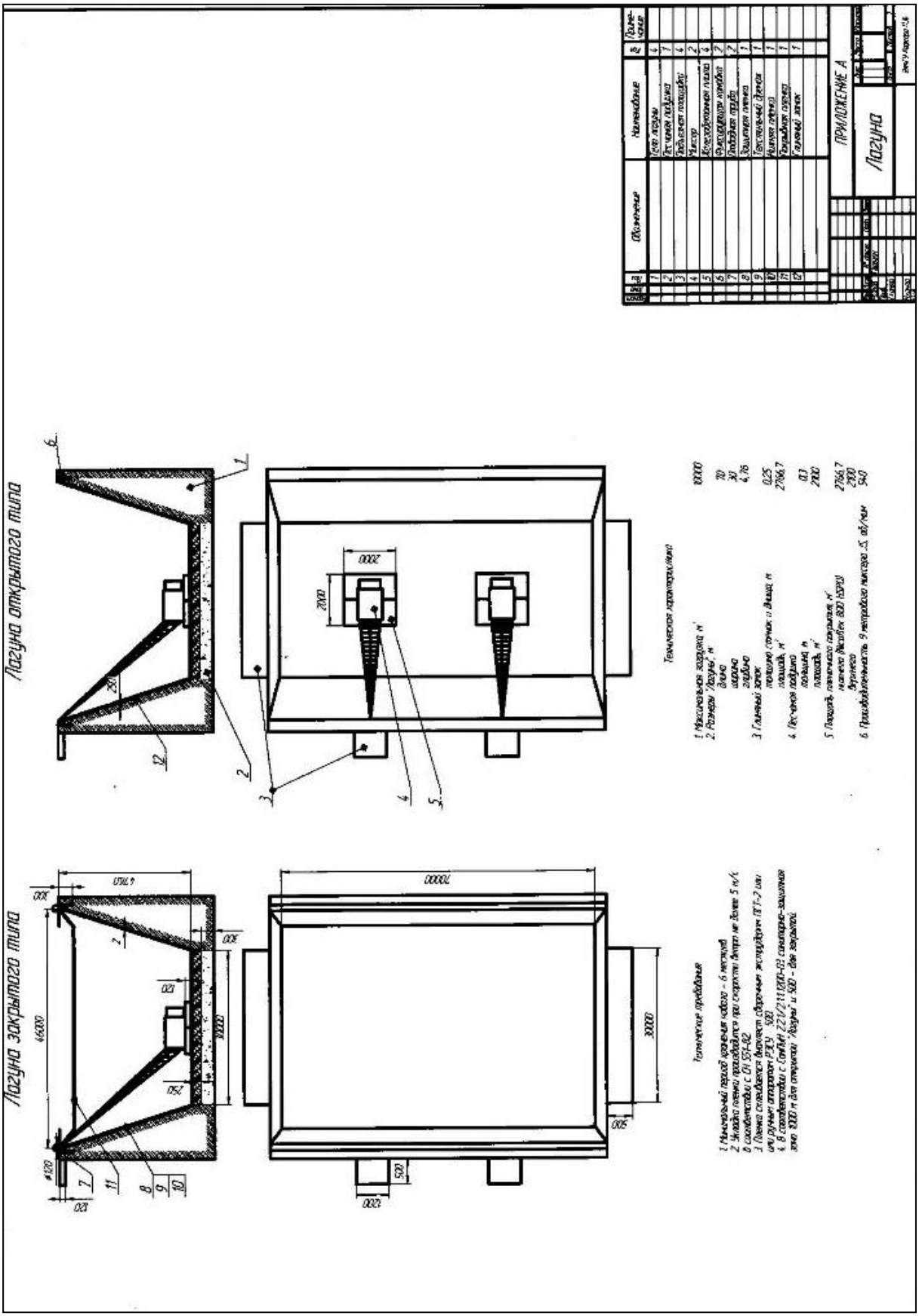
Система циркуляции посредством специального трехлопастного миксера фирмы JS, предназначенного для резервуаров с пленочным покрытием, гомогенизации навоза в период его накопления и перед опорожнением Лагуны служит для более быстрого обеззараживания стоков [6-8].Миксер с лопастями помещается в раму, которая защищает от повреждения пленку. Рама оборудована регулируемыми насадками, которые в процессе перемешивания могут управляться с верха дамбы.

Подача навоза в лагуну производится самовсасывающими насосами для жидкого навоза, например фирмы «JOZ». Выгрузная станция устраивается в месте, обеспечивающем подъезд тракторов с самовсасывающими бочками. Таким образом, полностью исключается попадание навоза на землю и загрязнение прилегающих территорий [8].

Открытая лагуна монтируется по аналогии закрытой, исключая верхнюю покрывную пленку.

Преимущества лагун перед типовыми навозохранилищами заключается в следующем: лагуна значительно дешевле железобетонных и металлических навозохранилищ; возможность совмещения в одном сооружении функций хранения и обеззараживания; простота устройства и монтажа отдельных узлов и сооружения в целом; возможно увеличение объемов за счет надстройки высоты стен, отсутствие загрязнений территории рядом с фермой; полная безопасность для окружающей среды. Так как мы исключили капитальные бетонные конструкции, что многократно удешевили навозохранилища, не утратив их герметичности и сохранив возможность при необхо-

димости изменять месторасположение лагуны [6]. Преимущественно в Кировской области применяют построенные в советские годы типовые навозохранилища, но функционируют и лагуны.



Внесение органических удобрений. Для транспортировки с последующим внесением навоза на поля используются спредеры. Ёмкость бака от 20 500 до 27 300 л. Спредер оборудован независимой подвеской, системой автосмазки, дисковыми тормозами, системой рециркуляции, перемешивания навоза и рукавами для разбрызгивания с зоной охвата от 10 до 14 м [8].

Стоимостные показатели. Усиленная Лагуна, позволяющая наиболее сильно защитить от фильтрации жидкие навозные отходы в период накопления, представлена в дополнительном 250-миллиметровом глиняном замке и стоит 420 тыс. рублей. Так как для нормальной работы потребуется два таких навозохранилища соответственно цена будет составлять 840 тыс. рублей. На наш взгляд, усиление глиняным замком обосновано и экономически выгодно в силу того, что глина плохой фильтрующий материал и она предотвратит от загрязнения почвы при аварийной разгерметизации пленки.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) пленочного навозохранилища типа Лагуна. На территории Кировской области успешно эксплуатируются такого типа навозохранилища. Строительство, а также монтаж проводятся в соответствии с инструкцией по проектированию и строительству противофильтрующих устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов СН 551-82 [6]. Воздействие на окружающую среду Лагуны в период строительства и монтажа будет носить кратковременный характер, а в период эксплуатации будет иметь место воздействия в течение всего срока службы.

Виды техногенных воздействий объекта по уничтожению биологических отходов:

- загрязнение атмосферного воздуха,
- техногенное воздействие на земельные ресурсы,
- воздействия на водные объекты,
- обращение твёрдыми отходами;

Оценка воздействия на геологическую среду. Воздействие на почвенно-растительный покров связывается с механическим повреждением в результате выемки грунта, проведения работ по установке насыпной дамбы из выбранного грунта, изменение рельефа местности, химическим загрязнением в результате выбросов при строительных работах, возможным загрязнением при засорении территории образующимися твёрдыми отходами и нефтепродуктами. Возможно в период эксплуатации нарушение герметичности пленки, что ведет к загрязнению почвенного покрова, так же негативное воздействие проявляется из-за потери плодородного слоя почвы.

Оценка воздействия на атмосферный воздух. Суммарное количество выбросов от работы строительной техники и эксплуатации такого навозохранилища значительно меньше, чем ранее реализованные проекты. К негативному воздействию открытой Лагуны на атмосферный воздух относится аммиак, у закрытой Лагуны аммиак с помощью специальных отводящих труб собирается в отдельный герметичный резервуар и тем самым минимизирует попадание загрязняющих веществ в атмосферу. Контроль соблюдения нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) будет осуществляться как ведомственный, так и государственный.

Оценка воздействия при обращении с отходами. Такого типа навозохранилище, как Лагуна, способно складировать отходы от животноводческих ферм в виде жидкой фракции навоза, относящегося к 4 классу опасности в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов [10]. В результате строительства Лагун происходит замусоривание прилегающей территории твердыми бытовыми отходами и нефтепродуктами.

Оценка воздействия на растительный и животный мир. Прямое воздействие в месте строительстве Лагун выражается в уничтожении плодородного слоя почв и в связи с этим полное уничтожение растительности в данном месте. К косвенным относят изменение путей миграции животных.

Оценка воздействия на поверхностные и подземные воды. Негативное воздействие выражается в возможности загрязнения подземных вод навозными стоками при нарушении герметизации швов или пленочного полотна в период эксплуатации, для минимизации таких рисков Лагуны проектируют в местах с низким уровнем грунтовых вод и строительство пруда-накопителя в комплексе с Лагунами.

Оценка воздействия на социальные условия. Наиболее значимый социальный фактор выражается в том, что Лагуна является своего рода емкостью санитарного обезвреживания навозной жижи в течение 6 месяцев. В течение полугода происходит практически полное уничтожение патогенных микроорганизмов. Помимо этого навозохранилище закрытого типа минимизирует распространение запаха, исходящего от навоза, и создаст рабочие места, как при строительстве Лагун, так и при их дальнейшей эксплуатации.

Мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду:

Для минимизации воздействия на почвенные ресурсы требуется отдельное складирование плодородного слоя почвы в соответствии с ГОСТ 17.5.1.03-78. и дальнейшего его применения, что является трудоемкой и дорогостоящей операцией [11].

Для данных типов навозохранилищ в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 будет установлена санитарно-защитная зона 1000 метров для открытого типа Лагун и 500 – для закрытых [12].

Для снижения негативного воздействия на атмосферный воздух и уменьшение запаха разработаны навозохранилища закрытого типа и дальнейшего монтажа накопителя отходящих газов.

Для предотвращения загрязнения подземных и поверхностных вод необходимо применять сварку швов внахлест согласно СН 551-82 [6] и последующего строительства прудов-накопителей.

Для минимизации воздействия на водные ресурсы предусмотрены дополнительные виды защиты от фильтрации в виде 250-миллиметрового глиняного замка по всему периметру ложа и дополнительного слоя покрывающей пленки в местах размещения аппаратов для гомогенизации Лагун.

Для полного санитарного обезвреживания отходов необходимый срок выдерживания составляет 6 месяцев при обработке стоков известью за 3-4 месяца до опорожнения Лагуны [11].

Система производственного экологического мониторинга. Открытость данных мониторинга в период строительства и эксплуатации навозохранилищ типа Лагуна с партнёрами и общественными организациями.

Предварительная оценка экологических рисков. В представленных материалах ОВОС рассматривается основной риск, который связан с разгерметизацией пленочного покрытия, что может привести к загрязнению земельных ресурсов.

Заключение. Одним из направлений АПК Кировской области является разведение сельскохозяйственных животных. Большой проблемой в настоящее время является утилизация биологических отходов и отходов содержания животных, для решения этой задачи изучено большинство возможных видов утилизации отходов животноводства и был проанализирован проект усиленного пленочного навозохранилища типа Лагуна. Проведено сравнение старых навозохранилищ с лагунами закрытого и открытого типа. Преимущество последних заключается в более надежной герметизации навозных стоков, более быстром обезвреживании за счет гомогенизации миксе-

рами, быстрой реализации и дешевизне проекта относительно старых методов навозохранения. Преимущественно в Кировской области применяют построенные в советские годы типовые навозохранилища, но функционируют и лагуны.

ЛИТЕРАТУРА

1. О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2008 году: региональный доклад / Под ред. А.В. Албеговой. - Киров, 2009. – С. 62-63.

2. Ветеринарно-санитарные правила сбора, утилизации и уничтожения биологических отходов [Текст]: утв. Минсельхозом РФ в ред. от 16.08.2007 N 400.- М.: Министерство сельского хозяйства РФ, 1995. – 127 с.

3. Концепция Федеральной целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы» / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Текст].- М., 2005.- 52 с.

4. Комплексная программа увеличения производства и повышение эффективности применения органических удобрений в Кировской области / Агропромышленный комитет Кировской области, Всесоюзный научно-исследовательский, конструкторский и проектно-технологический институт органических удобрений и торфа [Текст].- Киров, 1987.- 59 с. :ил.

5. Устройство навозохранилища [Электронный ресурс] / Lazarenko Trading House. url: http://www.lazarenkotradinghouse.com/geosintetic/-atarfil/-atarfil/2009-06-18-19-50-52. 18.03.2011.

6. СН 551-82. Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов [Текст]. – М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1982. – 57 с. : ил.

7. Резервуар с пленочным покрытием JS-FOIL BASIN, Хранилища для жидкого навоза и крышки к ним, Этапы строительства и монтажа пленочных лагун для хранения навоза. [Электронный ресурс] / Агротехкомплект, научно-производственное объединение. – Режим доступа: http://www.agroteh.spb.ru/rus/catalog/107/.18.03.2011.

8. Оборудование для навозохранилищ [Электронный ресурс] / группа компаний ПЕТРОDOMUS. – url: http://www.centr-geoteh.ru/oborudovanie-dlya-navozohranilisch-2.html. 21.03.2011.

9. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно – ландшафтных систем земледелия и агротехнологий [Текст]: методическое руководство. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005.

10. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 29.12.2000 №169 ФЗ (в ред от 30.12.2008 N 309-ФЗ) [Текст]. – М.: Государственная Дума РФ, 1999. – 29 с.

11. ГОСТ Р 17.5.3.04—1983. Земли. Общие требования к рекультивации земель. Государственный стандарт [Текст]. Введ. 1984-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 18 с.

12. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.04.1999 № 52 (ред. от 10.04.2003 N 38) "О введении в действие СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03" (вместе с "Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03", утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации).- Введ. 1999-30-04 [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 43с.

УДК628.474.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕМАТОРА-ИНСИНЕРАТОРА ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Ю.А. Гарюгин

аспирант, ФГБОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия, г. Киров,** www.garik333@bk.ru

Рассматриваются различные аспекты утилизации и обезвреживания биоотходов с помощью крематора-инсинератора, а также технические и технологические характеристики устройства.

Ключевые слова: биоотходы, крематор-инсинератор, санитарная и экологическая безопасность

USE OF INSENERATOR CREMATORIUM FOR DECONTAMINATION OF ANIMAL WASTE

Garyugin Y.A.

Various aspects of recycling and neutralization organic waste with using of insineratora-crematoria, as well as technical and technological characteristics of the device are presented.

Keywords: bio-waste, crematoria-insinerator, health and environmental safety

Введение. За последние годы резко увеличился объем промышленных и сельскохозяйственных загрязнителей, попадающих в воздух, почву и воду. Загрязнение территорий создает значительную степень риска как для проживания населения, так и для использования природных ресурсов, включая и производство сельскохозяйственной продукции. В связи с этим в ближайшем будущем и в перспективе вопросы охраны окружающей среды от загрязнения, изучение взаимодействия биосферы с поступающими в нее ксенобиотиками в результате деятельности производств будет находиться в центре внимания человечества, при этом актуальна и разработка методов защиты почв агропромышленного комплекса от антропогенного воздействия, так как почва является депонирующей загрязнения поверхностью.

Методы утилизации отходов животноводства. Одним из направлений агропромышленного комплекса (АПК) Кировской области является разведение сельскохозяйственных животных: крупного рогатого скота молочных и мясных пород, свиней, птицы. При содержании животных и птицы образуются крупнотоннажные отходы: навоз и помет. Отходы животноводства по данным инвентаризации ежегодно образуются и используются в количестве 2640,0 тыс. т [1]. При этом на 1059 площадках временного хранения ежегодно находятся 3977,56 тыс. т указанных отходов в ожидании использовании (технологическое обезвреживание) [1].

Помимо отходов содержания животных, выделяют в отдельную категорию биоотходы. К ним относят трупы животных и птиц; абортированные и мёртворожденные плоды; ветеринарные конфискаты (мясо, рыба, другая продукция животного происхождения), выявленные после ветеринарно-санитарной экспертизы; отходы, получаемые при переработке пищевого и непищевого сырья животного происхождения [2].

Согласно областной целевой программе «Развитие агропромышленного комплекса Кировской области на период до 2015 года» в перспективе до 2015 года планируется развитие племенного животноводства с увеличением поголовья скота примерно в 2 раза по сравнению с 2008 г. [1, 3]; развитие мясного животноводства с увеличением поголовья скота в 5 раз; развитие мясного животноводства с увеличением мяса скота и птицы на реализацию в убойной массе в 1,48 раза [3].

Крематор - как метод утилизации биологических отходов. Биологические отходы при неправильной утилизации могут представлять большую угрозу для здоровья человека и других животных, стать причиной вспышки опасных инфекционных заболеваний и привести к эпидемии. Утилизация биологических отходов представляет собой серию мероприятий, правильное выполнение которых является необходимым условием.

В настоящее время одной из первостепенных задач для животноводства является ограничение уровня заболеваемости животных, связанной с распространением болезнетворных микроорганизмов (птичьего гриппа, коровьего бешенства, сибирской язвы и др.), приводящих к падежу большого количества птицы, скота или домашних животных [4].

Вегетативные клетки возбудителя сибирской язвы малоустойчивы к температурным факторам. При нагревании до 50-55°С гибнут в течение часа, при температуре 60°С - через 15 минут, при кипячении - мгновенно. Низкие температуры консервируют микроорганизм: при температуре минус 10,6 ^{o}С выживают в течение 24 часов; минус 24°С - 12 дней, при температуре жидкого азота (минус 196°С) сохраняются 24 часа [5].

В рамках обеспечения охранных мероприятий крематоры для сжигания павших животных и органических отходов производства являются наиболее эффективными [5]. Крематор представляет собой камеру, изготовленную из высокопрочной стали 38Х3М1Ф1А, имеющую изнутри слой огнеупорного материала и внешний термоизоляционный слой.

Рабочая температура горения составляет 769-870°С. За счет высокой температуры сгорания внутри крематора происходит практически полное уничтожение биологических отходов. Максимальная загрузка крематора составляет 1000 кг. Вес остатков после сгорания при полной загрузке составляет 15 кг, а временя сжигания 20-26 часов при скорости сжигания 31-45 кг/час [5].

Вес крематора составляет 3000 кг, оснащён высокопроизводительной горелкой марки LANBORJHINI ECO (Италия) с расходом дизельного топлива 14,5 л/ч и источником электричества 220 Вольт/20 Ампер/50 Герц для автовоспламенения горелки, датчика и таймера температуры [6] (рисунок).

Цена данной модели крематора будет составлять 840 тыс. рублей.

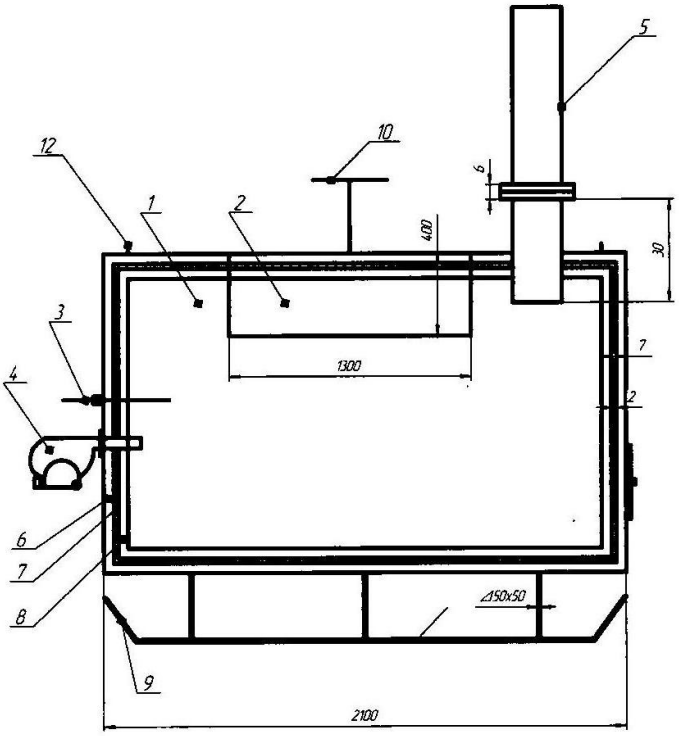
Технологическая схема работы крематора:

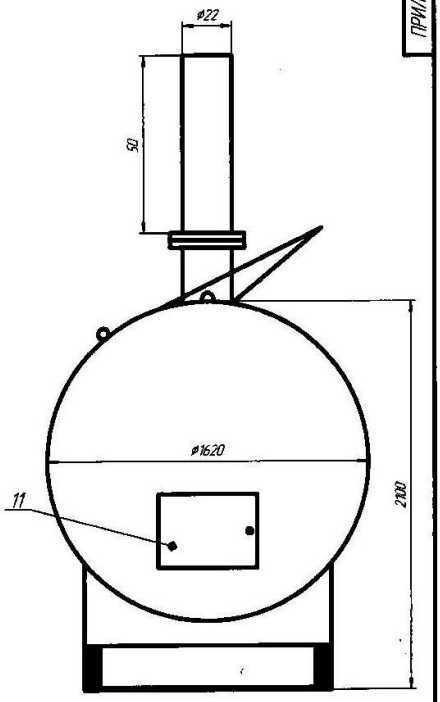
1. Загрузка.
2. Процесс сжигания.
3. После включения горелки, температура внутри камеры доводится до рабочей и поддерживается в автоматическом режиме до полного сгорания биологических отходов, процесс идет под контролем ветеринарного специалиста.
4. Остывание пепла. После полного сгорания биологических отходов требуется определенное время для остывания образовавшегося пепла.
5. Очистка камеры. После полного остывания пепла, его требуется удалить, не повредив огнеупорные панели.

Оценка воздействия на окружающую среду установки по утилизации отходов животноводства типа крематор-инсинератор. На территории Кировской области планируется покупка двух крематоров-инсинераторов. В данной работе сам аппарат и дана оценка воздействия на окружающую среду области. Размещение и монтаж проводятся согласно утвержденному проекту или в соответствии с отраслевыми нормативами и требованиями СНиП 2.04.05-91.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Крематор-инсенератор





Техническая характеристика крематора

1. Максимальная загрузка, кг	1000
2. Наружные размеры, м	
длина	2,75
высота	2,1
диаметр	1,62
3. Вес, кг	3000
4. Вес остатков после сгорания, кг	15
5. Размер загрузочного люка, м	1,3x04
6. Размер трубы, м	
высота	0,86
диаметр	0,2
7. Рабочая температура, С	769-870
8. Время сжигания пр. полной загрузке, ч	20-26
9. Скорость сжигания, кг/ч	31-45
10. Температурный предел огнеупорной прокладки, С	1650
11. Расход дизельного топлива, л/ч	14,5

Технические требования

1. Изготовление крематора производить и высокопрочной стали 38Х3М1Ф1А.
2. Аппарат оснастить высокопроизводительной горелкой марки LANBORJHINI ECO.
3. Источник электричества 220 Вольт/20 Ампер/50 Герц.
4. Размещение и монтаж производить согласно СНиП 2.04.05-91.
5. Монтажные, пуско-наладочные и сервисные работы производить в соответствии с требованиями пожарной безопасности ППБ 01-03, ППБ 01-02-95, НПБ 252-98.
6. Ширина санитарно-защитной полосы определяется на основании СаНпиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		1		Корпус	1	
		2		Загрузочный люк	1	
		3		Пиролитический датчик	1	
		4		Дизельная горелка	1	
		5		Дымовая труба	1	
		6		Внешний термоизоляционный материал	1	
		7	38Х1М1Ф1А	Стальная обечайка	1	
		8		Огнеупорный материал	1	
		9		Полозья	2	
		10		Ручка люка	1	
		11		Дверца для удаления золы	1	
		12		Петля установочная	2	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Крематор - исенератор

Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Аргарин
Пров.
Т.контр.
Н.контр.
Утв.

Лит. Масса Масштаб
Лист Листов
ВлиГУ кафедра ПЭБ

Виды техногенных воздействий объекта по уничтожению биологических отходов:

- загрязнение атмосферного воздуха,
- техногенное воздействие на земельные ресурсы,
- загрязнение твёрдыми отходами.

Оценка воздействия на геологическую среду. Воздействие на почвенно-растительный покров связывается с механическим повреждением в результате проведения работ по установке крематора, химическим загрязнением в результате выбросов атмосферных загрязнителей, возможным засорением территории образующимися твёрдыми отходами, бытовыми отходами и нефтепродуктами.

Это воздействие в период установки будет носить кратковременный характер, а в период эксплуатации инсинератора будет иметь место в течение всего рассматриваемого периода.

Оценка воздействия на атмосферный воздух. Суммарное количество выбросов от работы установки будет незначительным ввиду непостоянства работы. Рабочая температура горения составляет 769-870°С, за счет этого происходит практически полное уничтожение биологических отходов и минимальное образование загрязняющих веществ. Ширина санитарно-защитной зоны полосы определена на основании СаНпиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [7]. Контроль соблюдения нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) будет осуществляться как ведомственный, так и государственный.

Оценка воздействия при обращении с отходами. Отходы, образующиеся в период эксплуатации, делятся на III, IV и V классы опасности в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов [8]. К основным видам отходов, относятся: золы, образовавшиеся в результате сжигания животных, и нефтепродукты.

На установке термического обезвреживания не должны сжигаться ТБО, увеличивающие концентрацию в выбросах диоксинов.

Оценка воздействия на растительный и животный мир. Прямое воздействие на уничтожение растительного покрова ограничивается местом, где размещается крематор.

Оценка воздействия на поверхностные и подземные воды. Поверхностные и подземные воды негативному воздействию не подвергнутся.

Оценка воздействия на социальные условия. Приобретение установки по уничтожению органических отходов как для нужд сельхоз производителя, так и для частных лиц обеспечит экологическую безопасность, помимо этого появятся новые рабочие места.

Мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду:

Для данной установки в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 будет установлена Санитарно-защитная зона 1000 метров [7].

Установка вторичной горелки для дожигания при повышенной температуре (1200°С) сажи и пепла, которые содержатся в образующемся дыме.

Система производственного экологического мониторинга. Открытость данных мониторинга в период эксплуатации крематора-инсинератора для партнёров и общественных организаций.

Предварительная оценка экологических рисков. В представленных материалах ОВОС рассматривается технические риски крематора, связанные с разгерметизацией бака дизельного топлива, что может привести к возгоранию и загрязнению земельных

ресурсов. К экологическим рискам относится здоровье людей, эксплуатирующих данную установку.

Заключение. Использование крематора — это один из самых простых и эффективных способов обеспечения санитарной чистоты: павшие животные утилизируются по мере накопления, а риск распространения заболеваний сведен к нулю, так как после использования крематора не остается отходов, которые могут привлечь разносчиков заболеваний (грызунов и насекомых). Альтернативные методы утилизации биологических отходов, как правило, требуют больших затрат времени и средств [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2008 году: региональный доклад./под ред. А.В. Албеговой – Киров, 2009. – С.62-63.

2. Ветеринарно-санитарные правила сбора, утилизации и уничтожения биологических отходов [Текст]: утв. Минсельхозом РФ в ред. от 16.08.2007 N 400.- М.: Министерство сельского хозяйства РФ 1995. – 127 с.

3. Концепция обращения с отходами производства и потребления на территории Кировской области / ФГУ УралНИИ «Экология» [Текст] / Киров, 2008. – 43 с.: ил.

4. Скотомогильники в Кировской области – пути решения, проблемы [Текст] / С.Н. Чучалин // Вятская губерния. – 2011. – №1. – С. 33-34.

5. Сибирская язва [Электронный ресурс] / Материал из Википедии — свободной энциклопедии. url: http://ru.wikipedia.org/wiki/ Сибирская язва . 15.03.2011.

6.2000 №169 ФЗ (в ред от 30.12.2008 N 309-ФЗ) [Текст]. М.: Государственная Дума РФ ,1999. – 29 с.

7. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.04.1999 N 52 (ред. от 10.04.2003 N 38) "О введении в действие СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03" (вместе с "Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03", утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации).- Введ. 1999-30-04 [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 43с.

8. Приказа МПР РФ О внесении дополнений в федеральный классификационный каталог отходов, утвержденный приказом МПР России от 12.02.2002 № 786 « Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» [Текст]: Приказ МПРР РФ № 663 от 30.07.2003.- М.: Министерство природных ресурсов РФ, 2003. – 156 с.

9. УдмуртРегионСнаб. Крематор против патогенных микроорганизмов [Текст] / УдмуртРегионСнаб // Вятская губерния, 2009 №4 (апрель) – С. 44.

УДК 631.879.4

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГУМУСА

Б.А. Мустафаев
кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, **Казахстан, г. Павлодар**
А.Б. Кенжетаева
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, **Казахстан, г. Павлодар**, aselkenjetaeva@mail.ru
З. Е. Какежанова
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, **Казахстан, г. Павлодар**

Представлена разработанная технология получения биогумуса в условиях Павлодарской области. Приводятся данные исследований качественного анализа получаемого удобрения.
Ключевые слова: компостные черви, биогумус, технология, компостирование, гумификация.

ECOLOGICALLY PURE LOW-WASTE TECHNOLOGY OF PRODUCTION BIOHUMUS

Mustafayev B.A., Kenzhetaev A.B., Kakezhanova Z.E.

Technology of biohumus in the Pavlodar region are developed. Provided research findings of qualitative analysis we obtain fertilizer.
Keywords: composting worms, biohumus, technology of composting, humification.

На сегодняшний день очень важно сохранение окружающей среды. Однако современное сельскохозяйственное производство характеризуется все увеличивающимся воздействием человека на окружающуюся среду. Рост населения и повышение его жизненного уровня, требующие значительного увеличения производства продовольствия и сырья для промышленности, обусловливают вовлечение в сельскохозяйственное использование все новых земель.

В настоящее время следует шире внедрять экологически чистые и безотходные и малоотходные технологии на действующих предприятиях республики в связи с высокой техногенной нагрузкой на ее территории. И одной из таких технологий является технология получения биогумуса. Она применима для переработки органических отходов различных предприятий и в первую очередь сельскохозяйственных и городских органических отходов.

Промышленное производство биогумуса – это единственный способ быстрого восстановления огромных площадей наших полей, отравленных аммиачной водой и другими вредными для почвы химическими удобрениями и пестицидами. Однако технологии получения биогумуса различные. Как показали экспериментальные исследования во многих странах, из тонны органического сухого материала при переработке его червями образуется 600 кг гумусного органического удобрения, содержащего 20% гумуса и 65−75% зольного остатка, а другие 400 кг превращаются в 100 кг живых червей и микробов и энергию их жизнедеятельности [1]. Одной из главных биологических особенностей дождевых червей является наличие в них особых обеззараживающих ферментов [2].

Биогумус – это не только гумусное удобрение, но и уникальное микробиологическое удобрение, содержащее в своем составе сообщество полезных почвенных микроорганизмов, создающих плодородие земель. Внесение его в почву нормализует развитие свойственных здоровой почве микробных ассоциаций. Биогумус превосходит навоз и компосты по содержанию гумуса в 4–8 раз. В отличие от навоза и компостов биогумус не обладает замедленным действием: растения и семена растений весьма отзывчивы на него, а урожайность выращенных на нем культур резко возрастает. Под влиянием биогумуса у растений ускоряются прохождение органогенеза, улучшается обмен веществ, а в результате формируется ранняя продукция и большая величина урожайности. Биогумус ускоряет распад пестицидов в почве и растениях, оздоравливает выработанные и загрязненные почвы [3].

Несмотря на наличие большого количества способов переработки отходов, считаем, что технология получения биогумуса посредством черноземообразующих организмов экологически более оптимальна в условиях Павлодарской области. Необходимо отметить, что данная технология – это не только способ утилизации органических отходов, но и одновременно получение экологически чистого органического удобрения. Применение данной технологии в крупном масштабе, а также внедрение непосредственно в крестьянские хозяйства позволит решить многие проблемы окружающей среды и сельского хозяйства.

Исследования сопровождались разработкой технологии получения биогумуса как на основе различных кормовых смесей, так и переработки дождевыми червями разного вида (красные калифорнийские черви, местные черви и черви «Старатель»).

Сырьем для переработки являлись нижеследующие смеси:

1) Комплексная смесь (навоз КРС + МРС+ конский навоз + куриный пудрет + почва и целлюлоза в соотношении по 20%);
2) Смесь на основе КРС (навоз КРС 50% + 50% почва и целлюлоза);
3) Смесь на основе МРС (навоз МРС 50% + 50% почва и целлюлоза);
4) Смесь на основе конского навоза (навоз конский 50% + 50% почва и целлюлоза);
5) Смесь на основе куриного помета (курпудрет 50% + 50% почва и целлюлоза).

Основной задачей исследования явилось организовать технологическую линию производства биогумуса. Для этого необходимо создать для червей наиболее оптимальные условия, аналогичные природным, при которых они смогли бы и вырабатывать гумус, и не снизили бы темпы репродукции. Эти условия влияют на время и скорость переработки, выход и качество биогумуса, на продуктивность червей. При культивировании червей большое влияние на его продуктивность и переработку оказывают физические факторы в специально подготовленных емкостях, где происходит процесс распада исходных материалов и превращение их в достаточно однородную массу – компост. Для выращивания червей нами используются пластиковые ящики размером 25х35х12 см и объемом 10 л.

Разработана научно-обоснованная технология получения биогумуса в условиях Павлодарской области. Изучены разные виды червей и их особенности переработки, влияние на качество биогумуса. В данный момент в производственном цехе утилизации отходов и производства биогумуса насчитывается около 600ящиков с червями, в каждом ящике популяции червей по 300-400 особей. Каждые 3 месяца утилизируется около 3 тонн органических отходов. Выход биогумуса за 3 месяца составляет1,5 тонны.

Технология переработки отходов и производство биогумуса состоит из нескольких этапов:

Первый этап – подготовка кормового субстрата (корма для червей), проходит на площадке внутри корпуса, где проводится доработка исходного сырья до необходимой кондиции и смешивание всех компонентов, затем смесь по определенной технологии укладывается в специально подготовленные ящики, которые передаются в цех компостирования.

Второй этап – этап компостирования. Здесь происходит параллельная ферментация получаемого субстратного корма для червей, увлажнение его водой, а при необходимости и добавление извести для нейтрализации кислотности среды.

Для производства биогумуса применяют следующее основное сырье (отходы): малоплодородная земля, пищевые отходы, растительные отходы, опилки, навоз, бумага, целлюлоза и прочие органоминеральные отходы.

Третий этап – цех вермикультивирования. Здесь создаются оптимальные условия для червей, аналогичные природным. Температурный диапазон от 16 до 32°С, Оптимальная температура22–28 °С, влажность субстрата 70–80%, pH 7,0. Ежемесячно необходимо определять численность червей и их биомассу. Для этого в шахматном порядке берут несколько проб субстрата с червями на всю глубину пластиковых ящиков объемом 10 л с поддонами. Из взятых образцов проб подсчитывают количество червей и определяют массу. Затем полученные средние результаты умножают на 100 и устанавливают среднюю численность червей на 1 м^2. При разведении в помещении все ящики с червями и секторы нумеруются. Для этого обычно указывают тип корма, вид и количество червей, дату внесения, начала и окончания приготовления базового субстрата

Четвертый этап – цех гумификации: отделение червей от биогумуса, дозревание, сушка и просеивание, фасовка.

В результате применения данной технологии сотрудниками было получено качественное удобрение биогумус. Анализ качества биогумуса представлен в пункте результатов исследования. Установлено, что наибольшее количество гумуса при одинаковых условиях переработки калифорнийскими червями формируется на субстрате, подготовленном на основе навоза МРС – 17,42%.

Таблица 1 – Химический состав биогумуса «Павлодарский»

Влажность, %	45–50
Зольность, %	34–45
Органические вещества, %	55–65
Гумус, %	12,20–17,42
Массовая доля тяжелых металлов, мг /кг	Ниже ПДК для почв
Патогенные бактерии (микрофлора)	отсутствует
Яйца гельминтов	отсутствует
Цисты кишечных патогенных простейших	отсутствует

Второе место по содержанию гумуса занимает субстрат на основе конского навоза – 15,87 %, а затем по убывающей степени формирования гумуса располагается ряд: общекомлексной смесь, навоз КРС и куриный помет. Необходимо отметить, что навоз МРС очень хорошо влияет на размножение и состав гумуса.

По доступным элементам питания биогумус, вырабатываемый на основе конского навоза и МРС, содержит азота на 23,8 мг/кг, фосфора на 35 мг/кг, калия 650 мг/кг больше по сравнению с биогумусом из навоза КРС, куриного и комплексного

субстрата. По валовому содержанию элементов питания также отличаются конский навоз и навоз МРС, а содержание кальция и фосфора в них больше.

Таблица 2 – Содержание гумуса и доступных элементов питания в биогумусе, подготовленном на основе различных видов навоза

Варианты	Гумус, %	Мг-экв/100 г		Подвижные формы, мг/кг		
		Ca	Mg	N	P_2O_5	K_2O
1. Навоз КРС	12,20	18,75	13,25	86,8	720	3600
2. Куриный помет	11,58	14,25	10,75	95,2	720	3200
3. Конский навоз	15,87	17,75	12,25	100,8	750	3500
4. Навоз МРС	17, 42	17,25	13,50	109,2	680	4800
5.Комплексная смесь	15,82	16,50	11,50	81,2	680	3500

Предлагаемый нами способ утилизации отходов универсален, прост по организации и использованию, малозатратен, экологически и биологически безопасен, и главное – его могут использовать как простые жители, дачники, индивидуальные предприниматели, так и на крупном производстве.

Полученный биогумус является высокоэффективным экологически чистым органическим удобрением, применение которого улучшает агрохимические свойства и повышает качество и увеличивает урожай сельскохозяйственной продукции. Кроме того, биогумус обладает исключительными физико-химическими свойствами: водопрочность структуры – 95–97%, полная влагоемкость – 200-250%, что позволяет применять его как прекрасный мелиорант и почвоулучшитель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Просянников Е.В. Вермитехнология и селекция компостных червей на Брянщине / Просянников Е.В., Трувелер К.А // Материалы 1-й международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». – Владимир, 2002. – С. 21-24.

2. Игонин А.М. Дождевые черви. Как повысить плодородие почвы в десятки раз, используя дождевого червя «Старатель». – М.: Народное образование, НИИ школьных технологий, 2006. –192 с.

3. Покровская С. Ф. Использование дождевых червей для переработки органических отходов и повышения плодородия почв (вермикультура) // Обзорная информация ВНИИТЭ Иагропром. – М., 1991. – 39 с.

УДК 663:664

ПРОБЛЕМА БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛУБА КЕНАФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

О. Рахматов

кандидат технических наук, доцент кафедры переработки сельскохозяйственной продукции и технологии производства, Гулистанский государственный университет, **Республика Узбекистан, г. Гулистан**, olimjon82@bk.ru

К.К. Нуриев

доктор технических наук, профессор кафедры переработки сельскохозяйственной продукции и технологии производства, Гулистанский государственный университет, **Республика Узбекистан, г. Гулистан**

В статье предлагается экологически чистая технология обработки снопов луба-сырца кенафа для получения пищевого пектина. При такой технологии сочетания влаготепловой обработки с предварительной отмочкой сырья можно извлечь целевой продукт, не нарушая при этом физико-механических свойств волокна.

Ключевые слова: гкенаф, пектин, волокно,переработка, материальные ресурсы, безотходная технология, краситель, клетчатка, гидролизат, фильтрование.

PROBLEM CONVERSIONS WITHOUT DEPARTURE OF THE BAST KENAF (HEMP) WITH USE SECONDARY MATERIAL RESOURCE

Rahmatov O., Nuriev K.K. .

Ecological clean technology of the processing sheaf bast-product in its raw state kenaf (hemp) is offered in article for reception of the food pectin. Under such technologies of the combination humid heat processing with preliminary soaking cheese possible to extract the target product, not breaking herewith physical-mechanical characteristic filament.

*The Keywords:*kenaf (hemp), pectin, filament, conversion, material facility, technology without departure, dye staff, cellulose, hydrolysate, filtering.

Введение. Современное состояние перерабатывающей промышленности Узбекистана, как в сельском хозяйстве, так и в овощеконсервной отрасли, требует комплексного подхода к решению вопросов утилизации вторичных отходов в целях улучшения экологической обстановки в окружающей среде.

Как правило, пищевая промышленность, овощеконсервная отрасль, а также многие отрасли сельского хозяйства перерабатывают многокомпонентное сырье с целью извлечения из него какого-либо целевого продукта. Так, для Узбекистана с его развитой аграрной структурой характерна переработка хлопчатника, различного плодоовощного сырья, кенафа, джута и многого другого сырья. При этом, получая основную продукцию, сырье используют в лучшем случае лишь на 40-60%, остальная часть остается в отходах непереработанной, либо запахивается в почву или идет на корм крупному рогатому скоту.

Практически все эти отходы являются ценными вторичными ресурсами и содержат в себе ряд полезных веществ: витаминов, белка, клетчатки, микроэлементов, красителей, пектиновых веществ и др. Поэтому возникает необходимость повысить степень и комплексную переработку сырья за счет внедрения инновационных технологий, обеспечивающих получение из них дополнительной товарной продукции.

В этом аспекте научными сотрудниками Гулистанского государственного университета были проведены научно-изыскательские работы по комплексной переработке луба-сырца кенафа.

Методы исследования. Как известно, кенаф, джут и лен-долгунец являются основными источниками луба-сырца, используемого в текстильной и лубопрядильной отрасли для производства канатов, технической бечевки, мешковины, парусины и др. Кенаф как растительное сырье заготавливается в период зеленцового созревания стебля, и 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, созревание волокна. После уборки кенаф пропускают через лубоотделительную машину для удаления костры, обвязывают в снопы по 6-9 кг и подвергают естественной сушке прямо в полевых условиях до влажности 14-20%.

На лубозаводах снопы подвергают мокрому теребленню в бильном барабане, при котором в сточные воды кроме механической грязи вымываются некоторые природные соединения, в том числе и пектиновые вещества, сопутствующие в растительном сырье.

Результаты исследования. Наши исследования показали, что в лубе-сырце кенафа содержится до 4% пектина, который является ценным возобновляемым вторичным сырьем и который может быть извлечен при соответствующей технологической обработке. Сочетая влаготепловую обработку луба-сырца в бильном барабане с предварительной отмочкой сырья в отдельном аппарате в кислотном растворе, можно извлечь целевой продукт, не нарушая при этом физико-механических свойств волокна.

По предлагаемой нами технологии (рис. 1) снопы луба-сырца замачивают в аппарате из нержавеющей стали Х18Н10Т, имеющем двойное перфорированное днище для барботирования сжатым воздухом.

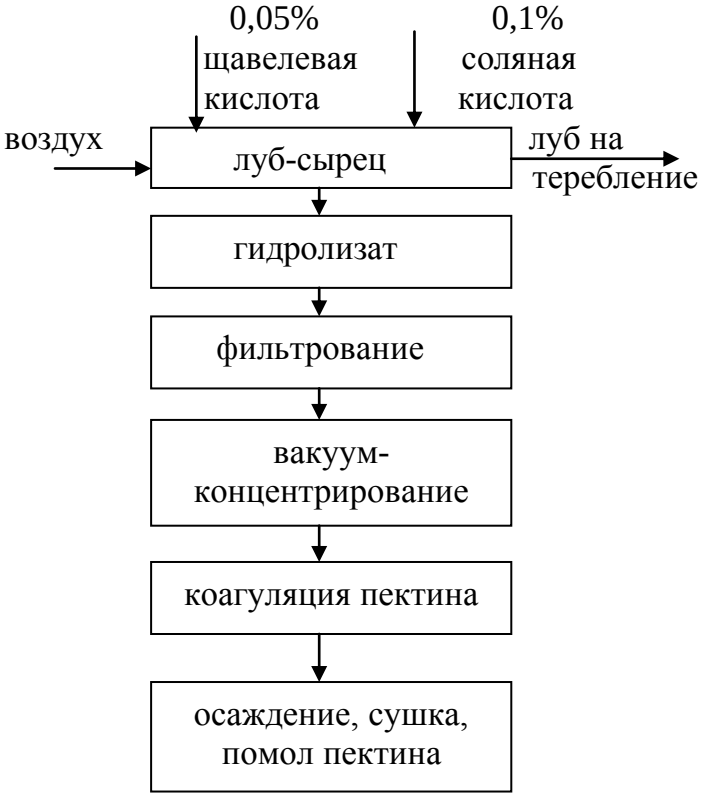


Рис.1. Технологическая схема переработки снопов луба-сырца.

В качестве экстрагируемой среды (отмачивающей жидкости) использовали равные объемы 0,05%-ного раствора щавелевой кислоты с 0,1%-ным раствором соляной кислоты. Гидромодуль при замочке принимали 1:60, температуру поддерживали в пределах 50-52°С, а обработку проводили в течение 15-20 мин. Для лучшего вымывания пектиновых веществ подачу сжатого воздуха поддерживали постоянно за весь период цикла. По окончании процесса экстрагирования гидролизат сливают для последующей обработки, а отмоченные снопы передают на чесально-теребильную машину.

Извлечение пектина из гидролизата осуществляется по общим известным способам производства пектина из растительного сырья, включающим декантацию и фильтрование гидролизата, вакуум-концентрирование, коагуляцию пектина спиртовым раствором, его обезвоживание, сушку и помол. Полученный пектин после помола представляет собой порошок без комков и посторонних примесей, светло-кремового цвета. Хорошо растворяется в воде с образованием вязкого раствора. Молекулярная масса, определенная по вязкости, - 52000±5000.

Физико-технические свойства кенафного волокна при такой химической обработке не потеряли основные свои свойства.

Таким образом, комбинированный способ обработки луба кенафа является экологически чистой технологией, обеспечивающей максимальное уменьшение вредных выбросов в виде сточных вод и при этом позволяющей получить полезный продукт – пектин, имеющий большое народнохозяйственное значение.

Технико-экономические расчеты на базе Жумабазарского кенафного завода (Ташкентская область, Республика Узбекистан) показали, что при производительности завода 30000 т кенафа в год и среднем содержании пектина в зеленом лубе-сырце 4%, общий годовой выход продуктового пектина составит П = 30000 · 0,04 = 1200 т. Из расчета на душу населения 2 г пектина, необходимого для вывода из организма человека радионуклидов, этого количества пектина хватит на компенсацию части потребности Республики Узбекистан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пектин. Производство и применение / Под ред. д.т.н. Карповича Н.С. – Киев: Урожай, 1989.

2. А.с. СССР № 1808179. Способ получения пектина из растительного сырья. 1990.

УДК 581.44:633.11.324]:631.879.4

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНОГО КОМПОСТА НА АНАТОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ СТЕБЛЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Л.Ф. Скрипка

кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологи и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Л.Б. Попок

доцент кафедры общей биологи и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

В результате применения сложных компостов, составленных на основе отходов быта и производства, происходят некоторые изменения в анатомической структуре стеблей озимой пшеницы, которые выражаются в увеличении мощности первичной коры, а также в изменении числа и размера проводящих пучков центрального цилиндра.

Ключевые слова: анатомическая структура, отходы быта и производства, сложные компосты, первичная кора, центральный цилиндр, малые и большие проводящие пучки, склеренхима, стенка соломины.

INFLUENCE OF COMPLEX COMPOST ON ANATOMICAL STRUCTURES STEMS OF WINTER WHEAT

Skripka L.F., Popok L.B.

Results the use of complex compost, made on based of household waste and production have been some changes in the anatomical structure of stems of winter wheat, which are expressed in increasing the power of the primary cortex, as well as changes in the number and size of the vascular bundles of the central cylinder.

Keywords: anatomical structure, the waste of life and production, primary cortex, a central cylinder, small and large vascular bundles, sclerenchyma, culm wall.

Введение. Одним из способов сохранения плодородия почвы в земледелии является применение сложных органоминеральных компостов, составленных в том числе на основе отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производств. К таким отходам относятся отходы животноводства (навоз КРС, птичий помёт), бытовые (осадки сточных вод), а также отходы промышленных производств (например, фосфогипс – крупнотоннажный отход производства фосфорных удобрений). Ряд авторов отмечают, что внесение в почву органоминеральных смесей на основе навоза и фосфогипса оказывает благоприятное влияние на развитие, продуктивность и качественные показатели озимой пшеницы, кукурузы, сахарной свёклы и других сельхозкультур (Муравьёв, 2008; Белюченко и др.; 2009, Мельник, 2012; Славгородская, 2012).

При составлении сложных компостов используют различные компоненты в соотношении примерно 10% органических, 20% активных минеральных и до 70 % нейтральных или долго разлагающихся (опилки, пустые кукурузные початки, рисовая шелуха и т.п.). Внесение таких компостов в верхний почвенный слой приводит к усилению его инфильтрации, активному обогащению живыми организмами, улучшению водно-воздушного режима (Белюченко, 2012).

Одним из интереснейших, но пока ещё мало изученных является вопрос о влиянии вносимых в почву добавок на внутреннюю структуру растений. Проведённый нами анализ литературных источников показал, что в основном приводятся данные об изменениях анатомии листьев, в меньшей степени – стеблей и корней. При изучении изменений анатомической структуры указывается на их неспецифический характер – нарастание ксероморфных признаков. Слабо освещён вопрос о связи подобных изменений с систематической принадлежностью растений и практически отсутствуют данные о зависимости вида и количества действующих веществ на проявление того или иного признака анатомической структуры. В то же время подобная информация может представлять определённый интерес в связи с выращиванием сельскохозяйственных растений и их последующим использованием в пищу, на корм скоту или при заделке пожнивных остатков в почву (Скрипка, 2012).

Анатомическое строение стебля пшеницы. Стебель пшеницы характеризуется первичным анатомическим строением. Он имеет выполненную периферическую часть и полость-лакуну в центре. Периферическая часть образована эпидермисом, слабо выделяющимся на фоне склеренхимы, первичной корой и центральным цилиндром. Последний состоит из закрытых проводящих пучков, периферического кольца механической ткани (склеренхимы) и запасающей паренхимы (Лазаревич, 1999).

В первичной коре отмечены островки хлоренхимы, наиболее крупные в подколосовом междоузлии. В ниже расположенных междоузлиях они становятся меньше, а в нижней части стебля плохо развиты или вообще отсутствуют. Между островками хлоренхимы находятся периферические закрытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки овальной формы - проводящие пучки первичной коры (ППК), или малые проводящие пучки. Островки хлоренхимы и проводящие пучки отделены от ткани центрального цилиндра сплошным кольцом склеренхимы. Клетки склеренхимы пропитаны лигнином, в результате чего увеличивается прочность механической ткани и самой соломины (там же).

В состав центрального цилиндра входят проводящие пучки паренхимы (ППП), более крупные чем пучки первичной коры и состоящие из эндархной ксилемы и экзархной флоэмы. От окружающей их сердцевинной паренхимы они отделены склеренхимной обкладкой, придающей стеблю дополнительную устойчивость. Ряд авторов указывает на прямую связь между прочностью стебля и такими параметрами анатомической структуры, как толщина стенки соломины, мощность механической ткани, количество сосудисто-волокнистых пучков и их размер, степень одревеснения оболочек клеток и других. (Москалева, 1987; Дорохов, Астахова, 2001 и др.).

Отмечена сильная вариабельность признаков анатомической структуры пшеницы в зависимости от условий её произрастания. Так, при разреженном посеве и достаточном увлажнении почвы количество сосудисто-волокнистых пучков увеличивается, а при недостатке влаги, даже на разреженных посевах, – уменьшается (Овеснов, 2000). Проводящие пучки первичной коры менее развиты по сравнению с пучками паренхимы и играют второстепенную роль в транспорте веществ по стеблю. Важнейшую роль в опорной функции стебля принадлежит периферическому кольцу склеренхимы, увеличивающему свою мощность в нижних междоузлиях (Лазаревич,1999).

Важнейшую роль в формировании урожая зерна играет именно проводящая система стебля, снабжающая колос ассимилятами. Поэтому изучение архитектоники колосонесущей части стебля пшеницы представляется актуальной задачей современных исследований и анатомическим методам в решении этой задачи должна быть отведена не последняя роль (Скрипка, 2012).

Целью нашего исследования стало выявление изменений в анатомическом строении стебля озимой пшеницы в связи с применением при её выращивании сложных компостов, составленных на основе отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства.

Материалы и методы исследований. Осенью 2009 г в Ботаническом саду КубГАУ был заложен вегетационный опыт по выращиванию озимой пшеницы сорта Фортуна. Растения выращивались в сосудах, куда вносились по вариантам: 1) перепревший навоз (50 г/кг); 2) перепревший навоз (50 г/кг) + фосфогипс (5 г/кг); 3) куриный помёт (15 г/кг); 4) куриный помёт (15 г/кг) + фосфогипс (30 г/кг); 5) осадки сточных вод (360 г/кг); 6) минеральные удобрения N и P (из расчёта 60 кг/га по N); 7) мазут + фосфогипс (в соотношении 1:1); 8) почва (контроль). Количество почвы в каждом сосуде составило 6 кг. Повторность десятикратная.

В последующие 3 года (2010, 2011 и 2012) изучалось последействие смесей по упомянутым выше вариантам. Осенью 2011 г. в сосуды было высеяно по 5 семян озимой пшеницы сорта Фортуна. После появления всходов и вступления в фазу кущения в каждом сосуде оставляли по 3 растения.

В фазу цветения (начало июня 2012 г.) с каждого варианта опыта нами было отобрано по 5 растений, т.е. всего 40 растений с восьми вариантов опыта, включая контроль. С каждого растения брался главный побег, который делился на междоузлия. Для исследований отбирались подколосовые междоузлия, поскольку в литературе нами были встречены сведения о закономерном изменении анатомических показателей от колосонесущего к нижнему междоузлию (Кислицкая, 2003).

При изучении анатомических особенностей стебля озимой пшеницы за основу была взята методика оценки уровня развития проводящей системы колосонесущего междоузлия озимой пшеницы Всероссийского научно-исследовательского института зерновых культур им. И.Г. Калиненко (Ионова, 2011).

Подколосовые междоузлия делились на фрагменты длиной 4-5 см, помещались в стеклянные банки, фиксировались смесью 96% спирта и глицерина (1:3), закупоривались крышками и хранились в тёмном прохладном месте. Анатомические препараты изготавливались из 5-6 поперечных срезов стебля каждого растения. Общее количество срезов по каждому варианту, таким образом, составило 25-30 шт. Срезы выполнялись вручную с помощью опасной бритвы. Окрашивания не проводилось. Обезвоживание срезов осуществлялось дополнительным выдерживанием в 96% спирте. После этого срезы микроскопировали, подсчитывали количество проводящих пучков, с помощью окуляр-микрометра определяли диаметр проводящих пучков, толщину коры и толщину соломины. Анализируемые анатомические признаки стебля пшеницы показаны на рисунке 1.

Полученные данные заносились в таблицы и анализировались. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием электронных таблиц EXCEL и пакета прикладных программ STATISTICA 6. Достоверность различий значений показателей в сопоставляемых группах оценивалась по t-критерию Стьюдента на 5% уровне значимости.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты наших исследований выявили некоторое варьирование параметров анатомической структуры стебля пшеницы в различных вариантах опыта по применению сложных компостов при её выращивании.

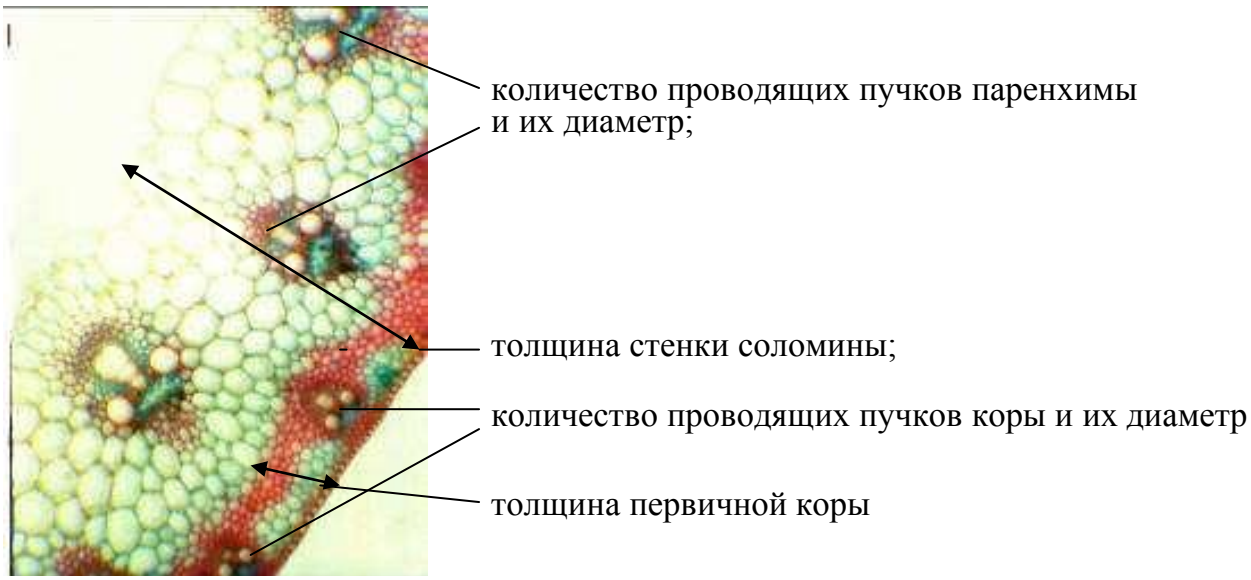


Рис. 1. Исследуемые показатели анатомического строения стебля озимой пшеницы.

Сначала проанализируем анатомические показатели, характеризующие первичную кору. Различие в среднем количестве малых проводящих пучков первичной коры (далее ППК) во всех вариантах оказалось несущественным. Максимальной (20-21 шт) оно было в вариантах «почва + куриный помёт + фосфогипс», «мазут + фосфогипс», «почва + осадки сточных вод», а также контрольном. В остальных вариантах этот показатель составил 18-19 шт (табл. 1). Можно считать, что использование сложных компостов на количество ППК, в целом, повлияло незначительно.

Таблица 1 – Количество проводящих пучков первичной коры (ППК) стебля озимой пшеницы в условиях вегетационного опыта(2012 г.), шт.

Варианты опыта	Min - max	M ±m	V*, %	t стат**
Почва + перепревший навоз (50 г/кг)	16,00–20,00	18,16±0,22	6,09	7,33
Почва + перепревший навоз (50 г/кг) + фосфогипс (5 г/кг)	14,00–22,00	18,88±0,44	11,67	5,74
Почва + куриный помёт (15 г/кг)	15,00–23,00	18,72±0,51	13,58	5,13
Почва + куриный помёт (15 г/кг) + фосфогипс (30 г/кг)	16,00–24,00	20,92±0,44	10,50	0,67
Почва + осадки сточных вод (360 г/кг)	17,00–23,00	20,12±0,38	9,33	2,08
Почва + мин. удобрения N и P (60 кг/га по N)	15,00–22,00	18,08±0,37	10,34	8,07
Почва + мазут + фосфогипс (в соотношении 1:1)	16,00–25,00	20,24±0,51	12,62	1.66
Почва (контроль)	19,00–25,00	21,32±0,35	8,20	-

*Примечание: коэффициент вариации V является показателем изменчивости признака. При величине V до 10% изменчивость оценивается как слабая, от 11 до 25 % - средняя и более 25 % - сильная (Попок, 2012). В данном случае изменчивость признаков анатомического строения в разных вариантах опыта можно оценить как слабую и среднюю, что указывает на относительную однородность выборки.

**Примечание: в последнем столбце приводится результат парного двухвыборочного t-теста для средних значений данного варианта опыта и контроля. При t-стат.< 0 значение признака в варианте больше контрольного, при t-стат. > 0 – меньше, чем на контроле. При | t-стат.| >t-критич. (=1.71) – различие варианта и контроля достоверно. При | t-стат.| <t-критич. достоверность различия между опытом и контролем отсутствует (там же).

Изменения другого анализируемого показателя – диаметра ППК – были значительнее. Во всех вариантах вегетационного опыта малые проводящие пучки были

слабо выражены, имели незначительные диаметры сосудов ксилемы и практически не выделялись на фоне клеток сплошного склеренхимного кольца. Минимальным значение данного показателя было в вариантах «почва + минеральные удобрения» и «почва + куриный помёт» – 29-30 мкм. Несколько большим он был в вариантах «почва + куриный помёт + фосфогипс», а также «почва + мазут + фосфогипс»: 32-33 и 34-35 мкм соответственно. В варианте «почва + осадки сточных вод» величина диаметра ППП к составила 42-43 мкм, как и на контроле (табл. 2).

Можно предположить, что на степень проявления данного признака повлияла ранняя фаза (цветение), в которую был заготовлен материал, вследствие чего пучки попросту не успели сформироваться.

Таблица 2 - Диаметр проводящих пучков первичной коры (ППП к) стебля озимой пшеницы в условиях вегетационного опыта (2012 г.), мкм.

Варианты опыта	Min - max	M ±m	V, %	t стат
Почва + перепревший навоз (50 г/кг)	63,00–71,00	67,64±0,50	3,67	-34,82
Почва + перепревший навоз (50 г/кг) + фосфогипс (5 г/кг)	64,00–71,00	67,76±0,45	3,31	-46,59
Почва + куриный помёт (15 г/кг)	25,00–35,00	30,40±0,54	8,91	18,58
Почва + куриный помёт (15 г/кг) + фосфогипс (30 г/кг)	26,00–40,00	32,6±0,81	12,43	11,00
Почва + осадки сточных вод (360 г/кг)	37,00–50,00	42,28±0,68	8,09	0,87
Почва + мин. удобрения N и P (60 кг/га по N)	25,00–35,00	29,84±0,61	10,27	16,05
Почва + мазут + фосфогипс (в соотношении 1:1)	28,00–41.00	34,96±0,73	10,49	9,52
Почва (контроль)	39,00–48,00	42,96±0,46	5,35	

Однако, статистический анализ (t-тест)данных по двум первым вариантами контролю показал наличие самой большой достоверной разницы. В вариантах «почва + навоз» и «почва + навоз + фосфогипс» в одной фазе развития, размер ППП к по сравнению с контролем отличался в 1,5-1,6 раза в большую сторону и составил 67-68 мкм (табл. 2). Это позволяет сделать предварительный вывод о положительном влиянии внесения перепревшего навоза и фосфогипса на рост и развитие растений озимой пшеницы через изменение диаметра проводящих пучков первичной коры стеблей.

В целом проводящая система первичной коры в наших исследованиях имеет относительно невысокие показатели по сравнению с литературными данными для озимой пшеницы (Дорофеев, Градчанинова, 1971; Дорохов, Астахова, 2001; Кислицкая, 2003). Это можно объяснить, с одной стороны, особенностями климатических условий 2012 года, который охарактеризовался медленным нарастанием положительных температур и поздними весенними заморозками, а с другой стороны, условиями вегетационного опыта, отличающимися от полевых. Окончательный вывод можно будет сделать после проведения подобных исследований на полях севооборотов.

На толщину первичной коры в поперечном сечении влияет как размер малых проводящих пучков, так и толщина периферического кольца склеренхимы. Склеренхимное кольцо хорошо идентифицируется и без проведения окрашивания: в наших исследованиях оно имело вид 4-5 рядов плотно расположенных мелких прозенхимных клеток с сильно утолщёнными стенками. Причём при увеличении толщины первичной коры визуально менялась именно толщина клеточных стенок, тогда как количество рядов клеток оставалось прежним.

Наименьшие значения толщины первичной коры были отмечены на контроле, а также в вариантах «почва + минеральные удобрения», «почва + мазут + фосфогипс» - 29-30 мкм. Также небольшой толщина первичной коры была в вариантах «почва + куриный помёт» и «почва + куриный помёт + фосфогипс» - 30-31 мкм. Чуть мощнее первичная кора отмечена в варианте «почва + осадки сточных вод» - 40 мкм. Следует отметить, что на общем фоне явно выделяются варианты «почва + навоз» и «почва + навоз + фосфогипс»: толщина первичной коры в них составила 58 и 59 мкм соответственно. Как и в случае размера проводящих пучков первичной коры, проведённый нами парный двухвыборочный t-тест для средних значений показал наибольшее достоверное различие этих двух вариантов и контрольного (табл. 3). Хочется отметить, что для данных вариантов изготавливать срезы оказалось труднее всего – именно вследствие большой жёсткости стеблей.

Таблица 3 – Толщина первичной коры стебля озимой пшеницы в условиях вегетационного опыта (2012 г.), мкм.

Варианты опыта	Min - max	M ±m	V, %	t стат
Почва + перепревший навоз (50 г/кг)	54,00–62,00	58,36±0,45	3,89	-37,57
Почва + перепревший навоз (50 г/кг) + фосфогипс (5 г/кг)	52,00–65,00	59,48±0,78	6,55	-31,31
Почва + куриный помёт (15 г/кг)	26,00–35,00	30,35±0,51	8,33	-1,81
Почва + куриный помёт (15 г/кг) + фосфогипс (30 г/кг)	25,00–38,00	30,72±0,77	12,48	-1,62
Почва + осадки сточных вод (360 г/кг)	36,00–44,00	40,24±0,45	5.62	-12,13
Почва + мин. удобрения N и P (60 кг/га по N)	23,00–35,00	29,72±0,66	11,05	-0,51
Почва + мазут + фосфогипс (в соотношении 1:1)	22,00–34,00	29,84±0,55	9,21	-0,72
Почва (контроль)	24,00–34,00	29,2±0,59	10,17	

Предварительно можно предположить, что внесение сложных компостов, в частности на основе перепревшего навоза и фосфогипса, увеличивает мощность первичной коры главным образом за счёт увеличения размера малых проводящих пучков и толщины периферического кольца склеренхимы. Это, несомненно, сказывается на устойчивости побегов пшеницы к полеганию и способствует формированию выполненных семян в колосе.

По мнению ряда авторов (Батоев, 1991; Дорохов, Астахова, 2001; Лазаревич, 1999) при оценке качеств озимой пшеницы с анатомической точки зрения наиболее показательной является степень развития проводящей системы именно центрального цилиндра. Он представлен массой клеток основной паренхимной ткани с беспорядочно расположенными большими проводящими пучками (далее ППпх).

Минимальным количество ППпх было в варианте «почва + минеральные удобрения» - 21-22 шт, чуть выше – в вариантах «почва + мазут + фосфогипс» и контрольном – 25-26 шт. Среднего значения этот показатель достиг в вариантах «почва + куриный помёт + фосфогипс» - 28-29 шт., «почва + осадки сточных вод» - 29-30 шт. Наибольшее количество ППпх нами было отмечено в вариантах «почва + навоз + фосфогипс» - 30 шт., «почва + куриный помёт» - 31 шт. и «почва + навоз + фосфогипс» - 32 шт. (табл. 4). Результаты статистического анализа (t-тест для средних значений) показали, что различие этих вариантов и контрольного достоверно

Анализируя данные таблицы, можно предположить, что внесение компостов, в данном случае на основе перепревшего навоза, фосфогипса, а также куриного помёта, улучшает физико-химические показатели почвы, а через них – условия питания растений и, как следствие, количество элементов проводящей системы, доставляющих это питание к колосьям.

Таблица 4 – Количество проводящих пучков паренхимы (ППпх) стебля озимой пшеницы в условиях вегетационного опыта (2012 г.), шт.

Варианты опыта	Min - max	M ±m	V, %	t стат
Почва + перепревший навоз (50 г/кг)	29,00–35,00	32,24±0,31	4,85	-10,62
Почва + перепревший навоз (50 г/кг) + фосфогипс (5 г/кг)	26,00–34,00	30,40±0,48	7,83	-5,05
Почва + куриный помёт (15 г/кг)	27,00–36,00	31,48±0,56	8,85	-6,62
Почва + куриный помёт (15 г/кг) + фосфогипс (30 г/кг)	25,00–31,00	28,76±0,32	5,52	-3,97
Почва + осадки сточных вод (360 г/кг)	25,00–34,00	29,6±0,52	8,72	-4,44
Почва + мин. удобрения N и P (60 кг/га по N)	18,00–29,00	21,64± 0,59	13,53	5,92
Почва + мазут + фосфогипс (в соотношении 1:1)	20,00–29,00	25,4±0,52	10,16	1,87
Почва (контроль)	23,00–29,00	25,56±0,43	8,06	

Размер ППпх изменялся в сторону постепенного уменьшения их диаметра в вариантах вегетационного опыта по сравнению с контролем. Так, для контроля он составил 100-101 мкм. Далее следовали варианты «почва + мазут + фосфогипс» - 98 мкм, «почва + минеральные удобрения» - 94 мкм, «почва + навоз + фосфогипс» и «почва + навоз» - 92-94 мкм, «почва + осадки сточных вод»– 86 мкм. Минимальным значение этого показателя было в обоих вариантах с использованием куриного помёта – 83 мкм (табл. 5).

Таблица 5 – Диаметр проводящих пучков паренхимы стебля озимой пшеницы в условиях вегетационного опыта, мкм.

Варианты опыта	Min - max	M ±m	V, %	t стат
Почва + перепревший навоз (50 г/кг)	80,00 – 102,00	92,48±1,15	6,24	4,19
Почва + перепревший навоз (50 г/кг) + фосфогипс (5 г/кг)	82,00 – 101,00	93,76±1,05	5,59	4,03
Почва + куриный помёт (15 г/кг)	76,00 – 92,00	82,92±1,11	6,69	9,4
Почва + куриный помёт (15 г/кг) + фосфогипс (30 г/кг)	73,00 – 96,00	83,20±1,21	7,26	9,03
Почва + осадки сточных вод (360 г/кг)	76,00 – 94,00	86,00±1,04	6,05	7,52
Почва + мин. удобрения N и P (60 кг/га по N)	84,00 – 106,00	94,32 ± 1,19	6,32	3,17
Почва + мазут + фосфогипс (в соотношении 1:1)	89,00 – 109,00	98,0 ± 1,34	5,67	-7,60
Почва (контроль)	89,00-111,0	100,84±1,55	7,69	

Уменьшение диаметра проводящего пучка, несомненно, неблагоприятный признак с точки зрения условий питания растения. Однако если провести сопоставление

количества ППпх с их размером, то здесь явно прослеживается закономерность: чем крупнее проводящие пучки, тем их меньше, и, наоборот, уменьшение диаметра проводящих элементов компенсируется ростом их числа. Разумеется, чтобы удостовериться в этом, необходимо провести детальную сравнительную оценку степени развития проводящей системы в каждом варианте, что станет целью наших последующих работ в этом направлении. Помимо этого, при оценке размеров ППпх необходимо различать собственно сосуды ксилемы и флоэмы и склеренхимную обкладку, поскольку утолщение пучка за счёт последней может быть всего лишь следствием общей ксерофитизации структуры в неблагоприятных условиях произрастания (применение, по сути, чужеродных химических смеси - отходов).

Анатомической особенностью проводящей системы стебля озимой пшеницы в вариантах, «почва + навоз + фосфогипс» и «почва + куриный помёт» стало парное расположение отдельных больших проводящих пучков (рис. 2). Возможно, это одно из проявлений так называемого «пальмового» типа строения с хаотическим расположением элементов проводящей системы, а возможно – следствие использования компостов. Пока же мы лишь в общем утверждаем, что применение сложных компостов отражается на степени развития проводящей системы стеблей озимой пшеницы, закономерно изменяя условия снабжения колосьев питательными элементами.

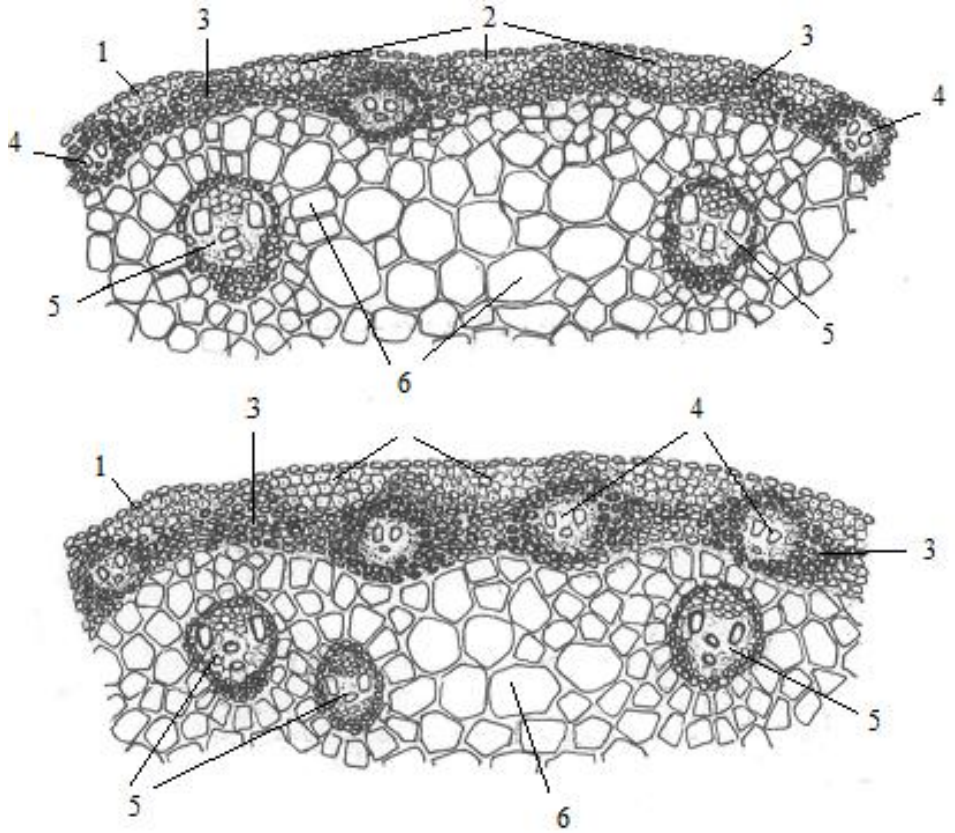


Рис. 2 Особенности анатомического строения стебля озимой пшеницы в условиях вегетационного опыта (2012): а) контроль; б) почва + навоз (50 г/кг) + фосфогипс (5 г/кг)

1 – эпидермис; 2 – хлоренхима; 3 – склеренхима; 4 – проводящие пучки первичной коры; 5 – проводящие пучки паренхимы; 6 – паренхима.

Анализ изменения толщины стенки соломины побегов озимой пшеницы показал, что минимальной она была в вариантах «почва + куриный помёт» и «почва + куриный помёт + фосфогипс» - 339-340 мкм. Чуть толще стенка соломины была в вари-

анте «почва + мазут + фосфогипс» - 347 мкм Средние значения этот показатель принимает в вариантах «почва + минеральные удобрения» и контрольном – 373-375 мкм, а также в вариантах «почва + навоз» и «почва + навоз + фосфогипс» - 389-390 мкм. В варианте «почва + осадки сточных вод» толщина стенки соломины значительно отличалась от всех остальных и составила 474-475 мкм (табл. 6).

Таблица 6 – Толщина стенки соломины озимой пшеницы в условиях вегетационного опыта (2012 г.), мкм.

Варианты опыта	Min - max	M ±m	V, %	t стат
Почва + перепревший навоз (50 г/кг)	369,00–410,00	390,00±2,07	2,66	-2,89
Почва + перепревший навоз (50 г/кг) + фосфогипс (5 г/кг)	371,00–404,00	389,52±1,85	2,38	-3,40
Почва + куриный помёт (15 г/кг)	320,00–385,00	339,56±3,45	5,08	6,79
Почва + куриный помёт (15 г/кг) + фосфогипс (30 г/кг)	329,00–351,00	340,48±1,37	2,02	9,27
Почва + осадки сточных вод (360 г/кг)	456,00–504,00	474,52±3,01	3,17	-19,76
Почва + мин. удобрения N и P (60 кг/га по N)	355,00–401,00	373,64±2,83	3,79	0,27
Почва + мазут + фосфогипс (в соотношении 1:1)	332,00–361,00	347,00 ±1,87	2,69	6,40
Почва (контроль)	334,00–404,00	375,04±3,97	5,28	

Толщина стенки соломины, безусловно является положительным признаком, свидетельствующим об устойчивости побегов к полеганию. Но, на наш взгляд, не стоит делать скорых однозначных выводов о связи данного признака с составом вносимых компостов, поскольку разная толщина соломины может оказаться просто погрешностью ручного изготовления срезов.

Выводы. В проведённых нами исследованиях была отмечена вариабельность параметров анатомической структуры стебля озимой пшеницы в различных вариантах опыта по применению сложных компостов, а именно:

- применение сложных компостов в целом незначительно повлияло на количество проводящих пучков первичной коры: в большинстве вариантов вегетационного опыта малые проводящие пучки были слабо выражены, сосуды ксилемы в них имели незначительный диаметр, а сами пучки практически не выделялись на фоне клеток сплошного склеренхимного кольца;
- внесение компостов на основе перепревшего навоза и фосфогипса способствует увеличению размера малых проводящих пучков и толщины периферического кольца склеренхимы, за счёт чего увеличивается мощность первичной коры; в конечном итоге это сказывается на устойчивости побегов пшеницы к полеганию и способствует формированию выполненных семян в колосе;
- применение сложных компостов на основе перепревшего навоза, фосфогипса, а также куриного помёта приводят к увеличению числа элементов проводящей системы центрального цилиндра и, как следствие, улучшению условий питания растений;
- увеличение количества больших проводящих пучков сопровождается некоторым уменьшением их диаметра, вследствие чего необходимы более детальные исследования степени развития проводящей системы стебля озимой пшеницы в разных вариантах опыта;
- толщина стенки соломины в вариантах «почва + навоз» и «почва + навоз + фосфогипс» имела значение выше среднего, но для окончательных выводов о связи этого признака с внесением компостов определённого состава необходимы дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батоев Б.Б. Анатомо-морфологические особенности сортов озимой пшеницы различной продуктивности: Автореф. дис. – М.: ТСХА, 1991. –24 с.
2. Белюченко И.С., Муравьёв Е.И. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. - № 1. – С. 84-86.
3. Белюченко И.С. Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 75-86
4. Дорофеев В.Ф., Градчанинова О.Д. Анатомическое изучение стебля и листа пшеницы // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции / ВИР им. Н.И.Вавилова. – Л., 1971 – Т. 44. – Вып. 1. – С. 57-75.
5. Дорохов Б.А., Астахов Е.Н. Стебель озимой пшеницы и устойчивость к полеганию // Селекция и семеноводство. – 2001. – № 3. – С. 7-9.
6. Кислицкая О.С.Изменение анатомических признаков стебля мягкой яровой пшеницы в процессе селекции в ЦРНЗ // МСХА им. Тимирязева К.А. – М., 2003.
7. Лазаревич С. В. Эволюция анатомического строения стебля пшеницы. – Минск, 1999. – 295 с..
8. Мельник О.А. Влияние органоминерального компоста на развитие и урожайность сельскохозяйственных культур // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 12-20.
9. Москалева Г.И. Морфолого-анатомические особенности строения стебля и устойчивость к полеганию мягкой яровой пшеницы // Науч.-техн. бюл. ВИР им. Н.И.Вавидова. – 1987. – Вып. 170. – С. 64-68.
10. Муравьёв Е.И. Влияние отходов производства фосфорных удобрений на окружающие ландшафты. – Краснодар, 2008. – 358 с.
11. Овеснов С.А. Морфология и анатомия вегетативных органов высших растений. – Пермь, 2000. – С. 24-30.
12. Попок Л.Б., Попок Л.Е. Основы компьютерных технологий в экологии и природопользовании: Практическое пособие. – Краснодар, 2012. – 54 с.
13. Пыльнев В.В. Новые способы оценки пшеницы с учетом анатомического строения стебля растений // Доклады РАСХН. –1997. – № 2. – С. 10-12.
14. Сергеева А.С. Анатомическое строение стебля кукурузы, выращенной с применением органоминерального компоста // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 56-58.
15. Скрипка Л.Ф. Изменение анатомической структуры растений при их выращивании с применением отходов быта и производства // Экол. Вестник Сев. Кавказа. - 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 50-54.
16. Славгородская Д.А. Агрофизические свойства чернозёма обыкновенного и роль сложного компоста в их улучшении // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 31-46.

УДК 504.064.47:631.879.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Н.А. Парахуда

кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологи и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Использование компостов на основе древесно-растительных отходов оказывает влияние на почвы, улучшая их состояние, дает возможность их применения при выращивании посадочного материала в питомниках, рекультивации земель, в городском зеленом строительстве.

Ключевые слова: компост, древесная кора, посадочный материал с закрытой корневой системой.

PROSPECTS OF USE OF WOOD WASTE

Parahuda N.A.

Using of compost on based tree-plant waste influences the soil, improving their state makes and make possibility their application at cultivation planting material in the nurseries, land reclamation, use of green building in the city.

Keywords: compost, bark, planting material with closed root system.

Проблема переработки древесных отходов существует давно и до настоящего времени не потеряла своей актуальности. Основными источниками образования отходов являются различные лесопромышленные комплексы и деревоперерабатывающие предприятия. Эти отходы могут найти применение в производстве щепы и стружки, которая, в свою очередь, является ценным сырьем для производства различных материалов и изделий.

Древесно-растительные отходы образуются при санитарных рубках, в городском хозяйстве при проведении ежегодных сезонных работ по уходу за зелеными насаждениями (скошенная трава, опавшая листва, ветки от обрезки и древесина от валки деревьев). Эти отходы в составе бытовых захоранивают на полигонах ТБО и свалках, тогда как существует возможность получения из них ценного компоста, пригодного для дальнейшего использования. Древесные остатки являются естественным источником органических удобрений, так необходимых растениям для роста и развития. По результатам исследований ученых (Лобанов, 1953; Шубин, 1957; Шмаков, 1991; Мочалов, 2009) установлено, что компост на основе древесных остатков повышает плодородие почвы, так как восполняются питательные вещества, выносимые из почвы (N, P, K и др.).

Древесные отходы на 95% состоят из клеточных оболочек, которые содержат 44-46% целлюлозы, 20-30% – лигнина, 15-17 % гемицеллюлозы, 13-15% жиров, смол, воска, белков. Древесина содержит много углерода (49,5 %) и сравнительно бедна азотом (0,1-1,2%) (Соломина, 2004), поэтому широкое применение одних древесных остатков в качестве удобрения малоэффективно. Для удобрения почвы лучше использовать готовые компосты на основе древесно-растительных остатков.

В Архангельском институте леса и лесохимии проводились работы по использованию в качестве органических удобрений компостов на основе древесной коры. Компосты использовались в лесных питомниках при выращивании сеянцев хвойных пород в теплицах и открытом грунте (Синников, Мочалов, 1977). Для таких компо-

стов характерно высокое содержание подвижных форм азота, фосфора и калия, что в значительной степени снижает расход минеральных удобрений. Имеется и еще ряд работ, подтверждающих возможность использования подобных компостов.

В последнее время в большинстве стран с интенсивным ведением лесного хозяйства расширяется производство и использование посадочного материала с закрытой корневой системой. Такой посадочный материал имеет более высокий показатель приживаемости в неблагоприятных условиях произрастания, обладает высокими темпами роста в высоту. При транспортировке к месту посадки его корни не подсыхают и не теряют контакта с субстратом, растения после высадки в течение нескольких недель обеспечены питательными веществами. Посадку таких сеянцев и саженцев производят не только весной, осенью, но и летом и даже зимой, когда почва ещё не промерзла при невысоком снежном покрове (Лихоманов, 1982; Жигунов, 1990, 1998). В качестве субстрата для заполнения контейнеров используют торф с минеральными добавками или субстраты на его основе.

Данный способ подходит для выращивания различных растений и, особенно хвойных пород, плохо переносящих пересадку. Способы переработки и полевого компостирования древесно-растительных отходов в Московской области, разработанные А.А. Рожко (2009), показали, что почвенный субстрат на основе компостов из этих отходов можно использовать в питомнике для выращивания саженцев и сеянцев с закрытой корневой системой. Наилучший эффект при выращивании саженцев был получен при использовании почвенной смеси, где содержание компоста из древесно-растительных отходов находилось в пределах 40-60%. Оптимальным соотношением компонентов почвенной смеси является 1,5: 1.

Компостированию древесных отходов предшествует их измельчение и переработка в стандартную щепу размером 25-50 мм. Большая площадь общей поверхности измельченных древесно-растительных отходов создает благоприятные условия для лучшей аэрации и ускорения биологических процессов. Для измельчения древесных остатков используют передвижные рубильные машины TT-97R (производства Финляндии) на базе трактора К-700А; для переработки древесно-растительных отходов в щепу непосредственно на месте рубок – навесные рубильные машины TP 860 PH на базе трактора МТЗ 82.

Структура технологического процесса компостирования древесно-растительных отходов приведена на рисунке. Технология компостирования переработанных древесно-растительных отходов заключается в следующем. Древесная щепа и зеленая масса (листья, трава) тщательно перемешиваются фронтальным погрузчиком, затем добавляется отсев от компостируемых древесно-растительных отходов. Полученная масса сдвигается и формируется в бурты с шириной основания не менее 6 м и расстоянием между буртами 3,5-4 м. Боковые склоны насыпаются под углом 45 градусов. Для формирования и перемешивания буртов на площадке компостирования используют автопогрузчик VOLVO с ковшом емкостью 2 м.

Содержание влаги – один из наиболее важных показателей оптимального компостирования. При компостировании древесно-растительных отходов исходную влажность поддерживают в пределах 60-70%, поэтому при формировании бурта сырье обильно проливается водой. Для удержания воды по верхней кромке бурта устраивается канавка шириной и глубиной около 0,5 м. В дальнейшем пролив производится по необходимости, в зависимости от влажности бурта.

Доступ воздуха внутрь бурта обеспечивается регулярным еженедельным перемешиванием сырья с помощью ковша емкостью 2 м^3 тракторного погрузчика. Перемешивание производится путем перемещения (пересыпания) бурта на соседнее сво-

бодное место с краю площадки. На место перемещенного бурта пересыпается соседний и т. д. Следующее перемешивание производится в обратном порядке.

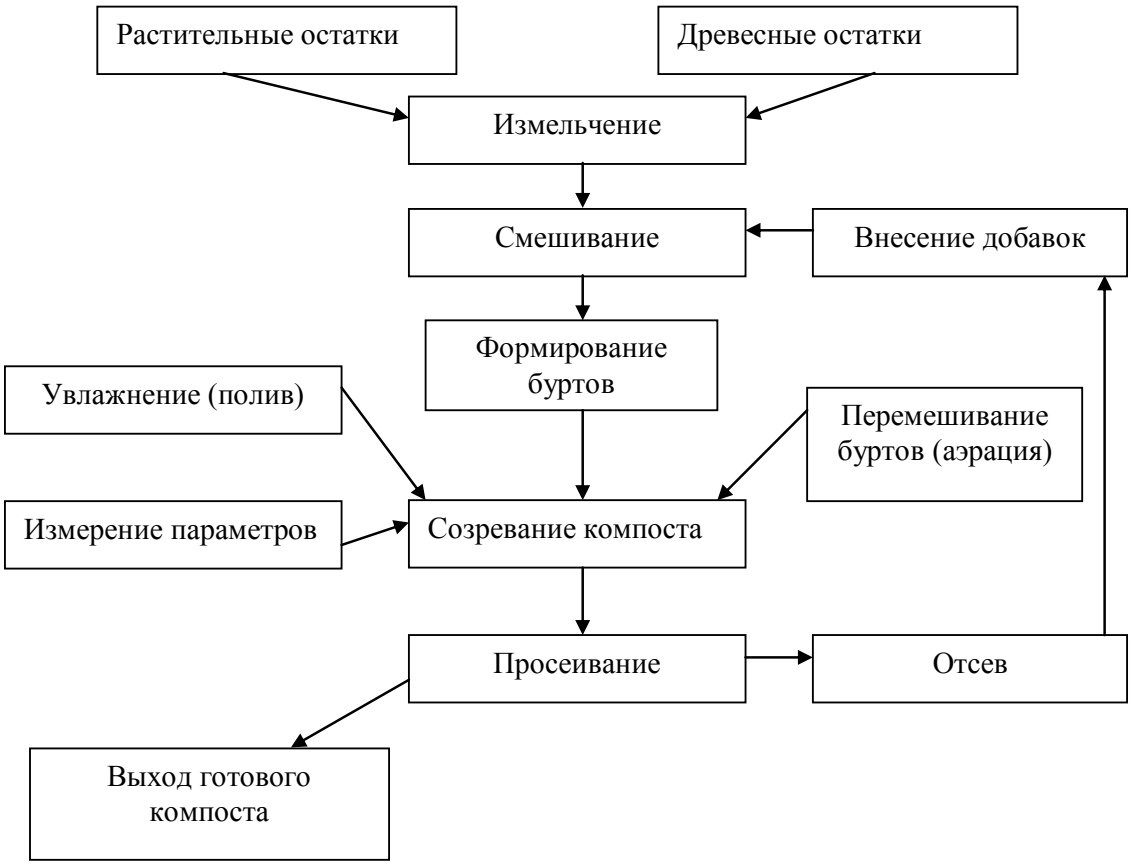


Рисунок. Структура технологического процесса переработки и компостирования древесно-растительных отходов

Большое влияние на процесс компостирования оказывают углерод и азотистые вещества. Для интенсивного протекания процесса компостирования желательно, чтобы соотношение C:N составляло от 25:1 до 30:1. В древесных отходах содержание азота, фосфора, калия значительно меньше, чем углерода, поэтому для соблюдения оптимального соотношения C:N применяют добавки в виде минеральных удобрений.

Неотъемлемой частью технологии является контроль физико-химических параметров и состава компостируемой массы. При закладке бурта компостирования должны соблюдаться следующие технологические условия: объем сырья в бурте не менее 100 м , оптимальная температура 50-70°С, влажность в бурте 60-70%; состав компостируемой массы: 50% свежей щепы, 30% зеленой массы, 20% отсева после компостирования.

Неперегнившие остатки древесных отходов отсеиваются просеивателем компостов PRIMUS фирмы KOMPTECH (Австрия) и в дальнейшем добавляются в свежие древесные отходы для ускорения разогрева компостируемых остатков. Готовый компост складируется для дальнейшего изготовления почвенных смесей.

Полученный компост обладает достаточно высоким содержанием питательных элементов (калий – 2319 мг/кг, фосфор – 272 мг/кг) и органического вещества (около 51,5 %) и имеет слабощелочную реакцию среды (pH 6,8) (Рожко, 2009). При соблюдении всех технологических условий срок компостирования независимо от времени года и внешней температуры составляет 6 месяцев.

Обобщая результаты исследований, опубликованных в научной литературе по использованию древесно-растительных компостов, можно говорить о целесообразности компостов из древесно-растительных отходов в качестве органических добавок в грунт. Слабощелочная реакция среды компостов обеспечивает благоприятную среду для выращивания саженцев многих древесных пород – ели, пихты, сосны, бука, граба, дуба, липы, каштана, тиса и др.

Таким образом, использование древесно-растительных отходов для приготовления компостов позволяет решить актуальные экологические задачи, стоящие перед регионом:

- уменьшить объем вывоза отходов на полигоны захоронения ТБО;
- снизить негативное воздействие автотранспорта на окружающую среду в результате уменьшения грузопотоков ТБО;
- уменьшить объем завоза растительных грунтов и удобрений для нужд города;
- использовать отходы в качестве вторичного ресурса городского хозяйства и рекультивации техногенно-загрязненных почв в условиях городской среды;
- восстановить плодородие деградированных почв питомников и продлить сроки их эффективного функционирования с применением интенсивных технологий выращивания посадочного материала.

ЛИТЕРАТУРА

Жигунов А.В., Гомельский Ю.Н. и др. // Производство контейнеризованных сеянцев: сб. науч. ст. – Л.: ЛенНИИСХ, 1990. – 31 с.

Рекомендации по использованию древесной коры в качестве тепличного грунта в лесном и сельском хозяйствах // Гос. ком. СССР по лес. хозяйству, Арханг. ин-т леса и лесохим. / Сост. А.С. Синников, З.С. Калугина. - Архангельск, 1984. – 12 с.

Рожко А.А. Изготовление почво-грунтовых смесей на основе компоста из древесной щепы и использование их при выращивании саженцев в условиях пригородного леспаркхоза // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 4 (67). – С. 56-59.

Рожко А.А. Компостирование древесно-растительных остатков с учетом факторов, влияющих на параметры компостирования бурта // Лесохозяйственная информация. – 2009. – № 1/2. – С. 31-34.

Синников А.С., Мочалов Б.А. Использование коровьих компостов для выращивания сеянцев в питомниках // Использование древесных остатков и побочных продуктов леса: сб. науч. ст. – Архангельск: Арх. ин-т леса и лесохим., 1977. – С. 61-66.

Соломина О.И. Технология утилизации древесно-растительных отходов городской среды для рекультивации земель: дисс. … канд. технических наук. – М., 2004. – 202 с.

Шмаков В.П., Рыбалко Т.М и др. Производство компостов из древесных остатков. – СибНИИЛП, 1991.

УДК 631.831:631.445.62(479.22)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛЫ ПОДСОЛНЕЧНОЙ ЛУЗГИ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ ГРУЗИИ

Б.А. Годзиашвили

доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Чаквский филиал института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского государственного аграрного университета, **Грузия, Аджарская АР, г. Чаква,** badri.godziashvili@yandex.ru

М.В. Чеботарёва

доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Чаквский филиал института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского государственного аграрного университета, **Грузия, Аджарская АР, г. Чаква**

В статье рассматривается роль химической мелиорации длительно удобряемого краснозема физиологически кислыми минеральными удобрениями на рост и развитие чайных саженцев в условиях вегетационного опыта. Эксперимент показал, что наилучшее развитие чайных саженцев отмечено в вегетационных сосудах после внесения золы подсолнечной лузги.

Ключевые слова: краснозём, чай, зола подсолнечной лузги, почвенная кислотность, химическая мелиорация.

EFFECTIVENESS OF SUNFLOWER HUSK ASH IN HUMID SUBTROPICS GEORGIA

Godziachvili B.A., M.V. Chebotareva

In this article is given the role of neutralization soil acidity of krasnozem on growth and development seedlings of tea. The vegetative experiment showed that the best development of tea seedlings was after applying ashes of sunflower husk.

Keywords: red soil, tea, sunflower husk ash, soil acidity, chemical reclamation.

Введение. Систематическое многолетнее применение минеральных удобрений оказало большое влияние на свойства красноземных почв влажных субтропиков Грузии, где под чай ежегодно вносили довольно высокие дозы минеральных туков – $N_{300}P_{75}K_{100}$. В результате красноземы приобрели сильно кислую реакцию ($pH_{сол.}$ 3,5-3,1), и как следствие этого произошло повышение подвижности и усиление выноса илистой части, а вместе с ней кальция, магния и других элементов, необходимых не только для питания растений, но и для предохранения почв от деградации.

В результате агрогенной эволюции красноземные почвы из-под чайных плантаций резко отличаются от их целинных аналогов. При длительном внесении минеральных удобрений в значительных дозах создается новый пищевой режим почвы, который можно рассматривать как один из элементов её потенциального плодородия почвы. Наряду с наблюдаемыми положительными изменениями свойств красноземных почв, связанными с увеличением содержания гумуса, азота, фосфора, калия, большинство других свойств имеют тенденцию к негативным изменениям. Одним из отрицательных последствий в результате избыточного внесения азотных удобрений является сильное подкисление реакции почвенной среды: $pH_{сол.}$ 3,5 и ниже, увеличение количества подвижного алюминия от 40 до 85 мг/100 г, величины обменной и гидролитической кислотности возросли вдвое, содержание в корнеобитаемом слое подвижных магния и кальция снизилось от 7-8 до 4-3 и от 19-27 до 13-14 мг/100 г со-

ответственно. При этом произошло неблагоприятное изменение микрофлоры почвы, ухудшились ее микробиологические свойства.

Как показали прежние исследования [1, 2, 3] и подтверждено нашими работами [4] в красноземах кислотность обусловлена подвижным алюминием.

Длительно удобряемые (более 60 лет) физиологически кислыми минеральными удобрениями красноземные почвы под чайными плантациями в большинстве случаев принадлежат к почвам, ненасыщенным основаниями, сильно подкисленным. Несмотря на то, что чайный куст известен своей толерантностью к кислой реакции почвы, в последнее время замечено, что он не совсем безболезненно переносит повышенную кислотность и бедность основаниями. В работах как грузинских (5-7) и др., так и зарубежных ученых (8-9) указывалось на значение уменьшения уровня кислотности почв чайных плантаций и увеличения количества недостающих макро- и микроэлементов для повышения плодородия почв и продуктивности чайных кустов.

С целью улучшения плодородия длительно удобряемой красноземной почвы в серии вегетационных опытов были испытаны кальций и магнийсодержащие вещества, а также растительная зола, от внесения которых были получены положительные результаты по влиянию их на рост и развитие чайных саженцев.

Объект и методы исследования. Почва для вегетационного опыта была взята из длительно удобряемой чайной плантации на глубине 0-20 см со следующими агрохимическими показателями: гумус 8,6%; общий азот 0,44%; $pH_{сол.}$ 3,99; $H_{обм.}$ 9,4 м-экв на 100 г; подвижные А1, CaO, MgO, P_2O_5, K_2O - 84,2; 15,8 ; 4,3;61 и 22,5 мг/100 г соответственно. Набивка сосудов почвой, внесение удобрений и уход за растениями велись по общепринятой методике (А.В. Соколов, 1960). В сосуды были высеяны проросшие семена чая (селекционный сорт № 3) по 8 штук в каждый. После появления всходов в сосудах было оставлено по 4 одинаково развитых саженца. Повторность опыта 3-кратная, сосуды типа "лизиметра" емкостью 13 кг абсолютно-сухой почвы находились под открытым небом. Чтобы выявить действие внесенных в почву химически мелиорирующих веществ на потерю солей из сосудов, вытекающие из них растворы назад не возвращались. Почти аналогичное положение имеет место и в естественных условиях, поскольку высокая водопроницаемость красноземов хорошо известна.

После закрытия опыта в почве были исследованы: pH солевой суспензии потенциометрическим методом, обменная кислотность и обменный алюминий по А.В. Соколову, гидролитическая кислотность по Каппену, сумма поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу, общий гумус по И.В. Тюрину (в модификации Симакова), общий азот по Къельдалю, подвижные фосфор и калий по Ониани, подвижные CaO и MgO трилонометрическим методом в 1 н вытяжке КС1. В опыте использовали золу подсолнечной лузги Лабинского маслобойного завода (Краснодарский край), где лузгой топят котлы. Общая нейтрализующая способность золы подсолнечной лузги 51% , содержание в ней CaO, M_gO, K_2O составляет 27; 21; 16% соответственно.

Результаты и обсуждение. Внесение химически мелиорирующих веществ заметно изменяет агрохимические показатели длительно удобряемого краснозема. По мере смягчения кислотности почвы бурно усиливается деятельность бактериального населения почвы, что повлекло за собой разложение органического вещества с последующим вымыванием. Параллельно снижается и содержание общего азота благодаря усилению нитрификации. Большое влияние оказал мелиорант на формы кислотности. По мере увеличения дозы мелиорирующего веществ резко уменьшаются показатели

всех форм кислотности, количество подвижного алюминия; увеличивается сумма поглощенных оснований, возрастает процент насыщенности основаниями.

Саженцы чая на варианте NPK развивались плохо по сравнению с вариантами внесения мелиорирующего вещества. Здесь явную роль сыграло корректирование реакции почвенной среды. По вопросу оптимальной реакции почвенной среды для чайного куста существуют разногласия среди ученых, однако большинство исследователей считают оптимальным pH почвы для чайного куста в интервале 4,5-5,5. Одной из причин падения урожайности чайных плантаций в некоторых районах Японии считают сильное подкисление почвы $pH_{сол.}$ до 3,6-3,7 (8).

Внесение золы подсолнечной лузги, дало значительную прибавку в биомассе чайных саженцев. Очевидно, здесь сыграло роль лучшее соотношение этих катионов в золе подсолнечной лузги (27% CaO, 21% MgO, 16% K_2O). Каваи Сого и Икегая Кендзиро большее значение придают соотношению между кальцием, магнием и калием, чем абсолютному количеству их в почве. При внесенной комбинации магний превалировал над калием. Поскольку калий более сильный антагонист магния, очевидно, нормализовалось магниевое и калийное питание растений, рост чая улучшался, чайные саженцы хорошо вегетировали и выглядели здоровыми. Не было заметно внешних признаков голодания из-за дефицита какого-либо питательного элемента. Как известно, растительная зола относится к многосторонним удобрениям, так как она помимо макроэлементов, которые находятся в благоприятном для развития растений соотношении и легкоусвояемой форме, содержат ряд тех микроэлементов, которые при длительном применении физиологически кислых минеральных удобрений выносятся вместе с увеличивающимся урожаем, а также переводятся в более подвижные формы и легко вымываются из почвы в условиях влажного субтропического климата.

Таблица. Влияние внесения золы подсолнечной лузги на рост и развитие чайных саженцев

№	Вариант	Надземная часть			Корневая система		Сумма длин побегов, см	%
		Средний вес, г	Прибавка		Средний вес, г	%		
			г	%				
1	Фон – длительно удобряемая (NPK) краснозёмная почва из-под чая	109,0	-	100	50,0	100	361	100
2	Фон + зола подсолнечной лузги по 0,5 $H_{обм.}$	169,0	+60,0	155,0	85,0	170,0	398,0	110
3	Фон + зола подсолнечной лузги по $H_{обм.}$	183,3	+74,3	168,2	87,1	174,2	435	120
4	Фон + зола подсолнечной лузги по 1,5 $H_{обм.}$	190,8	+81,8	175,0	89,4	178,8	535	148
5	Фон + зола подсолнечной лузги по 2 $H_{обм.}$	142,0	+33,0	130,3	64,3	128,6	368	102

Примечание: 3 Е = 12,9 г; Р = 3,4 %, где 3 Е – наименьшее существенное различие между вариантами, г; Р - точность опыта по Перегудову

Таким образом, из полученных нами результатов следует, что довольно распространенное мнение, согласно которому отрицательное отношение чайного куста к известкованию определяется прежде всего его требованием к сильно кислой реакции почвы, не выдерживает критики в отношении молодых растений, так как рост чая увеличивается при корректировании реакции почвенной среды. В опыте явную роль сыграло корректирование реакции почвенной среды при известковании.

***Выводы*:**

1. При длительном применении минеральных туков сильно меняются агрохимические показатели красноземной почвы как в положительную (обогащение органическим веществом, азотом, фосфором, калием), так и отрицательную стороны (сильное подкисление и без того кислых красноземов, увеличение содержания подвижного алюминия, уменьшение количества подвижных форм кальция и магния).

2. Нарушение соотношения питательных элементов как в почве, так и в растении в связи с сильным подкислением реакции почвенной среды отрицательно сказалось на урожайности чайных плантаций.

3. Испытание золы подсолнечной лузги в вегетационном опыте, при внесении которой снижался уровень почвенной кислотности, положительно повлияло на рост и развитие чайных саженцев, особенно отличался вариант с внесением растительной золы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшин С.Н., Голетиани Г.И. О природе обменной кислотности минеральной части почв // Химизация соц. земледелия. – М., 1935. – № 11–12. – С. 77-84.

2. Саришвили И.Ф. Теория и практика известкования почв влажных субтропиков Грузии. – Тбилиси: ГИСХ, 1952. – 238 с.

3. Чернов В.А. Природа кислотности краснозёмных и подзолистых почв. Доклад на У Междунар. конгрессе почвоведов. – М.: АН СССР, 1954. – 63 с.

4. Годзиашвили Б.А. Проблема химической мелиорации длительно удобряемых краснозёмных почв под чайными плантациями. // Субтр. культуры, 1969. – № 6 – С. 168–178.

5. Годзиашвили Г.С., Беридзе А.Е., Жеденова М.С. Эффективность магнийсодержащих удобрений на чайных и цитрусовых плантациях // Субтр. культуры. – 1963. – С. 7-9.

6. Дараселия М.К. Динамика почвенных растворов краснозёмных почв Грузии. – Тбилиси.: Мецниереба, 1974. – 220 с.

7. Пирцхалайшвили С.Х. Научные основы эксплуатации чайных плантаций Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1976. – С. 8-9.

8. Каваи Сого и Икегая Кендзиро. О взаимосвязи между ростом чайных кустов и составом обменных оснований в почве чайных плантаций // Из журн. «Bulleten of the tea research station”, 1962, № 1, с. 144-228 Переводный фонд библиотеки ВНИИЧиСК.

9. Кук ДЖ.У. Регулирование плодородия почвы. – М.: Колос, 1970. – 520 с.

Секция 2
Промышленные отходы и их использование в сельском хозяйстве

УДК 628.35:582.263

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Т.Н. Щемелинина
кандидат биологических наук, научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИБ КОМИ НЦ УРО РАН), **Россия, г. Сыктывкар**, shemelinina@ib.komisc.ru

Е.М. Анчугова
младший научный сотрудник, ИБ КОМИ НЦ УРО РАН, **Россия, г. Сыктывкар**, anchugova@ib.komisc.ru

В.В. Володин
доктор биологических наук, профессор, заведующий лаборатории биохимии и биотехнологии, ИБ КОМИ НЦ УРО РАН, **Россия, г. Сыктывкар**, volodin@ib.komisc.ru

М.Ю. Маркарова
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ИБ КОМИ НЦ УРО РАН к, **Россия, г. Сыктывкар**, myriam@mail.ru

И.В. Новаковская
кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, ИБ КОМИ НЦ УРО РАН, **Россия, г. Сыктывкар**, novakovskaya@ib.komisc.ru

Е.Н. Патова
кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ИБ КОМИ НЦ УРО РАН, **Россия, г. Сыктывкар**, patova@ib.komisc.ru

Д.В. Тарабукин
кандидат биологических наук, научный сотрудник, ИБ КОМИ НЦ УРО РАН, Россия, **г. Сыктывкар**, tdv@ib.komisc.ru

Изучалось влияние некоторых видов микроводорослей на изменение состава поллютантов в сточных водах очистных сооружений Сыктывкарского лесопромышленного комплекса.

Ключевые слова: микроводоросли, сточные воды, лесопромышленное и целлюлозно-бумажное производство.

USING ALGAE TO TREAT WASTEWATER OF PAPER MILLS

Schemelinina T.E., Anchugova E.M., Volodin V.V., Markarova M.Y., Novakovskaya I.V., Patova E.N., Tarabukin D.V.

The influence of some species of microalgae on changes of the composition of pollutants in waste water treatment facilities of Syktyvkar are studied.

Keywords: microalgae, waste water, timber, pulp and paper production.

Основными источниками загрязнения и засорения водоемов является недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые проявляются в изменении физических

свойств и химического состава воды. Производственные сточные воды загрязнены в основном отходами и выбросами производства. Количественный и качественный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов [1].

С увеличением количества отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их. Сам процесс очистки довольно сложен, включает в себя несколько этапов механической, химической и биологической очистки. Одним из наиболее важных компонентов в системе биологической очистки сточных вод как хозяйственно-бытовых, так и промышленных являются водоросли. Несмотря на достижения в области применения микроводорослей в очистке загрязнений, каждый индивидуальный объект, в связи с неоднородностью состава сточных вод различных предприятий, требует искать по отношению к нему оптимальное решение, наиболее подходящее с учетом всех условий, параметров и характеристик.

Целью исследований являлось изучение влияния некоторых микроводорослей на изменение состава основных загрязняющих веществ сточных вод очистных сооружений Сыктывкарского лесопромышленного комплекса (ОАО «Монди СЛПК»).

В качестве объекта исследования были взяты сточные воды аэротенков очистных сооружений предприятия. На основании обзора литературы [2–10] были подобраны культуры микроводорослей (*Nostocmuscorum*Elenkin, *Scenedesmusacutus*Meyer, *Chlorellavulgaris*Beijer.,виды рода*Neospongiococcum.*Данные штаммы водорослей рекомендованы для биологической доочистки сточных вод предприятий лесопромышленного комплекса. Микроводоросли *Nostocmuscorum*Elenkin, *Scenedesmusacutus*Meyer, *Chlorellavulgaris*Beijer. взяты из коллекции Института биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар. Микроводоросль cf. *Neospongiococcumexcentricum*DeasonetCox выделена из сточной воды очистных сооружений ОАО «Монди СЛПК».

Наработанные на среде Тамия культуры микроводорослей были испытаны на сточной воде в условиях суточного освещения, постоянной аэрации, при t = 30ºС. Культуры микроводорослей вводили в опытные образцы в количестве 1% от объема сточной воды. В качестве контроля использовали сточную воду очистных сооружений предприятия. Спустя сутки были проведены химические анализы.

Повышение pH, инициируемое водорослями, привело к удалению азота из сточной воды (таблица). При наличии всего 1.5 мл культуры в 150 мл сточной воды за сутки усвоение общего азота составило для культуры *Scenedesmusacutus* 1.6 мг/дм^3, а для культуры *Chlorellavulgaris* – 1.5 мг/дм^3. Повышение содержания общего азота в сточной воде после введения в нее культур *Nostocmuscorum* и cf. *Neospongiococcumexcentricum*свидетельствовало об избытке биомассы в системе и необходимости повторных испытаний по инокуляции сточной воды 0.1 %-ной суспензией микроводорослей.

Таблица. Содержание загрязняющих веществ

№	Водоросль	pH		$БПК_5$, мг/дм^3		Fe, мг/дм^3		Фенол, мкг/дм^3		N_{tot}, мг/дм^3	
		pH	±Δ	ρ	±Δ	ρ	±Δ	ρ	±Δ	ρ	±Δ
1	*Nostocmuscorum*	7.62	0.10	2.4	0.4	0.24	0.06	4.7	0.8	15.1	2.7
2	*Scenedesmusacutus*	7.73	0.10	5.2	0.6	0.31	0.07	4.0	0.7	11.1	2.0
3	*Chlorella vulgaris*	7.89	0.10	2.4	0.4	0.28	0.07	3.3	0.6	11.2	2.02
4	*Neospongiococcumexcentricum*	7.87	0.10	6.6	0.7	0.16	0.04	3.2	0.6	31.9	3.8
5	Контроль	7.26	0.10	230	14	1.23	0.18	56	7	12.70*	1.27

***** - данные взяты из журнала промышленных стоков очистных сооружений ОАО «Монди СЛПК»

Произведенный микроводорослями в процессе фотосинтеза кислород снижает БПК в сточной воде, что и наблюдалось нами в вариантах лабораторного эксперимента. Клетки водорослей аккумулируют железо. Наиболее активное его потребление отмечено для культуры cf. *Neospongiococcumexcentricum*.

Фенол и его производные представляют группу опасныхполлютантов, которые являются частым отходом хозяйственной деятельности [11]. В то же время фенол оказывает острое токсическое действие на некоторые водоросли. Культуры, использованные в лабораторном эксперименте, способны к трансформации фенольных соединений. В течение суток происходило разложение фенолов микроводорослями с удалением более 92–94%.

Таким образом, в контролируемых условиях все испытанные культуры микроводорослей оказались способны к усвоению в той или иной степени основных загрязняющих веществ, присутствующих в сточной воде целлюлозно-бумажного предприятия.

Работа выполнена при поддержке интеграционного проекта № 12-И-4-2007 «Биоресурсный потенциал и биохимическая оценка микроводорослей европейского северо-востока России в качестве объектов биотехнологии».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ласкорин Б.Н. Проблемы развития безотходных производств / Б.Н. Ласкорин, Б.В. Громов, А.П. Цыганков, В.Н. Сенин. – М.: Стройиздат, 2005. – С. 70.

2. Ленова Л. И. Водоросли в доочистке сточных вод / Л.И. Ленова, В.В. Ступина. – Киев: Наукова думка, 1990. – 183 с.

3. Fernandes, P., Microbial conversion of steroid compounds: recent developments / P. Fernandes, A. Cruz, B. Angelova, H.M. Pinheiro, J.M.S. Cabral // Enzyme & Microbial Technology. – 2003. – Vol. 32. – P. 688 – 705.

4. Neumann, P.M. Rapid microalgal metabolism of selenate to volatile dimethylselenide / P.M. Neumann, M.P. De Souza, I.J. Pickering, N. Terry // Plant, Cell and Environment. – 2003. – Vol. 26. – P. 897 – 905.

5. Giacomazzi, S. Environmental impact of diuron transformation: a review / S. Giacomazzi, N. Cochet // Chemosphere. – 2004. – Vol. 56. – P. 1021–1032.

6. Lewis, M.A. Nonnutrient anthropogenic chemicals in seagrass ecosystems: fate and effects / M.A. Lewis, R. Devereux // Environmental Toxicology and Chemistry. – 2009. – Vol. 28, No. 3. – P. 644 – 661.

7. Papazi, A. Inductive and resonance effects of substituents adjust the microalgal biodegradation of toxical phenolic compounds / A. Papazi, K. Kotzabasis // Journal of Biotechnology. – 2008. – Vol. 135. – P. 366 – 373.

8. Lika, K. Modeling the biodegradation of phenolic compounds by microalgae / K. Lika, I.A. Papadakis // Journal of Sea Research. – 2009. – Vol. 62. – P. 135 – 146.

9. Ibraheem, I.B.M. Biodegradability of hydrocarbons by cyanobacteria / I.B.M. Ibraheem // Journal of Phycology. – 2010. – Vol. 46. – P. 818 – 824.

10. Ghasemi, Y. The biotransformation, biodegradation, and bioremediation of organic compounds by microalgae / Y. Ghasemi // Journal of Phycology. – 2011. – Vol. 47. – P. 969 – 980.

11. Pinto, G., Biodegradation of phenols by microalgae / G. Pinto, A. Pollio, L. Previtera, F. Temussi // Biotechnology Letters. – 2002. – Vol. 24. – P. 2047 – 2051.

УДК 633.31: 631.87

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДА САХАРНОГО ЗАВОДА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕГО В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Иванова Е.П.

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», Институт земледелия и природообустройства, **Россия, г. Уссурийск,**kirena2010@yandex.ru

Изучено влияние дефеката ООО «Приморский сахар» на плодородие лугово-бурой отбеленной почвы, урожайность и качество люцерны изменчивой в условиях юга Приморского края. Внесение дефеката привело к существенному увеличению величины $pH_{сол.}$ и уменьшению $H_г$. Установлено статистически достоверное увеличение урожайности зеленой массы люцерны в первый год на 18%, выхода сена – на 29%, во второй год – соответственно на 15,0 и 19,9%. Сбор кормовых единиц и переваримого протеина повышается в 1,3 и 1,5 раза.Исходя из накопленного за предыдущие годы количества дефеката расчетная площадь мелиорированных земель составит 125 тыс. га, или 28% от всего объема нуждающихся в известковании почв Приморского края. Практическая значимость проведенных исследований заключается в возможности утилизации отхода предприятия Уссурийского городского округа Приморского края и защите окружающей среды при одновременном повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: известкование, плодородие почв, люцерна изменчивая, урожайность, протеин.

UTILIZATION OF THE SUGAR FACTORY WASTES AND THEIR USAGE IN AGRICULTURE OF PRIMORSKY KRAI

Ivanova E.P.

There was estimated effect of the application of lime waste of LLC «Primorsky sugar» for fertility of meadow-brown bleached soil, for productivity and quality oflucerne variablein the conditions of southern Primorye. Application of the defecation led to significant growth of the pHsalt and to reduction of the Hg. There was found statistically significant increase of the yield of green mass of lucerne variable in the first year by 18%, the output of hay - by 29%, in the second year respectively by 15.0 and 19.9%. Yield of fodder units and digestible protein is increased by 1.3 and 1.5 times. On the basis of accumulated during the previous years the number of lime waste, the estimated area of reclaimed lands will grow to 125 thousand hectares or 28% of the total amount of soils that need liming in PrimorskyKrai. The practical significance of the carried research is included into the possibility of utilization of waste of the enterprise in Ussuriisk district of Primorskykrai and protection of environment while improving soil fertility and productivity of agricultural crops.

Key words: liming, fertility of soil, lucerne variable, productivity, protein.

Около 15% территории России по экологическим показателям находятся в критическом или околокритическом состоянии. Экономический подъем при сохранении современного уровня негативного воздействия и непринятии мер по сокращению накопленного экологического ущерба может привести к дальнейшему обострению экологических проблем.Важнейшим фактором воздействия на окружающую среду является производственная деятельность человека. Все предприятия, будь то крупные или мелкие, осуществляют значительное влияние на окружающую среду. В основе деятельности любого предприятия лежит производственный процесс – совокупность операций по добыче и переработке исходных материалов (сырья) в определенную продукцию с образованием, в большинстве случаев, отходов. Твердые отходы являются главным загрязнителем поверхностных слоев литосферы. На территории Приморского края в год образуется 50-60 млн т отходов, из которых 2-3 млн т – опасные отходы [1]. Экологическая обстановка в Приморском крае, в том числе проблема размещения и утилизации отходов, остается достаточно напряженной.

Отходы не только занимают полезную территорию, но и отравляют окружающую среду продуктами своего разложения или превращения в другие соединения, загрязняют среду за счет перемещения с потоками воздуха или воды. Однако отходы наносят столь

существенный вред окружающей среде вследствие неправильного к ним отношения. Еще Д.И. Менделеев отмечал, что в производстве нет отходов, а есть неиспользованное сырье.

Одним из таких отходов является дефекат – крупнотоннажный отход сахарной промышленности (фильтрационный осадок, на который сорбируют красящие вещества, содержащиеся в сырце). Дефекат ООО «Приморский сахар» содержит CaO, крайне необходимый почвам Приморского края в качестве известкового удобрения. По данным Ю.И. Слабко, 452,3 тыс. га – 68 % почв Приморского края – относятся к кислым [2], известкование кислых почв является первоочередной задачей для повышения плодородия. Снижение поддержки государства на осуществление известкования почв (стоимость известкования с учетом транспортных расходов достигает 8-10 тыс. рублей на га) и внесения удобрений, а также отсутствие собственных средств вынуждает сельхозпроизводителей использовать нетрадиционные агрохимикаты. Поэтому снова актуальным стал вопрос о возможности использования дешевых известьсодержащих отходов для проведения известкования кислых почв. Широко известно применение для известкования кислых почв металлургических шлаков, золошлаков, дефеката, отходов производства строительных материалов и химической промышленности и др. Большим числом исследователей показана высокая агрохимическая эффективность этих материалов, которые не уступают стандартным агрохимикатам, а в ряде случаев и превосходят их. Тем не менее отходы имеют существенный недостаток – значительные количества опасных примесей, что требует специальных мер для исключения негативного влияния на состояние окружающей природной среды [3].

По данным ВИУА, дефекат превосходит по эффективности известь при внесении в эквивалентном по CaO количестве. Основной компонент дефеката – карбонат кальция ($CaCO_3$), обладающий буферными свойствами и сохраняющий pH в заданных пределах (7–7,5). Известкование мобилизует запасы элементов питания в почве, особенно фосфора, находящегося в недоступной для растений форме. Как отмечают А.П. Ващенко, А.А. Моисеенко [4], в дальневосточном земледелии это единственно возможный путь. Кроме того, известкование почв, загрязненных тяжелыми металлами, является одним из методов снижения их негативного влияния на окружающую среду.

Нами рассмотрен доступный, экологически и экономически выгодный способ вторичного использования отходов – утилизация и использование отходов (дефеката) ООО «Приморский сахар» в сельском хозяйстве. Научная новизна исследований заключается в том, что впервые в условиях Приморского края изучалось влияние дефеката на плодородие лугово-бурой отбеленной почвы, на урожайность и качество люцерны сорта нового поколения Вега 87.

Люцерна считается непревзойденной по продуктивности и кормовым достоинствам культурой. Кроме того, как бобовая культура, она является источником биологического азота в почве и дешевого растительного белка в кормах, что весьма значимо в экологическом и экономическом аспектах. В связи с вышеизложенным, целью исследований явилось установление влияния отхода сахарного завода (дефеката) ООО «Приморский сахар» на плодородие почвы и продуктивность люцерны изменчивой.

В 2009-2011 гг. в условиях юга Приморского края на территории коллекционного питомника отдела кормопроизводства ГНУ Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства Россельхозакадемии нами были заложены полевые опыты по изучению влияния дефеката ООО «Приморский сахар» на плодородие лугово-бурой отбеленной почвы, а также урожайность и питательную ценность люцерны изменчивой.

Исследования в опыте, учеты и наблюдения осуществляли по Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (ВНИИ кормов, 1997). Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985). Химический анализ почвенных образцов и дефеката сахарного завода был проведен в агрохимической лаборатории ПримНИИСХ, а также в Уссурийском филиале ФГУ «Приморская межобластная ветеринарная лаборатория».

Почва участка – лугово-бурая отбеленная, тяжелый суглинок по гранулометрическому составу, $pH_{сол.}$ – 4,9, $H_г$ – 2,94 мг-экв. на 100 г почвы, содержание P_2O_5 и K_2O – 5,44 и 8,04 мг/100 г почвы соответственно, нитратного азота NO_3^- – 1,63 мг/100 г почвы, гумуса – 4,16 %. Расчет дозы дефеката произвели по полной гидролитической кислотности. Содержание кальция в дефекате ООО «Приморский сахар» составляло 78-80 % в абсолютно-сухом веществе, Fe – до 3 %, Mg – до 3, K – до 3, P – 0,9, Si – 0,1, Zn – 0,01 %, а также в тысячных долях процента следующих элементов: Mn, Ti, Mo, Cu, Pb, W, Cr и Co (не превышает ПДК).

В результате проведенных исследований нами установлено, что внесение дефеката привело к существенному увеличению величины $pH_{сол.}$ на 1,41. Выражено действовал мелиорант и на $H_г$, которая уменьшилась с 2,94 до 1,86 мг-экв./100 г почвы. Несколько увеличилось содержание обменного калия в лугово-бурой отбеленной почве. В среднем по трем закладкам опыта (2009-2011 гг.) установлено, что при внесении дефеката урожайность зеленой массы люцерны достоверно повышается на 18,2% и еще более существенно увеличивается выход сена – на 29,0%. Положительное действие дефеката ООО «Приморский сахар» на урожайность зеленой массы и сена люцерны сорта Вега 87 сохранялось и во второй год жизни травостоев, хотя прибавки были ниже, чем в первый год. Так, в среднем за два года исследований (2010-2011 гг.) прибавки зеленой массы составили 15,0, а сена – 19,9%. Внесение дефеката положительно влияет и на качество растительной массы люцерны. Так, при внесении дефеката выход переваримого протеина повышается в 1,5 раза, сбор кормовых единиц с гектара увеличивается в 1,3 раза, сбор кормопротеиновых единиц в 1,4 раза, а обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином повышается на 21,8 г. Ежегодно предприятием ООО «Приморский сахар» перерабатывается 150 тыс. т сахарного сырца и образуется 12 тыс. т дефеката. Исходя из годового количества образующегося отхода и накопленного за предыдущие годы (500 тыс. тонн), нами проведен расчет площади пашни, на которой можно провести известкование. Расчетная площадь мелиорированных земель составит 125 тыс. га, что соответствует 28% от всего объема нуждающихся в известковании почв Приморского края.

Таким образом, внесение дефеката с целью повышения плодородия лугово-бурой отбеленной почвы и урожайности люцерны организационно и экономически оправдано, что позволяет рекомендовать его к внедрению в сельскохозяйственное производство Приморского края. Повышая плодородие почвы, дефекат способствует рациональному использованию почвенных ресурсов, а это – важнейшая задача современности, которая и заключает в себе один из главных компонентов экологической модернизации России. Практическая значимость проведенных исследований заключается в возможности утилизации отхода предприятия Уссурийского городского округа Приморского края и защите окружающей среды при одновременном повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Практическая реализация данного проекта решает совокупные проблемы экологического, технологического, экономического, эстетического характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об экологической обстановке в Приморском крае. – Приморскстат, 2008. – 27 с.

2. Слабко Ю.И. Агромелиорация кислых почв в Приморском крае // Актуальные вопросы развития аграрной науки в Дальневосточном регионе : сб. науч. тр. / Россельхозакадемия, ДВНМЦ, ПримНИИСХ. – Владивосток : Дальнаука, 2009. – С. 166-171.

3. Маковский Р.Д. Альтернатива известкованию / Р.Д. Маковский, Н.Г. Пушкарева // Агрохимический вестник. – 2008. – № 3. – С. 8.

4. Ващенко А.П. Основные итоги и приоритеты научного обеспечения земледелия Дальнего Востока / А.П. Ващенко, А.А. Моисеенко // Пути повышения ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства дальнего Востока: сб. науч.тр. / РАСХН. Дальневост. науч.-метод. центр. Примор. НИИСХ. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – С. 258-271.

УДК 862.1 (571.63)

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Н.В. Романова

старший преподаватель, Дальневосточный федеральный университет, филиал в г. Арсеньеве, **Россия, г. Арсеньев,** ninadvgtu@mail.ru

Рассматриваются пути утилизации различных типов древесных отходов; приводится список и характеристика основных видов производимой на их основе продукции

Ключевые слова: лесная и деревообрабатывающая промышленность, Приморский край.

PROBLEMS OF USING WASTES FORESTRY COMPLEX IN PRIMORYE

Romanova N.V.

The ways to utilization the different types of wood waste are discussed; a list and description of the main types of manufactured products based on them are presented

Keywords: forestry and wood industry, Primorye

Актуальность темы заключается в том, что проблема сокращения лесов в настоящее время стоит очень остро, поскольку предприятия лесной и деревообрабатывающей промышленности уделяют недостаточно внимания вопросу утилизации отходов производственной деятельности. Следовательно, поиск возможных путей переработки отходов и экономии сырьевых материалов является актуальной задачей.

Приморский край занимает одно из первых мест в России по площади лесов, удельный вес которых составляет 65% от площади всех лесов Дальневосточного региона. В Приморском крае в лесном фонде наблюдаются негативные изменения антропогенного характера (рубки с нарушением лесного законодательства и технологии лесозаготовок, пожары). Решение проблемы восстановления лесов должно быть комплексным, а пути достижения результата – многофакторными (2). В районах, где проходят интенсивные промышленные заготовки древесины, уже начата реализация инвестиционных проектов в лесной отрасли. В поселке Светлая на севере Приморского края начал работу новый завод по производству пиломатериалов. На очереди - открытие завода по производству шпона и пиломатериалов в поселке Пластун, предприятия по производству трехслойного паркета в Дальнереченске, лесопильного завода в поселке Ольга и по производству пиломатериалов и клееного бруса в селе Чугуевке.

На деревообрабатывающих предприятиях образуются отходы обработки древесины, отходы горбыля из натуральной чистой древесины, обрезь, опилки, стружки натуральной чистой древесины. Использование отходов на большинстве предприятий распределяется весьма нерационально: 18% отходов используется для отопления как дрова и в удобрение и 82% свозится на свалку. Для совершенствования процесса утилизации отходов необходим поиск перспективного пути решения, который должен прямым образом затрагивать вопрос экологии и ресурсосбережения.

Утилизация отходов, или использование древесной биомассы, может принять четыре направления: использование отходов для дальнейшего изготовления лесопродуктов; переработка в строительные смеси на основе отходов древесины и различных вяжущих; переработка в ДКМ (древесно-композиционные материалы); энергетическая переработка при помощи газификации, пиролиза, прямого сжигания отходов в

тепловую энергию. В результате использования отходов лесопиления в качестве сырья возможно производить большое разнообразие востребованной на российском и зарубежном рынке продукции:

–термопорит – это плиты различных форматов плотностью от 700 до 1300 кг/м^3, применяются в качестве конструкционно-теплоизоляционного материала в каркасном строительстве;

–опилкобетон – это конструкционно-теплоизоляционный бетон, в котором опилки и песок используются в качестве заполнителя, а цемент и известь как вяжущее; смеси можно использовать для изготовления штучных блоков различных размеров для последующего возведения стен построек, для непосредственной укладки в опалубку при возведении монолитных стен;

– гипсоопилочный бетон – это блоки, применяемые для устройства стен в жилых, общественных и производственных зданиях (1-этажные здания III и IV степени долговечности) с относительной влажностью воздуха не более 60 %;

–термиз - это теплоизоляционный материал на основе гашеной извести, опилок, цемента, суглинка; применяется в строительстве в виде плит или монолита для утепления стен и кровли;

– брикеты – это прессованный вид древесных отходов с диаметром от 60 до 104 мм при длине от 60 до 400 мм; брикеты могут быть как из опилок, коры, смеси опилок и щепы и из других различных смесей древесных отходов; форма брикетов определяется их назначением: для промышленного сжигания формы шестигранника или диска, для печей и каминов – форма поленьев; спрессованный брикет имеет плотность 1,1−1,3 т/м^3, влажность от 9 до 14%, теплота сгорания 4000 ккал/кг;

–пеллеты – это прессованная здоровая древесина, полученная из отходов лесопиления и деревообработки, с примесью коры 5%; размер 10*10*100 мм, конечная влажность 11−15; сжатие в пропорции 3:1, выходная температура пеллетов 1000°С, тепловая энергия 4,6−5,0 кВт ч/кг;

– гранулы – нормированное цилиндрическое прессованное изделие из высушенной, оставленной в природе древесины, такой как: мука от работы фрезерно-отрезного станка, опил, стружка, щепа, шлифовальная пыль, остатки лесной древесины и т.п.; используются в качестве высококалорийного топлива (1).

Внедрение на предприятиях лесопромышленного комплекса установок по производству топливной энергии из отходов позволит решить проблему использования нетоварной древесины и древесных отходов и сократить объемы древесных отходов, скапливающихся в отвалах деревоперерабатывающих предприятий, наносящих экологический вред близлежащим водоемам, обеспечить деревообрабатывающие предприятия, лесные поселки и городские пункты дешевой электрической и тепловой энергией, в целом улучшить экологическую обстановку в крае.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суханов С. В. Перспективы использования древесных отходов и дровяной древесины для выработки тепловой и электрической энергии // ЛесПромИнновации. – 2007. – № 3.

2. Христофорова Н.К. Экологические проблемы региона: Дальний Восток – Приморье: учебное пособие. – Владивосток; Хабаровск: Хабаровск. кн. изд-во, 2005. – 304 с.

УДК 502.3/.7

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БАКТЕРИОСТАТИЧЕСКИХ И БАКТЕРИЦИДНЫХ СВОЙСТВ ШЛАКОВ ФЕРРОВАНАДИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

О.Г. Моисеева

магистр, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», **Россия, г. Пермь**, 89028042941@mail.ru

К.Г. Пугин

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили и технологические машины» ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». **Россия, г. Пермь**, 123zzz@rambler.ru

Проведены аналитические исследованиявозможности использования шлака ферровандиевого производства в качестве пересыпного материала на полигоне ТБО. Исследованы его бактерицидные и бактериостатические свойства.

Ключевые слова: использование промышленных отходов, металлургический шлак, пересыпной материал, полигон ТБО, бактерицидные свойства.

ANALYTICAL INVESTIGATION OF BACTERIOSTATIC AND BACTERICIDAL PROPERTIES OF THE SLAG OF IRON-VANADIUM PRODUCTION

Mosaika O.G., Pugin K.G.

The analytical researches of the possibility of using slag of iron-vanadium production as a covering material on landfila are conducted. Its bactericidal and bacteriostatic properties are investigated.

Key words: use of industrial wastes, metallurgical slag, covering material of landfill, bactericidal properties.

Полигоны захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) представляют санитарно-эпидемиологическую опасность. Отходы, направляемые на захоронение, содержат различную микрофлору, жизнеспособные личинки насекомых, яйца гельминтов. Депонированные отходы - это благоприятная среда для выживания и размножения различных возбудителей инфекционных заболеваний: дизентерии, инфекционного гепатита, полиомиелита, брюшного тифа, холеры и др. инфекций. Полигоны ТБО являются местом обитания и источниками питания грызунов, мелких животных и птиц, что повышает риск распространения патогенных микроорганизмов за пределами объектов захоронения отходов. Территория захоронения является кормовой базой ворон, галок, воронов, крыс, одичавших собак [1].

Для того чтобы препятствовать распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов, необходимо предусмотреть в проекте полигона послойную укладку ТБО с пересыпкой их промежуточными изолирующими слоями инертного материала ежесуточно в тёплое время года, в холодное – с интервалом не более трёх суток. Толщина слоя уплотнённых ТБО – 2 м, изолирующего слоя – 0,25 м. Этот способ обеззараживания в зарубежной литературе получил название санитарной засыпки ТБО.

К материалу для пересыпки ТБО предъявляется ряд требований, в частности, он должен надежно изолировать ТБО от контакта с насекомыми, препятствовать доступу птиц и грызунов к отходам, быть неудобным для устройства лазеек и нор, он должен иметь однородную структуру с размером фракций менее 250 мм. В качестве пересыпочного материала могут использоваться промышленные отходы IV класса опасности, принимаемые без ограничений и используемые в качестве изолирующего материала, характеризующиеся содержанием в водной вытяжке токсичных веществ на

уровне фильтрата из твердых бытовых отходов, а по интегральным показателям - биохимической потребности в кислороде ($БПК_{20}$) и химической потребности в кислороде (ХПК) - не выше 300 мг/л [2, 3].

Также для поддержания санитарного благополучия полигона важно, чтобы изолирующий материал обладал бактерицидными или бактериостатическими свойствами, т.е. убивал или приостанавливал размножение микроорганизмов. При неправильном обустройстве полигона или отсутствии защитных сооружений, в том числе пересыпных слоёв, существует опасность бактериального загрязнения близлежащих районов. Так, по данным [4] известны случаи заболевания детей стрептодермией после купания в реке Бейсуг Новомалороссийской станицы (Выселковский район Краснодарского края). Стрептодермия – инфекционное заболевание кожи, вызываемое стрептококками. Причиной заражения стала неблагоприятная эпидемиологическая обстановка, образовавшаяся в результате деятельности свалки, расположенной вблизи реки Бейсуг.

На ОАО "Чусовской металлургический завод" (ЧМЗ) в ферросплавном цехе при силикоалюминотермическом методе ежегодно образуется многотоннажный отход производства феррованадия, состав которого представлен в таблица 1.

Таблица 1. Компонентный состав шлака при производстве феррованадия силикоалюминотермическим методом (марка 50) за первую половину 2012 года.

Месяц	$V_2O_{5\ ан}$	SiO_2	CaO	MgO	MnO	Al_2O_3	P	S
Январь	0,32	29,60	53,10	7,61	0,17	5,79	0,002	0,004
Февраль	0,22	29,50	52,50	9,78		6,03	0,004	
Март	0,38	32,40	52,40	9,59		4,59	0,004	
Апрель	0,22	33,20	49,80	9,48	0,21	4,42	0,003	0,003
Май	0,65	33,00	55,50	7,15	0,14	4,44	0,006	
Июнь	0,21	31,70	53,50	8,60		3,43	0,004	
Средняя за подугодие	0,33	31,57	52,80	8,70	0,17	4,78	0,0038	0,004

На сегодняшний день накоплено уже более миллиона тонн шлака производства феррованадия. Данный отход по результатам биотестирования относится к 4-му классу опасности для окружающей природной среды в соответствии с «Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», утверждёнными приказом МПР России № 511 от 15.06.2001 г. (на основании паспорта на опасный отход от 07.2007, выдан Пермским Межрегиональным управлением по технологическому и экологическому надзору на основании протокола лабораторных испытаний № 1655/1-03 от 21 апреля 2003 г., протокола радиационного обследования № 07/05-А от 07 апреля 2003 г. и заключения № 44/э)

Хранение шлаков осуществляется открытым способом, вследствие чего происходят эмиссии загрязняющих веществ в воздух, объекты гидросферы и почву, а через них оказывается влияние на состояние флоры, фауны и здоровье людей. Пылевидные шлаковые частицы разносятся ветром на прилегающие территории и оказывают негативное воздействие на здоровье людей. Смытая ливневыми водами шлаковая пыль загрязняет почву, растворимые компоненты проникают в грунтовые воды и поверхностные водные объекты. Создание шлакового отвала привело к изменению гидрогеологических и гидрологических условий на этом участке. Отсыпка отвала на террасу р. Чусовой нарушила режим естественного поверхностного стока, что привело к частичной фильтрации стока через отвалы, а также к заболачиванию части прилегающей территории. Атмосферные осадки инфильтруются через тело отвала, насыщаются водорастворимыми компонентами и при отсутствии противофильтрационной защиты загрязняют грунтовые воды. Отвал оказывает существенное влияние на донные отложения рр. Усьвы и Чусовой. Вследствие размыва отвалов речными водами, особенно в период

паводка, смыва ливневыми водами, отходы попадают в реки и переносятся водным потоком на значительные расстояния [5, 6, 7].

Согласно аналитическим исследованиям, отходы производства феррованадия содержат компоненты, которые могут обладать бактерицидными свойствами и, следовательно, имеют предпосылки для использования шлака в качестве материала для пересыпки полигонов ТБО. Так, оксид кальция, преобладающий компонент в шлаке, относится к основным оксидам. При смешивании с водой, оксид кальция переходит в гидроксид, который согласно данным [8] действует дезинфицирующе, противопаразитарно и дезодорирующе. В основе антимикробного действия лежит изменение pH среды, дегидратация микробных тел и образование с белками альбуминатов. Взвесь свежегашеной извести убивает большинство вегетативных форм бактерий. Известь губительно действует на блох, клопов и их яйца, убивает патогенные микроорганизмы холеры, брюшного тифа и сибирской язвы (но не споры последней) даже в слабой концентрации. Магния окись обладает антацидным, адсорбирующим, антисептическим (слабым) и детоксирующим действием, адсорбирует газы и соли тяжелых металлов [9]. В работе [10] также отмечаются бактерицидные свойства серы, что создаёт неплохие предпосылки для решения вышеуказанной проблемы.

Бактерицидные свойства феррованадиевого шлака будут проверены аккредитованной лабораторией по методике [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайсман Я.И. [и др.] Микробиологическая характеристика свалочных грунтов [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ecologylife.ru/utilizatsiya-2004 /mikrobiologicheskaya-harakteristika-svalochnyih-gruntov.html (дата обращения: 08.11.2012).

2. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. – М., 1998.

3. Управление отходами. Полигонные технологии захоронения твердых бытовых отходов. Рекультивация и постэксплутационное обслуживание полигона: монография / Я.И. Вайсман [и др.]; под ред. Я.И. Васмана. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 244 с.

4. Рудомаха А. Жители станицы Новомалороссийской не могутдобиться ликвидации незаконной свалкина землях ЗАО "Агрокомплекс" 10.04.2012 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ewnc.org/node/8076 (дата обращения: 12.11.2012).

5. Пугин К.Г. Негативное воздействие шлаковых отвалов черной металлургии на объекты окружающей среды на примере города Чусового // Экология урбанизированных территорий. – 2011. – № 2. – С. 46-47.

6. Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки на водные объекты при размещении не утилизированных отходов предприятий черной металлургии // Вода и Экология: проблемы и решения. – 2008. – № 4.– С. 57-61.

7. Пугин К.Г. Оценка влияния шлаковых отвалов предприятий черной металлургии на водные объекты на примере Чусовского металлургического завода // Водоснабжение и канализация. – 2009. – № 2. – С. 25-27.

8. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона. – С.-Пб.: Брокгауз-Ефрон, 1890–1907.

9. Уша, Б.В. Фармакология [Текст] / Б.В. Уша, В.Н. Жуленко, О.И. Волкова; ред. В.Н. Жуленко. – М.: КолосС, 2003. – С. 32-34; 207-235.

10. Сангалов Ю.А., Карчевский С.Г., Теляшев Р.Г. Элементная сера. Состояние проблемы и направления развития. Сера, высокосернистые соединения и композиции на их основе – Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2010.

11. МУ 2.1.674-97. Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промотходов // НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды РАМН. – 1997. – С. 22

УДК 608.2

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В РСО-АЛАНИЯ

Л.А. Кебалова

старший преподаватель кафедры геоэкологии и устойчивого развития, ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л.Хетагурова», **Республика Северная Осетия – Алания**, kla78@bk.ru

На сегодняшний день любой технологический процесс должен рассматриваться не только с точки зрения экономических показателей, но и должно обязательно учитываться влияние этого процесса на окружающую среду. При современном уровне развития промышленных технологий возможна значительная экологизация производства спирта. В статье рассматриваются вопросы возможной утилизации отходов спиртового производства РСО-А

Ключевые слова: спиртовая промышленность; отходы производства; барда; утилизация; охрана окружающей среды.

THE PROBLEM OF WASTES PROCESSING OF ALCOHOLIC PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA-ALANIA

Kebalova L.A.

Summary: On the date of any technological process should be considered not only from the point of view of economic performance, but must necessarily be taken into account the influence of this process on the environment. At the modern level of development of industrial technologies is possible significant greening the production of alcohol. In article are considered questions of the possible disposal of waste of alcoholic production of the RNO-A

Key words: alcohol industry, wastes of production; singer-songwriter; recycling; environmental protection

Вопрос утилизации отходов на российских спиртово-водочных предприятиях крайне важен. Так например, даже на небольшом спиртзаводе мощностью 3000 дал образуется до 350 м^3/сутки послеспиртовой барды. Сбрасывая барду в водоемы или на поля, спиртзаводы наносят огромный вред окружающей среде. Общее количество объема таких стоков по стране можно оценить как более 100 000 м^3/сутки. В Республике Северная Осетия-Алания, где на небольшой территории сосредоточено большое количество спиртзаводов, объем стоков барды существенно превышает средний показатель по России.

В то время как спиртовую барду сбрасывают в водоемы, в сельском хозяйстве идут поиски дополнительных источников кормов для животных. Это в основном пересмотр севооборотов, поиск новых пастбищ для выпаса скота и сенокосов и т.д. А при использовании определенных технологий переработки барды из нее можно получать ценные сельскохозяйственные корма.

Спиртовая промышленность до 1917 г. в Осетии была представлена мелкими заводами, объём каждого из которых составлялне более 22 тыс. дал спирта в год. Большая часть спирта выпускалась в виде вина (водки). Со временем производство спирта и водки разделилось. Спиртовые заводы остались в зоне сельскохозяйственного сырья, а водочные расположились в местах максимального сбыта напитков – в городах. С началом Первой мировой войны производство спирта значительно снизи-

лось. В первые годы Советской власти работало лишь незначительное количество спиртзаводов, которые удовлетворяли нужды народного хозяйства. К 1925-1926гг. действовало уже 370 заводов, которые вырабатывали в общем 16 млн дал в год. В последующие годы развитие спиртовой промышленности неуклонно росло, увеличивались мощности действующих предприятий. В 1940 г. суммарная годовая мощность составила 145 млн. дал в год.

Исторические события накладывали свой отпечаток на развитие спиртовой промышленности. Так, во время Великой Отечественной войны значительная часть спиртовых заводов оказалась на временно оккупированной территории и была разрушена. В первые послевоенные годы вырабатывалось всего 32,2 млн дал спирта. Начиная с 1947 года развитие спиртовой промышленности характеризовалось быстрыми темпами и широкой реализацией новейших научно-технических достижений. К 1980 г. производство спирта в целом достигло 200 млн дал, что диктовалось потребностью увеличения его расхода на крепление вин в виноделии. До 1985 г. РСО-Алания была на одном из первых мест по выработке спирта-ректификата. За время антиалкогольной компании, которая велась с 1985 по 1988 гг., объём вырабатываемого спирта был сокращен до 70 млн. дал в год. Некоторые заводы, чтобы избежать банкротства, были перепрофилированы на выпуск другой продукции или частично закрыты. Только к 1990 г. восстановилось производство спирта на ранее закрытых заводах и объём его производства за весь год составил более 146 млн дал.

В РСО-Алания насчитывается 24 предприятия по производству спирта, из которых 17 имеют лицензию. Общая проектная производительность спиртзаводов составляет 97 дал спирта в сутки, или 29100 тыс. дал в год. Такое широкое развитие спиртовая промышленность в РСО-Алания получила в последние 10-15 лет.

При общей проектной производительности спиртзаводов 97 тыс дал в сутки, или 29100 тыс. дал этилового спирта в год, может образоваться около 12610 тонн в сутки, или 3783 тыс. тонн в год, послеспиртовой барды. Практика показала, что для потребления такого количества барды в виде кормов необходимо иметь 252 тыс. голов скота. По данным Госкомстата, на первое января 2012 года в республике, в общественном секторе и в крестьянских (фермерских) хозяйствах, насчитывается около 54 тыс. голов скота. Даже если учесть, что у населения в личных подсобных хозяйствах имеется около 164 тыс. голов скота, из которых только для 15 – 20% используется барда, ежесуточно её излишки составляют 8260 тонн.

Проблема рационального использования спиртовых отходов, в частности спиртовой барды, имеет два взаимосвязанных аспекта – экономический и экологический. Если первый связан, с расширением ресурсных возможностей народного хозяйства РСО-Алания, то второй зависит от непрерывного роста негативного воздействия отходов производства на окружающую среду.

Охрана окружающей среды является одной из важнейших проблем современности. В связи с развитием спиртовой промышленности возникают две проблемы: водоснабжение предприятий и удаление с их территории сточных вод, а также очистка и повторное использование вод.

Эта проблема возникла не вчера и не сегодня, она назревала годами. Сбрасывая в сточные воды в основном отстой барды, спиртзаводы, действующие на территории РСО-А, вывели из строя практически все очистные сооружения. Первичные отстойники забиты бардой; биологическая очистка, которая представляет собой сооружение, заполненное загруженными материалами, через который фильтруется сточная вода и на поверхности которого развивается биологическая пленка, состоящая преимущест-

венно из аэробных микроорганизмов, также не работает. Это приводит к резкому снижению качества воды реки Терек. Например, ниже г. Беслан воды соответствует 4-му классу чистоты - «грязная вода».

По данным Управления охраны природных ресурсов и окружающей среды МПР РФ по РСО–Алания, всем действующим спиртзаводам республики было предложено в кратчайшие сроки построить очистные сооружения. В противном случае их производственная деятельность должна будет запрещена с последующей приостановкой лицензии на право производства спирта.

По данным статистики РСО-А, в 2002 г. Германия закупила 310 тыс тонн сухой барды, и обошлась каждая тонна покупателю в 155 долларов, т.е. в 1,5 раза дороже, чем зерно. А кукурузная барда стоит 120 долларов при стоимости кукурузы 70 долларов. Закупает такая высокоразвитая страна, как Германия, недешевые отходы спиртового производства потому, что они действительно являются ценным сырьем. Сухая барда – это продукт, обогащенный необходимыми для роста организма элементами, протеином, жирами, клетчаткой, т.е. барда имеет высокую биологическую ценность. Недооценка эффекта и занижение показателей, характеризующих народнохозяйственную деятельность по использованию отходов спиртовой промышленности и переработки побочных продуктов (отходов), приводит к значительным экономическим потерям.

Спиртовую барду в РСО-Алания используют для приготовления витаминных препаратов, кормовых дрожжей актиномицетов. Зерновую барду используют для приготовления витаминных препаратов. Анализ барды, проведенный М.И. Залесской (ЦНИИСП), показал следующее содержание сухих веществ в барде, что отраженно в таблице 1.

В основном сухими препаратами из барды являются белковые вещества. В зерне содержится столько же белка, сколько его содержится в препаратах из сухих растворимых веществ барды. В нерастворимых веществах белка содержится больше, так как в них переходит нерастворимый белок зерна, а также часть растворимых азотистых веществ утилизируется дрожжами, которые превращают их в белок, при этом количество белка достигает 35-45%. Препараты с таким содержанием белка равноценны лучшим белковым кормам из бобовых растений.

Таблица 1. Процентное содержание сухих веществ в барде

Составные части	Сухая барда		Бардяной фильтр	
	кукурузная	пшеничная	кукурузная	пшеничная
Крахмал	25,7	12,1	37,4	34,7
Клетчатка	3,3	6,6	-	0,2
Белок	34,1	45,8	14,6	29,5
Жир	10,2	8,7	10,3	9,5
Зола	5,3	3,0	5,6	8,7
Экстрактивные безазотистые вещества	15,7	19,1	21,9	18,9

Питательную ценность представляют и легкоусвояемые углеводы, крахмал, декстрин и гемицеллюлоза. Сухие препараты, которые получают из барды, содержат витамины, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма животного.

Госдумой РФ в соответствии с Законом «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртсодержащей продукции», были установлены жесткие санкции по части переработки и утилизации отходов промышленного производства, вступающие в силу с 1 января 2009 года. Предприятия спиртовой промышленности РСО-А не проявляют интерес к данным санкциям и ничего не предпринимают для того, чтобы выполнить экологические требования.

Все необходимые системы переработки отходов производства и очистки установлены на «Истоке». «Миранде», завершается их монтаж на «Ариана-С». Активно устанавливают систему очистки на предприятиях «ДДТ», «Престиж». Некоторые предприятия отрасли составляют договора с другими предприятиями, где установили соответствующее оборудование, на отправку туда своих отходов производства на переработку и очистку. Но дело в том, что оборудование рассчитано по мощности только на тех, кто его установил. А, кроме того, сама идея возить свои отходы производства на другие заводы малореализуема. Ведь при транспортировке барда остывает. А чтобы снова довести её до температуры 110 градусов и вести выпарку, нужны огромные затраты энергии, которые делают операцию по вывозу невыгодной.

Компанией «ЛЕТНА» (Франция) для РСО-А предложен проект завода по производству сухих гранул из барды для спиртзаводов мощностью 3000 декалитров в день. Количество жидкой барды, поступающей на переработк, – 17 тонн/час при 6% СВ (сухие вещества). Количество гранул из барды при 90% СВ – 25-26 тонн в день. Необходимая энергия: пар для концентрации 5,2 тонн/час при давлении 2 бара; газ для сушки – 180-200 м^3 в час при удельной теплоемкости 9700 ккал/кг; потребляемое/установленное электричество – 470-510 КВт/час. Вода для охлаждения 28-40°С – 300 м^3/час. Необходимая площадь для монтажа завода примерно 60-40 м. Предлагаемая технология предусматривает глубокую переработку отходов производства этилового спирта из зерна для получения высококачественного корма для животноводства в виде сухих гранул.

Исследуя различные технологические схемы по переработке отходов спиртового производства (барды) мы заключаем то, что наиболее оптимальной, в экономическом и экологическом ракурсах для РСО-Алания, представляется технологическая схема переработки спиртовой барды в «Дрожжевой кормоконцентрат» (разработки ООО «СПС-Наладка»- ООО «АМТ»). Данное производство является наиболее экологичным, т.к. основой технологического процесса является глубокая утилизация органических веществ послеспиртовой барды непрерывным микробиологическим способом путем аэробного культивирования дрожжевых микроорганизмов (специализированная культура), ассимилирующих растворенные компоненты барды. Высокое качество получаемого продукта - ДКК высокий уровень белка и низкий уровень клетчатки – сочетается с глубиной и одновременно высокой скоростью переработки послеспиртовой барды. Непрерывная репродукция дрожжей при ферментации позволяет свести к минимуму нагрузку на цеховое отделение чистой дрожжевой культуры. Суточный выпуск дрожжевого кормоконцентрата 29,8 т, годовой выпуск 9089 тыс. т, себестоимость 1т продукции – 2220 руб., рыночная цена 1 т продукции – 5800 руб., годовой объем реализации в денежном выражении - 52716 руб., прибыль в год - 32720, срок окупаемости проекта 2-3 года.

Вырабатываемый этиловый спирт - основной продукт спиртовой промышленности. Пищевая промышленность - его главный потребитель: спирт используют при изготовлении ликероводочных изделий, плодово-ягодных вин, для крепления виноматериалов и купажирования виноградных вин, в производстве уксуса, пищевых ароматизаторов и др. В медицинской промышленности спирт необходим как дезинфицирующее средство и как вещество, предотвращающее инфицирование и порчу лечебных экстрактов (валерьяны, пустырника и др.). Такие отрасли, как машиностроительная, химическая, автомобильная, а также ветеринария и фармакология, тоже являются потребителями спирта.

Спиртовая промышленность тесно связана с сельским хозяйством. Получая от сельского хозяйства растительное сырьё и извлекая из него наиболее ценную часть - углеводы, спиртовая промышленность возвращает ему белковые витаминизированные корма. Она является единственной отраслью промышленности, которая способна превращать дефектные (порченные) зерно и картофель в доброкачественные продукты, а послеспиртовую барду использовать в качестве корма для скота и альтернативы минеральным удобрениям, от чего увеличивается прибыльность сельскохозяйственных предприятий.

В настоящее время подавляющее большинство предприятий АПК связанных с переработкой растительной продукции, в том числе зерна на спирт, в значительной степени остаются небезопасными для природной среды. Загрязнение окружающей среды отходами производства и потребления является одной из острейших, глобальных проблем человечества.

Вопрос экономико-экологической утилизации отходов, образующихся при выработке этилового спирта, при переработке сельскохозяйственного сырья, остается актуальным. Решение этой проблемы влечет за собой не только повышение полноты переработки сельскохозяйственного сырья с более полным извлечением из него полезных компонентов, но и использование отходов в народнохозяйственном обороте в качестве дополнительной товарной продукции. Чем выше затраты на производство, тем целесообразнее более эффективно использовать сельскохозяйственное сырье, а также отходы от его производства.

Рассматривая экономическую эффективность использования спиртовой барды, необходимо учитывать её специфику как особого вида материальных ресурсов. Использование отходов спиртового производства (барды) для удобрений, позволяет значительно снизить затраты, связанные с приобретением традиционных минеральных туков, увеличить урожайность основных сельскохозяйственных культур, не нарушая экологическую обстановку. С другой точки зрения применение спиртовой барды в растениеводстве решает проблему её утилизации. Барда ранее частично находила применение в животноводстве, невостребованная барда сливалась в водоёмы, что негативно сказывалось на экосистеме.

УДК 663.543:576.8

ФОРМИРОВАНИЕ ПИРАМИДЫ ОТХОДОВ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО ПРИГОДНОСТИ К МИКРОБНОЙ КОНВЕРСИИ

М.И. Егорова

кандидат технических наук,доцент,директор ГНУ Российский НИИ сахарной промышленности Россельхозакадемии, **Россия, г. Курск**, rniisp@rambler.ru

Л.Н. Пузанова

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом экологии сахарного производства, ГНУ Российский НИИ сахарной промышленности Россельхозакадемии, **Россия, г. Курск**, rniisp@rambler.ru

Е.П.Рыжкова

старший научный сотрудник отдела экологии сахарного производства; ГНУ Российский НИИ сахарной промышленности Россельхозакадемии, **Россия, г. Курск**, rniisp@rambler.ru

Предложена методология и выполнена классификация отходов свеклосахарного производства по их способности к целенаправленной микробной конверсии; на основе численных значений интегрального показателя сформирована пирамида отходов по результатам их ранжирования по пригодности к микробной конверсии.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, классификационные признаки, критерии пригодности отходов к целенаправленной микробной конверсии, индивидуальные критерии, коэффициенты весомости, интегральный показатель.

FORMATION OF THE PYRAMID OF WASTE SUGAR PRODUCTION ON THE SUITABILITY BY MICROBIAL CONVERSION

Egorova M.I., Puzanova L.N., Ryzhkov E.P.

Methodological approaches are offered and classify waste of sugar industry on their ability by microbial conversion are performed; a pyramid of waste as a result of their ranking on the suitability for microbial conversion are formed on based on the numerical values of the integral index.

Keywords: beet-sugar industry, classification features, eligibility criteria of waste by microbial conversion, individual criteria, weighting coefficients, integral index.

Для сырьевых зон сахарных заводов, осуществляющих наращивание своей производственной мощности, характерно снижение плодородия почв. А наметившийся в последние годы рост плотности посевов сахарной свеклы до 30% в специализированных зерносвекловичных севооборотах, используемых в свеклосеющих хозяйствах, создает реальную угрозу интенсивной деградации почвенного покрова в зонах свеклосеяния, т.к. сахарная свекла в процессе вегетации потребляет из почвы большое количество питательных веществ: с 1 га при урожайности 40 т/га выносится 200…240 кг азота, 60…80 кг фосфора, 300…350 кг калия, по 80 кг кальция и магния. Одним из способов повышения плодородия почв является биологизация земледелия, в основу которой заложены экологически сбалансированные севообороты, применение органических и органоминеральных удобрений, компостов, отходов пищевых производств, содержащих в своем составе полезные для почвы компоненты.

В то же время свеклосахарное производство, перерабатывая растительное сырье, является источником вторичных сырьевых ресурсов (ВСР) и отходов, общий объем обра-

зования которых составляет до 130% к массе свеклы, среди которых – растительные и почвенные остатки, содержащие в своем составе ценные питательные вещества, минеральные макро- и микроэлементы, в которых нуждается почва, истощенная при формировании урожая. Прямой возврат отходов в почву невозможен из-за малодоступной формы содержащихся в них питательных веществ. В этой связи перспективным направлением является их доработка биоконверсией с получением мелиоративного материала для восстановления плодородия почв. Для решения этой задачи возникла необходимость классификации отходов свеклосахарного производства по способности к целенаправленной микробной конверсии, причем такая работа осуществлялась впервые. После анализа ВСР и отходов свеклосахарного производства с точки зрения источников образования, агрегатного состояния, химического состава, степени использования, сроков сохранности свойств были выделены те, объем образования которых составляет более 10% к массе сахарной свеклы. Они не находят использования, в своем составе имеют питательные вещества для микроорганизмов; к ним относятся: свекловичный жом, фильтрационный осадок, растительные и почвенные остатки.

Основными классификационными признаками отходов приняты степень технологической обработки сырья и период сохранности свойств. В качестве вариаций степени технологической обработки сырья рассматривали: отсутствие обработки – при этом сырье подвергается только операциям механической очистки поверхности; минимальную обработку, которая предусматривает видоизменение нативного состояния, но сохранение сущности сахарной свеклы; глубокую, при которой отход не несет в себе признаков сущности сырья. Периоды сохранности свойств отходов определяли как длительный – сроком более 1 месяца; среднесрочный – до 1 месяца; краткосрочный – до 3 суток.

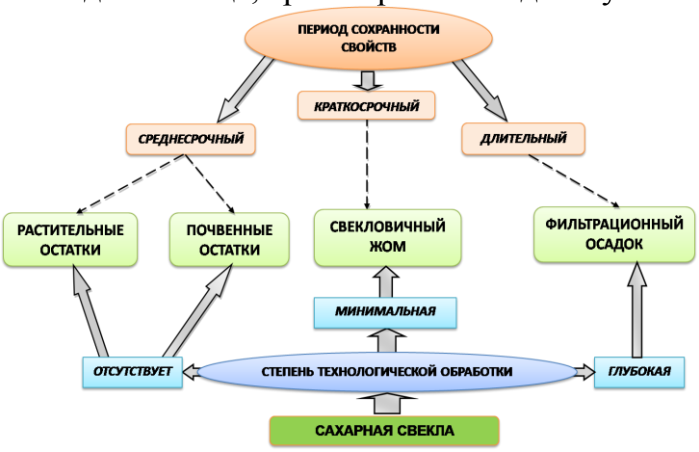


Рисунок 1 – Классификация отходов свеклосахарного производства по степени технологической обработки и периоду сохранности свойств

Как видно из рисунка 1, рассматриваемым отходам присущи все обозначенные классификационные признаки – свидетельство разнообразия их свойств и параметров. Свекловичный жом, представляющий собой обессахаренную свекловичную стружку, оставшуюся после извлечения из нее сахарозы диффузионным способом и содержащую около 40% целлюлозы и гемицеллюлозы, до 50% пектиновых веществ, 2% белка, 2…3% сахара и около 2% минеральных веществ, имеет минимальную степень технологической обработки сырья и краткосрочный период сохранности свойств. Фильтрационный осадок представляет собой выделенную в процессе известково-углекислотной очистки диффузионного сока массу несахаров, сконцентрированную на осадке $CaCO_3$, в нем содержится,%: 75…78 $CaCO_3$, органики – до 6,0, минеральных веществ – до 2,3; имеет глубокую степень технологической обработки сырья, длительный период сохранности свойств. Растительные и почвенные остатки выделяются на стадиях транспортирования, очистки и мойки сырья, состоят в основном из примесей почвы, свекловичных обломков и хвостиков, содержат около 93% минеральной части, 7% органической части; у них от-

сутствует степень технологической обработки сырья, период сохранности свойств среднесрочный.

При разработке критериев пригодности отходов к целенаправленной микробной конверсии были выделены основополагающие факторы, которые в совокупности определяют возможность протекания процесса биоконверсии: показатель кислотности среды (pH), доступность питательных веществ и наличие простых углеводов. Реакция среды – параметр, определяющий рост и размножение микроорганизмов, варьирует в зависимости от их вида. С учетом оптимального значения pH почвы 6,5…7,0 мелиоративный материал должен иметь такую же реакцию среды, соответственно и микроорганизмы, осуществляющие конверсию отходов свеклосахарного производств, а должны работать в этом диапазоне pH. Доступность питательных веществ и наличие простых углеводов – основные факторы питания и выполнения микроорганизмами различных функций, которые в конечном итоге обеспечат заданный результат.

Для рассматриваемых отходов свеклосахарного производства было определено их соответствие требованиям микробной конверсии, причем каждое из требований характеризовали двумя противоположными позициями: показатель кислотности среды pH – оптимальный и неоптимальный; доступность питательных веществ – легкодоступные и труднодоступные; наличие простых углеводов – достаточное и недостаточное.

Как видно из рисунка 2, реальные характеристики фактического соответствия отходов свеклосахарного производства требованиям микробной конверсии имеют сложный характер, что не позволяет в совокупности однозначно и достоверно дать оценку отходу по степени пригодности к микробной конверсии.

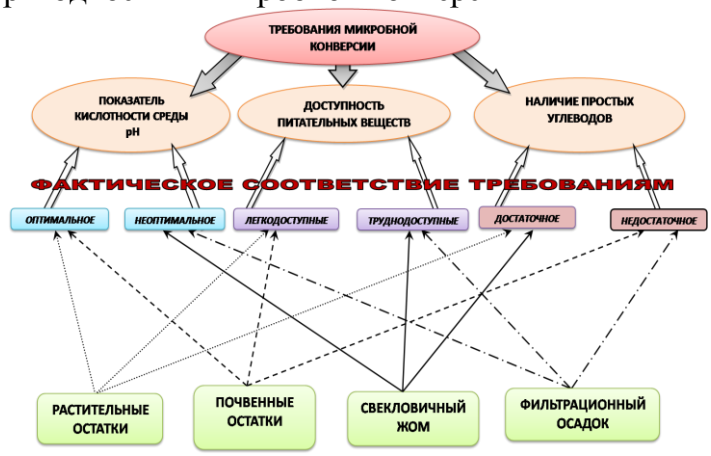


Рисунок 2 – Соответствие отходов свеклосахарного производства требованиям микробной конверсии

Для обобщенной оценки каждого отхода была использована методология, в основе которой лежит расчет интегрального показателя, представляющего собой сумму произведений численных значений индивидуальных критериев на коэффициенты их весомости, установленные методом экспертных оценок [1]. В качестве индивидуальных критериев использовали выделенные ранее факторы, определяющие возможность микробной конверсии. Численные значения позиций индивидуальных критериев и коэффициенты их весомости приведены в таблице.

Выполненные расчеты интегрального показателя дали диапазон изменения его значения от 1 до 5, что позволило выделить три уровня пригодности отходов к микробной конверсии: пригоден без ограничений, с минимальными ограничениями, с ограничениями. Ранжирование отходов по убыванию уровня пригодности с учетом фактических объемов образования привело к формированию пирамиды (рисунок 3). В ней уровень пригодности без ограничений имеют те отходы, у которых все индивидуальные критерии имеют оптимальное значение показателей, а также те, у которых индивидуаль-

ный критерий с оптимальным значением и коэффициент весомости выше. По данной классификации с интегральным показателем в диапазоне $К_и$=3..5 растительные остатки и свекловичный жом пригодны к микробной конверсии без ограничений, т.е. не требуют каких-либо дополнительных манипуляций по доработке, они могут быть непосредственно использованы микроорганизмами в качестве питательной среды.

Таблица – Индивидуальные критерии и коэффициенты их весомости в оценке пригодности отходов свеклосахарного производства к микробной конверсии

Индивидуальный критерий	Показатель	Численное значение показателя	Коэффициент весомости
Наличие простых углеводов, $Н_у$	недостаточное	1	0,6
	достаточное	5	
Показатель кислотности среды (pH), $П_к$	неоптимальное	1	0,3
	оптимальное	5	
Доступность питательных веществ, $Д_п$	труднодоступные	1	0,1
	легкодоступные	5	

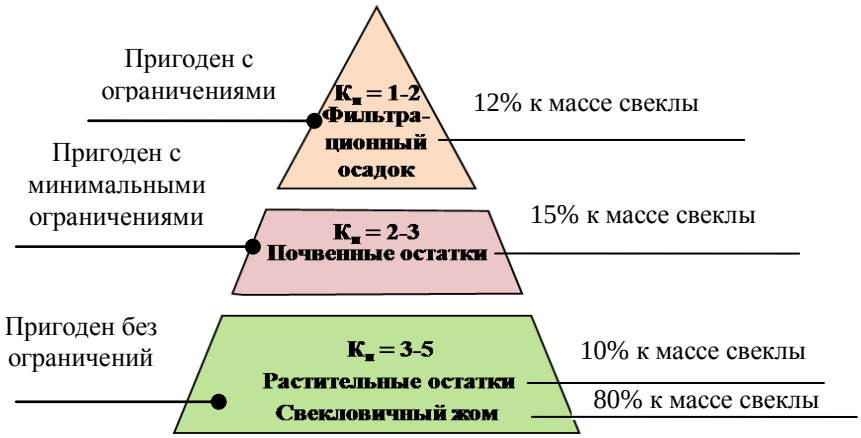


Рисунок 3 – Пирамида отходов свеклосахарного производства по пригодности к микробной конверсии

Уровень пригодности с минимальными ограничениями имеют те отходы, у которых индивидуальный критерий с наибольшим коэффициентом весомости имеет неоптимальное значение показателя. С интегральным показателем в диапазоне $К_и$=2…3 почвенные остатки пригодны к микробной конверсии с минимальными ограничениями из-за недостаточного количества простых углеводов, но они также не требуют манипуляций по доработке, поэтому могут быть использоваться в качестве основы питательной среды при условии ее обогащения углеводами. Уровень пригодности с ограничениями имеют отходы, у которых все индивидуальные критерии имеют неоптимальные значения показателей. С интегральным показателем в диапазоне $К_и$=1…2 фильтрационный осадок пригоден к микробной конверсии с ограничениями, т.е. может быть использован в качестве отдельного компонента питательной среды с условием предварительной его подготовки путем выдержки самостоятельно или в смеси с свекловичным жомом.

Таким образом, предложена классификация отходов свеклосахарного производства по способности их к целенаправленной микробной конверсии, выполнено ранжирование отходов свеклосахарного производства по пригодности к микробной конверсии, представленное в виде пирамиды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егорова, М.И. Отходы свеклосахарного производства как сырье для микробной конверсии [Текст] /М.И. Егорова, Л.Н. Пузанова, Е.П. Рыжкова // Сб. науч. тр. “Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов”. – М., 2012. – С. 368–372.

УДК 630*237:630*233

ЛЕСНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ КАРЬЕРОВ ВДОЛЬ АВТОДОРОГИ ЧИТА-ХАБАРОВСК НА ТЕРРИТОРИИ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Л.Н. Пак

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории растительные ресурсы, Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, **Россия, г. Чита**, pak_lar@bk.ru

В.П. Бобринев

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, лаборатории растительные ресурсы, Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, **Россия, г. Чита**

В 2010 году завершено строительство автомобильной дороги «Амур» М-58 Чита – Хабаровск. Строительство автодороги было связано с изъятием из биологического цикла земель и формированием карьерно-отвальных комплексов для добычи строительных материалов (песка, гравия и щебня) на прилегающих в дороге территориях. Установлено, что при достаточном количестве жизнеспособного подроста основных лесообразующих пород карьеры можно оставлять под естественное самозарастание, при недостаточном - проводить посадку лесных культур. Такой подход дает большой экономический эффект.

Ключевые слова: автодорога Чита-Хабаровск, карьеры, лесная рекультивация.

RESTORATION OF EFFICIENCY OF THE BROKEN LANDSCAPES WITH THE HELP OF A WOOD ALONG A MOTORWAY CHITA-KHABAROVSK IN TERRITORY OF TRANSBAIKALIAN EDGE

Pak L.N., Bobrinev V.P

In 2010 construction of a highway "Amur" o-58 Chita - Khabarovsk is completed. Construction of a motorway has been connected to withdrawal from a biological cycle of the grounds and formation of the broken complexes for extraction of building materials (sand, gravel and rubble) in adjoining territories in road. It is established, that at enough of viable plants of the basic tree species forming a wood of career it is possible to leave under natural occurrence of a wood, at insufficient - to carry spend planting wood cultures. It gives the big economic benefit.

Key word: a motorway Chita-Khabarovsk, career, Restoration of efficiency of the broken landscapes.

Введение. В 2010 году завершено строительство автомобильной дороги «Амур» М-58 Чита–Хабаровск, которая принадлежит к автодорогам с международным статусом и является одним из основных автодорожных коридоров России. Она имеет очень важное оборонное, экономическое и стратегическое значение, так как является составным звеном самой протяженной в мире государственной автомагистрали Владивосток - Москва - Санкт-Петербург (около 10 тыс. км). Трасса длиной 2165 км проложена по территориям Забайкальского края, Амурской и Еврейской автономной областей, Хабаровскому краю. В Забайкальском крае она проходит по районам: Читинскому, Карымскому, Шилкинскому, Нерчинскому, Чернышевскому, Могочинскому и составляет протяженность 794 км.

Строительство автодороги было связано с изъятием из биологического цикла земель, нарушением природных ландшафтов и формированием карьерно-отвальных комплексов для добычи строительных материалов (песка, гравия и щебня). В результате сформировались техногенные ландшафты, имеющие многостороннее влияние на окружающую среду. Основными направлениями негативного воздействия являются: загрязнение рек и водоемов; снижение уровня подземных вод и изменение их химического состава; повышение содержания токсических газов, пыли, аэрозолей в атмосфере; развитие эрозионных процессов; заиление и подтопление сельскохозяйственных угодий, прилегающих к

отвалам и карьерам; ухудшение состояния лесов; угнетение растительного покрова; повышение степени заболеваемости у населения; увеличение затрат на проведение природоохранных и других мероприятий.

Большой ущерб, наносимый природным ландшафтам, вызывает необходимость проведения мероприятий по хозяйственному освоению нарушенных и отработанных земель, среди которых важное место занимает лесная рекультивация. С этой целью были проведены исследования по изучению особенностей возобновления сосны обыкновенной и лиственницы Гмелина в карьерах вдоль автодороги Чита-Хабаровск на территории Забайкальского края и разработке наиболее дешевых способов их лесной рекультивации.

Объекты и методы исследований. Наши исследования проводились в разные годы, начиная с 1978 г., когда началось строительство трассы, до 2011 г. на территории Забайкальского края.

Климатические условия района исследования суровые. Климат резко континентальный с продолжительной холодной зимой (средняя температура января -28,3°С) и коротким, но теплым летом (средняя температура июля: +18.8°С). Суровость климата здесь обусловлена тем, что Забайкалье находится в центре обширного Азиатского материка на огромном удалении от океанов и морей, с одной стороны, и, с другой – значительной приподнятостью над уровнем моря и преобладанием расчлененного горно–котловинного рельефа.Характерными особенностями климата района исследований являются: обилие солнца, малое количество осадков (400-500 мм) и очень неравномерное их распределение по сезонам года (осадки выпадают в основном во второй половине лета в виде обильных дождей), большая сухость воздуха, резкие суточные и сезонные перепады температур воздуха, встречается вечная мерзлота.

Почвы района исследования: горно-тундровые, мерзлотно-таежные, темно-серые лесные, дерново-лесные, лугово-лесные, каштановые, солонцово-солончаковые, луговые, почвы черноземного типа, болотные и торфяные. Трасса М-58 проходит в условиях равнинной, лесистой и горно-лесистой местности, через сосновые и лиственничные леса. Основными лесообразующими породами являются сосна обыкновенная (*Pínussylvéstris*), лиственница Гмелина (*Lárixgmélinii*), береза плосколистная (*Bétulaplatyphýlla*) и даурская (*Betuladahurica*), сопутствующими древесными породами и кустарниками – осина (*Populustremula*), тополь душистый (*Populussuaveolens*), черемуха азиатская (*Padusasiatica*), яблоня Палласа (*Malusbaccata*) и другие.

Объектами исследований явились карьеры размером от 1 до 20-30 га и более, расположенные в речных долинах и высоко в горах, разных лет давности и глубины. Изучалось естественное зарастание карьеров сосной обыкновенной и лиственницей Гмелина. Учет естественного возобновления проводился по породам на пробных площадях. К жизнеспособному подросту относили экземпляры старше 1 года, высотой 6 см и более, с густым охвоением, зеленой хвоей, с хорошо развитой верхушечной и боковыми почками, симметричной кроной. Нежизнеспособным подростом считали молодое поколение высотой до 3 см, с бледно-зеленой хвоей, погибшими боковыми ветками в нижней части кроны, одной небольшой верхушечной почкой. Однолетние всходы учету не подлежали.

Оценку естественного возобновления хвойных пород и определение необходимости искусственного лесовосстановления проводили по разработанной нами шкале, предложенной для территории Забайкальского края [1, 2].

Результаты исследований. Натурное обследование карьеров вдоль федеральной автомобильной дороги Чита–Хабаровск показало, что успех естественного возобновления леса зависит от двух факторов: удовлетворительного обсеменения непокрытой лесом площади и благоприятных условий для прорастания семян и роста самосева. При наличии этих факторов песчаные карьеры площадью 15-16 га удовлетворительно зарастают основными лесообразующими породами в течение 3-4 лет. Этому способствуют, прежде всего, процессы, протекающие при замерзании и оттаивании почвы, особенно в позднее-весенний и ранне-осенний периоды, с образованием трещин различной ширины и глуби-

ны, имеющих клиновидную форму (широкие вверху 1-2 см и узкие внизу), глубиной 6-7 см.

Обследование карьеров показало, что весной, в период массового выпадения семян, в образованные в почве трещины попадают в основном семена сосны обыкновенной. Осенью - семена лиственницы Гмелина и других пород, созревающих к концу вегетационного периода.

Весной почва, подсыхая по краям трещин, осыпается и присыпает семена сосны, в результате трещина уменьшается по глубине в 2-3 раза, а по ширине увеличивается до 4 см. В таком, присыпанном сухой почвой, состоянии семена могут находиться 1,0-1,5 года, практически без потери своей всхожести. Зимой они проходят стратификацию. После наступления благоприятных условий (тепла, влаги), состояние покоя сменяется прорастанием семян.

Осенью, опавшие семена лиственницы и других пород не прорастают, им не хватает тепла. Пройдя зимнюю стратификацию в трещинах почвы, весной они дают дружные всходы. Положительным моментом образования трещин в почве песчаных карьеров является сохранность семян от птиц и зверей.

Особенностью роста самосева является то, что в первый год всходы практически не вырастают из трещин выше уровня почвы. На зиму они прикрываются опавшей листвой, травой и снегом. В результате хорошо проходят перезимовку. Весной следующего года трещины дополнительно засыпаются почвой, а у всходов на поверхности остается побег высотой 1,5-2,0 см. В этом случае корневая шейка оказывается на 2-3 см ниже уровня почвы, что не влияет на дальнейший рост самосева.

Гравийные и щебенчатые карьеры зарастают медленнее с задержкой на 3-5 лет. Это связано, прежде всего, с их почвенными условиями. Как правило, опавшие семена древесных растений начинают прорастать после наноса почвенного слоя.

Неудовлетворительно зарастают крупные склоны песчаных и щебенчатых карьеров. Это связано с тем, что лесные насаждения, произрастающие рядом с карьером, обеспечивают непокрытую лесом площадь семенами на расстоянии 350-450 м. Поэтому в первую очередь зарастают кромки карьеров, расположенных возле лесных насаждений, а затем – их центральная часть, куда ветром семян наносится меньше. Там, где возобновление отмечается как неудовлетворительное, необходимо планировать посадку лесных культур, оставляя кромки, примыкающие к лесу, шириной 100-150 м для естественного возобновления леса. В щебенчатых карьерах, расположенных внутри лесных насаждений, необходимо на дно наносить рыхлый плодородный слой почвы толщиной 20 см узкими полосами шириной 2 м с расстоянием между полосами 3-4 м и оставлять под естественное зарастание растениями.

В песчаных карьерах при отсутствии вблизи лесных насаждений нужно проводить посадку лесных культур. В крупных щебенчатых карьерах с большим удалением от естественных лесных насаждений (на расстояние более 350 м) следует так же проводить планировку поверхности, наносить плодородный слой почвы полосами шириной в 2 м, толщиной 20 см и затем проводить посадку лесных культур. Гравийные карьеры с большим удалением от естественного леса (более 450 м) также требуют проведения искусственного лесовосстановления с нанесением полосами плодородного слоя почвы шириной 2 м и толщиной 20 см.

Результаты проведенных исследований показали, что карьеры 7-8–летней давности зарастают хорошо (количество подроста 4-6 тыс. шт. на 1 га) также при наличии в окружении лесных насаждений. Карьеры в возрасте 3-4 лет имеют неудовлетворительное возобновление (количество подроста 0,3-0,8 тыс. шт. на 1 га). Здесь сказывается биология древесных пород, поскольку годы с хорошим урожаем семян повторяются через 3-4 года.

Хорошее зарастание карьеров наблюдается на восточном и западном склонах хребтов. На северных склонах почва весной оттаивает медленно, часть всходов погибает от выжимания. На южных склонах почва оттаивает рано (в середине апреля) при почти

ежедневных заморозках, а в начале мая она нагревается до 45-55°С, молодые всходы древесных растений погибают от заморозков и ожога корневой шейки.

В условиях Забайкальского края в карьерах на холодных почвах вначале появляется древесная растительность, а спустя 2-3 года появляется травянистая растительность. На горно-мерзлотных почвах в песчаных карьерах, где недостаточно питательных веществ, а в засушливую весну еще и влаги, древесные растения лучше выживают, чем травянистые растения. У древесных растений более глубокая корневая система. Кроме того, древесные породы используют микоризу, которая хорошо обеспечивает древесные растения влагой и питательными веществами.

Исследования показали, что песчано-грунтовые смеси в большинстве своем лесопригодны. На них хорошо возобновляются основные лесообразующие древесные растения. Естественно произрастающие древесно-кустарниковые породы в песчаных карьерах заметно отстают в росте от лесных насаждений, естественно произрастающих на границе карьеров. Здесь сказывается структура грунтосмесей, неустойчивость водного режима, недостаток питательных веществ. На свежих почвах песчаных карьеров при достаточном количестве влаги естественно произрастают: лиственница Гмелина, береза плосколистная, бузина сибирская, малина сахалинская, тополь душистый, осина, смородина, таволга низкая, ольховник кустарниковый, черемуха азиатская, чозения, ива козья, тополь душистый, кедровый стланик, береза даурская. На влажных почвах в песчаных карьерах произрастают: сосна обыкновенная, лиственница Гмелина, береза плосколистная, кедровый стланик, шиповник иглистый, рододендрон даурский, черемуха азиатская, спирея средняя, ива росистая.

Лесные насаждения на карьерно-отвальных комплексах с течением времени становятся полноценной системой. Опыт создания лесных культур показал, что искусственное лесовосстановление нужно проводить с ориентировкой на виды аборигенной дендрофлоры с учетом почвенных условий и экспозиции склонов. На южных песчаных склонах нужно высаживать смешанные культуры, состоящие из хвойных и лиственных пород, причем смешение можно проводить рядами или полосами шириной в 8-10 рядов (30-40 м). Из древесных пород здесь можно использовать сосну обыкновенную, лиственницу Гмелина, березу плосколистную, тополь душистый, черемуху азиатскую. На теневых склонах, лучше высаживать лиственницу Гмелина, березу даурскую, тополь черный, черемуху Маака, грушу уссурийскую, ель азиатскую, иву козью, чозению.

Выводы

1. Песчаные, гравийные и щебенчатые карьеры площадью 15-16 га, расположенные в окружении лесных насаждений, следует оставлять под естественное зарастание. Кромки более крупных карьеров шириной 150-200 также можно оставлять под естественное возобновление леса, а на остальной площади необходимо проводить посадку лесных культур.

2. В песчаных, гравийных и щебенчатых карьерах, расположенных далеко от лесных насаждений (более 450 м), нужно на выровненную поверхность наносить плодородный слой почвы полосами шириной 2,0 м, толщиной 20 см с расстоянием между центрами полос 4 м. Крупные и глубокие карьеры можно использовать для рекреации, отводить под создание пляжей, прудов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобринев В.П. Удокан: экономико-экологические проблемы освоения // О лесной рекультивации карьеров в зоне БАМ. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 99-103

2. Бобринев В.П.. Пак Л.Н. Лесовосстановление в горных лесах Восточного Забайкалья. – Чита: Поиск, 2008. – 48 с.

УДК: 504.05

УДК 504.05

ТЕРРИКОНЫ ТЕХНОГЕННОГО ЛАНДШАФТА

А.Ю. Куленкамп

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры виноградарства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, **Россия, Москва,**belobrovvp@mail.ru

В.П. Белобров

доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры физической географии и геоэкологии Московского городского педагогического университета, зав. Межинститутского отдела по изучению черноземных почв, ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, **Россия, Москва,** belobrovvp@mail.ru**.**

Рассматриваются разные методы утилизации и захоронения промышленных и бытовых отходов, формирования терриконов и техногенных ландшафтов. Основная задача по утилизации отходов – вторичное их использование. Экологическая задача – озеленение, создание санитарно-защитных зон.

Ключевые слова: террикон, бытовые отходы, ландшафт, утилизация, озеленение.

WASTE HEAPS OF TECHNOGENIC LANDSCAPE

Kulenkamp A.Y, Belobrov V.P.

Different methods are considered to be suitable for utilization and burial of industrial and domestic waste as well as for formation of waste banks and technogenic landscapes. The main task relating to utilization of waste products is their secondary use. The environmental task is planting of greenery and creating the sanitary-protective zones.

Key words: waste bank, domestic waste, landscape, utilization, planting of greenery.

Введение. В последние годы большую проблему в масштабе всего человечества приобрели отходы его собственной жизнедеятельности. Они загрязняют почвы, поверхностные и грунтовые воды, реки, формируют антропогенные формы рельефа, искажают природные ландшафты, условия обитания фауны, сокращают и без того ограниченную экологическую нишу для многих видов млекопитающих, включая человека. Тысячи гектаров, в том числе и продуктивных земель, загрязняются или депонируются отходами, превращая их в бедленды. В эту «грязную копилку» поступают как промышленные отходы производств различного типа, так и бытовые. В прошлые века с бытовыми отходами поступали очень просто. Во Франции, например, парижане их просто сбрасывали в р. Сену, а в городах царской России чаще всего засыпали ими ближайшие овраги.

С ростом населения в мире, урбанизацией ситуация резко изменилась. То, что было возможно до XX-XXI века, с ростом «грязных» производств, формированием общества потребления, использованием полимеров и других слаборазлагающихся и выделяющих при горении вредные вещества упаковочных изделий, стало просто опасным для здоровья населения.

Накопленный в настоящее время мировой опыт использования городских отходов имеет многофункциональный характер и направлен в первую очередь не на захоронение, а вторичное их использование преимущественно в промышленности и строительстве. Россия, в которой наблюдается интенсивный рост городского населения в последние 20 лет, только приближается к решению проблемы утилизации отходов современными методами. Мы все еще наблюдаем на окраинах городов и даже в

городской черте настоящие терриконы и крупные несанкционированные свалки твердых бытовых отходов (ТБО). На конкретных примерах рассмотрим некоторые методы и формы утилизации отходов, формирующие техногенный ландшафт.

Методы и результаты. Первый террикон, с которым одному из авторов пришлось подробно познакомиться в пригороде Москвы г. Химки, был земляного типа. Он располагался на правом берегу речки Химка и был сформирован в период строительства канала Москва-Волга в 1933-37 гг. При прокладке канала через водораздельную поверхность между рекой Клязьмой и притоками р. Москвы Сходня и Химка использовался единственный в то время экскаватор-драглайн. С его помощью выемка грунта достигала глубины более 40 м, а сам грунт шел на формирование земляного террикона.

Террикон имел длину более 1000 м при ширине от 100 до 150 м и высоте насыпи в 25-30 м. По его периметру вручную была насыпана широкая дамба высотой 6-8 м из юрской и моренной глины. Глину подвозили от места постройки заградительных ворот на канале, а также из почвогрунтов при рытье канала, после снятия пахотного слоя, который использовался для заполнения посадочных мест под кустарник, декоративные деревья и газоны. Грунт грузили вручную и экскаваторами на железнодорожные платформы, а разгрузка производилась гидропушками (гидромониторами) в образованный дамбами котлован. Полотно дамбы постоянно уплотнялось колесным трактором ХТЗ или СТЗ с клиновидными шипами на задних колесах.

Наблюдение за этим искусственным терриконом-насыпью объемом в 4-5 млн $м^3$ велось с 1934 г. в рамках работы в совхозе «Химки», на землях которого и был насыпан террикон. Непосредственные наблюдения на терриконе осуществлялись в периоды 1943-46 и 1957-63 гг.

Посаженные на терриконе деревья не приживались, и даже отведенные под сады площади работниками канала не были освоены. Только в годы войны на терриконе кое-где росла картошка по внесенному в большой дозе навозу. Уклон этого террикона был до 60 градусов. Причем везде он был закреплен полосками дерна по методике В.Р. Вильямса, разработанной для закрепления откосов канала им. Москвы сложными травосмесями [1]. Террикон полностью зарос травой через 2 года.

Другой террикон того времени на ст. Ховрино Октябрьской железной дороги был совершенно необычным – ледяным. Такие терриконы в послевоенное время часто устраивали на узловых станциях железных дорог для набивки льда в 16-тонные вагоны при перевозке фруктов и скоропортящихся продуктов. Так разумно использовался контрастный климатический потенциал страны, поскольку СССР в этот период не имел рефрижераторных вагонов. Объем ледяного склада составлял около 10 тыс. тонн льда. Лед доставлялся на склад с поверхности канала им. Москвы в феврале-марте. Для заготовки льда нанимали школьников старших классов, которые после уроков расчищали поверхность канала от снега, управляли лошадьми для извлечения глыб льда из воды и доставки телегами в железнодорожные вагоны.

Лед складировался на подушку из метрового слоя опилок. Швы заливали водой в ночное морозное время. Высота штабеля составляла до 20 слоев льда, каждый из которых был толщиной от 50 до 80 см. Вершина ледяного террикона покрывалась опилками слоем в 100-150 см, а также щитами с рубероидом, защищавшими ледяной террикон от атмосферных осадков. Между боковыми стенками из горбыля и льдом также засыпались опилки слоем в 100 см. Ежегодно этот террикон изо льда формировался заново, пока не наладились перевозки скоропортящихся продуктов по железной дороге в рефрижераторных вагонах.

Специфические терриконы, расположенные на разном расстоянии от городов и даже внутри городских поселков, характерны для угледобывающего производства, в котором Донбассу следует отвести одну из главных ролей. Терриконы постоянно пылили и загорались еще в период добычи угля. Когда множество шахт закрылось из-за отсутствия промышленных пластов, терриконы превратились в останцы антропогенного рельефа, своеобразные памятники-отходы человеческой деятельности на теле природных ландшафтов.

В 60-е годы прошлого столетия наш выпускник плодового факультета ТСХА В. Сердюк предложил и запатентовал устройство по озеленению и тушению самовозгорающихся шахтных терриконов. По винтовой дороге–террасе до самой вершины террикона прокладывался водопровод. Тонкой струей вода стекала вниз по насыпанному слою почвы с песком, на котором высаживались устойчивые местные породы кустарников (акация желтая – *Caraganaarborescens*), робиния (*Robinia*), облепиха (*Hippophae*), гледичия (*Gleditschia*), лох (*Elaeagnus*) и др. Вся дорожка наверх засевалась смесью засухоустойчивых трав: житняк узкоколосый (*Agropyrondeserforum*), люцерна песчаная (*Medicago*), донник белый (*Melilotusalbus*) и желтый (М. *officinalis*).

Таким способом решалась важная экологическая задача в общей проблеме утилизации отвалов угледобывающего производства. Недостаток качественных водных подземных ресурсов в Донбасском регионе ограничивает использование этого опыта в более широком объеме.

Старейший Никольский кирпичный завод г. Москвы уже в 50-х годах прошлого столетия «съел» всю глину на бывших полях колхоза «Путь коммунизма» в районе д. Киреево. Добыча производилась скребковыми экскаваторами, оставлявшими невысокие гребешки из глины над песчаной мореной. Эти остатки глины затем разравнивались бульдозером, и на эту подушку насыпались вначале городские отходы (кирпич, битое стекло, в больших объемах поломанные плиты, металлические банки и др.), т.е. все то, что не брали на свои поля для удобрения совхозы Химкинского района.

Когда глина кончилась, оказалось, что площадь в 50-70 га свободна, и ее стали заваливать бытовыми отходами, сделав отступление в 50-100 м от речной долины р. Бусинки, т.е. практически вплотную к Лихачевскому шоссе с северной стороны. Высота этого искусственного образования достигает сейчас примерно 80 м. Края обвалены почвой, но все равно часто бывают местные возгорания, и тогда жителям левой части г. Химки приходится вдыхать угарный и прочие газы.

Подобные захоронения бытовых отходов мегаполиса г. Москвы можно наблюдать по его периметру, а за Московской кольцевой автодорогой – на санкционированных свалках ТБО, которые к настоящему времени кроме как высокими и вытянутыми холмами-останцами просто не назовешь.

Горным рудникам Курской магнитной аномалии (КМА) в стране уже не один десяток лет. Лебединской рудник, например, расположенный в непосредственной близости от г. Губкин и г. Старый Оскол на севере Белгородской области за время эксплуатации превратился в огромный карьер глубиной свыше 420 м и диаметром около 5 км (рис. 1). Вскрышные меловые породы осадочного происхождения и коренные породы с невысоким содержанием железа (менее 20%), образуют на поверхности отвалы, перекрывающие самые лучшие черноземы страны. Утилизация этих отвалов, несмотря на имеющиеся разработки и положительный опыт высадки древесных и кустарниковых пород на отдельных участках вблизи обогатительного комбината, реализована слабо. Хвостохранилища лишь усугубляют вид на природный ланд-

шафт, особенно на фоне расположенного рядом участка целинной степи «Ямская степь» (рис. 2).

Рис. 1. Лебединский карьер Курской магнитной аномалии

Рис. 2. Отвалы породы, хвостохранилище и … типичные черноземы

Нельзя не упомянуть отвалы фосфогипса (Воскресенск, Балаково, Череповец и др.), которые по мере производства минеральных фосфорных удобрений, без которых сельское хозяйство уже не может давать адекватную запросам продукцию, растут из года в год, а эффективного метода утилизации как у нас в стране, так и во всем мире еще не найдено. В то же время эти «снежные терриконы» занимают значительные площади (Балаковский, например, около 150 га) и вызывают своим видом экологический стресс и опасение за свое здоровье, главным образом у местного населения. Озеленение этих отвалов – одна из важнейших задач экологической службы самих предприятий и научных учреждений, способных разработать эффективные меры по решению этой насущной проблемы (рис. 3).

Известный зарубежный опыт имеет свои методические особенности. В Китае, особенно на севере страны в провинциях Хейлундзян, Гирин, Ляонин, Внутренняя Монголия и др., расположено множество предприятий по добыче каменного угля и соответственно терриконов из отвалов, которые требуют утилизации. В районе г. Фусинь провинции Ляонин нами было рекомендовано высаживать и высевать по старым угольным терриконам облепиху (*Hippophae*) и черенками быстрорастущий до 5-6 м в год тополь (*Populus*). Позитивный опыт такого озеленения был эффективно использован и на других терриконах, как, впрочем, и горных условиях Большого Хингана [2].

Рис. 3. Отвалы фосфогипса в районе г. Балаково

Своеобразный метод формирования терриконов для бытовых отходов был использован в ГДР. С устройством одного из таких терриконов мы познакомились в августе 1973 г. на середине пути из г. Лейпциг в г. Вейсенфельс. На площадке в 10 га (диаметр более 350 м) сначала был снят верхний слой пахотной почвы и складирован в запас для засыпки склонов. Затем на поверхности почвогрунта площадки была уло-

жена глина из карьера местного кирпичного завода толщиной в 50-60 см. Глина была плотно укатана с периодическим увлажнением поверхности поливом. На глиняную уплотненную подушку были положены бракованные 6–метровые строительные плиты с небольшим выходом (50-80 см) за пределы периметра, вдоль которого была натянута сетка-рабица, прикрепленная к столбам и плитам.

Бытовые отходы, кроме стекла и металла, которые уже в то время отсортировывали в Германии, укладывались по всей площади полигона и уплотнялись бульдозерами на гусеничном ходу. По мере роста террикона по его периметру в краевой зоне насыпалась почва слоем в 50-80 см. Угол наклона террикона составлял при этом около 60 градусов, а высота примерно 25-30 м. К 1985 г. террикон «подрос» до 50-60 м, был полностью засыпан почвой и выглядел совершенно заросшим травой.

Отходы от вскрышных работ в районе горных урановых выработок на юге ГДР складировались прямо у въезда в г. Шнееберг. В результате образовался плоский террикон, высота которого к тому времени составляла 20-25 м. Само место разработки урановых руд, представлявшее собой аналог снежной горы, было присыпано щебнисто-каменистой почвой мощностью в 20-30 см, на поверхности которой были высажены березки, а по краям в виде зеленой изгороди – хвойники-можжевельники. Под деревьями в августе росло много грибов: белых и подберезовиков, но никто их не собирал, что совершенно естественно для Западной Европы даже без учета природы месторождения. После ознакомления с терриконом, местом выработки и характерными названиями местных улиц (Кобальтштрассе и Уранштрассе) желание покинуть этот городок превалировало даже над традиционным для нас сбором грибов [3].

Заключение. Накопленный опыт утилизации отвалов ТБО и техногенных отходов производств, формирующих терриконы, подсказывает, что главная задача – экологическая. Она состоит главным образом в озеленении отвалов, что не является нерешаемой задачей, хотя и требует определенных субсидий.

Озеленение улучшает общий экологический фон, создает травяные и лесные буферные зоны на территории предприятий и вне их. В ряде случаев из этого можно извлекать даже прибыль, как это имеет место в Китае при высаживании облепихи. Вторичное использование или переработка терриконов техногенного типа (например, отвалов руды КМА) является наиболее рациональным, но этот путь, судя по существующей в нашей стране тенденции, отчасти связанной с избытком свободных для захоронения отходов территорий, представляется маловероятным в ближайшие десятилетия. Городские свалки – вот первоочередные объекты для утилизации методами, уже оправдавшими себя в странах Европейской зоны и за ее пределами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильямс В.Р. Луговодство. М.: Сельхозгиз, 1949. – Т. 4. – 430 с.

2. Материалы докладов научной конференции профессорско-преподавательского состава. – М.: УДН, 1973. – 56 с.

3. Сократова Э.Г., Фаустов В.В. Облепиха в Бурятии. – Улан-Удэ, 1974. – 53 с.

УДК 631.816.3:668.73

ПОБОЧНЫЙ ПРОДУКТ ОЧИСТКИ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ СМОЛ «РАСТВОР СУЛЬФАТА АММОНИЯ» КАК РЕГУЛЯТОР РОСТА РАСТЕНИЙ

Я.А. Погромская
научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

В.А. Зуза
заведующий Донецким отделом плодородия почв, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

Ю.В. Ротач
научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

С.Н. Белоус
кандидат химических наук, инженер-технолог, НПО «Инкор и К» КХП «Фенольный завод», **Украина, Донецкая область, п. Новгородское**

В результате исследований установлено, что побочный продукт очистки каменноугольных смол проявляет свойства регулятора роста растений. При использовании в некорневую обработку кукурузы на зерно в фазе начала цветения от 100 до 3000 мл/га раствора дает прирост урожая от 3 до 9 ц/га.

Ключевые слова: сульфат аммония, каменноугольные смолы, регулятор роста растений, некорневая обработка, кукуруза на зерно, урожай

THE BY-PRODUCT OF PURIFICATION OF COAL TAR "AMMONIUM SULPHATE SOLUTION" AS PLANT GROWTH REGULATOR

Pogromska I., Zuza V., Rotach Yu., Belous S.

The studies found that the by-product of coal tar purification has the properties of a plant growth regulator. When used in foliar corn phase to flowering rate of 100 to 3000 ml / ha it gives a yield gain of 3 kg / ha to 9 hundredweight per hectare.

Key words: ammonium sulfate, coal tar, plant growth regulators, foliar treatment, corn for grain harvest

Введение. Сульфат аммония (сернокислый аммоний $(NH_4)_2SO_4$)– азотно-серное минеральное удобрение ГОСТ-9027-82, содержащее 21% азота и 24% серы. Сернокислый аммоний является эффективным азотным удобрением, применение которогое обеспечивает высокую агрономическую и экономическую эффективность возделывания основных сельскохозяйственных культур. Кроме того, сульфат аммония синтетический из всех существующих форм серных удобрений имеет наибольшее содержание серы. Поэтому в обозримой перспективе наиболее реальным путем восполнения запасов серы в почвах является использование сульфата аммония.

Однако на производство удобрения требуется большое количество дорогостоящего и дефицитного реактива – серной кислоты. При этом сульфат аммония является одним из основных компонентов (15-20%) отходов производства фенолов на стадии очистки каменноугольных смол от пиридиновых оснований [1]. Согласно техническим условиям ТУ 14-267-10-89 побочный продукт очистки каменноуголь-

ных смол «Раствор аммиачный отработанный» предприятием ООО НПО «Инкор и К» КХП «Фенольный завод» отгружался на Горловский коксохимический завод для дальнейшей переработки и получения удобрения сульфат аммония. В связи с реорганизацией в период распада СССР производство сульфата аммония из сырья КХП «Фенольный завод» было прекращено. В настоящее время отработанный аммиачный раствор удаляется в накопитель. И, будучи ценным сырьем для производства удобрений, продукт, по сути, является потенциальным источником загрязнения окружающей среды.

Цель исследований. В связи с экономической и экологически обоснованной целесообразностью утилизации, учитывая биологическую активность сопутствующих органических добавок, являющихеся производными пиридина и фенольных соединения, нами было принято решение провести испытания отходов КХП «Фенольный завод», содержащих сульфат аммония, в качестве регулятора роста растений.

Предмет и методы исследований. Проанализирован цеховой образец. По физико-химическим показателям раствор аммиачный переработанный соответствует показателям, представленным в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели препарата «Раствор аммиачный переработанный»

№	Показатель	Норма	Метод анализа
1	Внешний вид	Прозрачная жидкость	п. 4.2, ТУ 14-267-10-89
2	Массовая доля связанного аммиака, %	не менее 4	п. 4.3, ТУ 14-267-10-89
3	Реакция раствора	Слабощелочная	п. 4.4, ТУ 14-267-10-89
4	Массовая доля железа в пересчете на Fe_2O_3, %	не более 0,3	п. 4.5 ТУ 14-267-10-89

Исследования были вынесены в полевые условия. Согласно со стандартной методикой [2] проверено действие продукта в фазах 100, 1000 и 3000 мл/га при поздней некорневой обработке кукурузы в фазах начала цветения и завязи початка. Испытуемый образец соответствует следующим химическим показателям (табл. 2).

Таблица 2 – Варианты полевого опыта

№	Показатель	Значение показателя
1	Плотность при 20°С, г/см^3	1,127
2	pH	7,8
3	Пиридиновые основания, %	0,916
4	Фенолы, %	0,11
5	Массовая доля железа в пересчете на Fe_2O_3, %	0,1
6	Сульфат аммония, %	14,1

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований показано, что анализируемые разведения образца аммиачного раствора отработанного проявляют стимулирующие свойства при некорневой обработке кукурузы. Обработка препаратом в позднюю фазу вегетации (начало формирования початка), дало прирост урожая кукурузы на зерно от 3 до 9 ц/га (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние некорневой обработки препаратом цеховой пробы аммиачного раствора отработанного на урожай кукурузы на зерно

№	Норма внесения, мл/га	Урожай, ц/га	Прирост, ц/га / %
1	Без обработки	18,11	-
2	100	24,17	6,05 / 33,43
3	1000	27,25	9,14 / 37,80
4	3000	21,83	3,72 / 13,65
$НСР_{0,5}$		9,10	-

Максимальный прирост урожая был получен при использовании дозы 1000 мл/га. Прослеживается двухфазная зависимость урожая кукурузы от количества препарата. До 1000 мл/га наблюдается увеличение стимулирующего эффекта, свыше этой нормы происходит снижение прироста урожая.

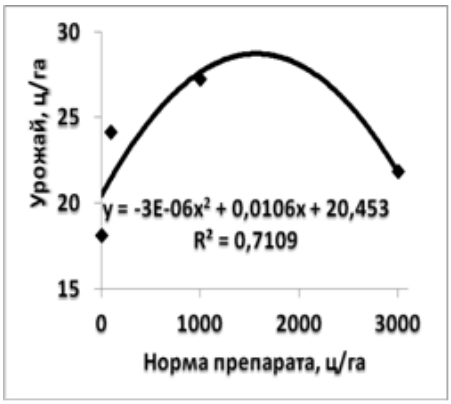


Рисунок 1 – Зависимость урожая кукурузы на зерно от количества препарата цеховой пробы аммиачного раствора отработанного

Стимулирующий эффект объясняется наличием в составе препарата, кроме высокого содержания аммонийного азота, серы и растворимого железа, органических составляющих каменноугольной смолы. Каменноугольная смола, продукт коксования каменных углей, является сложной смесью веществ, среди которых преобладают ароматические соединения. Переработка каменноугольной смолы состоит в разделении ее на фракции ректификацией с последующей кристаллизацией, экстракцией и повторной ректификацией полученных фракций. После предварительной обработки из нафталиновой, фенольной и среднелегкой фракций 30-процентным раствором серной кислоты извлекаются пиридиновые основания в виде сульфатов с последующим разложением их парами аммиака и получением сырых пиридиновых оснований. Поэтому отработанный аммиачный раствор содержит остатки солей пиридиновых оснований и гомологи фенола. Пиридин лежит в химической основе многих биологически активных веществ, например, никотиновой кислоты, пиридоксина и пиридоксаля, ряда алкалоидов (никотина и анабазина, атропина и т.п.) [3]. В последние годы в Украине создан ряд регуляторов роста растений широкого спектра действия на основе производных N-оксида пиридина — ивин, потейтин, оксалин, зеастимулин, бетастимулин, триман. Эти вещества при минимальных нормах расхода позволяют существенно повысить урожай и улучшить качество растительной продукции [4]. По тестам на острую токсичность все они относятся к малотоксичным веществам [4, 5].

Свойством стимулировать рост и развитие растений обладают и некоторые фенолы. Как и фитогормоны, они образуются в растениях в очень малых количествах, но обладают лишь частью регуляторных свойств фитогормонов и ростовой эффект оказывают лишь в сочетании с фитогормонами. Поэтому они могут быть отнесены к группе сопутствующих регуляторов с синергическим принципом действия, усиливающим действие фитогормонов. Кроме того, известно, что фенольные соединения являются регуляторами репродукции растений, являясь при этом как стимуляторами, так и ингибиторами [6].

Таким образом, стимулирующее действие цехового образца аммиачного раствора отработанного в исследуемых нормах применения определяется его составом. Щелочная среда, обеспечивающая стойкость при хранении, высокое содержание аммонийного азота и серы, содержание растворимого железа, наличие малых примесей биологически активных индольных и фенольных соединений являются доста-

точным основанием для дальнейших детальных исследований продукта и разработки технических методов его утилизации и реализации в качестве регулятора роста растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлович О. Н. Состав, свойства и перспективы переработки каменноугольной смолы / О. Н. Павлович [Учебное электронное текстовое издание] / Под ред. доц., канд. техн. наук О. А. Белоусова. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ−УПИ, 2006 – 41 с.[Электронный ресурс] – Режим доступа:http://window.edu.ru/resource/678/28678/files/ustu285.pdf

2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта[Текст]/ Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1973. – 416 с.

3. Орехов А. П. Химия алкалоидов [Текст]/ А. П. Орехов 2 изд. – М. : АН СССР, 1955. – 865 с.

4. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений на основе N-оксидов производных пиридина (физико-химические свойства и биологическая активность) [Текст] / С. П. Пономаренко. – Киев: Техника, 1999. – С. 150–221.

5. Сергеев С. Г. К гигиеническому нормированию рострегулятора триман-1 [Текст]/ С. Г. Сергеев, Л. И. Повякель, Л. А. Любинская // Аммонийно-карбонатные соединения и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. Сборник научных трудов / Под ред. В.П. Кухаря. – Киев :Наукова думка, 1995. – С. 194–197.

6. Чайлахян М. Х. Регуляция цветения высших растений [Текст] / М. Х. Чайлахян. – М.: Наука, 1988. – 560 с.

УДК 628.472.3:628.542

СТРОИТЕЛЬСТВО ПОЛИГОНОВ ПО ЗАХОРОНЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОТХОДОВ. ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ

А.А. Беловолов

директор по сбыту в ЮФО и СКФО, **Россия, г. Ростов-на-Дону**, Представительство NAUEGmbH&Co. KG (НАУЭ ГмбХ& Ко. КГ), **Германия**, naue.baa@mail.ru

Геосинтетические материалы при устройстве ТБО взамен6 традиционных минеральных выгоднее экономически и экологически

Ключевые слова: ТБО, рекультивация, геосинтетические материалы, бентонит

CONSTRUCTION OF LANDFILLS FOR DISPOSAL OF VARIOUS TYPES OF WASTES PRACTICAL EXPERIENCE

A.A. Belovolov

Geosynthetic materials when constructing MSW economically and environmentally more profitable than traditional mineral

Keywords: solid waste, remediation, geosynthetic materials, bentonite

В целом в России под мусорные свалки отчуждено свыше 40 тыс. га земель, среди которых не только пустыри, овраги и карьеры, но и плодородные черноземы. Ежегодно для размещения новых полигонов отчуждают около 1 тыс. га полезных земель, включая сельскохозяйственные угодья. Однако из всего количества действующих в настоящее время полигонов только менее 10% отвечает санитарным требова-

ниям, остальные представляют собой очаги эпидемиологической опасности и источники распространения загрязняющих веществ.

Применение европейских директив и опыта в последнее время рассматривается в качестве основы для новой редакции ТСН «Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов». В качестве альтернативы минеральным строительным материалам предлагается возможность использования геосинтетических материалов, имеющих более высокие технические параметры, технологичность при монтаже, применение которых выгодно как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Так например, замена традиционного глиняного замка в основании полигона толщиной 0,5 м на бентонитовые маты Бентофикс толщиной около 1 см позволяет добиться повышения вместимости полигона на 0,5 $м^3$ на 1 $м^2$ полигона.

На протяжении более 45 лет компания НАУЭ успешно применяет альтернативные системы конструкции полигонов, используя геосинтетические материалы, выпускаемые на собственных заводах в Германии. Компанией накоплен огромный опыт строительства полигонов, где использованы выгодные и надежные технические решения, разработанные собственным инженерным бюро. Инженерное бюро НАУЭ не только формирует конструкцию компонентов базисного и верхнего изоляционного слоев полигона, но и составляет полную документацию по укладке материалов (рабочие чертежи, где подробно указаны схемы укладки всех материалов, поперечные сечения, систему анкеровки материалов, дренажные системы и т.д.).

Для частных инвесторов это означает чистую дополнительную прибыль, а для государственных предприятий – более эффективное использование бюджетных средств. Надежность объектов, построенных с применением правильно выбранных геосинтетических материалов, намного выше, чем с применением классических материалов. Срок службы геосинтетических материалов гораздо продолжительнее, чем расчетный эксплуатационный срок самого объекта. Результаты полевых испытаний, а также испытаний в лаборатории позволяют прогнозировать срок службы материалов от 50 до 240 лет.

Применение геосинтетических материалов позволяет строительство объектов в самых сложных условиях.

При строительстве полигонов ТБО все чаще используют геосинтетические материалы, применение которых позволяет:

- увеличить полезный объем полигона;
- сократить сроки строительства;
- повысить надежность и долговечность противофильтрационного экрана;
- сократить стоимость объекта;
- производить монтаж противофильтрационного экрана практически при любых погодных условиях;
- сохранить природные ресурсы.

УДК 677.031.023.292.92

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАТУРАЛЬНЫХ ШЕРСТЯНЫХ ВОЛОКОН РАСТВОРАМИ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Р.М. Давлатов

преподаватель кафедры общей химии, Гулистанский государственный университет, **Узбекистан, г. Гулистан, *olimjon82@bk.ru***

Получены полимерные соли на основе N, N- диметиламиноэтилметакрилата с аллилбромидом путем радикальной полимеризации мономерной соли, разработана полимерная композиция на основе синтезированной полимерной соли для обработки натуральных шерстяных волокон и определен оптимальный состав композиции, изучены структурные, технологические, эксплутационные и физико-механические свойства обработанных натуральных шерстяных волокон и пряжи на их основе.

Ключевые слова: полимерная соль, полимерная композиция, натуральное шерстяное волокно, пряжа, кератин, обработка, структурные, физико-механические, технологические, эксплуатационные свойства обработанных шерстяных волокон и пряжи.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF NATURAL WOOLEN FIBRES BY SOLUTIONS OF A POLYMERIC COMPOSITION

Davlatov R.M.

Polymeric salts on the basis of N, N- dimethylaminoethylmetacrilat with allylbromide by radical polymerization of monomeasured salt are received, on the basis of the synthesized polymeric salt the polymeric composition is developed for processing natural woolen fibres and the optimum structure of a composition is certain, are studied structural, technological, эксплутационные and physicomechanical properties of the processed natural woolen fibres and a yarn on their basis.

*Key words:*polymeric salt, a polymeric composition, a natural woolen fibre, a yarn, keratin, processing, structural, physic-mechanical, technological, operational characteristics of processed woolen fibres and a yarn.

Нахождение путей использование различных композиций на основе водорастворимых полимеров для улучшения свойств и технологических показателей природных полимеров является одной из основных задач химии и технологии композиционных материалов. Среди природных белковых полимеров шерсть является одним из наиболее универсальных. Характерной особенностью производства изделий из натуральной шерсти является высокая стоимость и дефицитность исходного сырья.

Между тем производство изделий из шерсти на всем протяжении технологического процесса приготовления полуфабрикатов подвергается механическим нагрузкам, вызывающим растяжение, изгиб, разрыв, скручивание, сжатие. Ко всему этому следует добавить влияние светопогоды, многофакторного агента разрушения влагой, светом, кислородом и микроорганизмами, в результате чего происходит активная механо-химическая деструкция. Все эти факторы способствуют разрушению как вторичных структур кератина, так и снижению молекулярной массы макромолекул. При трении шерсти о поверхность различных деталей происходит выделение тепла, образование электростатических зарядов, а также эмиссия электронов, в результате которых наблюдается образование свободных радикалов, способствующих разрушитель-

ным процессам. Наличие в атмосфере свободного кислорода ускоряет образование свободных радикалов перекисного и гидроперекисного типа. Эти макрорадикалы в свою очередь способствует интенсификации дальнейших процессов деструкции кератина шерсти.

Снижение молекулярной массы кератина шерсти также может происходить за счет гидролитической деструкции его макромолекул. При этом механическое воздействие также способствует ускорению гидролитического расцепления кератина по амидным связям. Снижение молекулярной массы кератина шерсти за счет образования свободных радикалов приводит к ухудшению механических свойства шерсти.

Сохранение важных эксплуатационных качеств шерсти представляет собой очень сложную и многогранную научно-исследовательскую проблему в области механо-химических процессов, над решением которой интенсивно ведутся работы во всем мире. В свете вышеизложенного и в целях улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств кератина шерсти возникают важнейшие вопросы облагораживания шерстяного волокна, улучшения его технологических показателей с целью повышения перерабатываемости в готовое изделие.

Нами было показано, что обработка шерсти водными растворами на основе водорастворимых полимеров и их солей, многоатомных спиртов способствует улучшению её механических свойств. Наиболее высокими механическими свойствами обладало волокно, в состав которого введен раствор, состоящий из 2,5% полидиметиламиноэтилметакрилат с аллилбромидом, 5,0% глицерина и 92,5% воды. Поэтому в работе были более подробно исследовано влияние растворов, состоящих из полидиметиламиноэтилметакрилата с аллилбромидом и глицерином, как на механические свойства, так и на технические показатели шерсти.

Для сравнения испытаны раствор на основе ПДМАЭМА и композиция, применяемая в условиях шерстопрядения (фабричный замасливатель), состав которых приведен в таблице 1, из которой видно, что предлагаемые растворы полимерной соли по сравнению с фабричным составомсостоят из меньшего количества компонентов и, следовательно, легко могут быть приготовлены в условиях шерстопрядильных предприятий.

Известно, что на всех стадиях шерстопрядения подача волокна и полупродуктов происходит непрерывно, и наносимая на них композиция должна быть равномерно распределена по всему объему полупродуктов.

Таблица 1.Состав испытанных композиций

Наименованиекомпонентов	Условное название растворов		
	фабричный	ПДМАЭМА	ПДМАЭМА•АБ
Б-73, состоящий из:	7,0	-	-
минерального масла	74,4	-	-
олеиновой кислоты	5,6	-	-
сульфорицината–Е	14,0	-	-
ксилана–С	3,0	-	-
триэтаноламина	1,0	-	-
олеокса	2,0	-	-
ОС - 20	1,0	-	-
Вода	-	94,0	92,5
ПДМАЭМА•АБ	-	-	2,5
Глицерин	-	5,0	5,0
ОП-10	-	0,5	-
ПДМАЭМА	-	0,5	-

Вначале была изучена кинетика смачиваемости шерсти в растворах водорастворимых полимерных солей по сравнению с фабричным замасливателем. Уменьшение количества волокон с минимальной прочностью указывает на возможность устранения степени повреждения их поверхности при обработке полимерами. Макромолекулы водорастворимых полимеров, вероятно, проникают в межпространственную поверхность поврежденных участков и, взаимодействуя с ними, способствуют увеличению адгезионных сил между поврежденными областями надмолекулярных образований кератина.

Нами была показана возможность улучшения физико-механических показателей натуральной шерсти путем нанесения на волокна растворов полимерной композиции на основе водорастворимых полимеров и их солей. Наиболее высокими показателями обладало шерстяное волокно, обработанное раствором, состоящим из ПДМАЭМА•АБ (2,5 масс.%), глицерина (5,0 масс. %) и воды (92,5 масс. %). Для сравнения был исследован замасливатель, применяемый в условиях фабрики.

Были проведены исследования по обрывности ровницы при прядении и выходу пряжи опытной и контрольной партий. Результаты приведены в табл. 2.

При норме 200 обрывов на 1000 вер/час у опытной партии – составляет 177 обрывов, что на 11,5% ниже нормы, а у контрольной партии составляет 207 обрывов, что выше на 3,5% принятой нормы и на 14,5 выше, чем у партии с раствором ПДМАЭМА•АБ. На производстве дорогостоящей шерсти главным показателем является выход пряжи. Обработка готовой шерстяной пряжи растворами полимерной композиции на основе водорастворимых полимеров способствует улучшению ее перерабатываемости при вязании. Снижается общая обрывность пряжи при вязании от 0,62 шт/кг (у фабричной) до 0,5 шт/кг (у опытной партии пряжи). При этом брак трикотажного полотна снижается от 8,8 до 6,1%.

Как видно из таблицы 2, выход пряжи партии шерсти с раствором ПДМАЭМА•АБ составляет 96,28%, что на 0,34% нормы и на 3,88% выше, чем у контрольной партии.

Таблица 2. Влияние раствора ПДМАЭМА•АБ и фабричного замасливателя на обрывность ровницы и выход пряжи

Показатели		Фабричный	Раствор ПДМАЭМА•АБ
Обрывность ровницы, шт. навер час	фактич.	207	177
	в кондиции	200	200
Масса объемов в кг	фактич.	68,5	108,3
	в кондиции	72,69	115,3
Масса угаров	фактич.	5,70	4,18
	в кондиции	5,98	4,28
Влажностьугаров	фактич.	11,0	12,5
	в кондиции	17,59	17,6
Выходугаровотходов	фактич.	4,06	4,06
	в кондиции	7,6	3,72
Влажностьпряжи	фактич.	11,0	12,5
	в кондиции	17,59	17,6
Выходпряжи	фактич.	95,94	95,94
	в кондиции	92,40	96,28

Следовательно, нанесение на шерсть растворов на основе водорастворимых полимеров и их солей, способствующее увеличению показателей механических свойств волокна, приводит к интенсификации процесса шерстопрядения, сопровождающееся увеличением выхода пряжи и снижением обрывности ровницы при прядении.

Известно, что основными причинами обрывности ровницы при шерстопрядении является, наряду с показателями механических свойств волокна, и возникновение статического электричество при трении полупродуктов об отдельные узлы машин при шерстопрядении. В результате статическое электричество способствует сильному-распущению ровницы, в результате которой происходит нарушение параллелизации волокон и, следовательно, снижение их прочности. Это, в свою очередь, увеличивает вероятность обрыва ровницы. Поэтому было необходимо изучить влияние растворов водорастворимых полимеров и их солей на образование электрического заряда в полуфабрикатах и пряже.

Облагораживание шерстяного волокна на разрыхлительно-трепальных агрегатах сводится к стабилизации возникающих при механических операциях свободных радикалов добавлением акцепторных веществ, что увеличивает силы межволоконного сцепления, уменьшает распущенность и переход длинных волокон в короткие, не способные к образованию пряжи. Результаты исследований, представленные в таблице 3, свидетельствуют о том, что влажность необлагороженного шерстяного волокна уменьшается по сравнению соблагороженным по всем технологическим переходам полуфабрикатов и пряжи.

Таблица 3. Влияние композиции ПС ДМАЭМА·АБ на свойства пряжи

Показатель	С фабричным замасливателем	С раствором ПС ДМАЭМА·АБ
Фактическая линейная плотность, $T_ф$	29,3	30,0
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,48	2,03
Влажность, % номинальная фактическая	 17,48 10,9	 17,60 12,8
Фактическая разрывная нагрузка при влажности 10,0%	180,4	194,1
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	17,2	14,0
Относительная разрывная нагрузка при влажности 10,0%	6,0	6,40
Разрывное удлинение, %	8,9	9,3
Число кручений на 1 м	480	498
Коэффициент крутки	26,08	26,87

Завышенное значение влажности у облагороженного шерстяного волокна позволяет придать ему эластичность, улучшить технологический процесс прядения и снизить электростатический заряд, что влияет положительно на уменьшение намотов на валики и цилиндры. Таким образом, исследование влияния растворов на основе водорастворимых полимеров показало возможность улучшения физико-механических свойств и особенно проходимости шерстяной пряжи при вязании трикотажного полотна. Показано, что при обработке шерсти растворами, в составе которых имеются водорастворимые полимеры, происходит значительное улучшение ее физико-

механических свойств, и это способствует интенсификации процесса шерстопрядения.

Как известно, переход высокомолекулярных соединений в равновесное состояние способствует улучшению механических свойств образцов, что наблюдается и в случае шерсти как полимератна основе высокомолекулярного соединения кератина. Следовательно, нанесение раствора, состоящего из водных растворов полимерной соли и многоатомного спирта, с одной стороны, способствует устранению степени повреждений участков на поверхности шерсти и тем самым увеличивает показатели механических свойств волокна. С другой стороны, растворы водорастворимых полимеров способствуют частичному устранению напряжений макромолекул кератина и его надмолекулярных структур и тем самым – переходу волокна в целом в более равновесное и менее напряженное состояние, что в свою очередь, дает возможность улучшения механических свойств волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исмаилов Р.И., Аскаров М.А., Давлатов Р.М. Физико-химические свойства полимерной композиции на основе поличетвертичной соли N,N-диметиламиноэтилметакрилата и их влияние на свойства шерсти // Композиционные материалы, – 2001. – № 2. – С. 4-8

2. Аскаров М.А., Исмаилов Р.И., Давлатов Р.М., Алимов А.Э., Мирзаев Б.А., Тулаганов А.Р. Применение полимерной композиции для облагораживания шерстяных волокон и модификация диацетатных волокон // Композиционные материалы. – 2001. – № 3. – С. 109-111

3. Исмаилов Р.И., Давлатов Р.М., Аскаров М.А. Изучение влияния водорастворимой композиции на основе поличетвертичной соли N, N-диметиламиноэтилметакрилата // Узб. хим. журн. – 2001. – № 4. – С. 44-46.

4. Исмаилов Р.И., Максумова А.С., Давлатов Р.М., Исмаилов И.И., Ташпулатов Ю.Т. Изучение влияния полимерной композиции на основе поличетвертичной соли на свойства шерстяных волокон и пряжи на их основе // Докл. АН РУз. – 2002. – № 2. – С. 47-49.

5. Исмаилов Р.И., Максумова А.С., Исмаилова Р.М., Нигматова Ф.У., Давлатов Р.М., Исмаилов И.И. «Органические вещества – ингредиенты композиции» // Труды Международн. конф. «Состояние и перспективы развития органической химии в Республике Казахстан». – Алматы-Шымкент, 2002. – С. 158-162.

6. Исмаилов Р.И., Давлатов Р.М., Исмаилов И.И., Ташпулатов Ю.Т. Оптимизация параметров обработки шерстяных волокон полимерной композицией // Сборник трудов Международн. научн. конф. «Математические методы в технике и технологиях». – Кострома, 2004. – Т. 10. – С. 46.

7. Ташпулатов Ю.Т., Исмаилов Р.И., Алимо, А.Э., Давлатов Р.М. Использование полимерных четвертичных аммониевых солей на основе N, N-диметиламиноэтилметакрилата для модификации ацетатных и шерстяных волокон // Материалы Междунар. научно-практ. конф. «Современная химическая наука и ее прикладные аспекты». – Душанбе, 2006. – С. 130.

УДК 678.745.842.: 628.516

ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ: СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА, ВЛИЯНИЕ НА МИКРОФЛОРУ ПОЧВ И РОСТ РАСТЕНИЙ

В.И.Будников

кандидат технических наук, директор научно-технического центра «Химия новых материалов», Пермский национальный исследовательский политехнический институт; заместитель генерального директора по науке ООО «НПК «Уральский химический завод», **Россия, г. Пермь**

А.Ю. Максимов

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной микробиологии и биотехнологии, Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН; доцент кафедры микробиологии и иммунологии, Пермский государственный национальный исследовательский университет, **Россия, Пермь**

А.Н.Неустроев

аспирант, Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, **Россия, Пермь**

В.Н. Федченко

кандидат технических наук, генеральный директор ООО «НПК «Уральский химический завод», **Россия, г. Пермь**

Изучены водосорбционные свойства влагоудерживающих материалов, наполненных отходами промышленных предприятий, предназначенных для использования в сельском хозяйстве, озеленения городских и промышленных ладшафтов. Показано, что получаемые материалы не подавляют рост средообразующей бактериальной флоры, и могут служить дополнительным источником питания для почвенных бактерий и улучшают состояние корневой ситемы растений.

Ключевые слова: влагоудерживающие материалы, промышленные отходы, наполнитель, водосорбционные свойства, почвенные бактерии, фитопатогены.

WATER-HOLDING MATERIALS FILLED WITH INDUSTRIAL WASTE: SORPTION PROPERTIES, EFFECT ON SOIL MICROFLORA AND PLANT GROWTH

V.I. Budnikov, A.Yu. Maksimov, A.N. Neustroeva, V. N. Fedchenko

The water sorption properties of water-holding materials were studied. These materials are intended for the use in agriculture, urban and industrial landscaping.

It was not inhibit the growth of the soil bacterial flora and can serve as an additional source of food for soil bacteria and improve the condition of the plant roots.

Key words: water-retaining materials, industrial waste, hydrocarbon gel, filler, water-absorbing properties, soil bacteria, phytopatogens.

В настоящее время 75% всего мирового потребления пресной воды используется в сельском хозяйстве. Многие страны мира страдают от недостатка пресной воды. Поэтому в сельском хозяйстве и при озеленении городов в развитых странах с аридным климатом сегодня широко применяются полимерные материалы, обладающие высокой степенью водопоглощения (до нескольких сотен г воды на 1 г исходного сухого полимера). Их использование позволяет снизить расход воды на полив в 1,5-2 раза, снизить вымывание из почв питательных веществ и микроэлементов, улучшить физические характеристики почв, повысить защиту окружающей среды от засухи и загрязнения грунтовых вод, а растениям – лучше переносить засушливые климатические периоды (рис. 1). В России и ряде стран

Средней Азии широкому применению этих материалов в сельском хозяйстве, при озеленении городских и промышленных ландшафтов препятствует их высокая стоимость. Одним из наиболее эффективных путей снижения стоимости влагоудерживающих материалов является использование дешевых наполнителей, которыми могут являться промышленные отходы. Другим положительным фактором использования индивидуальных наполнителей или их смеси является возможность существенного повышения потребительских свойств влагоудерживающих материалов [1-5].

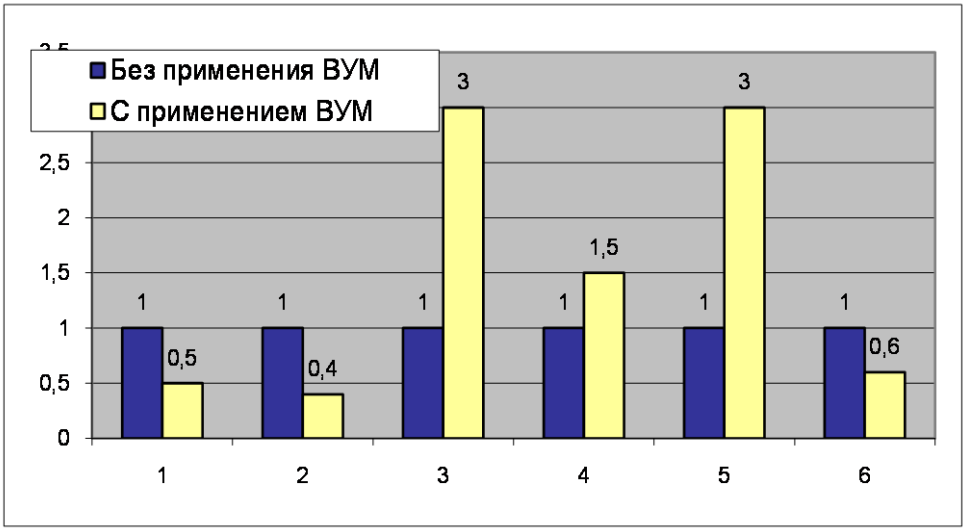


Рисунок 1. Эффективность применения влагоудерживающих материалов:
1 – расход поливной воды; 2 – затраты труда при поливе; 3 –период между поливами;
4 – урожайность овощных культур; 5 - влагоёмкость почвы;
6 - дренажный сток и поверхностное испарение воды.

В настоящее время разработаны образцы влагоудерживающих материалов разных стоимостных групп с индивидуальными (отходы биокаталитических производств) и комбинированными наполнителями (с добавлением гуматов и микроэлементов) [5-7]. В качестве наполнителей также опробованы отходы, образующиеся в результате очистки газовых выбросов при производстве активированных углей, силикатного кирпича, деревообработки и др.

Процесс получения порошкообразных наполненных влагоудерживающих материалов заключался в полимеризации 30-50% водных растворов акриламида и 15-30% водных растворов акрилата аммония или 40% водных растворов акрилата калия с окислительно-восстановительной системой инициирования. Полимеризация осуществляется на ленточном полимеризаторе с инфракрасным нагревом и сушкой.

Рассмотрено влияние наполнителей на сорбцию дистиллированной и слабоминерализованных вод, в том числе при воздействии внешнего давления почвы. Введение наполнителей приводит, как правило, к росту водосорбционных характеристик получаемых материалов, что объясняется ростом дефектности полимерной матрицы, образовании в полимерном композите микрополостей, увеличивающих количество поглощенной жидкости [6]. Наибольшее водопоглощение достигается при использовании в качестве наполнителеля (35% от массы мономеров) отработанного биокатализатора производства акриламида – 550 г воды на г сухого полимера. Полимер без наполнителя сорбирует 430 г/г воды. Добавление в отработанный биокатализатор гумата натрия (10% от массы наполнителя) приводит к

снижению водопглощения на 10%. Введение в качестве наполнителей угольной и известняковой пыли позволяет также получить композиты с водопоглощением 480 и 450 г/г соответственно. Древесный наполнитель приводит к снижению равновесной степени набухания (370 г/г), что может объясняться взаимодействием функциональных групп поверхности наполнителя с карбоксильными или амидными группами полимерной матрицы. Кроме роста водосорбционных свойств, введение наполнителей позволяет улучшить механические свойства получаемых материалов, а также снизить их себестоимость.

На рисунке 2 приведены сравнительные характеристики влагоудерживающих материалов, содержащих наполнители и существующих ненаполненных аналогов.

Рисунок 2. Преимущества разрабатываемых наполненных влагоудерживающих материалов: 1 – себестоимость ВУМ; 2 - сорбция слабоминерализованных вод; 3 - сорбция слабоминерализованной воды при воздействии внешнего давления почвы; 4 – сорбция дистиллированной воды; 5 - механическая прочность ВУМ.

Влияние влагоудерживающих материалов на микрофлору почвы. Исследовано влияние ВУМ различного состава на модельные культуры почвенных бактерий в водной и почвенной среде. Показано некоторое стимулирующее действие гидрогелей на рост бактерий в водной среде (вне зависимости от наполнителя) по сравнению с контролем. Показано, что наполненные гидрогели не оказывает отрицательного воздействия на модельные почвенные бактерии.

Изучено влияние ВУМ с различными добавками (шлам биокатализатора производства акриловых мономеров; древесная мука) на содержание в почве гетеротрофных и амидгидролизующих бактерий (рисунок 3). Было показано, что внесение в почву ВУМ различного состава не оказывает на почвенную бактериальную флору влияния, достоверно отличающегося от контроля. Исключение составил ВУМ с добавлением древесной муки, при внесении которого наблюдалось небольшое снижение общего количества гетеротрофных бактерий, вероятно, за счёт закисления среды при разложении древесины. Изучено соотношение грамотрицательных и грамположительных бактерий в почвах после внесения гидрогелей различного наполнения. Показано, что внесение в почву ВУМ различного состава приводит к повышению количества грамотрицательных бактерий. Наибольшее количество бактериальных спор было обнаружено в образце почвы после внесения ВУМ с добавлением шлама биокатализатора *R. rhodochrous*, что может свидетельствовать о стимулирующем влиянии вносимой биомассы на рост аэробных бактерий рода *Bacillus*. Изучен количественный и качественный состав грибной микрофлоры образцов почвы, в которую были внесены ВУМ различного наполнения, через 21 день

выращивания фасоли. Показано, что во всех изученных образцах почвы количество жизнеспособных дрожжевых спор и дрожжеподобных грибов превышает количество плесневых грибов и их жизнеспособных спор. Отмечено также, что внесение в почву наполненных ВУМ не приводит к размножению токсичных для растений плесневых грибов и, как следствие, к фитотоксикозу почвы. Однако через 2 недели после внеения гидрогелей, содержащих шлам биокатализатора или древесную муку, наблюдалось повышение количества сапротрофных плесневых грибов на 21-35%.

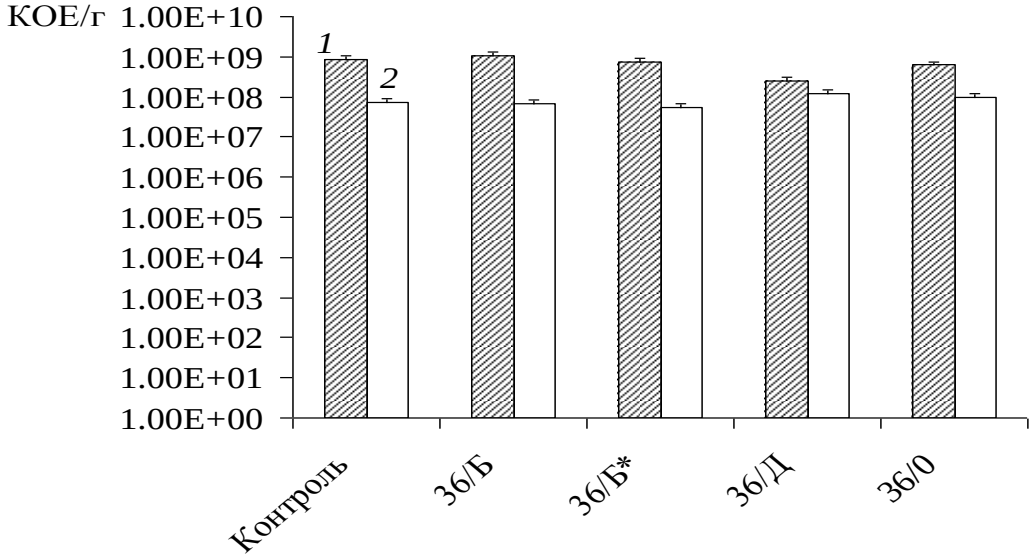


Рисунок 3. Количество гетеротрофных бактерий после 21 дня выращивания фасоли в почве с добавлением ВУМ 36/Б – ПААГ с добавлением шлама биокатализатора *R. rhodochrous*, 36/Б* – ПААГ с добавлением шлама биокатализатора *A. denitrificans*, 36/Д – ПААГ с добавлением древесной муки, 36/0 – ПААГ без добавок; *1* – на среде LB, *2* – на минимальной среде с ацетамидом.

Изучено влияние ВУМ различного наполнения на рост и развитие растений. Проведены вегетационные испытания 7 образцов наполненных гидрогелей различного типа. В качестве модельных растений использовали пшеницу и фасоль. Установлено, что в условиях переувлажнения происходит угнетение роста растений, менее выраженное в начале опыта и значительно усиливающееся через 10 дней развития, сопровождающееся увяданием растений, в то время как недостаточное увлажнение не оказывало отрицательного влияния (рисунок 4).

Показано, что присутствие ВУМ снижает угнетение роста растений в условиях дефицита влаги. Наиболее выраженное протекторное действие наблюдалось при внесении гидрогелей, наполненных шламом биокатализатора, и без наполнителя. В условиях нормального полива не обнаружено существенного влияния биокатализатора на рост пшеницы. Возможное стимулирующее действие наполнителя в первые две недели роста не проявилось, т.к. растения в этот период еще преимущественно используют компоненты, запасенные в семени.

Были проведены эксперименты по выращиванию фасоли. Показано, что по отношению к контролю масса стручков с одного растения при выращивании на почве с добавлением наполненных ВУМ была больше в 1,5–2 раза.

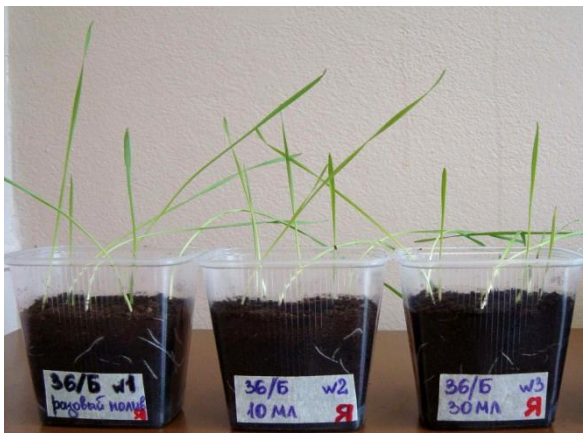


Рисунок 4. Рост растений пшеницы на 6-е сутки в трех вариантах увлажнения: 1-разовый полив, 10 мл (недостаточное увлажнение); 2 – ежедневный полив по 10 мл; 3 – ежедневный полив по 30 мл.

Таким образом, в результате проведенных работ показано, что использование промышленных отходов в качестве наполнителей позволяет создавать влагоудерживающие материалы, по водосорбционным свойствам соответствующие лучшим мировым аналогам и превосходящие их по ряду эксплуатационных факторов (физико-механические свойства, повышенная сорбция минерализованных вод и др.). Получаемые материалы не подавляют рост средообразующей бактериальной флоры и могут служить дополнительным источником питания для почвенных бактерий. В качестве наполнителя лучшим является шлам биокатализатора производства акриловых мономеров, что позволяет одновременно достичь удешевления влагоудерживающего препарата и утилизировать отходы биотехнологического производства.

Работа выполнена при поддержке гранта У.М.Н.И.К. 2012 (осень).

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанский К.С., Ракова Г.В., Ениколопов Н.С. и др. // Вестн. с.-х. науки. – 1988. – № 4. – С. 125-132

2. Дубровский С.А., Казанский К.С. Термодинамические основы применения сильнонабухающих гидрогелей в качестве влагоабсорбентов (обзор) // Высокомолекулярные соединения, серия А. 1993. – Т. 35. – № 10. – С. 1712-1720.

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

4. Бектуров Е.А., Сулейменов И.Э. Полимерные гидрогели. – Алма-ата: Гылым, 1998. – 212с.

5. Стрельников В.Н., Будников В.И., Синкин В.В. Полимерный гидрогель для использования в технологии орошения почв // Аграрная наука. – 2007. – № 10. – С. 18-19.

6. Будников В.И., Синкин В.В., Стрельников В.Н. Исследование водосорбционных характеристик наполненных акриловых сополимеров. / Журнал прикладной химии. – 2010. – Т. 83. – Вып. 8. – С. 1284-1287.10.

7. Будников В.И., Синкин В.В., Стрельников В.Н. Разработка влагоудерживающих материалов с повышенным водопоглощением слабоминерализованных вод //«Техническая химия. От теории к практике». Сборник статей II Международной конференции. – Пермь: ИТХ УрО РАН. – 2010. – Т. 3. – С. 101-105.

УДК 631.963.2:628.4.038(470.620)

САМОЗАРАСТАНИЕ ОТВАЛОВ ФОСФОГИПСА БЕЛОРЕЧЕНСКОГО ХИМЗАВОДА

А.С. Сергеева
кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

В.В. Корунчикова
кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Отмечено, что места складирования отхода фосфогипса достаточно успешно зарастают травянистыми и древесными растениями без специальных приёмов рекультивации, что подтверждает ценность этого отхода для создания искусственных субстратов типа сложных органоминеральных компостов для улучшения плодородия почвы.

Ключевые слова: Белореченский химзавод, фосфогипс, отвалы, растительный покров, самозарастание, рекультивация, сложные компосты.

OVERGROWING OF PHOSPHOGYPSUM DUMPS OF CHEMICAL PLANT IN BELORECHENSK

Sergeeva A.S., Korunchikova V.V.

Storage site waste phosphogypsum quite successfully overgrown herbaceous and woody plants without specific remediation techniques, which confirms the value of this waste to create artificial substrates such as complex of organic compost for improving soil fertility.

Keywords: Belorechensky chemical plant, phosphogypsum dumps, vegetation, overgrowing, restoration, complex composts.

Фосфогипс является основным отходом Белореченского химзавода по производству удобрений и вызывает большой интерес, поскольку при внесении в почву заметно активирует процессы структурообразования и улучшает её химический состав (Белюченко, 2009). В составе фосфогипса преобладает физический песок, содержится много кальция (до 30% в расчете на элемент), серы (до 24,3), неразложившихся фосфатов (до 4), а также кремний (около 0,3%) и немало микроэлементов. Наряду с ценными веществами он включает токсичные элементы: стронций, фтор, кадмий, свинец и хлор (Муравьев, 2008). Поэтому фосфогипс не годится для прямого внесения в почву, но является ценной добавкой при создании сложных органоминеральных компостов.

Чтобы оценить свойства фосфогипса как субстрата для произрастания растений и выяснить, не оказывает ли фосфогипс на растения отрицательного воздействия, нами были обследованы территории, где этот отход складируется в течение длительного промежутка времени, - карты хранения Белореченского химзавода. Отход поступает в шламонакопитель в жидком виде, отстаивается, освобождаясь от жидкости, подсыхает и отсыпается в отвалы, при длительном хранении с поверхности слеживается и на нем образуется тонкая корочка, которая, возможно, может затруднять прорастание семян и появление всходов.

Тем не менее было отмечено, что в целом фосфогипс не препятствует развитию растений. В процессе хранения влажный фосфогипс может покрываться водорослями,

сухой зарастает высшими покрытосеменными растениями. Изучение растительности карт проводилось в ходе маршрутного обследования во второй половине лета 2009 г. (Сергеева и др.,2009), при этом прежде всего обращали внимание на степень зарастания фосфогипса (общее проективное покрытие), видовой состав, а также жизненное состояние растений по размеру и способности к вегетативному размножению и расселению.

Все растения, появившиеся на картах хранения, - заносные из окружающих фитоценозов, так как склоны отвалов никогда преднамеренно не засевались и не засаживались растениями. Исследование таксономического состава показало, что на отвалах фосфогипса поселяются виды из сем. Poaceae*: Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Phragmites communis* (L.) Trin., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski; Asteraceae: *Bidens tripartita* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Tussilago farfara* L., *Cirsium incanum* (S.G.Gmel.) Fisch. ex Bieb., *Taraxacum officinale* Web. ex Wigg., *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Xanthium strumarium* L., *Sonchus palustris* L.; Fabaceae: *Trifolium sp.*, *Lotus corniculatus* L., *Melilotus officinalis* (L.) Desr., Polygonaceae: *Polygonum aviculare* L., *P. hydropiper* L.; Onagraceae: *Onagra bienni*s (L.) Scop., *Epilobium palustre* L.; Scrophulariaceae: *Linaria vulgaris* Mill., Salicaceae : *Populus alba* L., *Salix caprea* L.; Ulmaceae: *Ulmus* sp. (И.С. Косенко, Определитель …, 1970).

Из перечисленных растений наиболее часто и при этом обильно встречались мать-и-мачеха, вейник наземный, ежовник куриное просо, тростник обыкновенный; из древесных форм: тополь белый. Все указанные виды являются индикаторами избыточного увлажнения, что говорит о способности фосфогипса «притягивать» и удерживать влагу.

При изучении общего проективного покрытия растительности была отмечена мозаичность растительного покрова, т.е. обрастанию подвергается не вся поверхность в одинаковой степени: на одних участках зарастает около трети, на других растения разбросаны в единичных экземплярах на большой площади. Между участками, занятыми растительностью, имеются совершенно голые участки субстрата. Общее проективное покрытие в местах скопления растений колеблется от 10 до 60%. На склонах отвалов максимальное проективное покрытие наблюдается внизу, постепенно уменьшаясь к верхней части. Поселению растений способствуют шероховатости на поверхности фосфогипса в виде впадин и трещин.

Наиболее часто растения поселяются в трещинах поверхности, куда, по-видимому, попадают пыль, частицы почвы и семена. В частности, при обследовании небольших трещин глубиной 1,5 см были обнаружены всходы и самосев древесных растений: вяза, ивы и тополя высотой от 2 до 15 см, сосредоточенных чаще в местах изгибов трещин, где семена задерживались и не выдувались ветром, проростки травянистых растений, в основном мать-и-мачехи, одуванчика, злаков. Такие неглубокие трещины местами обрастают до 10% их площади. В глубоких и широких трещинах (глубиной около 30 и шириной около 100 см) был отмечен налет водорослей желтовато-зеленого, желто-бурого, иногда черного цвета. Пример поселения растений в прогибах поверхности мы имели возможность наблюдать у мать-и-мачехи, ее проективное покрытие на таких участках достигало 60% с образованием куртин размером до 10 м^2 . В длительно существующих крупных трещинах нередко встречаются достаточно крупные растения мать-и-мачехи, образующие куртины площадью 2 м^2 при высоте особей 35 см.

Изучение биометрических показателей проводилось на растениях тростника и других видов. Тростник изучался на выведенной из эксплуатации карте (КОФ-2), где фосфогипс находится в сильно уплотненном состоянии, слегка увлажненном с поверхности и более влажном внутри. В пределах учетной площадки размером 100 м^2

насчитывалось 68 растений. Каждая особь включала до 13 как подземных, так и надземных побегов при длине последних до 39, а корневищ - до 45 см. У наиболее крупных растений количество надземных и подземных побегов увеличивалось до 30 (тех и других в отдельности) при длине надземной части 76, а подземной 90 см.

В других условиях - на поверхности сухого фосфогипса (в верхней хорошо просушенной части отвалов действующей карты № 1) были обнаружены единичные растения тростника с надземными побегами, достигающими от 4,5 до 13 м, самые длинные имели 45 узлов с отходящими от них вертикальными зелеными побегами.

Также мы не могли не обратить внимания на «гигантские» растения одуванчика на карте КОФ-2, через центр которой проходит преднамеренно нарезанная для отвода воды из нижележащих слоев фосфогипса глубокая узкая траншея. На уступах траншеи ниже края приблизительно на 50-80 см произрастают особи одуванчика в вегетативном состоянии, у которых длина листовой пластинки колеблется в пределах от 32 до 40 см (при среднем значении 37 см), ширина от 6 до 11 см (в среднем 9). Такие размеры у растений, вероятно, являются следствием отсутствия конкурентов, благоприятных условий влажности и защиты от ветра и свойств самого фосфогипса, обеспечивающих интенсивный рост. На сухом рыхлом фосфогипсе высота травянистых растений ежовника, амброзии, ослинника, кипрея достигает 40 см при общем проективном покрытии 40-60%, ослинник и кипрей переходят в генеративное состояние.

Последующие наблюдения последних лет (2010-2011 гг.) за растительным покровом отвалов показали, что при отсутствии механических воздействий, вызванных проходами техники, порывами ветра, подсыпкой новых объёмов отхода, самозарастание на нетронутых участках продолжается, как и успешная вегетация уже закрепившихся в субстрате растений.

Таким образом, фосфогипс, представляющий собой дигидрат сульфата кальция с наличием различных примесей, не является чужеродным субстратом для растений, формирующих на нём покров с ОПП 10-60% из 23 видов нормально развитых растений; большинство растений пребывает в вегетативном состоянии; отмечены случаи гигантизма у одуванчика. Самопроизвольное зарастание отвалов фосфогипса подтверждает наличие у этого отхода благоприятных свойств для формирования растительного покрова даже при отсутствии специальных приёмов рекультивации, а также полезные свойства в качестве важной составляющей при создании сложных компостов.

ЛИТЕРАТУРА

Белюченко И.С., Муравьев Е.И. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. - 2009. - Т.5. - № 1. - С.84-86.

Муравьев Е.И. Влияние отходов производства фосфорных удобрений на окружающие ландшафты. – Краснодар: Изд-во Куб ГАУ, 2008.- 358 с.

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.

Сергеева А.С., Белюченко И.С., Корунчикова В.В., Славгородская М.А. Особенности растительного покрова на дамбах отвалов фосфогипса Белореченского завода «ЕвроХим-БМУ» // Матер. II Всерос. науч. конфер. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 18-19 марта 2010 г.

УДК 631.527:633.87

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

А.Г. Гурин

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агроэкологии и охраны окружающей среды, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет». **Россия, г. Орел**

А.Д. Кожухов

аспирант кафедры агроэкологии и охраны окружающей среды, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», **Россия, г. Орел**

Применение минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур является объективной необходимостью. Однако, их использование оказывает негативное воздействие на окружающую среду и в первую очередь на почву, загрязняя ее тяжелыми металлами. Внесение органических удобрений позволяет существенно улучшить физико-химические свойства почвы, повысить ее плодородие. В связи с дефицитом навоза особый интерес представляет использование отходов производства в качестве нетрадиционного удобрения, в частности отходов спиртового производства. Нами изучались физиологические и фотосинтетические процессы растений кукурузы при внесении возрастающих доз спиртовой барды. Показано, что внесение высоких доз существенно повышает интенсивность транспирации листьев, увеличивает содержание суммарного хлорофилла, возрастает чистая продуктивность фотосинтеза. При этом доказано, что максимальная продуктивность фотосинтеза у растений кукурузы наблюдается в фазу окончания роста и начала цветения, к моменту созревания зерна чистая продуктивность снижается. При внесении высоких доз спиртовой барды усиливаются ростовые процессы, повышается облиственность, что приводит к активизации фотосинтетической деятельности кукурузы и повышению ее продуктивности. Максимальное формирование зеленой массы наблюдалось в варианте с дозой внесения спиртовой барды 40 м^3 га в период вегетации.

Ключевые слова: кукуруза, спиртовая барда, чистая продуктивность фотосинтеза, интенсивность транспирации, продуктивность.

PECULIARITIES OF PHYSIOLOGICAL AND PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF MAIZE PLANTS WHEN USING OF NON-TRADITIONAL ORGANIC FERTILIZERS

Gurin A.G., Koguhov A.D.

Application of mineral fertilizers at cultivation of crops is an objective necessity. However, their use has a negative effect on the environment and especially the soil, polluting it with heavy metals. Application of organic fertilizers can significantly improve the physical and chemical properties of the soil and increase its fertility. Due to the scarcity of manure particular interest is the use of waste as non-conventional fertilizers, in particular waste of alcohol production. We studied the physiological and photosynthetic processes of maize plants when making increasing doses of alcohol stillage. It is shown that the introduction of high-dose significantly increases the rate of transpiration of leaves, increases the total chlorophyll content, increases net photosynthetic productivity. The maximum productivity of photosynthesis at maize plants observed in the end of the growth phase and the beginning of flowering, at the time of ripening grain net productivity declines. When making high-dose alcohol stillage stronger growth processes, the number of leaves increases, which leads to increases photosynthetic activity of maize and productivity. Maximum formation of green mass was observed in the version with a dose of making alcohol stillage 40 m^3 ha during the growing season.

Keywords: corn, distillery grains, and net efficiency of photosynthesis, transpiration rate, productivity.

Признавая исключительно важное значение минеральных удобрений в увеличении продуктивности сельскохозяйственных культур и повышении эффективности сельскохозяйственного производства, следует отметить, что те же самые минеральные удобрения при неправильном их использовании могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Основными причинами загрязнения окружающей среды удобрениями считают несовершенство организационных форм, а также технологий транспортировки, хранения тукосмесей и применения удобрений, нарушение агрономической технологии их внесения в севообороте и под отдельные культуры, несовершенство самих удобрений, их химических, физических и механических свойств (Черников и др., 2000).

При усиливающемся антропогенном воздействии на почвы возрастает интерес к нетрадиционным системам земледелия, основанным на внесении органических удобрений. Органические удобрения оказывают положительное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. Кроме того, применение органических удобрений способствует регуляции биологических процессов в почве Применение органических удобрений строится на агроэкологических принципах, предусматривающих одновременно с обеспечением высокой продуктивности сельскохозяйственных культур и получение экологически чистой продукции, а также воспроизводство почвенного плодородия. Не случайно ежегодное мировое использование органических удобрений составляет 3-4 млрд т, что соответствует 15-20 млн т азота, 3-4 млн т фосфора и 18-20 млн т калия.Органические удобрения оказывают многостороннее действие на почву. Они снабжают питанием микроорганизмы в почве и сохраняют почвы здоровой, воздействуя на нее как непосредственно, так и косвенно (Завьялова, 2006). Систематическое внесение органических удобрений улучшает физико-химические свойства почвы, ее водный и воздушный режим. Посредством органических удобрений в основном осуществляется круговорот питательных веществ по схеме: почва-растения-животные-почва (Немцев и др., 2011).

Материалы и методика исследований. С целью проведения исследований были заложены следующие варианты опытов:

Опыт 1. «Определение оптимальной дозы внесения спиртовой барды при возделывании кукурузы на силос».

Варианты:

1) без внесения (контроль);

2) внесение 20м^3/га спиртовой барды;

3) внесение 40м^3/га спиртовой барды;

4) внесение 60м^3/га спиртовой барды.

Повторность 4-кратная, размещение делянок рендомезированное, площадь делянки 90 м^2. Объект исследования – гибрид кукурузы Краснодарский 194МВ. Предшественник озимая пшеница. Агротехника возделывания кукурузы в опыте соответствовала рекомендациям для данной зоны.

Опыт 2. «Определение оптимальной дозы внесения спиртовой барды в качестве основного удобрения и количества подкормок в течение вегетации при возделывании кукурузы на силос».

Варианты:

1) внесение 40 м^3/га спиртовой барды в качестве основного удобрения;

2) внесение 40 м^3/га спиртовой барды + 10 м^3/га в фазу 2-3 листьев;

3) внесение 40 м^3/га спиртовой барды +10 м^3/га в фазу 2-3 листьев +10 м^3/га в фазу 5-6 листьев.

Повторность 4-кратная, размещение делянок рендомезированное, площадь делянки 90 м^2. Объект исследования – гибрид кукурузы Краснодарский 194МВ. Предшественник озимая пшеница. Агротехника возделывания кукурузы в опыте соответствовала рекомендациям для данной зоны.

Для оценки влияния спиртовой барды на почвенные процессы, формирование корневой системы и надземной массы растений кукурузы, величину и качество урожая, экологическую безопасность и экономическую эффективность использования методики, указанные ниже. Интенсивность транспирации листьев определяли методом быстрых взвешиваний по Иванову (Третьяков,1982). Определение хлорофилла в листьях проводили спектрометрическим методом, сущность которого заключается в измерении оптической плотности вытяжки пигментов при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Ветштейна и Хольма. Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ, г/м^2 • дн) оценивали по методике Веста, Брига и Кидда (Третьяков, 1982). Измерения линейного роста растений кукурузы и оценку его динамики проводили в фазы: 5,7,9 и 11 листьев, цветения и молочно-восковой спелости. Измерения проводили на 15 целых неповрежденных растениях каждой повторности при помощи мерной ленты (Юдин,1980; Третьяков, 2002). Учет урожайности зеленой массы проводили методом сплошной уборки учетной площади делянки с последующим пересчетом на 1 га. Фенологические наблюдения за растениями кукурузы осуществляли в соответствии с методикой планирования наблюдений и учетов (Доспехов, 1985).

Результаты и их обсуждение. Оптимизация минерального питания, как правило, активизирует физиологические процессы, происходящие в растениях. Проведенные нами исследования по интенсивности транспирации листьев кукурузы показали, что внесение возрастающих доз спиртовой барды оказало положительное влияние на этот показатель.

Интенсивность транспирации листьев во все годы исследований была выше в вариантах с внесением спиртовой барды, включая и 2010 г. Определение интенсивности транспирации листьев проводилось в фазу 7 листьев (первая половина июня), когда погодные условия были относительно благоприятными для роста и развития кукурузы. В контрольном варианте в этот период интенсивность транспирации составила 4,35мг/см^2 • час. В варианте с внесением 20 м^3/га спиртовой барды она составила 6,21 мг/см^2 • час, в варианте с внесением 40 м^3/га – 6,39 мг/см^2 • час и варианте с внесением 60 м^3/га спиртовой барды – 6,79 мг/см^2 • час. Таким образом, внесение 60 м^3/га спиртовой барды обеспечило наибольшую интенсивность транспирации в 2010 г.

Во втором опыте внесение подкормок также положительно сказалось на увеличении интенсивности транспирации. Так, если в контрольном варианте этот показатель составил 6,35 мг/см^2 • час, то в вариантах с внесением подкормок – 6,81-6,94 мг/см^2 • час. При этом внесение двукратной подкормки не повлияло на интенсивность транспирации относительно варианта с внесением однократной подкормки. Достоверных различий между данными вариантами не отмечено (табл. 1).

В 2011 г. погодные условия были более благоприятными, что сказалось на увеличении интенсивности транспирации листьев. При этом внесение возрастающих доз спиртовой барды положительно сказалось на этом процессе. Так, в контрольном варианте интенсивность транспирации составила 7,93 мг/см^2 • час, в варианте с внесением 20 м^3/га спиртовой барды – 9,61 мг/см^2 • час, в варианте с внесением 40 м^3/га спиртовой барды – 12,46 мг/см^2 • час и в варианте с внесением 60м^3/га интенсивность транспирации бала наибольшей и составила 13,29 мг/см^2 • час.

Таблица 1. Интенсивность транспирации листьев кукурузы в зависимости от возрастающих доз внесения спиртовой барды (опыт 1)

Варианты	Интенсивность транспирации, мг/см^2.час		
	2010 г.	2011 г.	В среднем за два года
1. Без внесения (контроль)	4,35	7,93	6,20
2. 20м^3/ га барды	6,21	9,61	8,26
3. 40 м^3/га барды	6,39	12,46	9,71
4. 60 м^3/га барды	6,79	13,29	10,76
НСР$_{0,5}$	0,29	0,46	0,37

В указанном году применение подкормок спиртовой бардой также способствовало повышению интенсивности транспирации – 12,96-14,16 против 12,43 мг/см^2 • час в контрольном варианте. Применение двукратной подкормки повысило интенсивность транспирации по сравнению с однократной подкормкой на 9,3%.

Во втором опыте наиболее высокие показатели интенсивности транспирации листьев отмечены в варианте с внесением двукратной подкормки - 12,75 мг/см^2 • час. В варианте с внесением однократной подкормки показатели были несколько ниже – 11,64 мг/см^2 • час.

Таким образом, как видно из представленного анализа, применение спиртовой барды в качестве органического удобрения повышает интенсивность транспирации листьев кукурузы. Применение подкормок, особенно двукратной, в еще большей степени активизирует данный процесс.

Таблица 2. Интенсивность транспирации листьев кукурузы в зависимости от количества подкормок (опыт 2)

Варианты	Интенсивность транспирации, мг/см^2.час		
	2010 г.	2011 г.	В среднем за 2 года
1. 40м^3/га барды (контроль)	6,35	12,43	9,69
2. 40м^3/га + 10м^3/га барды	6,81	12,96	10,47
3. 40м^3/га + 10м^3/га + 10м^3/га барды	6,94	14,16	11,28
НСР$_{05}$	0,38	0,52	0,53

Улучшение условий минерального питания за счет применения спиртовой барды, также повышает содержание хлорофилла в листьях. Отбор образцов производили в фазу 11 листьев. В этот период достоверных различий между вариантами не установлено. В первом опыте содержание суммарного хлорофилла составило 2,41–2,75 мг/г сырой массы. Во втором опыте содержание суммарного хлорофилла составило 2,52- 2,55 мг/г (табл. 3).

Таблица 3. Содержание суммарного хлорофилла в листьях (опыт 1)

Варианты	Суммарный хлорофилл, мг/г сырой массы		
	2010 г.	2011 г.	В среднем за 2 года
1. Без внесения (контроль)	2,41	2,59	2,45
2. 20м^3/га барды	2,75	3,07	2,93
3. 40м^3/га барды	2,62	3,39	3,08
4. 60м^3/га барды	2,51	3,70	3,30
НСР$_{0,5}$	$F_ф<F_т$	0,17	0,20

В 2011 г. внесение возрастающих доз спиртовой барды привело к существенному увеличению количество хлорофилла в листьях. Так, если в контрольном варианте содержание суммарного хлорофилла в листьях кукурузы составило 2,59 мг/г, то в вариантах с внесением спиртовой барды – 3,07-3,70 мг/г. Наибольшее содержание сум-

марного хлорофилла было в варианте с внесением 60 м^3/га спиртовой барды – 3,70 мг/г.

Во втором опыте применение подкормок в фазу 2-3 листьев и в фазу 5-6 листьев также оказало положительное влияние на содержание суммарного хлорофилла. В этих вариантах его количество составило в 2011 г. 3,59 и 3,84 мг/г соответственно. В контрольном варианте количество суммарного хлорофилла было 3,31 мг/г сырой массы.

Таблица 4. Содержание суммарного хлорофилла в листьях (опыт 2)

Варианты	Суммарный хлорофилл, мг/г сырой массы		
	2010 г.	2011 г.	В среднем за 2 года
1. 40м^3/га барды (контроль)	2,52	3,31	2,98
2. 40м^3/га барды + 10м^3/га	2,54	3,59	3,18
3. 40 м^3/га + 10м^3/га + 10м^3/га	2,55	3,84	3,38
$НСР_{0,5}$	$F_ф<F_т$	0,18	0,19

Таким образом, внесение возрастающих доз спиртовой барды обеспечивает увеличение суммарного хлорофилла в листьях кукурузы. Максимальное его количество определено в варианте с внесением 60 м^3/га спиртовой барды. Применение подкормок спиртовой бардой также положительно сказывается на содержании суммарного хлорофилла. Двукратное внесение подкормки обеспечивает максимальное его содержание в листьях.

В формировании урожая важное значение имеет чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Данный показатель, рассматриваемый в процессе онтогенеза, характеризует динамику накопления биологического урожая в связи с фотосинтетической деятельностью растений. Прирост сухого вещества на 1 м^2 листовой поверхности существенно изменяется в онтогенезе. Так, чистая продуктивность фотосинтеза в первом опыте в межфазный период 3-5 листьев в среднем составила 5,59-6,51г/м^2 • сут в зависимости от варианта. К моменту окончания роста и началу цветения чистая продуктивность фотосинтеза у растений кукурузы максимальная и составляет в зависимости от варианта от 6,60 до 7,96г/м^2 • сутки. В дальнейшем к моменту начала созревания зерна чистая продуктивность снижается и составляет по вариантам 3,32-4,12 г/м^2 • сутки. Представленная динамика продуктивности фотосинтеза наблюдалась во все годы исследования (табл. 5).

Таблица 5. Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м^2 • сут

Варианты	Межфазный период		
	3-5 листьев	11листьев-цветение	Цветение-молочно восковая спелость
2010 г.			
1. Без внесения (контроль)	3,07	4,71	2,09
2. 20м^3/га барды	3,09	4,67	2,11
3. 40м^3/га барды	3,06	4,93	2,10
4. 60м^3/га барды	3,08	4,74	2,11
$НСР_{05}$	$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$
2011 г.			
1. Без внесения (контроль)	6,22	6,84	3,54
2. 20м^3/га барды	6,99	7,97	4,07
3. 40м^3/га барды	7,46	8,86	4,93
4. 60м^3/га барды	7,51	8,91	4,98
$НСР_{05}$	0,48	0,49	0,39

Интенсивность накопления сухого вещества в растениях в значительной мере определяется погодными условиями. Так, в 2010 г. аномально высокая температура воздуха и низкая влагообеспеченность негативно сказались на показателях продуктивности фотосинтеза. В межфазный период «3-5 листьев» чистая продуктивность фотосинтеза составила по вариантам опыта 3,06-3,09 г/м^2 • сут, в межфазный период «11 листьев – цветение» – 4,67-4,93г/м^2 • сут. Максимальное значение данного показателя было в межфазный период «цветение – молочно-восковая спелость», которое составило 2,09-2,11 г/м^2 • сут. Внесение спиртовой барды не оказало влияния на данный показатель.

В 2011 г. условия для формирования сухого вещества были более благоприятными. Показатели чистой продуктивности фотосинтеза были выше, чем в предыдущем году. Так, в межфазный период «3-5 листьев» чистая продуктивность фотосинтеза составила по вариантам опыта 6,22–7,5 г/м^{2}сут, в период «11 листьев – цветение» 6,84-8,91г/м^{2}сутки и в межфазный период «цветение – молочно-восковая спелость» – 3,54-4,98г/м^2 • сут. Максимальное накопление сухого вещества во все периоды онтогенеза наблюдалось в вариантах с внесением спиртовой барды в дозах 40 и 60 м^3/га. Достоверных различий между этими вариантами не отмечено.

Таким образом, внесение возрастающих доз спиртовой барды перед посевом, а также применение подкормок по вегетирующим растениям активизирует физиологические процессы кукурузы. Формирование органического вещества, как известно, осуществляется листовым аппаратом. Продуктивность агроценозов напрямую зависит от создания оптимальных условий фотосинтетической деятельности листового аппарата. Интенсивность нарастания листьев в расчете на единицу площади в конечном счете обеспечивает высокую продуктивность посевов. В этом отношении важное значение имеет облиственность растений.

Проведенные нами исследования показали, что внесение возрастающих доз спиртовой барды оказало в целом положительное влияние на облиственность растений. Исключение составляет 2010 г., когда из-за аномальных погодных усдовий действие спиртовой барды на растения не проявилось. Так, в опыте 1 максимальная облиственность растений наблюдалась в фазу цветения. В этот период суммарная площадь листьев в расчете на одно растение составило в контрольном варианте 42,0 дм^2, в варианте 20 м^3/га спиртовой барды – 42,4 дм^2,в варианте с внесением 40 м^3/га спиртовой барды – 39,6 дм^2 и в варианте с внесением 60 м^3/га – 42,2 дм^2(рис.1).

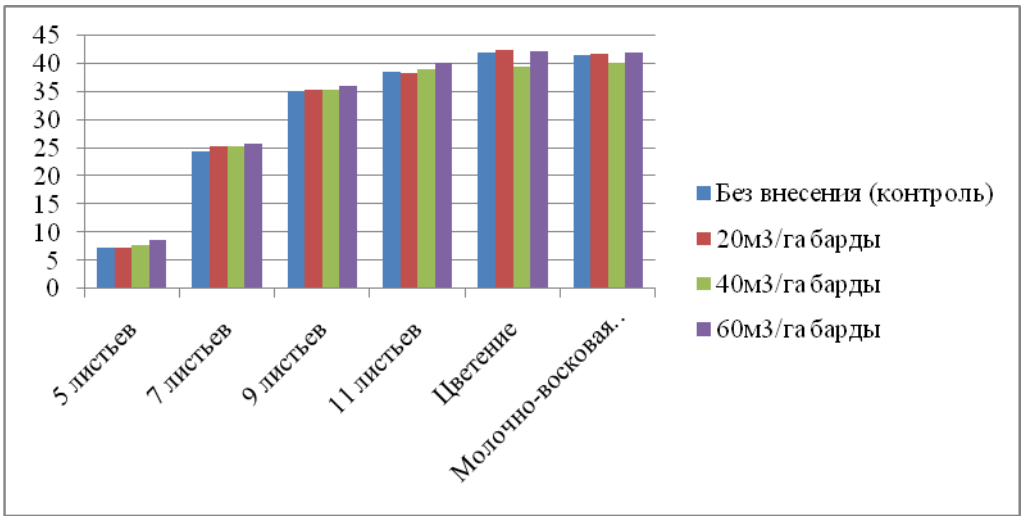


Рис. 1. Динамика формирования облиственности растений кукурузы, дм^2/растение, 2010 г. (опыт 1)

Во втором опыте внесение подкормок также не оказало существенного влияния на облиственность кукурузы. В контрольном варианте суммарная площадь листьев на одном растении в фазу молочно-восковой спелости составила 40,3 дм^2, в варианте с однократной подкормкой – 40,1 и в варианте с двукратной подкормкой – 40,1 дм^2. (рис. 2).

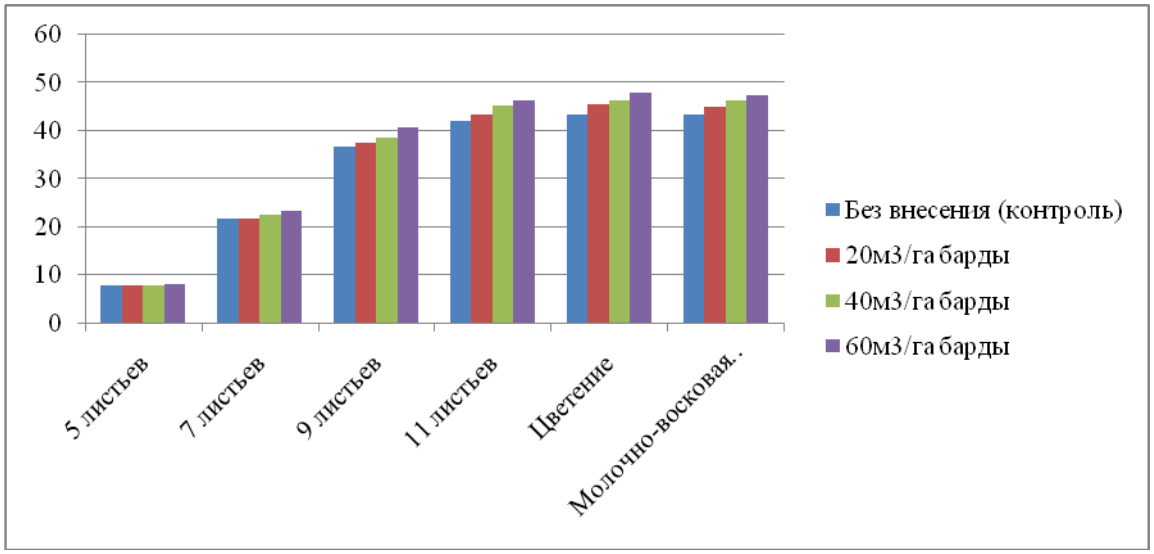


Рис. 2. Динамика формирования облиственности растений кукурузы, дм^2/растение, 2011 г. (опыт 1)

В 2011 г. динамика формирования облиственности растений кукурузы выглядела следующим образом. В фазу 5 листьев суммарная площадь листьев одного растения в контрольном варианте первого опыта составила 7,7 дм^2, в вариантах с внесением возрастающих доз спиртовой барды – 7,8-8,1 дм^2. В фазу семи листьев в контрольном варианте облиственность растения составила 21,7, в вариантах с внесением спиртовой барды 21,6-23,3 дм^2. В фазу девяти листьев: на контроле – 36,7, в вариантах с внесением спиртовой барды 37,5-40,8 дм^2; в фазу одиннадцати листьев: в контроле – 42,0 дм^2, в вариантах с внесением 43,4-46,3 дм^2. Наибольшая суммарная площадь листьев была отмечена в фазу цветения – в контрольном варианте она составила 43,5дм^2, в вариантах с внесением спиртовой барды – 45,5-48,0 дм^2. В фазу молочно-восковой спелости (перед уборкой зеленой массы) площадь листовой поверхности одного растения была на уровне фазы « цветение», в контроле – 43,3 дм^2, в вариантах с внесением спиртовой барды 45,0 -47,4 дм^2. Наибольшая суммарная площадь листьев была в варианте с внесением 60 м^3/га спиртовой барды, в фазу цветения площадь листьев составила в этом варианте 48,0 дм^2 (рис. 3).

Во втором опыте динамика формирования облиственности растений была аналогичной первому опыту. Нарастание площади листовой поверхности в расчете на одно растение происходило до фазы «цветение». В дальнейшем увеличение площади листьев в опыте не наблюдалось.

Внесение подкормок оказало положительное влияние на формирование листовой поверхности растений. В фазу цветения в контрольном варианте суммарная площадь листьев в расчете на одно растение составила 46,8 дм^2, в варианте с однократной подкормкой спиртовой бардой – 48,7 и в варианте с двукратной подкормкой – 52,9 дм^2.

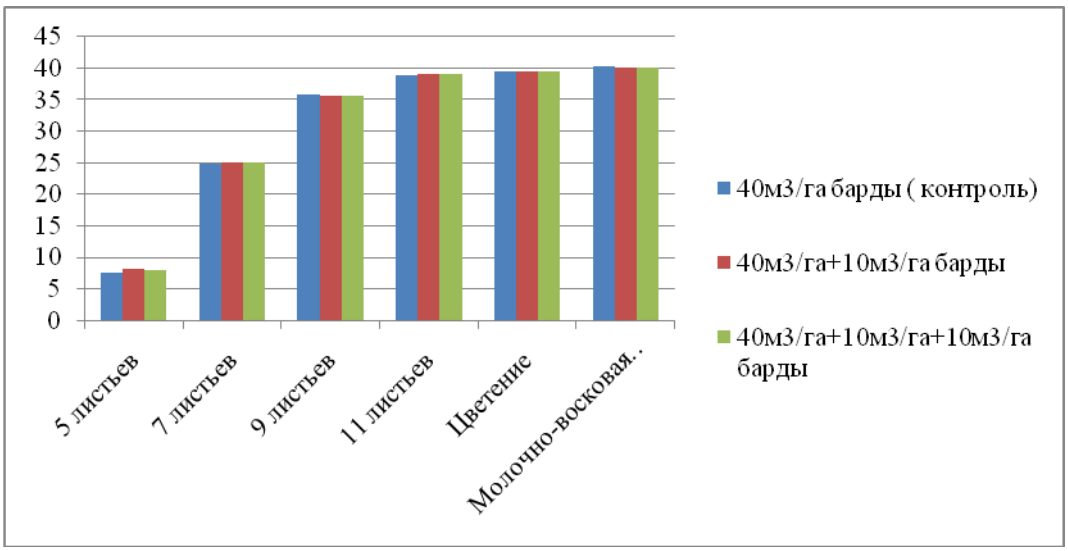


Рис. 3. Динамика формирования облиственности растений кукурузы в зависимости от подкормок, дм^2/растение, 2010 г. (опыт 2)

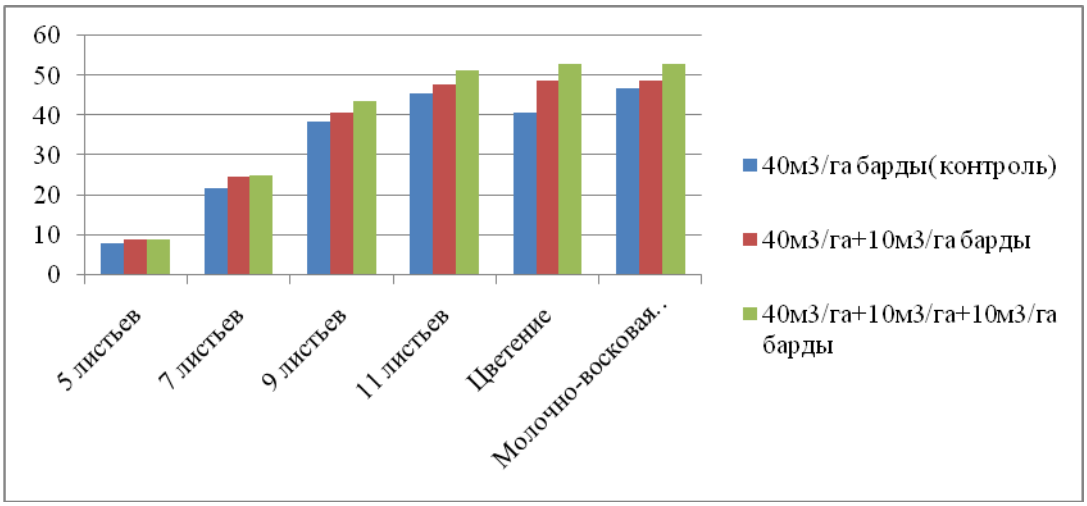


Рис. 4. Динамика формирования облиственности растений кукурузы в зависимости от подкормок, дм^2/растение, 2011 г. (опыт 2).

Применение подкормок по вегетирующим растениям также оказало положительное влияние на суммарную площадь листьев одного растения. В фазу цветения площадь листьев в контрольном варианте составила 49,8 дм^2, в варианте с однократной подкормкой – 53,7 и в варианте с двукратной подкормкой – 55,1 дм^2.

Основным и наиболее существенным критерием оценки любых агротехнических приемов и в частности применения спиртовой барды в качестве органического удобрения является урожайность. Учет зеленой массы кукурузы показал, что в 2010 г. урожай был наименьшим и составил в первом опыте в контрольном варианте 19,8 т/га, в варианте с внесением 20 м^3/га спиртовой барды – 20,3 т/га, в варианте с внесением 40 м^3/га спиртовой барды – 22,9 т/га и в варианте 60 м^3/га спиртовой барды – 22,7 т/га (табл. 6). Низкая урожайность зеленой массы объясняется, как уже заявлено ранее, экстремально жаркой погодой в летний период. Отсутствие осадков во второй половине лета и высокая температура воздуха и почвы негативно сказались на микробиологических процессах, что не позволило проявиться действию спиртовой барды на формирование зеленой массы растений. Достоверных различий по урожаю между вариантами не выявлено.

Таблица 6. Влияние дозы внесения спиртовой барды на урожай зеленой массы кукурузы (опыт 1)

Варианты	Урожайность, т/га		
	2010 г.	2011 г.	% к контролю
1. Без внесения (контроль)	19,8	28,4	100
2. 20м^3/га барды	20,3	37,0	127,7
3. 40м^3/га барды	22,9	39,9	143,3
4. 60м^3/га барды	22,7	41,1	145,5
НСР$_{05}$	$F_ф<F_т$	2,14	

Во втором опыте применение подкормок в виде внесения спиртовой барды также не оказало влияние на урожай зеленой массы кукурузы. Так, в контрольном варианте урожай составил 22,7 т/га, в варианте с однократной подкормкой – 23,7 и в варианте с двукратной подкормкой – 24,3 т/га (табл. 7). Различия между вариантами по урожаю зеленой массы во втором опыте также были не существенны.

В 2011 г. погодные условия были более благоприятные для развития кукурузы, особенно вторая половина вегетационного периода, что положительно сказалось на формировании вегетативной массы растений.

Таблица 7. Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от количества подкормок спиртовой бардой (опыт 2)

Варианты	Урожайность, т/га.		
	2010 г.	2011 г.	% к контролю
1. 40м^3/га барды (контроль)	22,7	39,3	100
2. 40м^3/га +10м^3/га барды	23,7	44,6	111,7
3. 40м^3/га+10м^3/га+10м^3/га барды	24,3	48,1	119,3
НСР$_{05}$	$F_ф<F_т$	3,07	

Урожай надземной части растений составил в зависимости от варианта (опыт 1) 28,4-41,1 т/га. Внесение спиртовой барды оказало положительное влияние на урожай зеленой массы кукурузы. Так, в контрольном варианте урожай составил 28,4 т/га, в вариантах с внесением спиртовой барды он составил 37,0-41,1 т/га. Наибольший урожай отмечен в варианте с внесением 40 м^3/га спиртовой барды – 39,9 т/га и в варианте с 60 м^3/га – 41,1 т/га. Достоверных различий между указанными вариантами не отмечено.

Во втором опыте применение одно- и двукратных подкормок спиртовой бардой по 10 м^3/га оказало заметное влияние на формирование зеленой массы кукурузы. Если в контрольном варианте урожай составил 39,3, то в варианте с использованием подкормок – 44,6-48,1 т/га. При этом наибольший урожай зеленой массы получен в варианте с двукратной подкормкой – 48,1 т/га.

Как видно из представленного материала, погодные условия влияют определенным образом на урожай зеленой массы кукурузы. Однако если рассмотреть средние данные по урожайности, то видно, что внесение спиртовой барды в качестве органического удобрения оказывает положительное влияние на формирование зеленой массы кукурузы. Так, в контрольном варианте средний урожай составил 23,1 т/га, в варианте с внесением 20 м^3/га спиртовой барды – 29,5 т/га, что на 27,7% больше, чем в контроле. В варианте с внесением 40 м^3/га спиртовой барды урожай составил 33,1

т/га, или на 43,3% больше контрольного варианта. В варианте с внесением 60 $м^3$/га спиртовой барды урожай составил 33,6 т/га, или на 45,5% больше, чем контрольном варианте.

Таким образом, исходя из полученных данных по урожаю зеленой массы кукурузы, можно сделать вывод: внесение спиртовой барды в почву перед посевом кукурузы способствует увеличению урожая зеленой массы растений и оптимальной дозой спиртовой барды является 40 $м^3$/га.

Во втором опыте подкормки спиртовой бардой также оказали положительное влияние на урожай зеленой массы кукурузы. В среднем за три года учетов урожай зеленой массы в контрольном варианте составил 32,6 т/га. Однократная подкормка спиртовой бардой в фазу 2-3 листьев в дозе 10 $м^3$/га обеспечила получение урожая 36,4 т/га, что на 11,7% больше, чем в контрольном варианте. Двукратная подкормка спиртовой бардой в фазу 2-3 листьев и в фазу 5-6 листьев в дозе по 10 $м^3$/га способствовала получению урожая 38,9 т/га, что на 19,3% больше, чем в контроле.

Следует отметить, что в третьем варианте второго опыта было всего внесено 60 $м^3$/га спиртовой барды (40 $м^3$/га перед посевом + 10 $м^3$/гав фазу 2-3 листьев + 10 $м^3$/га в фазу 5-6 листьев), что обеспечило получение урожая зеленой массы в количестве 38,9 т/га. В первом опыте в четвертом варианте также было внесено 60 $м^3$/га спиртовой барды (перед посевом кукурузы), однако в этом случае был получен урожай зеленой массы в количестве 33,6 т/га, что на 15,7% меньше.

Таким образом применение дополнительных подкормок оказывает больший эффект на формирование зеленой массы по сравнению с предпосадочным внесением спиртовой барды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черников В.А. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др. // Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Завьялова Н.Е. Агроэкологические аспекты применения нетрадиционных видов органических удобрений / Н.Е.Завьялова, А.И. Косолапова, Е.М. Митрофанова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2006. – № 8. – С. 101-109.
3. Немцев С.Н. Агрофизическое состояние чернозема выщелоченного в зависимости от последствия органических и нетрадиционных удобрений / С.Н. Немцев, С.Н. Никитин, Г.В. Сайдяшева // Вестник Ульяновской ГСХА. – 4.

Секция 3
Осадки сточных вод и возможности их использования для мелиорации земель

УДК 502.36:631.6

УТИЛИЗАЦИЯ ИЛОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОАО «ДАЛЬХИМФАРМ» МЕТОДОМ БИОТЕРМИЧЕСКОГО КОМПОСТИРОВАНИЯ

Г.А. Волосникова

кандидат технических наук, доцент кафедры экология, ресурсопользование и безопасность жизнедеятельности, ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет», **Россия,г. Хабаровск,**galina-volosnikova@yandex.ru

В работе рассмотрена возможность утилизации осадков сточных вод очистных сооружений ОАО «Дальхимфарм» методом биотермического компостирования. В связи с этим изучена технология очистки сточных вод на предприятии, проанализированы нормативные требования к компостам по содержанию тяжелых металлов, рассчитано количество образующегося осадка, компонентов для приготовления компоста и допустимого его количества для внесения в почву, предложена технология компостирования.

Ключевые слова: осадки сточных вод, сооружения биологической очистки, биофильтр, двухъярусный отстойник, анаэробное сбраживание, иловая площадка, биотермическое компостирование, микроорганизмы, органические удобрения, предельно-допустимая концентрация, тяжелые металлы.

UTILIZATION SLUDGE OF TREATMENT FACILITIES OF JSC "DAL'- CHIMPHARM" METHOD OF BIOTHERMAL COMPOSTING

Volosnikova G.A.

The paper considers the possibility of disposing of sewage sludge treatment plant of "Dalkhimpharm" method biothermal composting. In connection with this study the technology of wastewater treatment at the plant, analyzed the regulatory requirements for composts on heavy metal contents, calculated the number of generated sludge compost components for its quantity and acceptable for land application, the technology of composting.

Keywords: sewage sludge, biological treatment plants, biofilters, bunk sewage plant, anaerobic digestion, sludge beds, biothermal composting, microorganisms, organic fertilizers, concentration limits for, heavy metals

Введение. Одним из основных направлений водоохраной деятельности, позволяющим снизить экологический риск, является повышение степени очистки сбрасываемых сточных вод, надежное обезвреживание и утилизация отходов, в том числе образующихся на очистных сооружениях предприятий. Обработка осадков и их последующее экологически безопасное размещение – одна из важнейших проблем, актуальная для всего мира.

Объектом исследования настоящей работы являются осадки сточных вод, образующиеся на предприятиях химико-фармацевтической промышленности, предметом – поиск путей их безопасного обезвреживания и утилизации. Несмотря на то, что количество сточных вод в технологическом цикле предприятий данной отрасли относительно невелико, степень их загрязненности довольно значительна, так как химико-фармацевтическая промышленность характеризуется целым рядом специфических особенностей: многообразием ассортимента выпускаемой продукции, большими расходами разнообразного сырья, многостадийностью производства. Специфика производства лекарственных препаратов не позволяет строго регламентировать количество и состав сточных вод, а следовательно, и образующегося осадка. Это объясняется изменением процесса производства и номенклатуры используемого сырья и продуктов.

ОАО «Дальхимфарм» является одним из крупнейших производителей лекарственных средств в Дальневосточном федеральном округе. Основной вид деятельности

предприятия –производство, хранение и реализация лекарственных средств. В настоящее время предприятие выпускает более 200 наименований лекарственных препаратов, используемых для местной анестезии, дезинтоксикации, в акушерстве и гинекологии, дерматологии, урологии, офтальмологии. Производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды предприятия в количестве 312 $м^3$/сут сбрасываются в городскую водоотводящую сеть. Перед сбросом в канализацию стоки проходят очистку на локальных канализационных очистных сооружениях производительностью 34,8 $м^3$/ч. Технологическая схема очистных сооружений включает первичные двухъярусные отстойники, септическую камеру для анаэробного сбраживания, капельные биофильтры, вторичный вертикальный отстойник. По данным протоколов с результатами анализов проб сточных вод, выполненных в различные временные периоды, отмечаются значительные колебания концентраций загрязняющих веществ в сбрасываемых стоках.

Образующиеся в процессе очистки сточных вод осадки направляются на иловую площадку, имеющую асфальтобетонное основание. Технология эксплуатации иловой площадки заключается в равномерном периодическом напуске сброженного осадка на рабочую площадь, своевременном отводе иловой воды с площадки и ускорении подсушки осадков путем разрушения образующейся на поверхности корки. Применяемый метод обезвреживания осадков с экологической и санитарно-гигиенической точки зрения далек от совершенства, поскольку требует отторжения значительной площади территории предприятия, создает опасность загрязнения атмосферного воздуха вредными выбросами, миграции загрязняющих веществ в почвы и грунтовые воды. Эксплуатация иловых площадок происходит в антисанитарных условиях, так как осадки далеко не безопасны в санитарно-гигиеническом отношении. Кроме того, рассматриваемый вид отходов не поступает во вторичный оборот сырья, а вывозится для захоронения на полигон. В связи с этим целью работы явилась разработка эффективного метода переработки и утилизации осадков сточных вод очистных сооружений ОАО «Дальхимфарм» с учетом их количества, специфики состава и местных условий.

Материалы и методы исследования. Анализ технологической схемы очистных сооружений предприятия позволил сделать вывод, что осадки, выделяемые в процессе очистки сточных вод, можно разделить на два вида: сброженный осадок из двухъярусных отстойников влажностью 90% и избыточный ил, состоящий из биопленки, влажностью 96%.

Установлено, что структура сброженного осадка мелкая и однородная, цвет – почти черный или темно-серый. Осадки отличаются хорошей текучестью, легко обезвоживаются. Избыточный ил представляет собой смесь, состоящую из аэробных бактерий, отмерших тел микроорганизмов, продуктов их жизнедеятельности, мелких частиц загрузочного материала и мельчайших взвешенных частиц, не задерживаемых первичными отстойниками. В результате стабилизации осадков в результате обезвоживания на иловой площадке получается осадок с влажностью 70%.

Известно, что осадки хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод представляют собой ценный вторичный ресурс, в частности, могут быть использованы в качестве удобрения для сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, в осадках могут присутствовать соли тяжелых металлов, некоторые токсичные органические загрязнители и микроорганизмы, что требует их тщательной обработки перед внесением в почву: обезвреживания, улучшения физико-механических и агрохимических свойств, придания товарного вида. Для снижения негативного воздействия очистных сооружений предприятия на окружающую среду и получения дополнительной прибыли было отдано предпочтение методу биотермического компостирования, который позволяет получить инертный обезвреженный конечный продукт, характеризуется простотой технологической схемы и эксплуатации технологического оборудования, низкимиэнергозатратами, экологичностью, быстрой окупаемостью.

Кроме того, предлагаемый метод целесообразен для очистных станций с небольшой производительностью, что также актуально для рассматриваемого предприятия.

Процесс биотермического компостирования осадков сточных вод в смеси с различными органическими наполнителями (торфом, опилками, соломой, сельскохозяйственными растительными отходами и т.п.) позволяет осуществить надежное обезвреживание отходов для последующей их утилизации. Главным лимитирующим фактором при использовании осадка в качестве удобрения является содержание в нем тяжелых металлов. Поэтому осадки перед внесением в почву необходимо анализировать на содержание тяжелых металлов, а на участках, предназначенных для удобрения, проводить агрохимическое обследование почв по различным показателям.

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из основных требований эффективного экологически безопасного использования органических удобрений является организация контроля их качества. Основанием для применения органических удобрений является соответствие их характеристик требованиям нормативных документов [1, 2, 3]. Нормы внесения осадков устанавливаются в зависимости от их удобрительной ценности и содержания тяжелых металлов в почвах и осадках.

Запрещается внесение осадков, если содержание тяжелых металлов в них превышает нормы, указанные в приложении 13 [1]. В случае превышения допускается приготовление компостов на основе осадков в смеси с другими компонентами с доведением содержания тяжелых металлов до нормируемых уровней. Запрещается применение осадков сточных вод, содержащих тяжелые металлы, и компостов из них, если внесение этих удобрений повысит уровень загрязнения почв до значений 0,7-0,8 ПДК. На участках, предназначенных для удобрения компостом на основе осадков сточных вод, до его внесения должно быть проведено агрохимическое обследование почв последующим показателям: pH, содержание подвижных форм фосфора, калия, тяжелых металлов – свинца, кадмия, никеля, ртути, цинка [1]. На основании рассмотренных документов в табл. 1 проведен сравнительный анализ состава осадков сточных вод предприятия по отношению к нормативным требованиям и ПДК загрязняющих веществ.

Таблица 1.Состав осадка сточных вод предприятия и ПДК химических элементов в почвах

Химический состав		Нормативные требования к осадкам сточных вод, мг/кг	ПДКв почве, мг/кг
Наименование компонента	Содержание, мг/кг		
Алюминиевые окислы	1000	-	-
Алюминий солевой	54000	-	-
АПАВ	900	-	-
Железо окислы	3000	-	-
Медь	300	1500	3,0
Механические примеси	314000	-	-
Нефтепродукты	1400	-	-
Нитраты	1000	-	130,0
Нитриты	1000	-	-
Сульфаты	730	-	-
Фосфаты	1000	-	-
Хлориды	529000	-	-
Цинк	1000	4000	23,0

Как видно из таблицы, по содержанию меди и цинка состав осадка соответствует нормативным требованиям, даже если вносить его в почву без смешения с другими компонентами. По остальным ингредиентам нормативные требования отсутствуют.

Расчет доз внесения осадков в почву необходимо вести с учетом ПДК по каждому нормируемому элементу и фоновой концентрации его в почве. Фоновые концен-

трации тяжелых металлов (As, Cd, Pb, Zn, Cu) в почвах Хабаровского района определялись по данным Центра агрохимической службы «Хабаровский». Изучение содержания тяжелых металлов в почвах осуществлялось в течение 2000-2005 гг. на семи пробных участках, расположенных в Хабаровском районе. Как правило, каждый участок отражал преобладающий в районе почвенный покров, историю землепользования, интенсивность и характер применения средств химизации, органических удобрений и проведение мелиоративных мероприятий. В качестве примера ниже приведены результаты ориентировочного расчета допустимой нормы внесения компоста по содержанию цинка для каждого участка.Первоначальная концентрация цинка в осадке составляет 1000 мг/кг, после смешения с опилками, за счет смешивания, концентрация цинка в компосте уменьшится до 200 мг/кг (одна часть осадка + четыре части опилок). Для расчета приняты следующие исходные данные: мощность почвенного слоя – 0,25 м, площадь участка – 1 и 0,5 га соответственно, плотность почвы – 1,5 т/м^3, за фоновую концентрацию принята средняя для каждого из участков концентрация цинка в почве за 2000-2005 гг.Результаты расчета сведены в табл. 2.

Таблица 2 – Расчетные данные максимально-допустимого для внесения в почву объема компоста

Наименование участка	Фоновое содержание цинка в почвенном слое, мг/кг	Содержание цинка в компосте, мг/кг	Максимальный объем компоста, м^3	Высота слоя компоста, м
Хабаровский	4,7	200,0	646,0	0,065
	4,7	200,0	323,0	0,065
Мичуринский	13,68	200,0	328,0	0,033
	13,68	200,0	164,0	0,033
ОПхДальНИИЛХ	3,13	200,0	700,0	0,07
	3,13	200,0	350,0	0,07
Гаровский	2,52	200,0	732,0	0,07
	2,52	200,0	366,0	0,07
Краснореченский	3,07	200,0	703,0	0,07
	3,07	200,0	351,5	0,07
Сергеевский	3,15	200,0	700,9	0,07
	3,15	200,0	350,5	0,07
Чернореченский	3,7	200,0	681,0	0,068
	3,7	200,0	340,5	0,068

Полученные результаты расчета позволяют сделать вывод, что по содержанию тяжелых металлов компост соответствует нормативным требованиям, следовательно, не окажет неблагоприятного воздействия на рост растений и качество сельскохозяйственной продукции.

Расчет количества осадков, задерживаемых на очистных сооружениях предприятия, показал, что общее количество образующегося осадка в сутки составляет 0,05 т по сухому веществу и 0,08 м^3 по объему смеси фактической влажности.Средняя влажность смеси составляет 93%.

Метод компостирования заключается в смешении осадка с заранее приготовленным материалом, имеющим низкую влажность (около 40%), для уменьшения влажности смеси до 50-60%. Дополнительное высушивание компоста продолжается до 30 суток. Осадки сточных вод имеют низкое отношение углерода к азоту, высокую влажность и плохо поддаются аэрации. Их необходимо смешивать с твердым материалом, сорбирующим влагу, который обеспечит дополнительный углерод и нужную для аэрации структуру смеси. В качестве компонентов для приготовления компоста можно использовать древесные опилки, отходы растительного происхождения – истощенные после экстракции корни элеутерококка, валерианы [4, 5]. Результаты расчетов количества компонентов для приготовления компоста приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчетные данные образования компоста

Объем исходного осадка, $м^3$/сут	Объем смеси исходного осадка и опилок, $м^3$/сут	Общая масса сухого вещества, т/сут	Влажность исходной смеси, %	Объем полученного компоста (с у четом потерь), $м^3$/сут	Влажность компоста, %
0,08	0,4	0,1	58	0,3	40

Предлагаемая технология компостирования выглядит следующим образом. Компоненты для компоста (осадок, опилки) подаются в дозаторы, представляющие собой металлические бункеры с метками, соответствующими объему подачи компонентов смеси. Из дозаторов компоненты подаются в смеситель, где производится их перемешивание при помощи вращающихся лопастей. Затем из полученной смеси ковшовым экскаватором формируются компостные кучи. Размеры компостной кучи можно определить на основе оптимальных значений важнейших параметров процесса компостирования при естественной аэрации, приведенных в сводной таблице 4.

Таблица 4 - Параметры процесса компостирования

Параметр	Оптимальное значение
Отношение C/N в субстрате	От 25/1 до 30/1
Размер частиц	50 мм, в случае естественной аэрации
Влажность	50-65
Свободный объем	Около 30%
Аэрация	Поддержание концентрации O_2 в пределах 10-18%
Температура	55°С
Перемешивание	Без перемешивания, при периодическом перемешивании в простых системах
Размеры кучи	Любая длина, высота 2 м и ширина 3 м для куч с естественной аэрацией

Выводы. Таким образом, в работе изучены нормативные требования, предъявляемые к компосту для оценки возможности его внесения в почву, подробно рассмотрен процесс приготовления компоста с использованием осадков сточных вод химико-фармацевтического производства и предложена технология компостирования. Выполнены расчеты количества осадков, задерживаемых на очистных сооружениях предприятия, и количества компонентов для приготовления компоста. Произведен ориентировочный расчет количества компоста, допустимого для внесения в почву применительно к условиям Хабаровского района. Проведенные расчеты подтверждают возможность использования осадков сточных вод сооружений биологической очистки ОАО «Дальхимфарм» как основного компонента для приготовления компоста с последующим внесением его в почву в качестве удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 2.1.7.573-96 « Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения».

2. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве».

3. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы».

4. Цуркан М.А., Архип О.Д., Руссу А.П. Городские отходы и способы их утилизации. – Кишинев: ШТИИНЦА, 1989. – 134 с.

5. Беляева А.В. Рекомендации по накоплению, приготовлению и применению органических веществ. – Пермь, 1987. – 47 с.

УДК 632.122.1

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЙ

А.Х. Яппаров

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, ГНУ Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения (ГНУ ТатНИИАХП), **Республика Татарстан, г. Казань**, niiaxp2@mail.ru

Ш.А. Алиев

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора, ГНУ ТАТНИИАХП, **Республика Татарстан, г. Казань**, niiaxp2@mail.ru

И.А. Дегтярева

доктор биологических наук, заведующая лабораторией агроэкологии и микробиологии, ГНУ ТАТНИИАХП, **Республика Татарстан, г. Казань**, peace-1963@mail.ru

А.Я. Хидиятуллина

научный сотрудник, ГНУ ТАТНИИАХП, **Республика Татарстан, г. Казань**, kindness2006@mail.ru

В полевом опыте с внесением различных доз осадков сточных вод проведен микробиологический мониторинг выщелоченного чернозема при выращивании ячменя. С точки зрения воздействия на микробное сообщество исследуемой почвы наиболее благоприятный эффект оказывает ОСВ-1.

Ключевые слова: осадки сточных вод, микроорганизмы, почва, удобрения, мониторинг

MICROBIOLOGICAL MONITORING OF LEACHED CHERNOZEM AT USE OF SEWAGE SLUDGE AS A FERTILIZER

Yapparov A.H., Aliyev S.A., Degtyareva, I.A., Khidiyatullina A.J.

In field experience with contributing the different doses of the precipitation of the sewages is organized microbiological monitoring leached chernozem under cultivation barley. With standpoint of the influence on microbial community of under investigation soil the most favourable effect renders OSV-1.

Keywords: precipitation of the sewages, microorganism, soil, fertilizer, monitoring

Введение. Интенсивное использование почв, особенно избыточное применение пестицидов и минеральных удобрений, привело к значительному снижению их продуктивности. Это явилось следствием нарушения биологических процессов в почве, ухудшения физических свойств почв и широкого распространения болезней. Хорошим способом восстановления качества почв является применение органических удобрений. Однако количество природных органических удобрений, например навоза, крайне ограничено, что требует поиска новых нетрадиционных удобрений. В качестве такого нетрадиционного удобрения возможно использование осадков сточных вод (ОСВ), которые формируются в процессе очистки городских сточных вод. По своим агрохимическим свойствам осадки не уступают навозу и другим видам традиционных удобрений, а по некоторым параметрам даже превосходят их.

Наиболее рационально и безопасно применение осадков при выращивании декоративных либо технических культур, что позволяет экономить природные удобрения, и главное – возвращать в биогеохимические круговороты биогенные элементы, входящие в состав осадков сточных вод. Такой вариант является и экологически наиболее безопасным с позиции миграции металлов по трофической цепочке почва – растение – человек. В этом

случае осадок используется в системе, когда человек не является завершающим звеном. Более того, поскольку хранение образующихся осадков сточных вод представляет собой определенную экологическую опасность для окружающей среды, их утилизация в качестве нетрадиционного удобрения могла бы стать решением сразу двух экологически важных проблем.

Необходимо отметить, что большинство исследований, представленных в литературе, посвящено анализу агрохимических свойств и содержания токсикантов в осадках методами химических исследований. Интерес авторов сосредоточен на оценке удобрительной ценности осадков, миграции токсикантов в растения и урожайности сельскохозяйственных культур [3, 4, 10-12]. При этом основное внимание уделяется контролю за качеством урожая и защите человека как конечного звена пищевой цепи, для чего используется процедура сравнения содержания токсикантов в осадках, почве, растениях с величинами предельно допустимых концентраций. Гораздо меньше работ посвящено влиянию осадков на микробные сообщества почвы, при этом авторами анализируются бытовые ОСВ, искусственно загрязненные одним, реже несколькими металлами [1, 2, 8, 9]. В то же время этот аспект является крайне важным, так как именно устойчивое функционирование микробных сообществ обеспечивает возобновление плодородия почвы.

Целью проводимых исследований являлось изучение влияние осадков сточных вод на почвенную микрофлору выщелоченного чернозема при выращивании ячменя.

Материалы и методы исследований. Для исследования были взяты осадки сточных вод станции очистки г. Набережные Челны, проходившие термофильное анаэробное сбраживание в метантенках в течение 10-12 суток при температуре 53-55°С и процесс обезвоживания в иловых картах с дренажем в течение 8 лет. Содержание органического вещества в осадках: ОСВ-1 – 55%, ОСВ-2 – 58%, азота – 3,2 и 2,7%, фосфора – 3,3 и 5,3% соответственно. По содержанию ТМ осадки относятся к первой группе опасности и разрешены к использованию под все сельскохозяйственные культуры, кроме овощных и зеленных.

Полевой опыт с ячменем был заложен на выщелоченном черноземе по следующей схеме: 1 – контроль без удобрений, 2 – навоз 40 т/га, 3 – ОСВ-1 7 т/га, 4 – ОСВ-1 10 т/га, 5 – ОСВ-2 6 т/га, 6 – ОСВ-2 9 т/га. Повторность в опыте трехкратная. Агротехника возделывания ячменя общепринятая в Предволжской зоне Республики Татарстан.Почва имела следующую агрохимическую характеристику: гумус – 6,5%, $pH_{сол.}$ – 5,0; сумма поглощенных оснований – 32 мг-экв/100 г почвы, P_2O_5 – 92 мг/кг и K_2O – 126 мг/кг почвы (по Чирикову). Содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов было (мг/кг): As – 0,02, Co – 0,008, Ni – 0,18, Zn< 0,50, Pb – 0,05, Cd – 0,011, Cr< 0,50, Cu – 0,031.

Почвенные образцы из ризосферы ячменя отбирали во время уборки. Комплексное исследование микробоценоза включало определение численности жизнеспособных микроорганизмов различных эколого-трофических групп методом посева соответствующих разведений на элективные среды [6, 7]: гетеротрофных микроорганизмов – на мясопептонномагаре, азотфиксаторов – на среде Эшби, фосфатмобилизующих микроорганизмов – на среде Муромцева, денитрификаторов – на среде Гильтая, микромицетов – на среде Чапека, актиномицетов – на крахмало-аммиачном агаре. Численность микроорганизмов выражали в количестве колониеобразующих единиц (КОЕ) на 1 г почвы после ее высушивания при 105°С[5]. В качестве контроля использовали почву без растений.

Результаты исследований и их обсуждение. Необходимо отметить, что каждый из анализируемых параметров подвержен флуктуациям. Более того, эти флуктуации асинхронны. Именно поэтому при анализе проб, отобранных в определенный момент времени, можно ожидать, что значения какого-то параметра будут находиться в верхней точке, а

другого – в нижней. В случае же изменения времени отбора, эти параметры могут поменяться местами.

Поэтому была применена рейтинговая система. Для этого результаты анализа каждого конкретного параметра были выстроены по ранжиру с присвоением баллов в соответствии со следующими принципами. В случае параметров, увеличение которых является результатом положительного изменения в почвенном сообществе, баллы присваивали от меньшего к большему значению. Если же увеличение значения параметра может способствовать негативным эффектам при функционировании сообщества, баллы присваивали в обратном порядке. На завершающем этапе присвоенные баллы суммировали, и образцы выстраивали по рейтингу. Основанием для заключения о влиянии ОСВ на микробоценоз может служить максимальная сумма баллов определенного образца. На основании предложенной схемы, были установлены баллы и рассчитан рейтинг проанализированных образцов (таблица).

Исследования показали, что внесение навоза не повлияло на численность гетеротрофных микроорганизмов по сравнению с контрольными вариантами ($3,4*10^6$ КОЕ/г). Внесение ОСВ-2 также не изменило их количество. Внесение ОСВ-1 в дозе 7 т/га продемонстрировало двукратное увеличение численности гетеротрофов ($7,8*10^6$ КОЕ/г). Практически одинаковый уровень обилия азотфиксирующих микроорганизмов выявлен в почвах контрольных вариантов ($1,3-1,7*10^6$ КОЕ/г). При внесении ОСВ-1 и ОСВ-2 в дозах 7 и 6 т/га отмечено увеличение численности диазотрофов (2,6 и $2,9*10^6$ КОЕ/г соответственно).

Таблица. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов

Вариант	Гетеро ротро-тро-фы, млн/г	Азот-фикса-торы, млн/г	Бакте-рии на КАА, млн/г	Денитри-фикато-ры, млн/г	Фосфатра-створяю-щие, млн/г	Мик-роми-цеты, тыс./г	Акти-нобак бак-терии, млн/г	Сум-марные баллы
Контроль (без удобрений)	3,4	1,3	2,0	0,025	8,3	100,0	0,6	22
Навоз (40 т/га)	3,4	1,2	0,7	0,025	12,4	135,0	0,4	23
ОСВ-1 (7 т/га)	7,8	2,6	28,5	0,006	7,0	90,0	4,4	32
ОСВ-1 (10 т/га)	3,3	1,6	10,3	0,006	12,3	85,0	2,2	29
ОСВ-2 (6 т/га)	3,2	2,9	2,5	0,06	8,0	215,0	1,9	28
ОСВ-2 (9 т/га)	1,8	1,4	1,2	0,006	10,7	120,0	1,7	22
Контроль (почва без растений)	2,0	1,7	8,3	0,6	8,1	100,0	2,2	24

Минимальное количество денитрификаторов ($6,0*10^3$ КОЕ/г) было отмечено в вариантах с внесением ОСВ-1 в дозах 7 и 10 т/га и ОСВ-2 в дозе 9 т/га. В вариантах с внесением навоза и контроле без удобрений их численность была выше ($2,5*10^6$ КОЕ/г). Самое большое количество этих микроорганизмов было обнаружено в контроле без растений.

Каких-либо закономерностей при анализе численности бактерий, использующих минеральный азот, не установлено. Минимальное их количество выявлено в варианте с навозом ($0,7*10^6$ КОЕ/г), максимальное – в варианте с ОСВ-1 в дозе 7 т/га ($28,5*10^6$ КОЕ/г). В остальных случаях показатели варьировали в интервале $1,2-10,3*10^6$ КОЕ/г.При анализе фосфатмобилизующих бактерий также не отмечено существенных различий. Их количество не зависело от доз ОСВ и находилось в пределах $7,0-12,4*10^6$ КОЕ/г.

Анализ микромицетов позволил выявить отсутствие достоверного влияния ОСВ на их количество, за исключением варианта, где вносили ОСВ-2 в дозе 6 т/га. В этом случае численность почвенных грибов оказалась в 1,5-2,0 раза выше по сравнению с контрольными вариантами. При изучении актиномицетов выявлена следующая закономерность. Как и при оценке ответной реакции гетеротрофных микроорганизмов, максимальная чис-

ленность отмечена для варианта ОСВ-1 в дозе 7 т/га ($4,4*10^6$ КОЕ/г). Высокое количество актиномицетов в почве без растений обнаружено в варианте ОСВ-1 в дозе 10 т/га ($2,2*10^6$ КОЕ/г). Следует отметить, что в случае гетеротрофов почва без растений демонстрировала в два раза меньшую численность микроорганизмов, а в случае актиномицетов в этой почве их оказалось в 4-5 раз больше по сравнению с контрольной почвой (без удобрений) и вариантом, где вносили навоз.

Анализируя полученные в полевом опыте результаты, можно заключить, что внесенные в разных дозах осадки стабильного преимущества перед другими вариантами не продемонстрировали. С точки зрения воздействия на микробное сообщество исследуемой почвы наиболее благоприятный эффект оказывает ОСВ-1. Применение осадков сточных вод должно обеспечивать увеличение органического вещества почвы. Однако, как следствие этого, значительного увеличения численности микроорганизмов, участвующих в его минерализации, обнаружено не было. Возможно, это связано с низкой дозой вносимых ОСВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Ш.А., Яппаров А.Х., Дегтярева И.А. Влияние осадков сточных вод на почвенную микрофлору выщелоченного чернозема // Ресурсосберегающие технологии использования органических удобрений в земледелии: Сб. докл. Всеросс. науч.-практ. конф. – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2009. – С. 165-168.

2. Беспалова А.Ю. Влияние микроскопических грибов на подвижность тяжелых металлов в почве при агротехническом загрязнении: Автореф. дис. … канд. биол. наук. – М., 2003. – 25 с.

3. Духанина Н.В. , Хомякова Д.М. Использование сточных вод в кормопроизводстве // Кормопроизводство. – 2004. – №2. – С. 21.

4. Захаренко А.В. Использование органических бытовых и промышленных отходов в современном земледелии // В кн.: Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов. – Владимир,2004. – С. 3-6.

5. Зенова Г.М. , Степанов А.Л., Лихачева Н.А. и др. Практикум по микробиологии почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. – 120 с.

6. Колешко О.И. Экология микроорганизмов почвы. Лабораторный практикум. – Минск: Высшая школа, 1981. – 175 с.

7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.

8. Селиванская С.Ю., Киямова С.Н., Латыпова В.З., Алимова Ф.К. Влияние ОСВ, содержащих металлы, на микробные свойства серой лесной почвы // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 588-594.

9. Яппаров А.Х., Алиев Ш.А., Дегтярева И.А., Ишкаев Т.Х., Ильясов М.М., Селивановская С.Ю. Агрохимический и микробиологический мониторинг серой лесной почвы при внесении осадков сточных вод// Журнал Экологии и промышленной безопасности (Вестник Татарстанского отделения Российской Экологической Академии). – Казань, 2010. – № 2 – С. 41-46.

10. Chander K. Dyckmans J., Joergensen R., Meyer B., Raubuch M. Different sources of heavy metals and their long-term effects on microbial properties / Biol. Fertil. Soils. – 2001. – V. 34. – P. 241-247.

11. Khan M., Scullion J. Effect of soil on microbial responses to metal contamination // Environmental Pollution. – 2000. – V. 110. – P. 115-125.

12. McGrath S.P., Chaudri A.M., Giller K.E. Long-term effects of metals in sewage sludge on soils, microorganisms and plants // J. Industrial Microbiology. – 1995. – V. 14. – P. 94-104.

УДК 504.064.45+631.879.3

ПРИМЕНЕНИЕ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ ВОДООЧИСТКИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА

А.В. Пасенко

кандидат технических наук, доцент кафедры экологической безопасности и организации природопользования, Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, **Украина, г. Кременчуг**, pasenko2000@mail.ru

В работе обосновано эффективное использование в качестве химического мелиоранта шламовых отходов водоочистки теплоэлектростанций, рассмотрено влияние на свойства почвы. Исследовано возможное наличие фитотоксического действия почв на растения после применения мелиоранта. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии снижения интенсивности ростовых процессов на почвах после известкования с использованием указанных промышленных отходов.

Ключевые слова: почва, известкование, химический мелиорант, шлам водоочистки теплоэлектростанции, фитотоксическое действие, ростовой тест.

THE USAGE OF SLUDGEWASTE OF WATER TREATMENT IN THERMAL POWER PLANT AS CHEMICAL MELIORANT

Pasenko A.V.

The work proves the effective is reasonable the uses aschemicalmeliorantof sludgewaste of water treatment in thermal power plant, influence is considered on properties of soil. The possibility of phytotoxic action of soils after using them ofmeliorant is under research in this work. The received results show the absence of reduction in intensivity of growth process in soils after liming them with the usage of above mentioned industrial waste.

Key words: soil, liming, chemical meliorant, sludgewaste of water treatment in thermal power plant, phytotoxic action, test of height.

Введение. В структуре сельскохозяйственных земельных территорий Украины присутствуют значительные площади кислых почв. Их эффективное плодородие значительно ниже по сравнению с плодородием обычных почв. Для коренного улучшения свойств кислых почв наряду с агротехническими и водно-мелиоративными мероприятиями проводят химическую мелиорацию, а именно известкование. Систематическое применение химических мелиорантов, удобрений определенным образом влияет на содержание химических элементов в почве и их накопление в растениях. В частности, при использовании осадков сточных вод и других отходов в качестве удобрений при систематическом их применении необходимо учитывать ПДК того или другого элемента в почве и динамику его накопления [1]. Актуальность проблемы контроля загрязнения почв и их влияния на биоту почвы определяется тем, что почва является важным экологическим звеном связей биосферы, в котором наиболее интенсивно происходит взаимодействие живой и неживой материи [2].

Для экологической оценки состояния почв после применения промышленных отходов в качестве мелиорантов, удобрений широко применяется метод ростового теста, который заключается в учете изменений показателей роста проростков индикаторной растительной культуры, выращенной на исследуемых образцах почвы. Метод биотестирования позволяет установить наличие или отсутствие токсичного эффекта действия почвы на ростовые процессы растений [3].

Целью работы было исследовать эффективность применения шламовых отходов водоочистки теплоэлектростанций (ТЭС) в качестве химического мелиоранта для восстановления плодородия кислых почв при условии предупреждения их загрязнения. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- исследовать эффективность применения шлама водоочистки ТЭС в качестве химического мелиоранта кислых почв по сравнению с действием традиционного мелиоранта– извести;
- исследовать влияние почв после известкования на растения с применением метода биотестирования – ростового теста.

Материалы и методыисследования. Для проведения исследований пробы слабокислых почв (черноземы подзолистые суглинковые) были отобраны в Козельщинском районе Полтавской области на территориях с условиями почвообразования, способствующими формированию кислых почв. Пробы почв из пахотного слоя глубиной 0,25–0,30 см отбирались согласно ДСТУ 4287:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб». Объединенная проба каждой почвы состояла из 5 точечных проб. Средняя проба каждого образца почвы формировалась методом квартования. Для проведения анализа кислотности почв, лабораторных исследований по известкованию и биотестированию из почвы удаляли "скелет" с получением фракции "мелкозема" согласно ДСТУ ISO 11464-2001 «Якість ґрунту. Попередня обробка зразків для фізико-хімічного аналізу», ДСТУ ISO 10381-6-2001 «Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору, обробки та зберігання ґрунту». Определение гидролитической кислотности исследуемых образцов почвы проводили согласно ГОСТ 26212-91 «Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО». В качестве кальцийсодержащих материалов для известкования использовали альтернативный химический мелиорант– шламовый отход водоочистки Кременчугской ТЭЦ и для сравнения традиционный мелиорант– известь. Указанные отходы промышленности содержат определенное количество $CaCO_3$. При расчете физической нормы внесения известковых материалов учитывали поправки на содержание влаги, примесей и недействующего $CaCO_3$ (по тонине помола). Для исследования влияния почвы после внесения мелиорантов на ростовые процессы растений использовали метод биотестирования (по Горовой А.И.)[4].

Результатыисследования. По результатам анализа почв было установлено, что гидролитическая кислотность исходных проб составляет:

- почва № 1 – 5,30 мг-экв/100 г почвы;
- почва № 2 – 3,53 мг-экв/100 г почвы;
- почва № 3 – 4,70 мг-экв/100 г почвы.

Согласно данным таблицы 1, исследуемые почвы требуют первоочередного известкования независимо от зоны их географического расположения.

Таблица 1. Потребность почв в известковании

Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г	Потребность в известковании
Более 4,0	Почвы требуют первоочередного известкования
4,0 – 3,0	Рекомендуемо обязательное известкование почв
3,0 – 2,0	Средняя потребность почв в известковании
2,0 – 1,8	Необходимо известковать подзолистые, супесчаные, песчаные и глинисто-песчаные почвы
1,8 – 1,5	Слабая потребность в известковании
< 1,5	Отсутствует потребность в известковании

Дозу $CaCO_3$ для известкования почв определяли по величине гидролитической кислотности по формуле:

$$Д=0,5 \cdot H_Г \cdot S \cdot h \cdot d/1000, \quad (1)$$

где Д – доза $CaCO_3$, т/га;

$H_Г$ – гидролитическая кислотность почвы, мг-экв/100 г почвы;

S – площадь территории, га;

h – глубина пахотного слоя, м;

d – объемный вес почвы, г/см^3.

После внесения химических мелиорантов (шлама, извести) пробы почв оставляли для раскисления на 14 суток при температуре +25°С. Результаты последующего анализа исследуемых образцов почвы на гидролитическую кислотность приведены в таблице 2.

Таблица 2. Гидролитическая кислотность почвы после раскисления, мг-экв/100 г

Химический мелиорант	Почва № 1	Почва № 2	Почва № 3
Шлам	1,40	1,50	1,50
Известь	1,50	1,55	1,40

Согласно результатам определения гидролитической кислотности почв после известкования кальцийсодержащими материалами (шлам, известь) было установлено, что гидролитическая кислотность обработанных образцов почв соответствует нейтральным значениям pH, что свидетельствует об эффективном действии химических мелиорантов. При этом использование шламовых отходов водоочистки ТЭЦ по эффективности не уступает действию традиционного химического мелиоранта – извести. Наблюдается улучшение структуры почвы, изменение её физико-химических свойств, повышение биологической активности.

Для исследования вероятного наличия фитотоксического действия почв вследствие применения в качестве химического мелиоранта шламовых отходов водоочистки ТЭЦ использовали метод биотестирования: «Ростовой тест» по методике Горовой А.И. В ростовом тесте контролируют интенсивность роста индикаторного растения, семена которого проращивают на исследуемой и контрольной почве, фиксируя следующие показатели:

- энергия прорастания растений;
- высота проростков;
- длина корня;
- сухая масса надземной и подземной части проростков и др.

В работе была использована тест-культура с мелкими семенами – редис *Raphanussativus*var. *sativus*L. Семена откалиброванные с проведением предпосевной обработки, приобретены на Весело-Подолянской научно-исследовательской селекционной станции. В работе был использован метод проращивания тестовой культуры в чашках Петри. Контрольным субстратом служила исследуемая почва без внесения химическихмелиорантов. Исследования во всех вариантах проводили в трех повторностях.

По результатам исследования биопараметров роста тестовой культуры на образцах почв установлено, что результаты эксперимента статистически незначимо отличаются от контрольного опыта (значение $t < t_{st}$ (N – 1; 0,05) = 1,96). Отсутствие статистически значимой разницы между средними значениями биопараметров в кон-

трольных и исследуемых образцах свидетельствует об отсутствии фитотоксического действия почв на растения после известкования.

Сравнительный анализ применения для известкования кислых почв традиционного и альтернативного материалов (соответственно извести и шламовых отходов водоочистки ТЭЦ) показал одинаковый позитивный эффект при проращивании тестовой культуры на исследуемых образцах почв (рисунок).

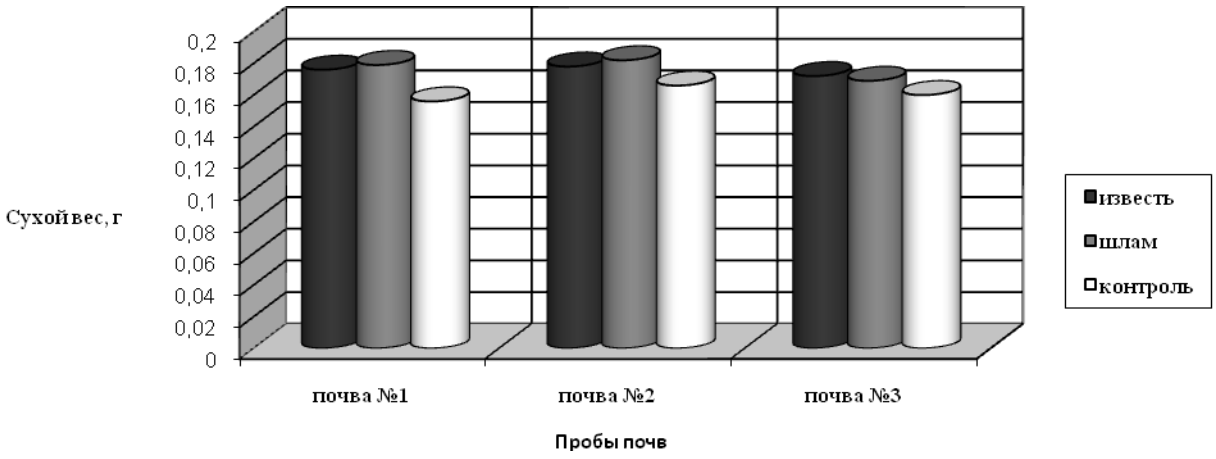


Рисунок. Показатели сухой биомассы тест-культуры

Выводы.

1. Шлам водоочистки ТЭС эффективно на уровне традиционного химического мелиоранта извести изменяет реакцию почвенного раствора (pH) и на кислых почвах может быть рекомендован как альтернативный кальцийсодержащий химический мелиорант.

2. Почвы после применения шламовых отходов водоочистки ТЭС в качестве химического мелиоранта с учетом норм дозирования при известковании не проявляют фитотоксического действия по показателям роста проростков тестовой культуры при исследовании методом биотестирования ("Ростовой тест").

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Царенко В.П. Система удобрения / Под ред. В.Н. Ефимова. – М.: КолосС, 2003. – 320 с.

2. Бабошкина С.В. Химический состав почв и растений различных по антропогенной нагрузке территорий г. Барнаула / С.В Бабошкина, А.В. Пузанов // Мир науки, культуры, образования. – 2008. – № 3(10). – С. 14–18.

3. Багдасарян А.С. Биотестирование почв городских территорий с использованием растительных организмов :дис … канд. биол. наук : 03.00.16 / Багдасарян Александр Сергеевич. – Ставрополь, 2005. – 159 с.

4. Горова А.І., Риженко С.А., Кравчук О.П. та ін. Методичні рекомендації «Обстеження та районування територій за ступенем впливу антропогенних чинниківна стан об’єктів довкілля з використанням інтегральних цитогенетичних методів оцінки». – Дніпропетровськ: ВЦ НГУ, 2006. – 37 с.

УДК 631.454

БЕЗОПАСНЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Т.В. Починова

кандидат биологических наук, инженерно-технологический факультет, ВПО ФГБОУ «Технологический институт – филиал Ульяновской ГСХА», **Россия, г. Димитровград**, potv88@mail.ru

В статье рассматривается несовершенство критериев оценки степени загрязнения почв тяжелыми металлами при внесении ОСВ.

Ключевые слова: осадки сточных вод, утилизация, загрязнение почв тяжелыми металлами, баланс элементов.

SAFE APPROACHS BY DECISION OF PROBLEM UTILIZATION OF SEWAGE SLUDGE

T.V. Pochinova

In the article imperfection criteria of assessing the degree of soil pollution with heavy metals in introduction of sewage sludge are considered.

Keywords: sewage sludge, utilization, soil pollution with heavy metals, the balance of the elements.

К потере плодородия почв в ряде регионов привело одновременное резкое сокращение поголовья скота и применение минеральных удобрений. Всовременном мире образуются огромные количества отходов в виде сточных вод, осадков сточных вод (ОСВ) и вместе с тем обостряются проблемы, связанные с их рациональной, экономической и экологически безопасной утилизацией. Проблема утилизации ОСВ для многих городов и поселков Российской Федерации связана с громадными капиталовложениями по нейтрализации вредных воздействий на окружающую среду. Во многих регионах финансовых средств для строительства полигонов захоронения и хранилищ местные власти практически не имеют, поэтому внесение ОСВ на поля или приготовление компостов на их основе с последующим использованием в сельскохозяйственным производстве – единственный оперативный и дешевый метод утилизации.

Появление новых видов нетрадиционных удобрений в качестве альтернативы требует проверки их агрономической эффективности и энергетической оценки, поскольку экономические затраты на их производство и применение должны быть ниже, чем вклад в агроэкосистему. С точки зрения применения ОСВ в качестве удобрения прежде всего наибольшую проблему представляет присутствие в них тяжелых металлов (ТМ). Но известно, что ТМ содержатся и в самой почве.

Система нормирования содержания тяжелых металлов в почве имеет большое прикладное значение, но данная проблема разработана крайне слабо. Прежде всего в настоящее время нет единых подходов к разработке ПДК тяжелых металлов в почве, недостаточно разработаны также критерии, которые можно было бы взять за основу при определении данного норматива. В результате утвержденные уровни ПДК и ОДК не отвечают современным требованиям [1].

Так, природоохранное законодательство, действующее в России, предусматривает санитарно-гигиеническое нормирование. Цель этого нормирования заключается в минимизации негативного воздействия загрязнении на здоровье человека, а главный критерий – миграция токсикантов по пищевой цепи, поступление в продукты питания и организм человека. В результате практически не учитывается ущерб, который наносится другим компонентам экосистемы. Подобная система нормирования изначально

не может обеспечить сохранность природы. Предельно допустимые концентрации ТМ, несмотря на разнообразие почвенно-климатических условий, являются едиными для всей РФ. Между тем почвы различаются по природному элементному составу (фону), имеют неодинаковую способность к инактивации ТМ, разные адапционные возможности микробного комплекса и т.д. По мнению ряда ученых, экстраполяция единых величин ПДК на всей территории без учета региональных особенностей представляется несостоятельной [3,4]. В результате возникают ситуации, когда фоновое содержание металлов в почве, обусловленное их концентрацией в материнской породе и условиями почвообразования, превышают действующие ПДК. В последнее десятилетие указанный недостаток использования ПДК для почв частично компенсируется введением ОДК. Они рассчитаны для шести тяжелых металлов и имеют по три численных значения для различных условий, что делает их применение более обоснованным и гибким. Однако перечень природных условий, при которых они применимы, не исчерпывает разнообразие свойств почв не только России, но даже юга ее европейской части [2].

Кроме того, вызывает сомнение полнота перечней показателей, на основании которых делается заключение о степени загрязнения почв тяжелыми металлами. Ряд исследователей отмечают, что для более объективной оценки степени загрязнения почв необходимо учитывать и другие формы соединения металлов, поскольку именно этим определяется степень их опасности. Предлагается использовать метод последовательных экстракций, который позволяет определить следующие формы: легкорастворимые, связанные с органическим веществом и карбонатами, с амфотерными гидроксидами и оксидами железа и марганца, входящими в состав глинистых минералов. Такой подход позволяет охарактеризовать процессы миграции и аккумуляции металлов в ландшафтах, изучить механизмы почвенно-геохимических процессов, дать рекомендации по обоснованию мероприятий в целях рационального использования и охраны почв, раскрыть причину инактивирующего свойства почвы, выявить механизмы ее функционирования в условиях техногенного прессинга [4].

Однако нормативов на содержание указанных форм ТМ в почве не существует, кроме того, широкое применение подобного подхода при почвенно-экологическом мониторинге сделает его значительно дороже.

Известно, что наличие нескольких ТМ в почве приводит к усилению токсического действия данных элементов, обусловленного, во-первых, сложением отрицательного физиологического воздействия, а во-вторых, синергическим взаимодействием элементов. Результирующее влияние зависит от чувствительности растений (общей и поэлементной), почвенных условий, химической формы соединений и других факторов, но определяющими являются набор металлов и их пропорции. В связи с этим ряд исследователей рекомендуют включать в программу мониторинга дополнительные показатели, отражающие совокупное воздействие токсикантов на биологические объекты.

В качестве одного из таких критериев реакции почвы на загрязнение тяжелыми металлами можно использовать чувствительность почвенной биоты - метод биотестирования. Он позволяет существенно дополнить полученную с помощью общепринятых аналитических методов оценку складывающийся в агроэкосистеме ситуации. Реакция тест-организмов отражает совокупное (интегральное) воздействие поллютантов на биологические системы.

Кроме этого, для оценки загрязнения почв ТМ в настоящее время используют показатели, полученные на основе соотнесения фактических и фоновых концентраций: коэффициент техногенной концентрации элемента (K_c) и суммарный коэффициент техногенного загрязнения (Z_c), а также соотнесение с природными кларками. Однако общепринятой методики для оценки экологической ситуации почвенно-биотического комплекса на основе интеграции ряда показателей в настоящее время не существует, хотя поиск активно ведется.

Для оценки экологической сбалансированности применения удобрений, как одного из превалирующих видов воздействия на почву в процессе сельскохозяйственного производства, предлагается использовать расчетные параметры баланса элементов в системе «почва – удобрение – растение – окружающая среда».

$$B = R + D + N_f - U, \quad (1)$$

$$\sum B = \sum(D + N_f - U), \quad (2)$$

где

В – ежегодный баланс, кг/га;

Д – поступление элемента с удобрениями, кг/га;

R – остаточное количество элемента в почве (определяется расчетным методом или по соответствующим нормативным показателям), кг/га;

N_f–-количество симбиотического фиксированного азота (для бобовых культур) кг/га;

U – ежегодный вынос элемента с урожаем, кг/га;

∑– сумма кумулятивных или суммарных с нарастающим итогом показателей.

При оптимальной обеспеченности культур питательными элементами (включая остатки удобрений и фиксированный азот значения В и ∑В должны быть близки к нулю [5]. Однако, учитывая вышеизложенные недостатки системы ПДК для почв, уровень допустимого воздействия целесообразней связывать не с предельно допустимой концентрацией металлов в почве, а с содержанием его в растениеводческой продукции. То есть, недопустимым считать воздействие, при котором содержание тяжелого металла в почве достигает значений, вызывающих ухудшение качества продукции растениеводства в конкретных условиях хозяйства. Для реализации такого подхода потребуется большая информационная база, на основании которой можно будет установить связь между содержанием металла в почве и поступлением его в растение в зависимости от конкретных почвенных, погодных и других сопутствующих условий, что в настоящее время представляется весьма проблематичным. Поэтому основным показателем, свидетельствующим о допустимости воздействия, в настоящие время является ПДК. В связи с этим определены ПДК для некоторых металлов в осадках, используемых в качестве удобрения.

Таким образом, при разработке норм внесения ОСВ, содержания ТМ, в почве должна учитываться их полифункциональная суть, одинаково важная как для поддержания сложившегося равновесия, так и в производстве продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукин С.В., Мирошникова Ю.В., Авраменко П.М. Мониторинг содержания тяжелых металлов в почвах Белгородской области // Агрохимия. – 2002 - № 8 – С. 86-91.

2. Минкина Т.М. Методические аспекты почвенно-экологического мониторинга // Плодородие. – 2002. – № 5(8) – С. 33-35.

3. Мусихина Т.А. Региональные нормативы содержания химических элементов в поверхностных водах // Экология и промышленность России – 2001. – № 5. – С. 26-28.

4. Осадки сточных вод как нетрадиционное органическое удобрение / Н.В. Климова, Т.В. Починова // Аграрная наука. – 2009. – № 1. – С. 13-16 .

5.Трофимов С.Н., Варламов В.А. Агрохимические критерии устойчивости дерново-подзолистых почв в агроландшафте // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. – М: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, РАСХН, 2002. – С. 21.

УДК 631.6 (092)

ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.В. Васильев
кандидат технических наук, доцент, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», **Беларусь, г. Горки**, gms.baa@tut.by
О.А. Шавлинский
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», **Беларусь, г. Горки,** gms.baa@tut.by

В результате анализа проектов реконструкции мелиоративных систем установлены основные виды природоохранных мероприятий, оказывающие влияние на эффективность использования мелиоративных земель. Приводится их краткая характеристика для условий восточной части Республики Беларусь.
Ключевые слова: реконструкция, мелиоративные системы, природоохранные мероприятия, контактные слои, эффективность.

ENVIRONMENTAL PROTECTION MEASURES IN THE RECONSTRUCTION OF DRAINAGE SYSTEMS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

VasilyevV.V., ShavlinskyO.A.

An analysis of the projects of reconstruction of reclamation systems are installed the main types of environmental measures that have an impact on the effectiveness of reclamation land.We give them a brief description of the conditions for the eastern part of the Republic of Belarus.
Keywords: reconstruction, drainage systems, environmental activities, contact layers, efficiency.

Введение. В Государственной программе сохранения и использования мелиорированных земель на 2011–2015 годы указывается, что в условиях длительной эксплуатации выходят из строя мелиоративные системы и их элементы: происходят изменения продольного и поперечного профилей каналов за счет заиления, размыва, обрушения откосов и дна каналов, осадки грунта, зарастания их травяной и древесной растительностью; заиление, зарастание, разрушение дренажных линий, уменьшение их глубины в связи со сработкой торфа; разрушение водорегулирующих и других сооружений, их креплений и облицовок, ухудшение характеристик и выход из строя насосно-силового оборудования; меняется состояние поверхности и структура почвы в результате уплотнения ее сельскохозяйственной техникой. Это приводит к нарушению оптимальных агротехнических сроков посева и уборки сельскохозяйственных культур, условий их выращивания и в результате к значительному снижению продуктивности мелиорированных земель [1]. Учитывая вышеприведенные причины неудовлетворительного состояния мелиорированных угодий в Республике Беларусь целенаправленно осуществляется реконструкция мелиоративных систем.

Материалы и методы исследования. Материалами исследования являлись проекты реконструкции мелиоративных систем в условиях восточной части Республики Беларусь и разделы природоохранных мероприятий в этих проектах. В процессе исследования применялись методы: абстрактно-логический с углубленным анализом причинно-следственных связей, общелогические приемы – синтез, анализ, обобщение, аналогия, монографический анализ и метод сравнения.

Результаты исследований. Вовлечение земельных и водных ресурсов в хозяйственный оборот посредством реконструкции мелиоративных систем ведет к увеличению продукции растениеводства и животноводства. Однако при этом могут иметь место и некоторые негативные последствия. Это проявляется в том случае, если в мелиоративной системе в самом проекте не заложены природоохранные мероприятия как ее неотъемлемые элементы. Выполненный нами предварительный анализ природоохранных мероприятий, предусматриваемых в проектах реконструкции мелиоративных систем, построенных ранее в восточной части Республики Беларусь, позволил выявить некоторые направления их осуществления.

Во-первых, это запрет на регулирование малых рек с узкими поймами для использования их в качестве водоприемников, сохранение живописных участков средних рек.

Во-вторых, при реконструкции практически всех мелиоративных систем предусматриваются меры, предупреждающие возможное загрязнение поверхностных и грунтовых вод. Растворенные в дренажном стоке химические элементы (неиспользованная растениями часть удобрений и смытые пестициды) могут повысить концентрацию до таких уровней, которые вызовут изменения водной флоры и фауны. Показателен при этом следующий пример. В ранее построенном мелиоративном канале, где водилась молодь плотвы, впадало устье дренажного коллектора. После дождей, когда из коллектора шла вода, молодь уходила от трубы на 20 метров. Когда стока из коллектора не было, стайки рыбешек кружилась и под устьем дренажного коллектора. Конечно, в обоих случаях концентрация основных загрязнителей дренажного стока (а это в основном азотные соединения) в этот период не достигала предельно-допустимых концентраций и гибели молоди не наблюдалось. В канале, где выход устьев коллекторов был на всей их длине, молодь появлялась там только после прекращения дренажного стока.

Анализ данных, приводимых в природоохранных разделах проектов по реконструкции мелиоративных систем, показал, что обычно дренажный сток не несет таких загрязнителей, концентрация которых превышала бы предельно допустимые концентрации. Но иногда возможны сильные дожди, когда суммарная концентрация химических соединений (часть смытых пестицидов и неиспользованных растениями удобрений) может на короткое время повысить их концентрацию. Поэтому в устьевой части мелиоративных каналов, являющихся водоприемниками поверхностных и дренажных вод, при впадении их в реку во многих проектах предусматривается устройство накопительных емкостей различных конструкций, которые позволяют минимизировать загрязнение поверхностных вод. На самих же мелиоративных системах при этом широко применяется комплекс мероприятий по организации поверхностного стока.

В-третьих, практически во всех проектах реконструкции мелиоративных систем предусматриваются мероприятия по доведению параметров существующих каналов до проектных размеров с креплением откосов. Часто на откосах каналов образуются промоины и каверны, возникающие в связи с воздействием поверхностного стока и с выходом грунтовых вод. При этом вода выносит большое количество грунта, который оседает на дне канала, а затем поступает в другой, более крупный канал или реку – водоприемник. Вынос грунта сопровождается разрушением откоса и изменением его проектного очертания. В природоохранном отношении это явление крайне нежелательно в связи с увеличением мутности вод и донными отложениями, изменяющими режим стока. В этом случае зимние работы по реконструкции и устройству каналов являются более предпочтительными, чем летние, поскольку, как правило, в это время отсутствует сток. Эрозионные процессы на откосах каналов, влияющие на компоненты природной среды в основном ликвидируются инженерными, а в некото-

рых случаях и лесоустроительными мерами. Это характерная для мелиоративного строительства особенность – ликвидация отрицательных последствий с помощью тех же средств, которые применяются при строительстве мелиоративных систем.

На откосах плотин и дамб обвалования из песков и супесей происходят процессы несколько иного порядка. Растительность здесь редкая и слаборазвитая. Специфичность откосов дамб заключается в том, что грунт на их поверхности находится в резко контрастных условиях увлажнения. Быстрое скатывание воды приводит к малой глубине промачивания, а грунтовая вода выходит в нижней части откоса. Обнаженные песчаные откосы пылят даже при небольших скоростях ветра. Поэтому их закрепление предупреждает запыление воздушной среды тончайшими частицами песка. Самый распространенный при этом способ закрепления откосов – это посев трав. Дернина является лучшим контактным слоем на границе двух сред – воздушной и грунта, поскольку в ней развиваются те же процессы, что и в почве [2].

Контактными слоями между различными средами при реконструкции мелиоративных систем можно считать следующие граничные территории: между лесом и полем, где проявляется «эффект опушки»; осушенным болотом и прилегающими к нему сельскохозяйственными угодьями; полем и приречной лесокустарниковой растительностью в пределах реконструируемой мелиоративной системы; полосы вдоль дорог или трубопроводов большого диаметра, проложенных по поверхности; между берегом и прибрежной зоной, а также мелководной территорией водохранилища или пруда. Комплексным природоохранным мероприятием на контактных слоях можно считать посадку лесополос. Они, к тому же, являются и вертикальными границами сред. Это обстоятельство имеет очень существенное значение для охраны природных компонентов на мелиорированных землях. Кроме того, лесные посадки придают антропогенным ландшафтам разнообразие и привлекательность [2].

Резюмируя вышеизложенное, можно отметить, что поскольку экологическое совершенствование при реконструкции мелиоративных систем возможно различными средствами (техническими, агротехническими, лесотехническими), то прежде всего они должны минимизировать возможные отрицательные последствия на контактах сред. Следует также отметить, что хозяйственная значимость и малая изменчивость мелиоративнойагроэкосистемы существенно зависят от коэффициента земельного использования (КЗИ). При увеличении отчуждаемой площади (под каналами, дорогами, лесополосами, природоохранными сооружениями) сокращается территория, занятая сельскохозяйственными культурами и, следовательно, уменьшается КЗИ и валовой выход продукции. Особенно это заметно при уменьшении КЗИ до 0,8. Вот почему при реконструкции мелиоративных систем практически всегда ставится задача о повышении КЗИ. Однако замечено, чем выше КЗИ, тем менее устойчивой становится агроэкосистема в природоохранном отношении. В этом случае необходима дополнительная энергия для поддержания ее устойчивости. Как отмечается в работе [2], наиболее энергоемкой и неустойчивой будет та агросистема, в которой отсутствуют природоохранные мероприятия. И, наоборот, присутствие их сберегает затраты человеческой энергии, предупреждает ущербы и в конечном счете повышает устойчивость системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011–2015 годы. Утверждена Постановление Совета Министров Республики Беларусь 31.08.2010. № 1262. –Минск: Беларусь, 2010. – 20 с.

2. Минаев, И.В. Экологическое совершенствование мелиоративных систем. – Минск: Ураджай, 1986. – 151 с.

УДК 628.3:631.6(571.13)

ПРИМЕНЕНИЕ СТОЧНЫХ ВОД В РАМКАХ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ НА АГРОЛАНДШАФТАХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

И.А. Троценко
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой, ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», **Россия, г. Омск,** Trocentik2@yandex.ru

К.Г. Сексенбаева
студент, ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», **Россия, г. Омск,** Seksenbaeva_k@mail.ru

Использование природных ресурсов на современном этапе постоянно требует решения множества проблем, связанных с рациональным природопользованием. Одна из актуальных проблем современности – увеличение количества промышленных, бытовых, сельскохозяйственных сточных вод, чаще всего сбрасываемых в водные источники.

Ключевые слова: применение сточных вод, мелиорация земель, орошение.

STUDY OF APPLICATION SEWAGE WITHIN THE DEVELOPMENT OF COMPREHENSIVE MELIORATION ON AGROLANDSCAPES OMSK REGION

Trotsenko I.A., Seksenbaeva K.G.

Use of natural resources at the present stage the solution of a set of the problems connected with rational environmental management constantly demand. One of actual problems of the present – increase in amount of the industrial, household, agricultural sewage most often dumped in water sources.

Key words: Applications of sewage, land reclamation, irrigation.

Введение. Использование природных ресурсов на современном этапе постоянно требует решения множества проблем, связанных с рациональным природопользованием. Одна из актуальных проблем современности – увеличение количества промышленных, бытовых, сельскохозяйственных сточных вод, чаще всего сбрасываемых в водные источники. Как следствие, встает проблема их утилизации или вторичного использования, т.е. требуется внедрение новых технологий использования сточных вод [1].

Наиболее перспективное направление в использовании сточных вод - применение таких вод для орошения сельскохозяйственных культур в рамках внедрения комплексной мелиоративной практики. В этом случае решается несколько задач: и предотвращение сброса сточных вод в водоисточники, и повышение урожайности сельскохозяйственных культур, и появление дополнительных водных ресурсов для орошения в местах их недостаточного количества [7].

Один из способов утилизации сточных вод – орошение, которое позволяет получать гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур независимо от складывающихся погодных условий за счет управления водными и связанным с ним воздушным, тепловым, солевым, микробиологическим и питательным режимами в почве [4] .

В сточных водах содержатся все активные элементы питания растений, а также азот, фосфор, калий. При использовании их для орошения создается комплекс природоохранных сооружений и мелиоративных мероприятий, то есть, кроме обязатель-

ных мероприятий для обеспечения орошения сточными водами, необходимо осуществлять и другие природоохранные комплексные меры.

В рамках теоретических исследований применения сточных вод рассматривается объект, находящийся на территории Калачинского района Омской области. Исследование базируется на имеющихся данных о наличии бытовых стоков в этом районе, особенностях рельефа, климата и выращивания сельскохозяйственных культур на территории Калачинского района Омской области. Исходные данными для исследования служат материалы комплексных изысканий и исследований, выполненных институтом «Газводпроект» в 2005 году для получения топографических, гидрологических и хозяйственных данных.

Участок утилизации сточных вод находится на левом берегу р. Оми и включает в себя комплекс необходимых сооружений для обеззараживания и очистки сточных вод, оросительную сеть и запроектированный севооборот, для орошения которого и будут использоваться сточные воды.

Исследования рассматривают внедрение и выводы при использовании комплекса сооружений, направленного на очистку сточных вод, позволяющего утилизировать сточные воды, улучшить экологическое состояние территории хозяйства и чистоту вод реки Оми, а также повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Предусматривается оценка пригодности сточных вод для орошения сельскохозяйственных земель, выводы о повышении урожайности кормовых культур при орошении сточными водами, а также определение влияния на экологическое состояние рассматриваемой территории (например, выводы о сроках изменении уровня грунтовых вод)

Материалы и методы исследования. Использование сточных вод для орошения в рамках комплексной мелиорации земель основывается на биологической очистке их в специализированных прудах и окончательной почвенной доочистке на орошаемых полях под кормовыми культурами [6] . Возможность проведения исследования комплексного использования сточных вод в целях орошения базируется на данных об их постоянном наличии с суточным расходом 935 $м^3$/сут.

Процесс подготовки сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур осуществляют в несколько этапов, которые предусматривают использование системы очистных прудов и технологии обеззараживания сточных вод [6].

Первым этапом вода от населенного пункта круглогодично попадает в зимний пруд – накопитель с расходом 935 $м^3$/сут. Зимних прудов – накопителей в данном исследовании 2. Глубина наполнения пруда – 3 м. Зимний пруд-накопитель предназначен для накопления сточных вод за длительный зимний период. Эти пруды должны находиться на самых высоких отметках местности в пределах ОССВ, для того чтобы дальнейший сток воды в БОКС-пруды осуществлялся самотеком.

Вторым этапом в поливной период (май-август) в работу вступают бокс-пруды.

Биологические пруды представляют собой инженерные сооружения – искусственно созданные водоемы для биологической очистки сточных вод, основанной на процессах, которые происходят при самоочищении водоемов. Биологические пруды обеспечивают более высокий эффект бактериального самоочищения, чем сооружения искусственной биологической очистки. Нормальная работа прудов происходит в теплое время, и при температуре воды ниже 6^0С резко ухудшается.

Существует 2 вида биологических прудов: проточные и контактные. Проточные пруды могут быть одиночными или расположенными в серии, когда вода из первого пруда поступает во второй.

Для очистки сточных вод наибольшее распространение получили контактные пруды. Это обусловлено тем, что такие пруды в отличие от проточных имеют множество преимуществ:

-устранение смешивания поступающих сточных вод с отводимыми водами, прошедшими отчистку;

- надежность в санитарно-гигиеническом аспекте;

-осуществление непрерывного технологического процесса (исключение процесса полного опорожнения после каждого цикла) [6].

Исходя из климатических условий территории, расхода сточных вод и концентрации загрязнений в них, наличия необходимой площади для строительства полей орошения и всего комплекса, данное исследование рассматривает технологию очистки сточных вод биологическими оксидационными контактными стабилизационными прудами (БОКС–пруды). Ток воды из зимних прудов осуществляется самотеком за счет перепада отметок. Объем бокс–пруда зависит от суточного расхода зимнего пруда–накопителя и включает 20% чистой воды. Обеззараживание воды происходит за счет выделения кислорода водорослями (хлорелла) и подмешивания чистой воды с уже растворенным кислородом. Весь процесс осветления в каждом бокс-пруде выполняется за 8 дней и в течение 1 суток идет наполнение из зимнего пруда и сутки выпуск в полевой накопитель. Таким образом, наиболее экономично и целесообразно использовать БОКС–пруды в количестве 10 штук.

На последнем этапе сточные воды принимает полевой накопитель – смеситель, он производит окончательное расчетное разбавление чистой водой от водоисточника для уменьшения концентрации азота, фосфора, калия. Глубина полевого накопителя–смесителя зависит от объема поступающей воды, h =2…3 м. После того как сточные воды пройдут все технологические этапы очистки, они попадают на оросительную сеть [10].

Вода на оросительную сеть подается в два этапа. Насосная станция первого подъема подает воду из первичного водоисточника (река Омь) в полевой накопитель и частично подается в БОКС–пруды. Вода в прудах необходима для разбавления сточных вод с целью ускорения процессов самоочищения. Сточная вода от населенного пункта попадает в зимний накопитель и оттуда в БОКС–пруды. Затем из БОКС–прудов очищенная вода подается в полевой накопитель, где происходит окончательное разбавление сточных вод с чистой водой, и из пруда–накопителя насосной станцией второго подъема подается в оросительную сеть

Для исследования применения сточных вод принят основной набор культур при орошении сточными водами: однолетние травы (овес) с подсевом костра безостого, костер безостый, кукуруза на силос. Данный набор определен с учетом направления хозяйства, дефицита обеспеченности кормами и отзывчивостью культур на орошение сточными водами.

Для орошения сточными водами на оросительной сети принята дождевальная машина Фрегат ДМУ – Асс-337-45, Данная модификация машины специально предназначена для распределения сточных вод. Машина применяется для полива зерновых и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ. Так как на одном из полей севооборота предполагается возделывание высокостебельных культур (кукуруза на силос), то применение данной машины рационально и оправданно [5].

Источником орошения служат сточные воды населенного пункта и чистые воды реки Омь для разбавления сточных вод до необходимой концентрации. Качественный состав сточных вод должен соответствовать агромелиоративным, санитарно-

гигиеническим и ветеринарным требованиям. Количество и размеры взвешенных частиц и механических включений принимают с учетом технических требований на насосы, трубопроводы и поливную технику [6].

Оценка пригодности сточных вод для орошения культур в рамках комплексной мелиорации проводится путём сравнения полученных показателей с допустимым содержанием элементов, для этого химические компоненты из ионной нормы пересчитаны в эквивалентную форму.

Оценка качества сточных вод проведена на основании требований [9]. Отношение суммы натрия и калия к корню квадратному от полусуммы кальция и магния ($\frac{[Na]+[K]}{\sqrt{\frac{[Mg]+[Ca]}{2}}}$) равняется 3,3 мг экв/л, что меньше 8 мг экв/л, значит сточные воды могут применяться для всех видов почв.

Отношение магния к кальцию равно 1.165. Содержание азота, фосфора и калия находится в пределах нормы. Сумма ионов натрия, кальция, калия, магния ([Na], [K], [Ca], [Mg]) равна 9,2 мг экв/л, что меньше 20 мг экв/л.

Качество сточных вод удовлетворительное, следовательно, сточные воды можно применять на всех видах почв.

Грунтовые вод на массиве орошения залегают на глубине 4,0-6,0 м, водовмещающими грунтами являются суглинки тяжелые и глины тугопластичные. Воды безнапорные, пресные и солонцеватые, по химическому составу гидрокарбонатно–сульфатные натриевые.

Результаты исследования. Исследовав качество сточных вод, можно сделать вывод о том, что утилизация их в виде орошения не нанесет экологического вреда окружающей среде. Рациональное использование земель при комплексной мелиорации орошения сточными водами предусматривает комплексную и продолжительную эксплуатацию системы без ухудшения состояния почв. Чтобы избежать возможность отрицательного воздействия орошения, необходимо провести прогноз уровня грунтовых вод через расчетные периоды, а также возможного вторичного засоления; прогнозные расчеты являются основанием для разработки соответствующих мероприятий по предотвращению ухудшения [2] .

Обсуждения результатов. Как показало исследование, очистка и обеззараживание сточных бытовых вод близлежащего населенного пункта с расходом 935 м^3/сут для дальнейшего использования при орошении целесообразно и с экономической, и с экологической точек зрения, так как в этом случае решается несколько задач: и предотвращение сброса сточных вод в реку Омь, и повышение урожайности сельскохозяйственных культур, и появление дополнительных водных ресурсов для орошения.

Вышеприведенный в работе расчет показывает, что прибавка разбавительных (дополнительных) суточных чистых вод составляет 2380 м^3/сут, в то время как при общем суточном объеме разбавленных вод 5049 м^3/сут фактический суточный расход сточных вод в летний период с учетом накопления их в зимний период составляет 2805 м^3/сут. Это говорит о значительной экономии водных ресурсов р. Омь, так как используются разбавленные и очищенные сточные воды населенного пункта.

Оценка пригодности сточных вод для орошения культур в рамках комплексной мелиорации проводилась на основе сравнения полученных показателей с допустимым содержанием элементов на основании требований ВСН 33-2,02-86. В зависимости от соотношения содержаний натрия и калия, кальция и магния можно сделать вывод, что сточные воды применяются для всех видов почв. Содержание азота, фосфора и калия

находится в пределах нормы. Качество сточных вод удовлетворительное, следовательно, сточные воды можно применять для орошения кормовых культур на всех видах почв без нанесения экологического вреда как почве, так и культурам.

Расчет баланса поступления инфильтрующихся вод за промежуток времени и интенсивности инфильтрационного питания показал, что подъем уровня грунтовых вод произойдет только через 21 год при интенсивном и регулярном орошении сточными водами. При этом что рекомендуемый срок эксплуатации системы 10-15 лет.

В наших исследованиях применение сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур в рамках внедрения комплексной мелиоративной практики показало свою целесообразность и экологическую эффективность. Приведены выводы об увеличении урожайности выбранных культур при орошении такими водами. Прогноз поднятия уровня грунтовых вод показал положительные результаты во времени. Доказано значительное улучшении в экологическом состоянии водных ресурсов р. Омь.

Заключение. Таким образом, в рамках этой работы были проведены следующие исследования:

1. Рассмотрены методики применения и утилизации сточных вод орошением в рамках комплексной мелиорации на примере агроландшафта, расположенного на территории Калачинского района Омской области, вблизи реки Омь,
2. Подробно изучены этапы очистки и обеззараживания сточных бытовых вод перед применением для орошения сельскохозяйственных культур,
3. Проведена оценка пригодности сточных вод после очистки для орошения культур,
4. Сделан временно́й прогноз подъема грунтовых вод при орошении сточными водами,
5. Рассмотрено влияние сточных вод на урожайность кормовых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арустамов Э.А., Волощенко А.Е., Гуськов Г.В. Природопользование: учебник. – М.: Дашков и К, 2000. – 284 с.
2. Беличенко Ю.П., Швецов М.М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов – М.: Высшая школа, 1986.
3. Долгушин Г.Л. Справочные материалы по курсу «Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации». Ч. 1. Орошение земель. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2000. – 52 с.
4. Марков Е.С., Богушевский А.А., Голованов А.И. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации. – М.: Колос, 1981. – 375 с.
5. Механизация полива: справочник /В.Г. Штепа, В.Ф. Носенко, Н.В. Винникова и др. - М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
6. Петраков В.К., Шевелев Я.З. Использование сточных вод для орошения. – Л.: Лениздат, 1986. – 264 с.
7. Плотников Ю.Н. Основы рационального природопользования.- Омск, 2009. – 312с.
8. ВСН 33-2.2.02-86 Оросительные системы с использованием сточных вод. Нормы проектирования. – М., 1986.
9. СНиП 2.06.03 – 85 Мелиоративные системы и сооружения. – М., 1985. – 199 с.
10. Шмаков В.И. Справочные материалы по курсу "Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации". Ч. 1, Орошение земель. – Омск: ОмСХИ, 1993. – 52 с.

УДК 631.879.34:631.67

УДОБРИТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю.М. Субботина

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры социальной экологии и природопользования, факультет охраны труда и окружающей среды, Российский государственный социальный университет (РГСУ)**, Россия, г. Ногинск**, mc_bear@ mail.ru

В статье изучается вопрос удобрительной ценности сточных вод предприятий пищевой промышленности: крахмальных и крахмалопаточных заводов, гидролизных и биохимических заводов по производству дрожжей, маслозаводов и маслосырзаводов. Рассматривается возможность их подготовки и использования для удобрительных поливов на сельскохозяйственных полях.

Ключевые слова: сахарные заводы, удобрительная ценность, органические вещества, кислая реакция, крахмальные заводы, кондиция, орошение.

THE FERTILIZING VALUE OF THE FOOD INDUSTRY PLANTS SEWAGE

Subbotina Y.M.

The article reveals the problem of the fertilizing value of the food industry sewage, including plants which produce starch, treacle, yeast, cream and cheese. The possibility of using such sewage in the process of fertilizing and watering the arable land is being analyzed.

Keywords: sugar mills, fertilizing value, organic substance, acid reaction, starch plants, condition, irrigation.

Цель исследования: изучить удобрительную ценность сточных вод пищевой промышленности. Эта категория сточных вод отличается большим разнообразием, предприятия располагаются по всей территории России. Для производства своей продукции (сахара, крахмала, патоки) эти предприятия потребляют большое количество воды. В отличие от многих предприятий сахарные заводы сосредоточены в южной и юго-западной части страны, в зоне черноземных почв. Очистка сточных вод осуществляется на большинстве заводов на полях фильтрации. Но очистка сточных вод на них осуществляется неудовлетворительно [4].

Особенность сахарного производства состоит в том, что образующиеся сточные воды отличаются высоким содержанием взвешенного осадка, обладают кислой реакцией с высоким содержанием солей натрия. Сахарные заводы имеют два вида сточных вод: условно чистые и производственные химически загрязненные сточные воды. Первые из них сбрасываются в открытые водоемы (реки), вторые отправляются на очистные сооружения (поля фильтрации или сооружения искусственно-биологической очистки). Удобрительная ценность неосветленных сточных вод средняя, фосфор почти отсутствует [2]. Огромное количество землисто-известкового осадка образуется при применении извести в технологии производства (осветление сахарного сиропа). Осадок легко оседает, вода осветляется, улучшается ее состав. Осветление сточных вод сахарных заводов проводится в земляных прудах – отстойниках. После осветления сточные воды направляются и накапливаются в картах полей фильтрации. После отстаивания на полях фильтрации сточные воды подщелачиваются, реакция среды приближается к нейтральной или слабо щелочной. Содержание взвешенного осадка немного снижается, а концентрация растворенных веществ достигает оптимальных величин [8].

Сточные воды крахмальных и крахмалопаточных заводов. Данные заводы расположены во всех почвенно-климатических зонах, начиная от зоны дерново-

подзолистых почв до черноземов и каштановых почв. Сырьем для производства являются картофель и кукуруза. До настоящего времени очистка и утилизация сточных вод на данных заводах до конца не решена. Большинство заводов сбрасывают неочищенные или слабо очищенные воды в реки, в результате чего являются загрязнителями поверхностных и грунтовых вод. В то же время сточные воды крахмальных заводов являются источником удобрительных веществ и в этом плане представляют интерес для сельского хозяйства [9,10].

Сточные воды при производстве картофельного крахмала отличаются высоким содержанием осадка различных органических веществ, в том числе органических кислот. Данные сточные воды быстро закисают. При производстве кукурузного крахмала для гидролиза зерна кукурузы применяется серная кислота, иногда натровая щелочь. Вследствие этого сточные воды крахмальных заводов, работающих на кукурузе, отличаются кислой реакцией. Сточные воды крахмальных заводов и комбинатов подразделяются с учетом технологического процесса на два вида: транспортерно-моечные и соково-промывные [6]. На ряде предприятий они объединяются в общий сток.

Как правило, сточные воды крахмальных заводов имеют слабо кислую и кислую реакцию, им свойственно повышенное содержание растворенных веществ и бикарбонатный состав. В составе солей преобладают соли кальция, но при производстве кукурузного крахмала щелочным методом - соли натрия. Для всех видов сточных вод крахмальных заводов, кроме транспортерно-моечных и повторно-промывных, характерно высокое содержание органических веществ. Удобрительная ценность высокая по калию и азоту. Общий сток и транспортерно-моечные воды содержат значительно меньше питательных веществ. Состав сточных вод крахмальных заводов существенно колеблется в течение суток и по суткам. Сточные воды пригодны для орошения после усреднения и разбавления чистой водой или транспортерно-моечными водами. Общий сток завода имеет, обычно, лучший состав для целей регулярного орошения.

Сточные воды гидролизных и биохимических заводов. Гидролизные и биохимические заводы выпускают кормовые дрожжи. Исходным сырьем для их получения служат отходы сельского хозяйства (кукурузная кочерыжка, шелуха) и лесного хозяйства (древесные отходы). Гидролизные заводы расположены по всей территории России, включая восточные и северные, западные и южные районы страны. Сточные воды данных заводов весьма своеобразны. Они отличаются высокой цветностью (коричнево-бурый цвет), наличием мелкодисперсного взвешенного осадка, кислой и слабо кислой реакцией среды, высоким содержанием аммиачного азота, сульфатов и органических веществ. Эти особенности обуславливаются технологией производства. Для получения биомассы отходы сельскохозяйственного производства гидролизуются серной кислотой. Нейтрализация кислых стоков с основных стадий технологического процесса проводится аммиачной водой [1, 2].Высокая цветность, наличие мелкодисперсного осадка, высокое содержание органических веществ обуславливаются воздействием серной кислоты на биомассу.

Сточные воды данных предприятий в своем исходном состоянии (до очистки) характеризуются кислой реакцией среды, значительным содержанием взвешенного осадка, высокой концентрацией растворенных веществ, сульфатно-бикарбонатным составом. В составе солей преобладают соли кальция. Сточные воды имеют высокую концентрацию растворенных веществ, которая варьирует в широких пределах. В составе растворенных веществ более 50% занимают органические вещества. Реакция среды становится менее кислой, уменьшается более чем на 50% содержание растворенных веществ взвешенного осадка, органических веществ, в том числе сульфатов и биогенных элементов. Такая закономерность проявляется под влиянием искусственно-биологической очистки. На некоторых предприятиях сооружения искусственно-биологической очистки не обеспечивают доведения состава сточных вод до кондиции

пригодных для сброса в водоемы. Эффект очистки достигает 60%. Остается цветность, высокое содержание биогенных элементов, органических веществ и сульфатов [6]. После биологической и механической очистки сточные воды гидролизных заводов становятся пригодными для орошения сельскохозяйственных культур.

Сточные воды маслозаводов и маслосырзаводов. Предприятия по производству масла, сыра и первичной переработки молока в основном сосредоточенны в нечерноземной зоне России, охватывая такие регионы, как центральные области, а также южные районы нечерноземной зоны России. Основная масса этих предприятий расположена в зоне дерново-подзолистых, серых лесных и выщелоченных черноземных почв.

Предприятия молочной промышленности крайне разнообразны по мощности и, следовательно, по объему образующихся сточных вод. Преобладают средние и мелкие предприятия. Средние предприятия ежегодно сбрасывают в водоемы около 200-250 тыс. м^3/год неочищенных или слабо очищенных сточных вод. Мелкие предприятия сбрасывают до 50-70 тыс. м^3/год сточных вод. Сточные воды предприятий по переработке молока отличаются большим своеобразием [3,6]. Они содержат много органических веществ, в числе которых много белковых соединений, которые быстро загнивают и приводят к загрязнению атмосферы. Сточным водам свойственно высокое содержание удобрительных элементов (азота, калия). Поэтому они представляют интерес для сельского хозяйства как источник удобрений.

В технологии производства не используются какие-либо токсические вещества. Определенную опасность представляют стоки от засолки сыров, где используется высококонцентрированный раствор хлористого натрия (NaCl) от 20-25%. Эти стоки образуются на маслосырзаводах и периодически сбрасываются небольшими объемами в общий коллектор сточных вод. В результате этих сбросов общий сток заметно ухудшается по многим агромелиоративным показателям. Целесообразно изолировать эти стоки от общего объема сточных вод ряда предприятий молочной промышленности.

В таблицах 1 и 2 представлены данные о химическом составе и удобрительной ценности сточных вод ряда предприятий молочной промышленности. На примере ОАО «Надежда» Ковылкинскогомаслосырзавода республики Мордовия, которое является типичным предприятием по производству масла и сыра, приведены данные химического состава сточных вод по основным циклам технологического процесса и общего стока завода [7]. На всех стадиях технологического процесса образующиеся сточные воды (свежие) имеют кислую реакцию, высокое содержание органических веществ и биогенных элементов.

Содержание органических веществ (ХПК) варьирует от 6,5 до 7,7 мгО/л, общего азота от 105 до 216 мг/л, калия от 56 до 223 мг/л (исключая стоки солевых бассейнов), количество фосфора 18-60 мг/л. Агрессивные стоки характерны для солевых ванн. Эти стоки высококонцентрированные. Содержат 25 г растворенных солей, много солей натрия (25,3 г/л) и органических соединений (3 г/л). Такие стоки необходимо удалять из общего объема сточных вод.

Изучение химического состава сточных вод Ковылкинскогомаслосырзавода показало, что общий сток завода из прудов-накопителей, где сточные воды длительно хранятся и отстаиваются, характеризуется более благоприятным составом. Он имеет нейтральную или щелочную реакцию, менее высокую концентрацию растворенных веществ (1,4 г/л), бикарбонатно-хлоридный состав. В составе солей преобладают соли натрия. Удобрительная ценность и содержание органических веществ снижается, воды становятся пригодными для орошения сельскохозяйственных культур. На данном объекте стоки из солевых ванн вывозятся мобильным транспортом, следовательно, изолируются от общего объема сточных вод.

Таблица 1. Химический состав сточных вод ОАО «Надежда» Ковылкинскогомаслосырзавода республики Мордовия по основным технологическим циклам, мг/л

Категория сточных вод	pH	Взвеш. осадок	Сухой остаток	Прокал. остаток	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na	K	Азот общ.	Азот аммач.	P_2O_5	ХПК
Стоки от мойки оборудования	4,8	2970	1815	839	1582	275	203	97	85	142	56	105	8	18	7325
Стоки от котельной	5,65	4744	4451	1920	1801	778	152	192	167	219	223	216	44	24	494
Стоки от бассейнов засолки сыров	6,6	6585	28783	27278	1921	44629	2113	1823	638	25295	810	26	7	60	28843
Общий сток на территории завода	6,5	436	3018	1462	897	271	106	125	94	136	57	135	56	25	6516
Общий сток насос.ст. на территории завода	5,6	985	4781	34	1425	416	376	343	72	240	90	36	26	16	7777
Накопитель (общий сток завода)	7,4	314	2530	1419	962	340	140	126	91	119	78	139	73	25	1306
Средние данные по общ.стоку (накопителя)	7,5	445	2022	1225	626	337	123	8как сыр9	100	126	50	110	74	17	723

Таблица 2. Химический состав и удобрительная ценность сточных вод предприятий молочной промышленности

Предприятия	pH	Взвеш. осадок	Сухой остаток	Прока-лостаток	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na	K	Азот общий	Азот аммиач.	P_2O_5	ХПК
Торбеевский маслозавод	4,9 5,6 6,5	4275 1300 1470	3476 2260 2075	1865 1500 1375	1505 518 1372	735 73 131	268 96 123	365 412 210	137 25	370 110 120	75 30 10	81 97 83	36 41 28	24 21 28	5976 2440 2880
Краснослобод-ский маслозавод	5,4 5,6	3970 930	2839 3425	1560 859	937 579	670 52	163 83	280	65 48	482 170	83 30	92 87	38 42	19 20	4386 2184
Аташевский маслозавод	8,1	1870	2000	1500	680	204	164	200	12	310	85	31	66	15	1760
Ставровский молокозавод	5,2	1889	725	390	549	53	161	64	62	32	31	77	46	12	4860

В таблице 2 представлены данные по сточным водам других масло- и маслосырзаводам. В таблице показан состав общего стока маслосырзаводов республики Мордовии и заводов Владимирской области.

Из данных таблицы видно, что сточные воды в исходном состоянии (до чистки) характеризуются повышенным содержанием взвешенного осадка, растворенных веществ, в том числе органических соединений и солей натрия. Сточные воды перед использованием требуют подготовки к орошению. В процессе подготовки сточные воды не должны иметь высокого содержания взвешенного осадка, органических соединений и удобрительных элементов. Воды требуют усреднения, отстаивания, изоляции солей натрия. Учитывая, что воды маслосырзаводов обладают высокой удобрительной ценностью, их целесообразно использовать для орошения сельскохозяйственных культур и в первую очередь кормовых.

Рассмотрев химический состав основных категорий и видов сточных вод с учетом технологии производства, можно сделать вывод, что сточные воды пищевой промышленности в своем исходном состоянии характеризуются высоким содержанием взвешенного осадка, растворенных веществ, органических соединений, повышенным содержанием биогенных элементов и некоторых веществ, попадание которых в сточные воды нежелательно.

Все виды и категории сточных вод в той или иной степени требуют подготовки к орошению. Характер и особенности подготовки их к орошению определяются составом сточных вод, технологией производства, особенностью природных условий зоны орошения. С помощью подготовки сточные воды должны быть доведены до кондиции, пригодной для орошения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.М. / О мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию // Почвоведение. –1961. -№ 3.– С. 15-19.

2. Быстрицкая Т.Л., Волкова В.В., Спакин В.В. Почвенные растворы черноземов и серых лесных почв. – М.: Наука, 1981. – 356 с.

3. Методика определения ирригационной пригодности сточных вод / Сельскохозяйственное использование сточных вод . – 1975. – Вып. 2 – С. 53-57.

4. Минашина Н.Г., Кочеткова Г.Н. Соли в почвенном растворе и влажность завязания растений при орошении песчаных почв хлоридными и сульфатными водами // Почвоведение. – 1983. – № 5. – С. 7-14.

5. Рекомендации по использованию сточных вод сахарных заводов и маслосырзаводов для орошения сельскохозяйственных культур в условиях северной зоны Краснодарского края. – М., 1984. – С. 34-39.

6. Специализированный каталог загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах сельскохозяйственных и промышленных объектов. – М.: ВНПО «Прогресс», 1995. – 90с.

7. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / Муравьев А.Г., 3-е изд. – СПб.: «Крисмас», 2004. – 248 с.

8. Струсяничев С.В. Влияние орошения осветленными животноводческими стоками на химический состав дренажных вод: Сб. науч. тр. / ЛитНИИГим. – Вильнюс: Мокслас, 1982. – С. 35-48.

9. Субботина Ю.М. Эколого-биологические и социальные проблемы загрязнения почв и водоемов / Актуальные проблемы охраны окружающей среды. – М.: РГСУ, 2006. – 145 с.

10. Трипольская Л.Н., Романовская Д.К. Миграция азота органических удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве в осенне-зимний период // Доклады симпозиума, ВНИПТИХИМ. – М, 1999. – 97 с.

УДК 628.312 (476.7)

УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫЕ БАКТЕРИИ В ОСАДКАХ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

О.Е. Чезлова
младший научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь, г. Брест**, Olgachezlova@tut.by
А.Н. Лицкевич
научный сотрудник, заведующий лабораторией гидроэкологии и экотехнологий, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, **Беларусь, г. Брест**

В работе проведена микробиологическая оценка состава условно патогенных бактерий осадков сточных вод Березовского сыродельного комбината. Выявлено большое количество данных микроорганизмов: из сем.*Enterobacteriaceae* - *E.co*li (10^5–10^7 КОЕ/г), *Kl. pneumoniaes. pneumonia* (10^3–10^7 КОЕ/г), *Citr. feundii* (10–10^3 КОЕ/г), *Citr. diversus*($2\cdot10^6$ КОЕ/г), *Ent. cloacae* (10 КОЕ/г), *Pr. vulgaris* (10^2–10^5 КОЕ/г),*Morg. morganii* (10^3 КОЕ/г), из сем. *Staphylococcaceae –St. aureus* (до 10 КОЕ/г); из рода *Listeria – L. ivanovii* (10^2 КОЕ/г) что является препятствием к использованию сырого осадка сточных вод в качестве органического удобрения без предварительной обработки.

Ключевые слова: осадки сточных вод, микробиологические показатели, условно-патогенные бактерии.

OPPORTUNISTIC BACTERIA IN THE PRECIPITATION OF SEWAGE OF DAIRY PRODUCTION

Chezlova O., Litskevich A.

The microbiological structure of a precipitation of sewage ofBerezovsko of industrial complex on manufacture of cheeses differs the maintenance of a large number of opportunistic microorganisms: from *Enterobacteriaceae*famili - *E.coli* (10^5–10^7 CFU/g), *Kl. pneumoniae s. pneumonia* (10^3–10^7 CFU/g), *Citr. feundii* (10–10^3 CFU/g), *Citr. diversus* (2 • 10^6 CFU/g), *Ent. cloacae* (10 CFU/g), *Pr. vulgaris* (10^2–10^5 CFU/g), *Morg. morganii* (10^3 CFU/g); from *Staphylococcaceae*famili – *St. aureus*(до 10 CFU/g); of the genus *Listeria - L. ivanovii*(10^2 CFU/g) thatis an obstacle to use of a crude deposit of sewage of Berezovsko of industrial complex on manufacture of cheeses as organic fertilizer without preliminary processing.

Keywords: sewage sludge, microbiological indicators, opportunistic bacteria

Введение. На предприятиях молочной промышленности образуются сточные воды (СВ) и их осадки, которые характеризуются высоким содержанием органического вещества, а также соединений фосфора и азота [1, с. 12; с. 148]. Данная группа веществ отличается высокой биологической активностью [1, с. 57–159]. Вследствие этого утилизация осадков в качестве потенциально ценного органоминерального удобрения в сельском хозяйстве является наиболее прогрессивным решением. Это приведет к снижению дефицита органических удобрений и позволит перейти к экономически выгодному безотходному производству. Однако для применения осадков сточных вод (ОСВ) в таком качестве существует ряд ограничений. Содержание большого количества санитарно-показательных микроорганизмов, присутствие патогенной и условно-патогенной микрофлоры в составе СВ и ОСВ при использовании их в качестве удобрений является причиной микробиологического загрязнения объектов окружающей среды, нарушает нормальный состав почвенной микрофлоры, препятствует выращиванию на ней экологически чистой продукции, создает угрозу здоровью людей [2, с.67; 3, с. 205]. Традици-

онно для оценки эпидемической опасности объекта используют количество санитарно-показательных бактерий, которые отражают возможное содержание патогенных микроорганизмов. Однако данный показатель в большей мере применим к хозяйственно-бытовым СВ и не всегда достаточно коррелирует со всеми возможными патогенами.

Цельюнашей работы явилось микробиологическое исследование состава условно-патогенных бактерий семейства *Enterobacteriaceae, Staph. aureus* и листерий ОСВ Березовского сыродельного комбината для оценки возможности использования ОСВ в качестве органического удобрения.

Методика и объекты исследования. Объектами исследования являлись сырые осадки сточных вод Березовского сыродельного комбината и микроорганизмы осадков.

Определение условно-патогенных бактерий семейства *Enterobacteriaceae* проводили традиционным методом бактериологического анализа. Отбирали по 500 мл представительной пробы ОСВ в стерильную посуду. Из отобранных ОСВ готовили исходное разведение 1:10 в физиологическом растворе. В дальнейшем из отобранного материала готовились серии децимальных разведений по стандартной методике для посева на питательные среды. Из разведений ОСВ производили посев по 0,1 мл суспензии на поверхность плотной элективной среды Эндо. Посевы инкубировались при 37±1°С в течение 24 часов. Следующий этап – отсев выросших колоний энтеробактерий на комбинированную среду Клиглер (по 3–5 однотипных колоний) для первичной дифференциации и накопления культуры. На заключительном этапе производили окончательную дифференциацию по комплексу биохимических признаков [4]. Было проведено 3 серии исследований.

Определение количества *Staphylococcusaureus* проводили методом без предварительного обогащения посевом на агаризованную селективную желточно-солевую среду (ЖСА) исследуемого материала или разведения его, инкубирования, подсчета типичных колоний с последующим подтверждением выросших колоний стафилококка по плазмокоагулирующей способности и ферментации маннита аэробно и анаэробно [5].

При определении листерий использовали метод, основанный на высеве определенного количества исследуемого материала в жидкую селективную питательную среду (с предварительным обогащением), последующем пересеве на агаризованные селективно-диагностические среды и культивировании посевов при оптимальных условиях. Принадлежность выявленных колоний к видам рода *Listeria*определяли по биологическим свойствам [6; 7]. На первом этапе разведения ОСВ в пропорции 1:10 засевали в среду первичного обогащения (бульон Фрейзера) и инкубировали 24 ч при 30ºС. При росте листерий на полуконцентрированном бульоне Фрейзера, содержащем эскулин, отмечали почернение среды за счет гидролиза гликозида эскулина до глюкозы и эскулетина. На втором этапе 0,1 мл культуральной жидкости переносили в среду вторичного обогащения – бульон Фрейзера нормальной концентрации и инкубировали 48 ч при 37ºС. После обогащения культуры высевали на Оксфордский агар. Посевы инкубировали при температуре 37±1°С в течение 24–48 ч. Через 24 ч инкубирования отмечали рост листерий: мелкие колонии диаметром 1 мм, сероватые, окруженные черным ореолом. Через 48 часов – более темные, около 2 мм в диаметре с черным ореолом и углубленным центром. Исследование проводили в одну серию.

Результаты и их обсуждение. Для уточнения количества микроорганизмов производили перерасчет их количества на 1 г исследуемого образца ОСВ. Всего было выделено 7 видов бактерий сем.*Enterobacteriaceae*во всех образцах ОСВ:*E. coli, Kl. pneumonia s. pneumonia, Citr.feundii, Citr. diversus, Ent. cloacae, Pr. vulgaris,Morg. morganii*. Видовой состав сем.*Enterobacteriaceae*в разных сериях исследования образцов ОСВ представлен в таблице 1.

Во всех сериях исследований присутствовала *E. coli* и практически во всехпреобладала количественно. *Kl. pneumoniaes. pneumonia*присутствовала в двух сериях из трех, и количество ее было значительно (до 10^7). Дважды присутствовали в образцах ОСВ *Citr. feundii*и *Pr. vulgaris*, по одному разу *Citr. diversus,Ent. cloacae* и *Morg. morganii*.

Таблица 1 – Видовая структура сем.*Enterobacteriaceae* ОСВ Березовского сыродельного комбината

Серия исследования	Виды сем.*Enterobacteriaceae*	Количество, КОЕ/г
1	*E. coli* *Kl. pneumoniae s. pneumonia* *Citr. feundii* *Ent. cloacae*	10^7 10^7 10 10
2	*E. coli* *Citr. diversus* *Pr. vulgaris* *Morg. morganii*	10^7 $2 \cdot 10^6$ 10^5 10^3
3	*E. coli* *Kl. pneumoniae s. pneumoniae* *Citr. feundii* *Pr. vulgaris*	10^5 $4 \cdot 10^3$ 10^3 10^2

Количество *Citr. diversus, Prvulgaris, Citr. feundii,Morg. morganii* иногда превышало норму по бактериям группы кишечной палочки (БГКП) для почв (индекс 1–10 КОЕ/г [8]) и достигало значения $2 \cdot 10^6$ КОЕ/г (*Citr. diversus*). Процент встречаемости видов в исследуемых пробах отражен на рисунке 1.

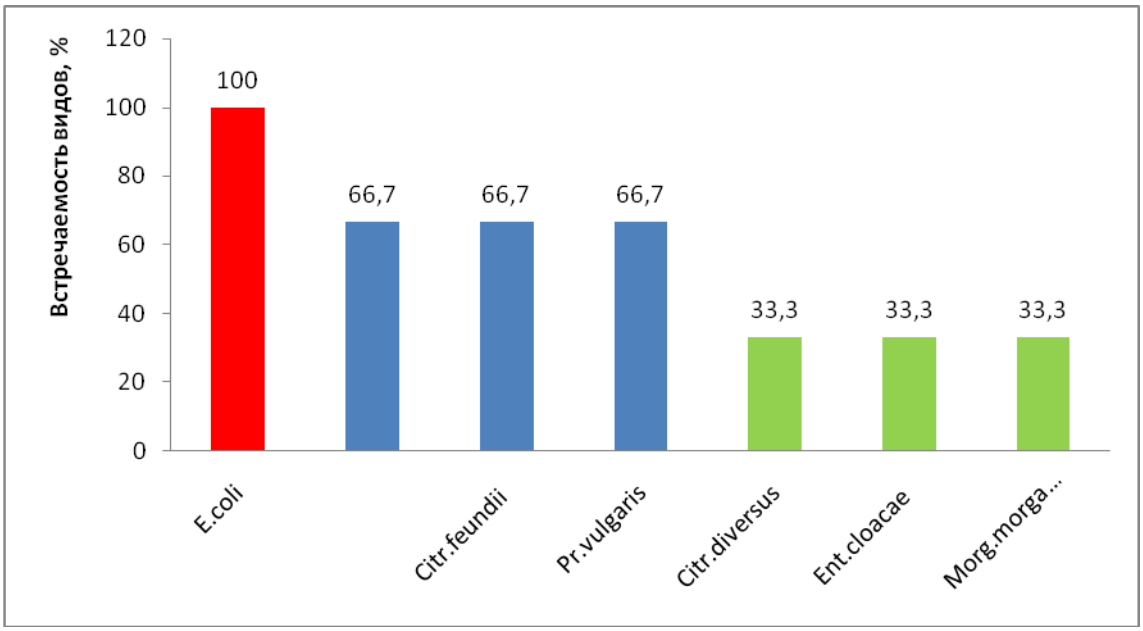


Рисунок 1 – Встречаемость видов сем. *Enterobacteriaceae* в образцах ОСВ Березовского сыродельного комбината

Важное значение имеет соотношение БГКП и бактерий *E. coli.* В нашем исследовании к группе БГКП относится пять видов:*E. coli, Kl. pneumonias. pneumonia, Citr. feundii, Citr. diversus, Ent. cloacae*. Суммируя их общее количество по сериям и деля на количество *E. coli,* получим значение отношения БГКП/ *E. coli*. Сравнивая полученные данные (1 серия – 2; 2 серия – 1,2; 3 серия – 1,05) с литературными значениями этого показателя для сточных вод (от 4 до 7 [9, с. 110]), можно сказать, что в исследуемых образцах ОСВ значение БГКП/ *E. coli*было низким, что свидетельствует о фекальном загрязнении данного материала. Это согласуется с тем фактом, что в процессе водоотве-

дения на данном предприятии хозяйственно-бытовые воды смешиваются с производственными и направляются в одну систему очистки. Анализируя изменение отношения БГКП/ *E. coli* по сериям исследования, необходимо отметить снижение этого показателя (с 2 в серии 1 до 1,05 в серии 3), что говорит о нарастании эпидемической опасности ОСВ. Однако необходимо учитывать, что производственные сточные воды молочного производства являются высококонцентрированными стоками и могут быть питательной средой для развития многих микробов, в том числе и БГКП. Поэтому однозначно говорить об эпидемической опасности ОСВ нельзя. Также и снижение значения БГКП/ *E. coli*по сериям исследований, возможно, связано с сезонными изменениями температуры и созданием благоприятных условий для развития *E. coli*. Для того чтобы выяснить, является ли повышенное количество *E. coli* следствием свежего фекального загрязнения, необходимо провести исследования на термотолерантные кишечные палочки. Оно позволит сказать, являются ли выделенные*E. coli* фекальными формами. Это необходимо учесть в дальнейших исследованиях.

При определении стафилококков после термостатирования посевов на среде ЖСА в течение суток отбирали характерные или подозрительные на *Staphylococcusaureus* колонии и отсевали их на поверхность скошенного питательного агара для накопления культуры. На среде ЖСА колонии *St. aureus*были окружены радужным ореолом за счет лецитиназной активности. У выросших культур проверяли отношение к окраске по Граму, определив грамположительные кокки. Проводили учет реакций плазмокоогуляции и ферментации маннита аэробно и анаэробно.

В первой серии исследований *St. aureus* не был выделен.

Во второй серии исследований золотистый стафилококк был обнаружен в количестве 10 КОЕ/г.

Полученный результат подтверждает мнение о невысоком содержании этого микроорганизма в сточных водах. В дальнейших исследованиях, учитывая небольшое количество *St. Aureus*в ОСВ, необходимо использовать метод культивирования с использованием среды обогащения.

Для определения листерий проводили исследование с использованием метода первичного и вторичного обогащения. На первом этапе разведения ОСВ в пропорции 1:10 засевали в среду первичного обогащения (бульон Фрейзера) и после суточного инкубирования при 30ºСотмечали рост листерий на полуконцентрированном бульоне Фрейзера, содержащем эскулин. Было зафиксировано почернение среды за счет гидролиза гликозида эскулина до глюкозы и эскулетина. Эскулетин реагирует с ионами железа, образуя комплекс черного или оливкового цвета. Проведение второго этапа – вторичного обогащения культуры в бульоне Фрейзера – осуществляли в течение 2 суток. После обогащения культуры высевали на Оксфордскийагар. Через 24 ч инкубирования отмечали рост листерий: мелкие колонии диаметром 1 мм сероватые, окруженные черным ореолом. Через 48 ч они становились более темными, около 2 мм в диаметре, с черным ореолом и углубленным центром. Отбирали отдельные колонии, выращенные на агаре, и пересевали бактериологической петлей на среду МПА с 1% глюкозы. Для подтверждения принадлежности выделенных микроорганизмов к роду *Listeria*у полученных чистых культур проверяли отсутствие капсул и спор, окраску по Граму, определяли присутствие каталазы (каталазную активность), подвижность бактерий при двух температурах инкубирования: (22±1) и (37±1)°С. Выделенные бактерии явились грамположительными тонкими короткими палочками, каталазоположительными,подвижными при (22±1)°С и слабоподвижными при (37±1)°С. Это позволило говорить о принадлежности их к роду *Listeria*. Для видовой дифференциации листерий выявляли у выделенных культур ферментативные свойства (способность ферментировать

углеводы на средах Гисса с применением маннита, ксилозы, маннозы и рамнозы), β-гемолитическую активность (способность образовывать зоны просветления за счет растворения эритроцитов под или вокруг колоний при посеве на поверхность кровяного агара), ставили CAMP-test со *St. aureus*. Выделенные культуры были β-гемолитическими, CAMP-test со *St. aureus* был отрицателен. Бактерии ферментировали ксилозу и маннозу и не ферментировали маннит и рамнозу. По комплексу признаков выделенные бактерии были отнесены к виду *Listeriaivanovii*. Данный вид является одним из патогенных для человека видов.

В образце ОСВ *Listeriaivanovii* присутствовала в количестве 100 КОЕ/г. Полученный результат можно считать значительным, принимая во внимание, что данный микроб относится к патогенным для человека, а ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 предполагает отсутствие патогенной флоры в 1 г ОСВ. Данный вопрос требует дальнейшего изучения.

Выводы. Микробиологический состав осадков сточных вод Березовского сыродельного комбината отличается содержанием большого количества условно-патогенных микроорганизмов из сем. *Enterobacteriaceae*: *E. coli*(10^5–10^7 КОЕ/г),*Kl. pneumoniaes. pneumonia*(10^3–10^7 КОЕ/г),*Citr.freundii*(10–10^3 КОЕ/г),*Citr. diversus*($2\cdot10^6$ КОЕ/г),*Ent. cloacae*(10 КОЕ/г),*Pr. vulgaris*(10^2–10^5 КОЕ/г),*Morg. morganii*(10^3 КОЕ/г); из сем. *Staphylococcaceae –St. aureus*(до 10 КОЕ/г); из рода *Listeria – L. ivanovii*(10^2 КОЕ/г), что является препятствием для использования сырого осадка сточных вод Березовского сыродельного комбината в качестве органического удобрения без предварительной обработки. Наиболее простым и экономически выгодным способом обеззараживания ОСВ может служить компостирование по существующим методикам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яромский, В.Н. Очистка сточных вод пищевых и перерабатывающих предприятий / В.Н. Яромский. – Минск : Издательский центр БГУ, 2009. – 171 с.

2. Пахненко, Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения : учебное пособие / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.

3. Трешкова, Т.С. Изучение микробиологического состава сточных вод, образующихся с объектов и территорий различного социально-экономического использования / Трешкова, Т.С., Ключенович В.С. // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. В.П. Филонов. – Минск: Смэлток, 2009. – Вып. 13. – С. 205-209

4. Микробиологическая диагностика заболеваний, вызываемых энтеробактериями. Инструкция по применению № 026–0309: утв. Гл. гос. санитар. врачомРесп. Беларусь 08.05.09. – Минск, 2009.

5. Молоко и молочные продукты. Методы определения *Staphylococcusaureus*: ГОСТ 30347. – Введ. 01.07.1998. – М., 1998.

6. Листериоз. Методические рекомендации: № 11. – утв. Председателем комитета здравоохранения. – М., 2001 г.

7. Продукты пищевые. Методы выявления и определения *Listeriamonocytogenes*. – ГОСТ Р 51921. – 2002. – Введ. 01.07.2003.

8. Охрана природы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений: ГОСТ Р 17.4.3.07–2001. – Введ. 01.10.2001. – М., 2001. – 7 с.

9. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. : пер. с фр. – Т. 1. – СПб. : Новый журнал, 2007.– 775 с.

УДК 631.879.2:633.11

ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Н.П. Бережная

кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологи и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

В.П. Бережная

соискатель кафедры общей биологи и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Применение осадков сточных вод в сельском хозяйстве в составе компоста позволяет повысить плодородие почв, урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Изучалось влияние и последействие органоминеральных компостов с участием фосфогипса и опилок на плодородие почвы, продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в вегетационных опытах.

*Ключевые слова:*осадки сточных вод, фосфогипс, утилизация, компост, плодородие, урожайность, качество зерна.

PERSPECTIVE OF UTILIZING OF WASTEWATER SEDIMENTS AND THEIR APPLICATION IN AGRICULTURE

Bereznaya N.P., Bereznaya V.P.

Application of sewage sludge in agriculture as part of compost allows to raise soil fertility, yield and quality of crops. The influence and aftereffect of organic compost with phosphogypsum and sawdust on soil fertility, productivity and quality of winter wheat particles in pot experiments are studied.

Keywords: sewage sludge, phosphogypsum, recycling, compos, soil fertility, yield, grain quality.

Одной из многочисленных экологических проблем современной цивилизации является утилизация отходов производства и потребления, в том числе осадков сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений. Уровень использования осадка сточных вод в сельском хозяйстве пока невысок. Большая часть отходов вывозится на свалки, создающие опасные очаги загрязнения окружающей среды. При этом безвозвратно теряются содержащиеся в отходах полезные компоненты.

Общий эффект воздействия ОСВ на почву заключается в том, что они повышают ее способность сохранять влагу, увеличивают содержание органического вещества и способствуют агрегации почвы (Шеуджен и др., 2005). Из литературных источников следует, что в большинстве случаев по удобрительной ценности ОСВ не уступают традиционным органическим удобрениям и правильное применение их в сельском хозяйстве позволяет повысить плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур (Лучицкая и др., 2007).

В последние годы применение промышленных минеральных удобрений в РФ резко снизилось, что связано с их высокой стоимостью и причинами другого характера. В частности, массовое применение минеральных удобрений и интенсивная обработка почвы снижает содержание в ней гумуса. Этот дефицит можно пополнить только применением органических удобрений, в т.ч. и ОСВ (Белюченко, Муравьев, 2009; Мельник 2009).

Для правильного использования осадков сточных вод в качестве удобрений необходимо в каждом конкретном регионе организовать всестороннее изучение их химического состава, определить влияние ОСВ на плодородие почв, урожай и качество сельскохозяйственных культур. Таким образом, поиск новых технологий утилизации

ОСВ крайне актуален. В своих исследованиях мы изучали различные варианты использования осадков сточных вод.

Методика исследований. В Ботаническом саду КубГАУ осенью 2009 г. был заложен вегетационный опыт в сосудах с количеством почвы 6 кг. Изучение ОСВ проводилось в следующих вариантах: 1) почва (контроль), 2) почва + 360 г ОСВ (из расчета 60 т/га), 3) почва + 360 г ОСВ + 120 г фосфогипса (20 т/га), 4) почва + 360 г ОСВ + 120 г фосфогипса + 12 г опилок (2 т/га). Повторность опыта 10-кратная. В каждый сосуд высевали по семь семян озимой пшеницы на глубину 5 см; после всходов оставляли по три растения.

В 2010 г. изучали прямое воздействие указанных смесей на развитие озимой пшеницы, а в последующие годы – последействие. Оценку влияния указанной смеси проводили на основе агрохимических показателей почвы, биометрических данных озимой пшеницы, химического состава растений и по качеству зерна.

Результаты исследований и их обсуждение. Применение осадков сточных вод и фосфогипса заметно сказалось на агрохимических показателях почвы в вегетационных опытах как первого года исследования, так и в последействии (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы, 2010 – 2012 гг.

Вариант	Органическое вещество, %	$N_{общ.}$, %	NO_3^-, мг/кг	P_2O_5, мг/кг	pH
2010 г.					
Контроль	3,13	0,14	18,00	185,10	7,14
ОСВ	4,53	0,19	26,45	208,47	7,05
ОСВ+ФГ	4,67	0,20	41,45	314,72	7,01
ОСВ+ФГ+ опилки	4,87	0,20	44,75	322,57	7,04
2011 г.					
Контроль	3,02	0,24	19,24	196,59	7,10
ОСВ	3,99	0,35	24,80	252,35	7,01
ОСВ+ФГ	4,22	0,38	34,60	327,02	6,98
ОСВ+ФГ+ опилки	4,34	0,39	35,40	314,57	7,01
2012 г.					
Контроль	2,54	0,24	19,50	273,89	7,07
ОСВ	2,74	0,28	24,10	275,42	7,08
ОСВ+ФГ	3,27	0,29	25,20	315,48	6,93
ОСВ+ФГ+ опилки	3,25	0,32	20,40	395,04	6,68

Из полученных результатов видно, что осадки сточных вод заметно повышают содержание органического вещества от 3,13 до 4,53%, а добавление ФГ и опилок еще больше увеличивают этот показатель, что позволяет говорить о более экономном расходовании органического вещества под влиянием фосфогипса. На количество общего азота существенного влияния фосфогипс не оказывает, однако применение осадков сточных вод увеличивает его содержание при последействии.

В первый год исследования, заметно возрастает доля нитратного азота. Естественно, что повышение органического вещества в почве способствует накоплению нитратного азота, а также подвижного фосфора. Показатели pH почвы колеблются мало по сравнению с контролем и сохраняются на нейтральном уровне. Осадки сточных вод оказали заметное влияние на содержание в почве кальция, серы и кремния (табл. 2).

Таблица 2. Содержание химических элементов в почвенных образцах

Вариант	Ca, %		Si, мг/кг			SO_4^{2-}, %		
	2010	2011	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Контроль	0,44	0,32	1,64	1,69	1,76	0,06	0,06	0,13
ОСВ	1,02	0,88	1,66	3,07	2,99	0,07	0,06	0,12
ОСВ+ФГ	1,30	0,12	1,76	3,62	2,71	0,20	0,28	0,29
ОСВ+ФГ+ опилки	1,56	1,36	2,39	3,37	3,02	0,11	0,09	0,14

Обращает внимание заметное увеличение, почти в 1,5 раза, в удобренной почве кремния. Кремний является не только питательным, но и конструктивным элементом, так как его недостаток приводит к разрушению органоминерального комплекса почвы, ускорению деградации органического вещества, ухудшению минерального состава.

Применение осадков сточных вод, как в чистом виде, так и в качестве компостов, оказало существенное влияние на развитие растений озимой пшеницы (табл. 3).

Таблица 3. Биометрические показатели озимой пшеницы

Вариант	Кол-во побегов, шт.	Длина колоса, см	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерен /растение, шт.	Масса колосьев /растение, г	Масса зерен /растение, г	Масса 1000 зерен, г
2010 г.							
Контроль	1,82	9,81	15,92	60,77	2,98	2,31	38,07
ОСВ	3,96	9,74	18,15	113,78	7,53	5,82	51,00
ОСВ+ФГ	3,15	9,13	18,15	104,44	6,28	5,04	48,55
ОСВ+ФГ+ опилки	3,15	9,37	18,30	103,52	6,21	4,92	47,80
2011 г.							
Контроль	2,88	7,98	16,29	93,04	4,48	3,53	38,52
ОСВ	2,68	7,91	15,55	86,48	4,38	3,43	39,45
ОСВ+ФГ	3,28	8,62	17,44	127,22	6,59	5,17	40,27
ОСВ+ФГ+ опилки	5,50	9,56	18,13	255,56	13,76	10,46	38,92
2012 г.							
Контроль	2,12	7,14	14,95	57,88	2,85	2,17	37,73
ОСВ	2,79	7,70	15,00	76,79	3,64	2,82	37,85
ОСВ+ФГ	3,08	8,51	15,22	81,31	4,28	3,21	40,23
ОСВ+ФГ+ опилки	4,77	8,98	16,98	99,69	6,78	3,97	40,19

Анализ биометрических характеристик растений озимой пшеницы показал, что осадки сточных вод способствовали увеличению количества побегов на растение, заметно увеличили длину колоса, количество зерен на растение и другие показатели. Заметно увеличилась масса зерна на растение и масса 1000 семян.

Различия в характере вегетации озимой пшеницы проявлялись во всех вариантах. Следует отметить, что сроки начала кущения и выхода в трубку по сравнению с контрольным вариантом опережали контрольный вариант на три дня.

Осадки сточных вод оказали весьма существенное влияние и на технологические качества зерна озимой пшеницы (табл. 4).

При анализе технологических свойств зерна озимой пшеницы можно отметить, что осадки сточных вод, особенно при внесении фосфогипса, заметно увеличивают в последействии содержание протеина, ИДК (индекс деформации клейковины) и весьма заметно – стекловидность зерна. Стекловидность характеризует консистенцию зерна, с которой связываются особенности его химического состава, физи-

ко-химических, структурно-механических и технологических свойств. Самая низкая стекловидность получена на контроле – 38,11%, а максимальное значение отмечено в варианте применения осадков сточных вод с фосфогипсом – 45,57%.

Таблица 4. Влияние компостов на качественные показатели зерна озимой пшеницы

Вариант	Качественные показатели зерна озимой пшеницы				
	Влажность, %	Протеин, %	Клейковина, %	ИДК, ед.	Стекловидность, %
2010 г.					
Контроль	13,30	10,23	15,95	68,92	39,20
ОСВ	13,31	11,80	27,59	66,63	45,75
ОСВ+ФГ	13,39	12,36	21,78	70,18	45,35
ОСВ+ФГ+ опилки	13,34	12,13	21,53	67,94	43,99
2011 г.					
Контроль	12,85	11,73	18,14	65,60	38,11
ОСВ	13,17	13,56	22,89	69,36	45,73
ОСВ+ФГ	12,98	14,70	23,84	64,99	45,57
ОСВ+ФГ+ опилки	13,08	13,29	28,82	64,77	40,78

Массовая доля влаги в зерне озимой пшеницы находится в пределах нормы. Особое внимание следует обратить на содержание клейковины. Так, при внесении осадков сточных вод содержание клейковины увеличивается на 4,7% по сравнению с контролем, а при совместном применение осадков сточных вод с фосфогипсом на 5,7%. Еще более высокий уровень содержания клейковины отмечается при компостировании тройной смеси: осадков сточных вод, фосфогипса и опилок; разница с контролем здесь достигает 8,7%.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что компосты, включающие осадки сточных вод, фосфогипс и опилки, как первоначально, так и впоследствии, оказывают влияние на физические и химические свойства почв, морфологические особенности развития растений озимой пшеницы и существенно улучшают качество ее зерна.

Таким образом, одним из важнейших принципов рационального влияния на плодородие почв является альтернативный подход экологического характера с использованием осадка сточных вод, фосфогипса и опилок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С., Муравьев Е.И. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т.5. – № 1. – С. 84-86.

2. Лучицкая О.А., Севостьянов С.М. Воздействие осадков сточных вод на почву и растения // Агрохимия. – 2007. – № 9. – С. 80-84.

3. Мельник О.А. Использование отходов промышленного и сельскохозяйственного производства для улучшения свойств почвы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 30-36.

4. Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М., Прокопенко В.В. Удобрения, почвенные грунты и регуляторы роста растений. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 404 с.

УДК631.6:226; 631.58

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ОРОШЕНИИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В УСЛОВИЯХ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

О.В. Качанова
младший научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»; **Украина, г. Дзержинск, п. Новгородское**, ddcnnc@ukr.net

М.В. Зеленая
начальник лаборатории Защиты окружающей среды, ООО «НПО «ИНКОР и К^0» КХП «Фенольный завод», **Украина, г. Дзержинск, п. Новгородское**, Margarita. Grebneva@unkor.donetsk.ua

С.Г. Зуза
старший научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», **Украина, г. Дзержинск, с. Сухая Балка**

Н.В. Тютюнник
научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», **Украина, г Дзержинск, п. Новгородское**, ddcnnc@ukr.net

Орошение сточными водами позволяет разработать наиболее эффективную технологию возделывания озимой пшеницы при минимальном способе обработки почвы.

Ключевые слова: орошение, сточные воды, предельно допустимая концентрация, экономическая эффективность, обработка почвы.

EFFECT OF TILLAGE ON GRAIN YIELD OF WINTER WHEAT WASTEWATER IRRIGATION IN DONETSK REGION

Kachanova O.V., Zelenaya M.V., Zuza S.G., Tyutyunnik N.V.

The results allow to develop the most effective technology of winter wheat cultivation minimal processing method for wastewater irrigation

Key words: irrigation, waste water, the maximum permissible concentration of economic efficiency, tillage.

Введение. Донецкий регион является зоной неустойчивого земледелия и характеризуется частыми засухами и неравномерным поступлением осадков, потому остро возникает вопрос влагообеспечения орошаемых сельскохозяйственных угодий.

Вода - природный ресурс, который играет исключительную роль в процессах обмена веществ составляющих основу жизни, и имеет огромное значение в промышленном и сельскохозяйственном производстве [1]. Все более возрастающие потребности сельского хозяйства в воде заставляют ученых мира разрабатывать рациональные технологии использования природных ресурсов. Одним из способов рационального использования воды является эффективное применение сточных вод в качестве орошения сельскохозяйственных угодий.

При использовании сточных вод возникает необходимость их очищать и обеззараживать [2]. Очистка сточных вод - обработка с целью разрушения или удаления

из них вредных веществ. Качество очищенных хозяйственно-бытовых вод определяется предельно допустимой концентрацией (ПДК) веществ согласно разрешительным документам по эксплуатации очистных сооружений поселка Новгородское (табл. 1).

Таблица 1 – Анализы воды хозбытовой канализации п. Новгородское

Наименование ингредиента	До очистки, мг/дм^3	После очистки, мг/дм^3	ПДК, мг/дм^3
Азот аммонийный	24,92	1,78	2,0
Нитраты	1,91	41,25	45,0
Нитриты	1,14	0,45	0,7
Фосфаты	10,80	2,5	3,5
Фенолы	0,021	0,001	0,001
Хлориды	148,37	127,7	200
Сульфаты	341,17	306,50	500

Таким образом, результаты химического и санитарно-гигиенического состояния сточных вод соответствуют возможности их использования для орошения сельскохозяйственных культур.

Полевые опыты проводились на опытном поле, расположенном на землях ГП «ОХ «Донецкое». Источник орошения - сточные воды поселка Новгородское, которые попадают в очистные сооружения, предназначенные для очистки воды от вредных веществ путем хлорирования и биологической очистки.

Почвенный покров опытного участка представлен черноземом типичным легко-среднеглинистым с содержанием в пахотном слое 4,7% гумуса, общего азота – 3,81 мг/100 г почвы, подвижного фосфора – 2,90 мг/100 г почвы, обменного калия – 230–250 мг/кг, pH водной вытяжки 6,4–7,5. Среднее многолетнее количество осадков при неравномерном их выпадении по периодам года составляет - 476 мм, среднегодовая температура воздуха 6,3 ^{o}С. ГТК – в пределах 0,7–1,2.

Исследуемая культура – озимая пшеница. Под культуру после уборки предшественника (кукуруза на силос) вносили минеральные удобрения из расчета $N_{90}P_{60}K_{30}$ и N_{30} весной. Влияние сточных вод на культуру изучалось по двум видам обработки: минимальная (весенняя культивация КПС-8 на глубину 8-10 см и посев зерновой сеялкой СЗ-3,6), традиционная (осенью почва боронуется зубовой бороной ЗБР-24, весной проводится первая культивация КПС-8 на глубину 10-12 см, после внесения удобрений - вторая культивация на глубину 8-10 см).

Самым надежным приемом в регулировании водного режима является орошение. Перед посевом озимой пшеницы проводился полив очищенными сточными водами (800 м^3/га) из расчета увлажнения слоя почвы на глубину до 1 м.

В процессе исследования выполнялись следующие наблюдения и виды анализов: влажность почвы весовым методом через каждые 10 см до глубины100 см; содержание нитратного азота [3]; содержание подвижного фосфора по Мачигину [4]; учет урожая [5]; засоренность посевов [5]; экономическая эффективность методом математического расчета.

Нашими наблюдениями установлено, что накопление и расход влаги зависит от качества обработки почвы. При традиционной обработке образуется глыбистая поверхность, а при минимальной - почва хорошо крошится, образуется мульчирующий слой, который предохраняет ее от иссушения.

В год проведения исследования содержание влаги в посевном шаре не обеспечивало получение своевременных и дружных всходов озимой пшеницы. Наибольший дефицит влаги был на варианте с традиционной обработкой (2,56 мм), что обусловило необходимость проведения предпосевного полива.

Весной запасы почвенной влаги за счет атмосферных осадков в метровом слое почвы на участках с поливом и без него были почти одинаковыми. На протяжении теплого периода май–июль количество осадков было неравномерным и, как правило, недостаточным. Запасы продуктивной влаги при традиционной обработке уменьшились до 1,1 мм, на минимальной – до 7,1 мм. Такие условия вызвали необходимость проведения вегетационных поливов, особенно в критические периоды развития озимой пшеницы – в фазы выхода в трубку и перед наливом зерна. В период вегетации для увлажнения корнеобитаемого слоя почвы проводилось орошение сточными водами с нормой расхода 550-600 $м^3$/га. Суммарное водопотребление за период вегетации озимой пшеницы в среднем за год составил 507,3 мм. Применение орошения увеличило коэффициент водопотребления до 690 мм.

Питательный режим почвы при орошении очищенными сточными водами изменяется в зависимости от способов обработки. Наибольшее содержание нитратов (4,67 мг/100 г почвы) и доступного фосфора (3,81 мг/100 г почвы) зафиксировано на варианте с минимальной обработкой. Преимущество минимальной обработки в содержании доступных фосфатов сохранилось на протяжении всего периода вегетации озимой пшеницы. Под влияниеморошения отмечалось увеличение содержания обменного калия (260 мг/кг), что характеризует сточные воды как удобрение.

Орошение почвы оказывает сильное влияние на развитие корневой системы озимой пшеницы. Под воздействием орошения произошло изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы, что способствовало увеличению числа зародышевых и вторичных корней растения.

Исследованиями установлено, что орошение влияет и на степень засоренности озимой пшеницы. Наибольшее количество сорных растений в посевах отмечено в фазу выхода озимой пшеницы в трубку. Орошение повысило засоренность при традиционной обработке на 22 шт/$м^2$, при минимальной - на 11 шт/$м^2$. Увеличение засоренности в этот период происходило за счет зимующих и ранних яровых сорняков. Этот фактор не оказал отрицательного влияния на урожайность озимой пшеницы, так как за счет орошения у растений были лучше развиты корневая система и листовая поверхность, что способствовало подавлению сорняков.

Под действием обработок и орошения изменились основные показатели структуры урожая озимой пшеницы (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние орошения на урожайность озимой пшеницы

Вид обработки почвы	Без орошения, ц/га	С орошением, ц/га	Прибавка урожая, ц/га
Традиционная	39,7	64,8	25,1
Минимальная	39,5	66,6	27,1

На варианте с минимальной обработкой при орошении наблюдается прибавка урожая на 27,1 ц/га в сравнении с вариантом без орошения. На варианте с традиционной обработкой прибавка составляет 25,1 ц/га.

Технология возделывания культуры многозатратна, что являетсяодной из причин высокой себестоимости продукции и низкой конкурентной способности на

внутреннем рынке, а также сдерживающим фактором эффективного хозяйствования и сбережения окружающей среды [6]. Актуальным заданием сельскохозяйственного производства является обеспечение снижения затрат энергии при выращивании культур.

Производственные затраты выращивания озимой пшеницы при минимальной обработке с орошением составляли 7294 грн/га, при традиционной обработке с орошением - 7560 грн/га. Если взять условную цену за 1 кг пшеницы 1,7 грн, то получаем чистую прибыль по минимальной технологии с орошением 4028 грн/га, по традиционной – 3456 грн/га. Уровень рентабельности по минимальной технологии составляет 35,6%, по традиционной технологии – 31,2%.

Таким образом, проведенные исследования по изучению влияния на урожайность зерна озимой пшеницы обработок при орошении сточными водами позволяют сделать следующие выводы:

1. Проведение предпосевных поливов является одним из наиболее важных приемов при возделывании озимой пшеницы, что позволяет значительно повысить урожайность сельскохозяйственных культур и усилить охрану окружающей среды.
2. Поливы сточными водами, содержащими питательные вещества, улучшают водный и пищевой режимы и не оказывают влияния на изменения физических показателей почвы на протяжении вегетации озимой пшеницы.
3. В условиях орошения традиционная обработка способствует лучшему развитию корневой системы в сравнении с минимальной обработкой.
4. Наиболее высокий урожай зерна пшеницы был получен после двух вегетационных поливов по минимальной технологии и составлял 66,6 ц/га.
5. Орошение озимой пшеницы сточными водами в условиях Донецкого региона по минимальной технологии является прибыльным и рентабельным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хенце, М. Очистка сточных вод [Текст] / М. Хенце, П. Армоэс. – М. : Мир, 2006. – 480 с.

2. Жуков, А. И. Канализация [Текст] / И. А. Жуков, Я. А. Карелин. – М. : Изд. Литературы по строительству, 1964. – 642 с.

3. ДСТУ 4729 : 2007 Качество почвы. Определение нитратного и аммонийного азота в модификации ННЦИПА имени А. Н. Соколовского [Текст]. – Действующий с 2008 – 01-01. – К.: Гостпотребстандарт Украины, 2006. – 14 с.

4. ДСТУ 4114 – 2002. Определение подвижных форм соединения фосфора и калия по модификации методом Мачигина [Текст]. – Действующий с 2002-06-27. - К.: Гостпотребстандарт Украины, 2002. – 6 с.

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1973 317 с.

6. Линдина, Т.Е. Экологические и экономическиеаспектыминимализациообработкичерноземов [Текст]/ Т.Е. Линдина, В.В. Медведев // Агрохимия и почвоведение. Спец. выпуск к VI съезду УТГА. - 2002. - 320 с.

УДК 631.879.2:631.86:631.445.24

ПРИМЕНЕНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ДЕРНОВО-МЕЛКОПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Д.С. Зиновьев
младший научный сотрудник, отдел земледелия и агрохимии, ГНУ Пермский НИИСХ, **Россия, Пермь**

М.Т. Васбиева
кандидат биологических наук, научный сотрудник, отдел земледелия и агрохимии, ГНУ Пермский НИИСХ, **Россия, Пермь,** pniish@rambler.ru

В.Р. Ямалтдинова
старший научный сотрудник, отдел земледелия и агрохимии ГНУ Пермский НИИСХ, **Россия, Пермь**

Исследованиями установлено, что осадок сточных вод по эффективности не уступает навозу, повышает содержание гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, снижает плотность и увеличивает целлюлозолитическую активность почвы и урожайность клевера и ячменя, но способствует накоплению тяжелых металлов в растительной продукции. Однако содержание их не превышает МДУ.

Ключевые слова: осадок сточных вод, агрохимические показатели, плотность, клевер, ячмень, урожайность, тяжелые металлы.

THE USE OF SEWAGE SLUDGE AS NON-TRADITIONAL ORGANIC FERTILIZER AND ITS EFFECT ON THE PROPERTIES OF THIN SOD-PODZOLIC LOAMY SOIL AND QUALITY OF FIELD CROPS

Zinov'ev D.S., Vasbieva M.T., Yamaltdinova V.R.

Long-term field experiment with sewage sludge application proved its efficiency as manure, advanced the humus content, available phosphorus, exchange potassium, soil celluloselytic activity increasing and, as a result - yields of crop cultures: clover and barley. Soil density decreasing and the accumulation of heavy metals in plants were also noticed. However, their content didn't exceed permissible levels.

Keywords: sewage sludge, agrochemical parameters, density, clover, barley, yield, heavy metals.

Введение. Одной из важнейших проблем являются отходы жизнедеятельности больших городов. Примером таких отходов являются осадки сточных вод (ОСВ), складируемые в терриконах и на полях фильтрации, загрязняющие значительные площади и вызывающие все большие опасения. Пермский край является одним из наиболее техногенно загрязненных районов Северо-Восточного региона европейской части РФ (Иванов В.А., 1992). Поэтому встает вопрос об их утилизации. Одним из методов утилизации может служить применение их в сельском хозяйстве в качестве нетрадиционных органических удобрений.

Установлено, что под влиянием ОСВ значительно улучшаются агрохимические показатели почв: уменьшается обменная и гидролитическая кислотность, повышается содержание гумуса, подвижного фосфора, минерального азота и степень насыщенности основаниями (Гладких, 2009; Юмашев, 2005). Обогащение почвы органическим веществом при внесении ОСВ положительно влияет на ее плотность,

структурно-агрегатный состав и водопрочность почвенных частиц, улучшает водно-воздушный режим почвы (Денисов, 2007; Лучицкая, 2007).

Однако широкое использование ОСВ в качестве удобрений ограничивается высоким содержанием тяжелых металлов, которые могут накапливаться в почве и продукции растениеводства. Содержание тяжелых металлов в осадках колеблется в широких пределах и в ряде случаев превышает установленные допустимые концентрации (Стратегия использования осадков.., 2002).

В связи с этим целью исследования является изучение влияния нетрадиционных органических удобрений (осадков сточных вод) на урожайность и качество клевера лугового и ячменя, а также агрохимические свойства и биологическую активность дерново-подзолистой почвы.

Методы исследований. Исследования проводили на базе длительного стационарного опыта, заложенного в 1976 г., в типичном севообороте (чистый пар–озимая рожь – яровая пшеница+клевер – клевер 1г.п.–клевер 2г.п.–ячмень–овес) на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве Пермского НИИ сельского хозяйства.

Почва опытного участка дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая слабокислая (4,8) с содержанием гумуса 2,2%; подвижного фосфора –154; обменного калия –170 мг/кг; сумма обменных оснований 18,1мг-экв. на 100 г почвы.

***Схема опыта*:** 1. Контроль; 2. Навоз 40 т/га; 3. ОСВ 40 т/га*; 4. ОСВ 40 т/га**; 5. ОСВ 60 т/га**; 6. ОСВ 60 т/га + углеотходы 6 т/га**; 7. $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон; 8. Фон + навоз 40 т/га; 9. Фон + ОСВ 40 т/га*; 10. Фон + ОСВ 40 т/га**; 11. Фон + ОСВ 60 т/га**; 12. Фон + ОСВ 60 т/га + углеотходы 6 т/га**

* – ОСВ (натуральной влажности) вносили в чистом пару в I, II, III, IV и V ротациях севооборота.

** – ОСВ (натуральной влажности) вносили в чистом пару I и II ротаций севооборота.

Минеральные удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) вносили под все зерновые культуры севооборота под предпосевную культивацию в виде аммиачной селитры или мочевины, простого суперфосфата и хлористого калия. Повторность вариантов 3-кратная. Размещение - систематическое, в 4 яруса. Опыт однофакторный. Общая площадь делянки 47,5 $м^2$(9,5х5,0). Площадь под опытом 1,6 га. Агротехника в опыте общепринятая для культур центральной зоны Пермского края.

Валовое содержание тяжелых металлов в составе ОСВ имеет следующие величины (мг/кг): для кадмия (Cd) – 21,00; свинца (Pb) – 43; никель (Ni) –273; хром (Cr) – 648; для цинка (Zn) – 224, меди (Cu) – 242, мышьяка (As) – 8, ртути (Hg) –1.

Для определения химического, физического состава почвы пользовались следующими методиками: содержание гумуса по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–84), pH_{KCl}потенциометрическим методом по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483–85), гидролитическую кислотность по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212–91), сумму поглощенных оснований по методу Каппена-Гильковица (ГОСТ 27821–88), содержание подвижного фосфора и обменного калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207–91), плотность почвы в образцах с ненарушенным сложением, целлюлозолитическую активность почвы – аппликационным методом. Определение концентрации тяжелых металлов в растительных образцах проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Результаты и обсуждение. При внесении ОСВ в почву в качестве органических удобрений наблюдались изменения в агрохимическом состоянии почвы.

Регулярное внесение 40 т/га ОСВ в течение пяти ротаций севооборота достоверно увеличило содержание гумуса в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы (0–20 см) с 1,77 в контрольном варианте до 1,91%, а при внесении навоза КРС 40 т/га отмечена только тенденция (таблица 1).

Таблица 1. Влияние ОСВ и углеотходов на агрохимические показатели почвы (0-20 см), 2011 г.

Варианты опыта	Гумус, %	pH_{KCl}	Мг-экв. на 100 г почвы				V, %	P_2O_5	K_2O
			S	Нг	Ca	Mg		мг/кг	
Контроль (без удобрений)	1,77	4,2	20,8	4,8	13,4	3,9	81	124	126
Навоз 40 т/га	1,86	4,3	22,2	4,6	14,3	3,8	83	153	148
ОСВ 40 т/га*	1,91	4,3	21,6	4,6	14,3	3,6	83	207	169
ОСВ 40 т/га**	1,85	4,4	21,9	4,6	14,2	4,3	83	223	145
ОСВ 60 т/га**	1,84	4,3	21,4	4,7	13,9	4,3	82	212	129
ОСВ 60 т/га + углеотходы 6 т/га**	1,84	4,3	21,2	4,9	13,0	1,8	81	320	154
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	1,86	4,1	24,4	5,2	13,3	3,9	82	321	179
Фон + Навоз 40 т/га	1,96	4,1	20,5	5,6	12,9	2,2	79	413	221
Фон + ОСВ 40 т/га*	2,01	4,1	20,8	5,8	13,1	2,5	78	388	203
Фон + ОСВ 40 т/га**	1,98	4,1	19,5	6,0	12,9	3,5	77	428	168
ОСВ 60 т/га**	2,00	4,1	20,9	6,0	13,3	4,0	78	375	184
ОСВ 60 т/га + углеотходы 6 т/га**	1,92	4,0	21,5	6,1	14,5	3,4	78	357	240
$НСР_{05}$	0,10	0,1	1,5	0,4	0,9	$F_ф<F_т$	2	57	44

Применение ОСВ в дозе 40 т/га как при систематическом внесении, так и в последействии, а также при совместном применении с углеотходами достоверно повысило в почве содержание подвижного фосфора на 83–196 мг/кг, в отношении подвижного калия наблюдали тенденцию к увеличению на 19–43 мг/кг. В варианте, где изучали последействие ОСВ в дозе 60 т/га**, отмечено увеличение только фосфора на 88 мг/кг, содержание калия сохранилось на уровне контроля. Полученные результаты можно объяснить тем, что содержание фосфора в используемых осадках превосходило содержание калия в 6 и более раз.

Использование ОСВ в дозе 40 т/га (систематическое внесение, последействие) и навоза положительно повлияло на ППК почвы. На уровне тенденции возросла сумма обменных оснований с 20,8 (контроль) до 21,6–22,2 и снизилась гидролитическая кислотность с 4,8 до 4,6 мг-экв./100 г, в результате чего степень насыщенности основаниями (V) увеличилась с 80 до 83%. Содержание кальция повысилось (достоверно) с 13,4 до 14,2–14,3 мг-экв./100 г. Показатель pH_{KCl} увеличился с 4,2 до 4,3–4,4. Совместное применение ОСВ и навоза с минеральными удобрениями привело к снижению гидролитической кислотности почвы с 5,2 (фон) до 5,6–6,0 мг-экв./100 г. Четких закономерностей по влиянию удобрений на содержание в почве магния выявлено не было.

Таким образом, применение ОСВ не уступало традиционному органическому удобрению – навозу по положительному влиянию на агрохимические свойства почвы: отмечено повышение содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, улучшение показателей ППК. Интенсивность разложения целлюлозы в условиях 2011 г. на контрольном варианте составила 7, а в 2012 г. – 18 %, что обусловлено разными климатическими условиями в течение изучаемых вегетационныхпериодов (таблица 2).

На вариантах с ОСВ 40 т/га, как при систематическом внесении, так и при изучении последействия, целлюлозолитическая активность почвы увеличилась на 7% (по отношению к контролю), на фоне минеральных удобрений в данных вариантах биологическая активность почвы возросла на 9%. В 2012 г. в серии без мине-

ральных удобрений наибольший процент разложения обеспечил осадок сточных вод в дозе 60 т/га.

Таблица 2. Влияние ОСВ и углеотходов на целлюлозолитическую активность пахотного горизонта почвы, 2011–2012 г.

Варианты	Целлюлозолитическая активность, %					
	2011 г.	Отклонение от		2012 г.	Отклонение от	
		контроля	фона		контроля	фона
Контроль (без удобрений)	7	–	–	18	–	–
Навоз 40 т/га	16	10	–	22	4	–
ОСВ 40 т/га*	14	7	–	18	0	–
ОСВ 40 т/га**	13	7	–	10	-6	–
ОСВ 60 т/га**	8	2	–	26	8	–
ОСВ 60 т/га +углеотходы 6 т/га**	10	3	–	24	6	–
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	8	1	–	25	7	–
Фон + навоз 40 т/га	18	11	11	37	19	13
Фон + ОСВ 40 т/га**	16	10	9	33	15	8
Фон + ОСВ 40 т/га**	16	9	9	33	15	9
Фон + ОСВ 60 т/га**	11	4	3	29	11	5
Фон + ОСВ 60 т/га + углеотходы 6 т/га**	13	7	6	23	5	-2
$НСР_{05}$	–	6,6		–	6,2	

В 2011 г. на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ в варианте ОСВ 60 т/га** отмечена только тенденция к увеличению целлюлозолитической активности. В 2012 г. на фоне минеральных удобрений этот показатель существенно повысился в вариантах с внесением навоза 40 т/га, ОСВ 40т/га при систематическом внесении и в последействии (15%). Однако в варианте ОСВ 60 т/га + углеотходы 6 т/га на фоне минеральных удобрений существенного увеличения микробиологической активности не наблюдалось. В посевах ячменя определяли плотность сложения пахотного горизонта почвы по фазам развития культуры (колошение, полная спелость) на глубине 0-10 и 10-20 см. Степень уплотненности почвы имеет большое значение для нормального развития корневой системы растений. От этого показателя также зависят водно-воздушные, тепловые и биологические свойства.

Как следует из таблицы 3, плотность сложения почвы уменьшается на глубинах 0-10 и 10-20 см в вариантах с применением органических удобрений, как в фазу колошения, так и в фазу полной спелости. Менее плотной, является почва в варианте: фон + ОСВ 40 т/га на глубине 0-10 см, на глубине 10-20 см – фон + навоз 40 т/га.

Таблица 3. Плотность пахотного горизонта почвы 2012 г., г/см^3

Варианты	Колошение		Полная спелость	
	0-10	10-20	0-10	10-20
1. Контроль (без удобрений)	0,86	0,85	1,6	1,5
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	0,83	0,85	1,5	1,4
3. Фон + навоз 40 т/га	0,85	0,72	1,4	1,2
4. Фон + ОСВ 40 т/га	0,81	0,80	1,3	1,4
$НСР_{05}$	0,07	0,03	0,15	0,15

Таким образом, органические удобрения разуплотняют почву на глубине 0-20 см, однако на глубине 0-10 наиболее эффективными оказались варианты с примене-

нием осадка сточных вод на фоне минеральных удобрений, на глубине 10-20 см – навоз, что способствовало формированию более высокой урожайности ячменя. В опыте отмечены аналогичные результаты по влиянию органических удобрений на влажность почвы.

Внесение осадка сточных вод оказало влияние и на урожайность клевера 2 г.п. и ячменя. Урожайность клевера на контроле составила 4,10 т/га сена (воздушно-сухое вещество 16% влажности) (таблица 4). Регулярное внесение ОСВ и навоза по 40 т/га в чистом пару обеспечило достоверное повышение урожайности клевера лугового 2 г.п. на 0,64 и 0,75 т/га соответственно. В вариантах, где изучали последействие нетрадиционных органических удобрений - ОСВ 40 и 60 т/га** и ОСВ 60 т/га +углеотходы 6 т/га** (вносили в I и II ротациях севооборота), отмечено повышение урожайности на уровне тенденции - на 0,22-0,48 т/га.

Таблица 4. Влияние ОСВ и углеотходов на урожайность клевера лугового (сено 16% влажности) и ячменя

Варианты опыта	Клевер 2 г.п.			Ячмень яровой		
	Урожайность, т/га	Отклонение от		Урожайность, т/га	Отклонение от	
		контроля	фона		контроля	фона
Контроль (без удобрений)	4,10	–	–	2,99	–	–
Навоз 40 т/га	4,85	0,75	–	3,50	0,51	–
ОСВ 40 т/га*	4,74	0,64	–	3,47	0,48	–
ОСВ 40 т/га**	4,46	0,36	–	3,00	0,01	–
ОСВ 60 т/га**	4,46	0,36	–	2,95	-0,04	–
ОСВ 60 т/га +углеотходы 6 т/га**	4,32	0,22	–	3,42	0,43	–
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	4,14	0,04	–	4,02	1,03	–
Фон + навоз 40 т/га	4,44	0,35	0,31	3,68	0,69	-0,34
Фон + ОСВ 40 т/га*	4,39	0,29	0,25	4,21	1,22	0,19
Фон + ОСВ 40 т/га**	4,18	0,08	0,05	4,20	1,21	0,18
Фон + ОСВ 60 т/га**	3,90	-0,20	-0,24	4,06	1,07	0,04
Фон + ОСВ 60 т/га +углеотходы 6 т/га**	4,19	0,09	0,05	4,24	1,25	0,22
$НСР_{05}$	–	0,50		–	0,26	

Минеральные удобрения вносили под предшествующие зерновые культуры - озимую рожь и яровую пшеницу - в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$, на клевере изучали последействие. На этом фоне действие и последействие органических удобрений проявилось в меньшей степени: отмечены тенденции к увеличению урожайности, а в варианте ОСВ 60 т/га** - тенденция к снижению на 0,24 т/га.

Урожайность ячменя на контроле составила 2,99 т/га. Максимальные прибавки на фоне без удобрений наблюдались в вариантах: навоз 40, 60 т/га и ОСВ 40 т/га, ОСВ 60 т/га + углеотходы 6 т/га (0,51-0,70). В остальных вариантах также отмечена несущественная прибавка. Внесение минеральных удобрений способствовало повышению урожайности ячменя на 0,18–1,20 т/га. В серии $N_{60}P_{60}K_{60}$ выделился вариант навоз 60 т/га (4,30 т/га). Последействие ОСВ 40 т/га (удобрение вносили в 1986 г.) по влиянию на урожайность ячменя не уступило систематическому внесению ОСВ 40 т/га. Разница между действием навоза и ОСВ находится в пределах НСР.

Таким образом, к концу ротации севооборота (ячмень – 6-я культура) действие органических удобрений затухает, а минеральные удобрения (NPK в дозе 60 кг д.в./га каждого вида), внесенные под ячмень, обеспечили увеличение урожайности.

Характер накопления ТМ полевыми культурами зависит от многих факторов: уровня содержания ТМ в почве и свойств элементов, свойств почвы, форм и доз применяемых удобрений, а также биологических особенностей вида растений и погодных условий вегетационного периода. Применение ОСВ (систематическое, по-

следействие) достоверно повысило в растениях клевера содержание Cd в 1,1-1,2 (по отношению к контролю), Zn в 1,4-1,6 и Cu в 1,1 раза (таблица 5).

Таблица 5. Влияние ОСВ и углеотходов на содержание тяжелых металлов в клевере луговом, мг/кг в.с.в., 2011 г.

Варианты опыта	Cd	Pb	Zn	Cu
Контроль (без удобрений)	0,10	0,92	31,50	14,65
Навоз 40 т/га	0,10	0,83	30,00	15,50
ОСВ 40 т/га*	0,11	0,75	44,00	16,75
ОСВ 40 т/га**	0,12	1,00	45,00	16,50
ОСВ 60 т/га**	0,12	1,00	49,00	15,10
ОСВ 60 т/га +углеотходы 6 т/га**	0,12	1,00	46,25	15,00
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	0,10	0,75	31,63	14,65
Фон + навоз 40 т/га	0,10	0,67	37,50	15,00
Фон + ОСВ 40 т/га*	0,11	0,75	55,00	14,75
Фон + ОСВ 40 т/га**	0,11	1,66	39,00	15,50
Фон + ОСВ 60 т/га**	0,11	1,00	36,50	16,00
Фон + ОСВ 60 т/га + углеотходы 6 т/га**	0,10	0,67	25,00	13,00
$НСР_{05}$	0,01	0,15	6,5	1,35
МДУ	0,3	5,0	50	30

Использование ОСВ неоднозначно повлияло на концентрацию в растениях Pb. В варианте с регулярным внесением ОСВ 40 т/га отмечено достоверное снижение содержания Pb на 18%, а при изучение последействия (ОСВ 40 и 60 т/га**) наблюдали тенденцию к увеличению на 9%, в то время как в почве концентрация подвижных и кислоторастворимых форм данного элемента была выше контрольного варианта в 1,4-2,3 раза. Применение минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ (под зерновые культуры севооборота) существенно не повлияло на содержание в клевере Cd, Zn, Cu и достоверно снизило концентрацию Pb на 18% (к контролю). Содержание ТМ в клевере при использовании ОСВ находилось в пределах установленных МДУ, т.е. полученный урожай может быть использован на кормовые цели.

Следовательно, использование осадка сточных вод в качестве нетрадиционных органических удобрений положительно сказалось на агрохимических, агрофизических и биологических свойствах почвы, а также на урожайности клевера лугового, ячменя и на качестве продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гладких Д.П. Влияние ОСВ на питательный режим дерново-подзолистой почвы и урожайность // Агрохимический вестник.- 2009.- № 1.- С. 38-39.

2. Денисов Е.П., Бурлака И.П., Сураев Д.В., Скачков Н.П. Эффективность почвенной реутилизации осадков городских сточных вод // Экология и промышленность России.- 2007.- № 2.- С. 12-14.

3. Иванов В.А. Вопросы агроэкологии в Уральском регионе // Материалы I съезда международной ассоциации, 11-12 марта 1992 г. –М., 1992. – С. 44-45.

4. Лучицкая О.А., Севостьянов С.М. Воздействие осадков сточных вод на почву и растения // Агрохимия.- 2007.- № 9.- С. 80-84.

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

6. Юмашев Н.П. Использование осадка сточных вод в качестве удобрений // Плодородие.- 2005.- № 3.- С. 4-5.

УДК 631.618

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЯКУТИИ

Г.В. Назарова

научный сотрудник, лаборатория экологического нормирования и рекультивации, ФГАОУ ВПО «Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Амосова», **Россия, Якутск,** g.nazarova@inbox.ru

Приводятся результаты исследований по способу биологической рекультивации земель, нарушенных при добыче алмазов в условиях Крайнего Севера. Основной экологической и экономической проблемой при рекультивации нарушенных земель является дефицит почвогрунтовых ресурсов для создания рекультивационных покрытий. При недостатке ППС (потенциально плодородного слоя) на отвалах Айхальского ГОКа (горно-обогатительного комбината) АК «АЛРОСА» (ЗАО) рассматривался вопрос использования промышленных отходов осадков КОС (канализационных очистных сооружений) в качестве основы техногенного грунта. Предварительные результаты опыта по использованию осадков КОС показали достаточно высокую перспективность способа, показавшего более 30% проективного покрытия травостоя.

Ключевые слова: биологическая рекультивация, отвалы пустых пород, отходы производства, осадки сточных вод.

EXPERIMENT OF USE OF SEWAGE SLUDGE FOR RECLAMATION OF DISTURBED LANDS IN YAKUTIA

Nazarova G.V.

The results of studies on the method of biological remediation land disturbed by mining operations in the Far North. Of Major environmental and economic problem remediation for land is the lack of ground soil in remediation resources to create coatings. With a lack of soil on disturbed lands Aikhal Mineral Processing Plant "ALROSA" (ZAO) we consider the use of precipitation wastewater treatment plant as the basis of anthropogenic soil. Preliminary results of the experiment on the use of precipitation wastewater treatment plant showed a fairly high potential of the method. The average density of coverage of 30% of plants.

Keywords: biological reclamation, waste rock dumps, waste production, sewage sludge.

Введение. В процессе разработки месторождений полезных ископаемых образуются и быстро увеличиваются пространства, нарушенные горным производством, отвалами пород и отходов переработки. В связи с чем вопросы, связанные с рекультивацией отходов производства, являющихся источником отрицательного воздействия на окружающую природную среду, актуальны для предприятий горнодобывающей промышленности всех регионов России. Рекультивация земель должна выполняться исходя из необходимости ускоренного и эффективного возврата нарушенных площадей для использования в народном хозяйстве. На 01.01.2010 г. предприятиями АК «АЛРОСА» при промышленной добыче алмазов в Якутии нарушено 10772,3664 га земель [4]. Цель исследования: разработать эффективный и экономичный метод рекультивации земель, нарушенных при добыче алмазов в условиях Крайнего Севера с использованием отходов при недостатке потенциально плодородного слоя.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2011-12 гг. на отвалах пустых пород карьера «Айхал» АК «АЛРОСА» на территории Мирнинского района Якутии. Представленный способ биологической рекультивации выполнен с учетом отсутствия на территории отвалов пригодного для рекультивации

плодородного слоя почвы, нанесение которого на субстрат предусматривается ГОСТом 1986 года. Применен общепринятый метод биологической рекультивации нарушенных земель в России и за рубежом – метод «залужения», т.е. посев однолетних и многолетних трав и их травосмеси.

Результаты исследований и их обсуждение. Общеизвестна практика «рекультивации» отработанных карьеров (нарушенных земель, оврагов и т.п.) путем заполнения отработанного пространства различными отходами 3, 4 и 5-го классов опасности. Обычно применяются строительные отходы, обезвоженные иловые осадки сточных вод, различные шлаки, вскрышные породы, грунты от раскопа котлованов и т.п. Фактически в этом случае производится захоронение (размещение) указанных выше отходов, то есть при рекультивации карьеров осуществляется размещение отходов путём их захоронения.

Нас же интересовала рекультивация с использованием отходов производства и потребления. Межгосударственный стандарт ГОСТ 17.5.1.03-86 "Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель" устанавливает возможное использование вскрышных и вмещающих пород, которые являются отходами горного производства, при выполнении рекультивационных работ на землях, нарушаемых в процессе горного производства и строительства.

В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 17.5.1.01-83 "Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения" под рекультивацией понимается комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества. Очевидно, что для реализации указанных целей следовало бы использовать рекультивант, сходный с исходными горными породами по геохимическим и физико-механическим показателям, но найти такой рекультивант в достаточных объемах невозможно.

Применяемые при рекультивации отходы резко отличаются по указанным показателям от природных грунтов и горных пород. В соответствии с Федеральным законом № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» использование отходов возможно для формирования плодородного слоя из смеси отходов и грунтов. Основной экологической и экономической проблемой при рекультивации является дефицит почвогрунтовых ресурсов для создания рекультивационных покрытий.

С целью экономии природных ресурсов при проведении рекультивационных работ почва может быть заменена отходами производства и потребления. Возможность замены первичных ресурсов вторичными, полученными путем переработки отходов, определяется биологическим потенциалом отходов. Типичными отходами производства и потребления, обладающими биологическим потенциалом, являются осадки сточных вод.

Для решения задачи рекультивации отвалов Айхальского ГОКа АК «АЛРОСА» при недостатке ППС мы рассматривали вопрос использования промышленных отходов Айхальского ГОКа в качестве основы техногенного грунта. Были выбраны промышленные отходы – осадки сточных вод КОС (канализационных очистных сооружений), которые использовали в качестве органического удобрения, содержащего в доступных формах элементы, необходимые для развития растений. Осадки сточных вод канализационных очистных сооружений (КОС) представляют собой сложную смесь с высоким содержанием воды, в которой биологически безвредные вещества прочно связаны с загрязняющими токсичными компонентами органической и неорганической природы.

Использование осадков сточных вод в качестве органических удобрений регламентируется ГОСТ Р 17.4.3.07−2001 «Требования к осадкам сточных вод при использовании в качестве органических удобрений» и Санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.7.573−96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения».

Использование осадков КОС в качестве удобрений общеизвестно [2; 3; 6; 7; 8]. По данным [5] содержание удобрительных компонентов в ОСВ достигает (в % от сухого вещества): азота (NH_4) – до 15%; фосфора (P_2O_5) – 0,75%; калия (K_2O) – 0,5% и кальция ($CaCO_3$) – 5,1%. Анализ приведенных данных показывает, что по содержанию питательных элементов для растений ОСВ с иловых площадок не уступают традиционно применяемым органическим удобрениям. Проведенные работы по исследованию влияния почвогрунтов, изготовленных на основе ОСВ (осадков сточных вод), на рост 500 видов растений, используемых в озеленении и ландшафтной архитектуре, показали, что осадок стимулирует развитие растений, увеличивает их прирост и способствует раннему цветению декоративных культур [1].

Применение осадков КОС промплощадки «Юбилейная» для биологической рекультивации отвалов АГОК заключалось в следующем. Эксперимент начали в июне 2011 года на опытном участке, расположенном на поверхности отвала карьера. На опытном участке размером 10х10м после предварительной планировки поверхности отвала были нанесены осадки КОС ориентировочно в объеме 10,0 $м^3$; осадок КОС перемешали с техногенным грунтом, песком и опилками с древесными стружками, а затем произвели посев семян.

С целью подтверждения плодородия техногенного грунта с опытного участка были проведены агрохимические исследования в испытательной лаборатории. По результатам анализов экспериментальный грунт можно отнести к хлоридно-сульфатному типу, слабозасоленному. Реакция почвенного раствора 7,6 – слабощелочная. Содержание гумуса среднее, нитратного азота низкое, подвижного фосфора повышенное. По содержанию обменного калия полученный грунт относится к среднеобеспеченному.

Рекультивация проводилась для восстановления растительного покрова на отвалах Айхальского ГОКа и не преследовала целей выращивания растений сельскохозяйственного направления, поэтому не было необходимости особой тщательной проверки техногенного грунта на наличие тяжелых металлов и патогенной флоры в экспериментальном грунте. Тем не менее, определение содержания тяжелых металлов в пробе грунта и осадка КОС, проведенное лабораторным путем, показало, что тяжелые металлы – медь, цинк, кадмий, свинец в осадке содержатся в допустимых пределах, ниже допустимых требований ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 и СанПиН 2.1.7.573-96.

В августе 2011 года получены первые положительные результаты по всходам семян на опытном участке. Среднее проективное покрытие травостоя составило 30%, средняя высота – 20 см. Заселяются сначала однолетние виды с доминированием овса посевного. Местами проективное покрытие доходило до 50%. Вместе с овсом встречаются единичные растения бобовых (донник) высотой 2-3 см, хвоща полевого, полыней и мари белой.

Осенью 2012 года видовой состав доходит до 11 видов с преобладанием пырейника, полыней, донника и люцерны, видны даже мелкие ростки ивы корзиночной, это подтверждает увеличение интенсивности заселения растениями на опыте. Проективное покрытие больше на понижениях (до 30%), где осадки КОС задержа-

лись, и меньше (до 10%) по повышениям. Средняя высота также отличается и меняется в пределах 5-40 см.

Таким образом, опытно-экспериментальные работы, выполненные в 2010-2012 гг., показали перспективность данного способа для биологической рекультивации. В результате биологической рекультивации отвалов с применением осадков КОС антропогенная нагрузка на экосистемы только от уменьшения валового выброса загрязняющих веществ при ветровом пылении отвалов пустых пород уменьшится на 27% за 3 года. Таким образом, снижение нагрузки на атмосферный воздух пылящих поверхностей составит в среднем 9,5% в год. Затраты же на биологическую рекультивацию способом с применением осадков КОС окупятся через четыре с половиной года только компенсационными платежами за негативное воздействие на атмосферный воздух.

Выводы

1. Способ применения осадков КОС полезен и как использование богатого питательными веществами субстрата для растительности, и как мероприятие по утилизации отходов КОС.

2. В условиях Айхальского ГОКа перспективны исследования по получению наиболее эффективного субстрата с использованием отходов существующей системы КОС плюс отходы деревообработки (опилки) и в качестве связующего –песок. При положительных результатах данный способ позволит получить дешевый, вполне доступный и эффективный способ биологической рекультивации отвалов пустых пород, который может быть применен на горных предприятиях Якутии.

3. При зарастании отвалов растительностью за счет исключения пылеобразования при закреплении пылящих поверхностей общая экологическая нагрузка на прилегающую территорию снизится на 9,5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьева Ю.С., Давыдов А.С. Экологическая оценка воздействия осадков сточных вод на почву по фитотестированию // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – № 8 (58) – Барнаул, 2009. – С. 110.

2. Бакланов В. И., Бобров О.Г., Барановская Н.Ф. Использование осадков биологической очистки промышленных сточных вод в народном хозяйстве // Обзорная информация. Серия: Актуальные вопросы химической науки и технологии и охраны окружающей среды. – М.: НИИТЭХИМ, 1990. – 26 с.

3. Воробьева Р.П., Давыдов А.С., Новикова Л.Ф., Пивень Е.А., Шуравилин А.В. Использование осадков сточных вод // Агрохимический вестник. — 2000. — № 6. — С. 36-37.

4. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2010 году / Министерство охраны природы РС(Я). – Якутск, 2011. – 228 с.

5. Дрозд, Г. Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Технико-экологические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2001. – 340 с.

6. Касатиков В. А., Касатикова С.М., Гольдфарб Л.Л. и др. Рекомендации по применению осадков сточных вод с иловых площадок в качестве удобрения. – Владимир, 1984. – 23 с.

7. Покровская С. Ф., Касатиков В.А. Использование осадка городских сточных вод в сельском хозяйстве. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1987. – 87 с.

8. Покровская С.Ф., Гладкова Л.И. Использование осадков сточных вод в сельском хозяйстве. — М.: ВНИИТЭИСХ, 1977. — 44 с.

Секция 4
Промышленные отходы и перспективы их использования

УДК 504.3(054)

ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ДИОКСИНОВ ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ

В.И. Бондаренко
кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова», **Россия, г. Москва**
В.А. Калугин
студент, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова», **Россия, г. Москва,** bondvas@bk.ru

В статье рассмотрены пути снижения эмиссии диоксинов при утилизации твёрдых бытовых отходов. Показано, что основным направлением снижения выбросов диоксинов является внедрение технологий переработки, при которых не возникает условий для образования диоксинов

Ключевые слова: ТБО, ТРО, утилизация, диоксины, МСЗ, низкотемпературные разложения

THE WAYS TO REDUCE DIOXIN EMISSIONS AT WASTE INCINERATION

Bondarenko V.I., Kalugin V.A.

The article discusses ways of reducing the emission of dioxins at the disposal of solid household waste. It is shown, that the main direction of reduction of dioxin emissions is the introduction of the technologies of processing, to ensure the adverse conditions of the generation of dioxins.

Keywords: MSW, SRW, utilization, dioxins, incinerator, low-temperature expansions

Сжигание отходов сопровождается интенсивными выделением диоксинов и фуранов, которые вредно влияют на здоровье людей. Загрязнение окружающей среды диоксинами происходит в основном за счет антропогенных источников, к которым относятся в первую очередь мусоросжигательные промышленные и городские станции (инсинераторы) и черная металлургия.Кроме диоксина может образовываться фуран, отличающийся от первого отсутствием одного атома кислорода в химической структуре соединения. Суммарное воздействие их усиливается. Для оценки этого воздействия введено понятие "токсичного эквивалента", выражающегося в нг/м^3 газа. Воздействие даже крайне низких концентраций диоксинов резко усиливается в присутствии других биологически активных загрязняющих веществ.

Для образования диоксинов необходимы органические соединения, кислород и определенная температура. Оптимальные условия образования диоксинов создавались в инсинераторах. Катализаторами, во много раз увеличивающими содержание диоксинов в продуктах горения, являются тяжелые металлы, например медь. Диоксины разлагаются при высоких температурах, однако при прохождении продуктов высокотемпературного горения через газоходы неудачной конструкции уста-

новок они могут образовываться снова (рекомбинировать). В различных странах мира проводятся разработки с целью сокращения эмиссии диоксинов от различных производств, а также при утилизации и сжигании бытовых отходов и отходов производства путём внедрения новых систем очистки отходящих газов и создания технологий, не благоприятствующих образованию различных вредных веществ, в том числе диоксинов и фуранов.

Улавливание диоксинов представляет большую проблему. Обычные системы газоочистки улавливают до 60% диоксинов. Применяются методы дожигания диоксинов. Диоксины/фураны сгорают до CO_2 и H_2O при температуре примерно 1200°С. Чтобы в охлаждаемом технологическом газе не протекал обратный процесс их образования, потом проводится "закалка" газов путем орошения водой или разбавления охлаждающим воздухом. Применяется также вдувание адсорбента (активированного угля) в технологические газы. Но этот способ опасен из-за возгорания пыли в фильтрах при вдувании угля (коксовой пыли) более 50 мг/м^3.

Твердые бытовые отходы - это богатый источник вторичных ресурсов (в том числе черных, цветных, редких и рассеянных металлов), а также "бесплатный" энергоноситель, так как бытовой мусор - возобновляемое углеродсодержащее энергетическое сырье для топливной энергетики. Однако для любого города и населенного пункта проблема удаления или обезвреживания твердых бытовых отходов всегда является в первую очередь проблемой экологической. Рассмотрим некоторые из существующих методов переработки отходов.

Сложный состав и проблемы с сортировкой отходов мусорных свалок (и аналогичных отходов в хранилищах) в целях переработки их во вторичное сырьё, энергию или изделия вторичного применения, с одной стороны, и универсальная простота термического разложения отходов, с другой стороны, стали причиной постепенно расширяющегося в 70–80–е годы прошлого столетия применения методов термического разложения твёрдых несортированных отходов. Сжигание бытового мусора, обеспечивая снижение объема и массы отходов, позволяет получать некоторое количество энергетических возвратных ресурсов. Однако этот способ имеет значительные недостатки, к числу которых относится выделение в атмосферу вредных веществ и уничтожение ценных органических и других компонентов, содержащихся в составе бытового мусора. Исследованиями США выявлено, чтопо мере ужесточения норм выброса газов из мусоросжигающих заводов (МСЗ) в атмосферупроисходит такое увеличение стоимости газоочистительного оборудования на МСЗ, что даже при хорошо отлаженной логистике (извлечение, подготовка и подача отходов на переработку) все мусоросжигательные компании оказываются убыточными.

Самым большим недостатком МСЗ является выделение значительного количества опаснейших соединений. Так как процесс горения отходов происходит при температуре 800-900°С, то в отходящих газах присутствуют альдегиды, фенолы, хлорорганические яды (диоксин, фуран, а также соединения тяжелых металлов).

Одним из методов является сжигание шлакового переплава в плавильных агрегатах (вариант «МАГМА»), или в так называемой металлургическойя печи Ванюкова. Оборудование отличается большими габаритами, высокой производительно-

стью и большими энергетическими затратами. Такое оборудование технически и экономически вполне обоснованно применять для промышленной переработки отходов горнорудных комбинатов и металлургических предприятий. Однако этот метод и оборудование применять для переработки твёрдых неметаллических отходов невыгодно, тем более для несортированных отходов. В АПМ «Магма» реализуется процесс сжигания при газовоздушном и газокислородном дутье, что благоприятно для выделения диоксинов. Предлагаемые разработчиками «МАГМЫ» методы подавления диоксинов высокотемпературным термическим разложением не состоятельны, так как «покинув» зону утилизации, они рекомбинируют и накапливаются в природной среде.

Для переработки несортированных отходов необходимо применять те методы, при которых не возникают условия для образования диоксинов, а также и весьма токсичных соединений азота типа NO_x(образуются при продувках высокотемпературных зон воздухом). Методами, исключающими образование диоксинов и соединений типа NO_x,являются бескислородные (и безвоздушные) методы пиролиза или термолиза с использованием энергии низкотемпературной плазмы.

За рубежом и в России ведется разработка технологии обезвреживания ТБО методом пиролиза. Метод пиролиза состоит в том, что в результате нагрева отходов в бескислородной или бедной кислородом среде происходит химическое разложение содержащегося в них органического вещества с образованием пара, жидкой фракции (масел, смол) и газа с выделением твердого остатка (углерода). Процесс пиролиза бытовых отходов в общем виде можно представить следующим образом. Сначала испаряется вода, далее, с повышением температуры, начинается разложение органических компонентов и выделяется максимальное количество жидких веществ (масло, смола). Если же процесс происходит при более высоких температурах, выделение жидких веществ уменьшается, но увеличивается выход газа и сокращается количество твердого остатка.

НПФ "Экопромтехнологии" (Украина) предложена установка УТПО-2 – комбинированная многофункциональная пиролизная установка с беспламенным способом переработки твердых и жидких отходов, преимущество которого, прежде всего, в предотвращении загрязнения окружающей среды. Пиролиз не оставляет после себя биологически активных веществ. Образующийся твердый остаток имеет высокую плотность, что резко уменьшает его объем, при пиролизе не происходит выбросов тяжелых металлов в атмосферу. Твердый нерастворимый остаток имеет 3-4–й класс опасности. Его легко хранить и транспортировать, можно использовать в качестве отсыпки при рекультивации полигонов ТБО, выполнении строительных работ [1].

В данной установке применяется комбинированная технология, предусматривающая предварительное разложение органической составляющей отходов в бескислородной среде (пиролиз), дожигание газообразных продуктов, обеспечивающее переход токсичных веществ в менее токсичные или полностью безопасные, резкое охлаждение пиролизного газа на выходе из реактора, что препятствует созданию условий, при которых возможны соединения галогенов (хлора, брома) с кислородом, т.е. образование диоксиноподобных веществ и дополнительная фильтрация на

угольном и щелочном (известковом) фильтрах. Создание в реакторе восстановительной атмосферы избытком углерода исключает возможность нового синтеза диоксинов.

Аналогичные установки модульного типа в проектах «УТРО-30, 50) разрабатываются кооперацией предприятий ООО «АтомЭкоМаш», ОАО «СНИИП», ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Республики Беларусь, ИФХЭ РАН им. А.Н. Фрумкина, ФГУП «ЦИАМ» им. П.И. Баранова и отличаются тем, что могут использоваться для утилизации не только бытовых, но и твердых радиоактивных отходов (ТРО) [2].В настоящее время ТРО и пункты их хранения имеются на39 предприятиях атомной отрасли. На большинстве объектов хранилища практически полностью заполнены радиоактивными отходами низкого и среднего уровней активности. С точки зрения технологичности и удобства применения наиболее перспективной представляется разработка модульной плазменной установки, которая позволит утилизировать подготовленные массы ТРО в местах их сбора или хранения. Модульность установки позволяет обеспечить ее развертывание без больших капитальных затрат и в сжатые сроки.В проекте УТРО использован метод пиролиза (нагрев без кислорода), что предупреждает образование диоксинов, а также предусмотрено дополнительно применение блока адресного выжигания диоксинов – блока интенсификации разложения спецметодами, например плазмой.

Сейчас в состоянии разработки находится более совершенный, чем плазма, и весьма перспективный способ переработки отходов – низкотемпературное (уровень температур – 400–500°К) разложение с использованием специальных электрополей (один вариант) и дискретного лазерного излучения (это второй вариант) возбуждённых молекул. Его освоение позволит заменить плазму и выйти на качественно новый уровень техники для переработки отходов, для создания генераторов с высокими энергетическими параметрами, а также для решения задач в области нетрадиционной энергетики и т.д.

Разновидностью плазмотронного метода является плазмохимический термолиз, на основе которого возможна переработка твёрдых отходов в сырьё вторичного применения. Примером этого является переработка старых шин в нефтеподобную массу, из которой в крекинг – процессе возможно получать вторичные бензины, керосины и т.д. Оба эти направления могут быть реализованы в единой конструкции УТРО.

Таким образом, основным направлением утилизации отходов можно считать разработку и освоение методов низкотемпературного разложения ТБО и ТРО в средах, активизированных и обеспечивающих при помощи специальных методов отсутствие благоприятных условий для возникновения диоксидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. piroliz2009.narod.ru.

2. Отчёт о научно-инженерных разработках. «Модульный Утилизатор ТРО 30». ОАО «Специальный научно-исследовательский институт приборостроения», 2012.

УДК 631.811.98:504.43

ПРИМЕНЕНИЕ БУРОУГОЛЬНЫХ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

И.А. Рыктор
старший научный сотрудник, Донецкий национальный университет, НИО «Нетопливное использование углей и утилизация отходов энергетической промышленности»; nauka@dongu.donetsk.ua, **Украина, г. Донецк**

Ю.Н. Зубкова
кандидат химических наук, доцент, Донецкий национальный университет, заведующая НИО «Нетопливное использование углей и утилизация отходов энергетической промышленности», **Украина, г. Донецк**

А.В. Бутюгин
старший научный сотрудник, Донецкий национальный университет, НИО «Нетопливное использование углей и утилизация отходов энергетической промышленности», **Украина, г. Донецк**

Я.А. Погромская
научный сотрудник, Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского» Национальной академии аграрных наук, **Украина, г. Харьков**

Изученыадаптивныереакции овсяницы луговой и донника лекарственного в зависимости от состава грунтосмесей породы Авдеевского коксохимического завода, породы террикона и буроугольных органоминеральных удобрений. Установлено существование корреляционных связей изменения активности форм пероксидазы, содержания и соотношений фотосинтетических пигментов и прироста массы овсяницы в зависимости от состава грунтосмеси. Установлено, что буроугольные гуминовые органоминеральные удобрения являются эффективными стимуляторами-адаптогенами при рекультивации промышленных отвалов.

Ключевые слова: адаптация, овсяница луговая, донник лекарственный,пероксидаза, фотосинтетические пигменты, буроугольные удобрения, породы углеобогащения, рекультивация.

APPLICATION OF HUMIC FERTILIZINGS FROM BROWN COAL FOR RECLAMATION OF INDUSTRIAL WASTE DUMP

I.A. Ryktor, J.N. Zubkova, A.V. ButiuginY. A. Pogromskaya

The influence of the different mixtures of the breed of coke plant, slagheap and humicfertilizings on biological and biochemical indices of *FestucapratensisHuds*.and of *Melilotusofficinalis (L.) Pall* is studied. The adaptive responses of *Festucapratensis*Huds.is studied as well. The influence of the ground mixture on the activity of forms of peroxidase and the consisting of photosynthetic pigments and growing of mass of *Festucapratensis*Huds.is established. It`s established that humicfertilizings are effective stimulators for using in reclamation of industrial waste dump.

*Keywords:*adaptation, FestucapratensisHuds.,Melilotusofficinalis (L.) Pall, peroxidase, photosynthetic pigments, humic fertilizers, reclamation, breed coal preparation.

Введение. Проблема рекультивации техногенных ландшафтов и восстановления нарушенных почвогрунтов особенно актуальна в регионах с интенсивной антропогенно-техногенной нагрузкой и почвенно-климатическими особенностями ре-

гионов с частыми засушливо-суховейными явлениями и неравномерным распределением осадков на протяжении года с большими колебаниями их по годам [1, 2]. Значимой проблемой в Донецком регионе является рекультивация породных отвалов коксохимического производства и шахтных терриконов.

Одним из наиболее высокоэффективных в экономическом и экологическом плане способов восстановления техногенных ландшафтов, снижения негативного влияния на среду и человека является фиторекультивация. При фиторекультивации породных отвалов углеобогащения и шахтных терриконов растения подвергаются ряду стрессовых факторов: повышенная кислотность среды произрастания, токсическое воздействие ксенобиотиков, промышленных поллютантов, несбалансированность макро-, мезо- и микроэлементного питания, недостаточное и неравномерное увлажнение, перепады температур. В связи с этим актуальным научно-практическим направлением является повышение адаптационных способностей растений.

В Донецком национальном университете разработана безотходная технология получения из бурого угля жидких гуматов аммония (ЖГА) – стимуляторов и адаптогенов растений [3-5]. Побочным продуктом производства ЖГА являются остаточные бурые угли (ОБУ), которые наиболее целесообразно применять в качестве органо-минеральных удобрений для рекультивации техногенных ландшафтов, а также в лесном хозяйстве и зеленом строительстве. Действие буроугольных гуминовых препаратов направлено на снижение уровня влияния стрессовых факторов среды и повышение адаптивных возможностей растений [6].

В НИО Донецкого национального университета проведен отбор растительных культур, а также выбор информативных биологических и биохимических показателей этих культур в условиях действия стрессовых факторов. Подтверждено, что любые неблагоприятные факторы вызывают нарушение единых ключевых процессов метаболизма, в первую очередь - энергетических и синтетических. Полученные экспериментальные данные являются основой для создания системы мероприятий экологической корректировки продуктивности агроэкосистем и рекультивации грунтов.

В настоящее время в НИО Донецкого национального университета решаются научно-практические задачи по использованию травянистых культур, таких как овсяница луговая(*Festucapratensis*Huds.) и донниклекарственный*Melilotusofficinalis* (L.) Pall. для фиторекультивациизолошлаковых отвалов Авдеевского коксохимического завода (АКХЗ), путем создания оптимальных условий произрастания данных растений за счет снижения кислотности породы отвалов АКХЗ и подбора состава грунтосмеси при внесении пород террикона и буроугольных удобрений на основании биологических и биохимических показателей, позволяющих оценить уровень адаптивных реакций растений. Технологическое решение направлено на снижение уровня действия стрессовых факторов среды и повышение адаптивных возможностей растений [6].

Объекты и методы.В качестве объектов исследований были использованы: 1) гуминовый препарат - бурогумофоска (БГФ-1А, БГФ-1Б– органо-минеральные удобрения на основе остаточного бурого угля, отхода производства гуматов аммония с содержанием аммонийного азота 2 и 4% соответственно, оксидафосфора (V) 16 и оксидакалия 14%) [7]; 2) породы отвала углеобогащения Авдеевского коксохимического завода (АКХЗ) и шахтного террикона, а также их смеси.Добавка гуминовогопрепарата (БГФ-1А или БГФ-1Б) составляла2 г на 1 кггрунтосмеси. Порода углеобогащения АКХЗ имеет кислое значение pH (3,0-3,6), при котором рост и развитие растений невозможны. Поэтому была проведена предварительная нейтрализация данной породы мелом (до pH 5,5).

Растительные объекты: овсяница луговая (*Festucapratensis*Huds.)и донник лекарственный*(Melilotusofficinalis* (L.)Pall.) [8]. Овсяница луговая и донник лекарственный не требовательны к почвам, обладают высокой устойчивостью к заболеваниям, зимостойкостью, засухоустойчивостью. Благодаря способности наращивать зна-

чительную зеленую массу и развивать мощную корневую систему являются ценными растениями для использования в мелиорации засоленных почв и для борьбы с водной и ветровой эрозией, а также в качестве зеленого удобрения.

Исследования проводили с помощью вегетационного метода в соответствии со стандартной методикой [9]. Использованы композиционные составы с различными соотношениями породы Авдеевского коксохимического завода и породы террикона (ПТР) без удобрений и с органоминеральными удобрениями БГФ-1А и БГФ-1Б.

Влияние состава грунтосмеси и удобрения оценивали по сумме показателей: накоплению сырой и сухой зеленой массы и массы корней, содержанию пигментов (хлорофиллов a, b, а также суммы каротиноидов и ксантофиллов), ферментативной активности цитоплазматической и ионосвязаннойпероксидазыв тканевых экстрактах из листьев растений.

Таблица 1 – Схема вегетационного опыта

Вариант	Содержание породы АКХЗ, %	Содержание породы террикона, %	Внесение буроугольного удобрения
1	100	0	Без внесения
2	100	0	БГФ-1А
3	100	0	БГФ-1Б
4	95	5	Без внесения
5	95	5	БГФ-1А
6	95	5	БГФ-1Б
7	90	10	Без внесения
8	90	10	БГФ-1А
9	90	10	БГФ-1Б
10	75	25	Без внесения
11	75	25	БГФ-1А
12	75	25	БГФ-1Б

Содержание фотосинтетических пигментов определяли фотоколориметрическим методом на КФК-3 по общепринятой методике, с использованием в качестве экстрагента ацетона [10].

Цитоплазматическую и ионосвязаннуюпероксидазу(КФ.1.11.17.; донор:H_2O_2-оксидоредуктаза) извлекали из гомогенизированной растительной ткани постадийным экстрагированием цитратно-фосфатным буфером (ЦФБ) с pH 4,8. Экстрагирование проводили по методике [11] с нашей модификацией. Активность цитоплазматической и ионосвязаннойпероксидазы в неочищенных тканевых ферментативных экстрактах (НТФЭ) из растений определяли фотоколориметрическим методом на КФК–3 с использованием в качестве субстрата 3,3`,5,5`- тетраметилбензидина. За основу взята методика, применяемая в микроанализе [12], которую мы модифицировали с учетом специфики наших исследований.

Для расчета удельной активности пероксидазы определяли содержание белка в анализируемых НТФЭ по методу Бредфорда [13] с CummassiBriliantBlue – 250 фирмы Serva на КФК–3 при λ= 595нм.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований установлено влияние как породного состава грунтосмеси (соотношение породы АКХЗ и террикона – ПТР), так и внесения удобрения на накопление массы шестидесятидневных растений овсяницы и донника. При внесении буроугольных удобрений наблюдается увеличение зеленой массы и снижение массы корней.

Показательным является реакция корневой системы как овсяницы так и донника на увеличение доли ПТР в составе грунтосмеси от 0-5% (соответственно 100-95 % породы АКХЗ) до 25% (75% породы АКХЗ): при отсутствии буроугольных удобрений наблюдается тенденция к увеличению корневой массы; на фоне же БГФ происходит довольно резкое снижение массы корня. Это свидетельствует о том, что при выращивании обеих культур на породе АКХЗ лимитирующим фактором является макроэлементное питание (NPK). Порода террикона содержит примеси легкодоступных соединений азота, фосфора и калия. Поэтому увеличение доли ПТР в составе грунтосмеси в некоторой степени улучшает корневое минеральное питание. Внесение БГФ устраняет дефицит NPK и снижает потребность наращивания корневой массы.

Установлено, что на фоне низкого содержания ПТР (0 – 5 %) и высокого содержания породы АКХЗ (100–95%) внесение буроугольных удобрений с содержанием азота 2 % (БГФ-1А) является оптимальным вариантом грунтосмеси среди исследованных для обеих культур, особенно при выращивании в условиях повышенных температур (+30-35°С). При соотношении породных компонентов в грунтосмеси 75% порода АКХЗ + 25% ПТР оптимальным является вариант с внесением БГФ-1Б с 4 %-м содержанием азота. Это можно объяснить увеличением конкуренции за азотное питание между растениями и литотрофной микрофлорой пород шахтного террикона при повышении доли ПТР.

Установлено, что на более низком фоне содержания породы АКХЗ внесение удобрений вызывает изменения в большей степени. Так, на примере овсяницы на фоне 95% содержания породы АКХЗ происходит увеличение зеленой массы на 60% и снижение массы корней на 36%, а на фоне 75% породы в составе грунтосмеси эти показатели составляют 84 и 70 % соответственно. Такой характер влияния удобрений на накопление зеленой массы и массы корней можно объяснить действием дополнительного внесения элементов минерального питания растений NPK, что способствует интенсификации синтетических процессов и снижает необходимость увеличения массы корневой системы в связи с большей доступностью минерального питания. Более высокая чувствительность к действию удобрения при 75%-м содержании породы АКХЗ по сравнению с 95%-м, очевидно, связана, во-первых, с улучшением структурных, физико-химических свойств грунтосмеси (грунтосмесь с 75%-м содержанием породы АКХЗ более рыхлая), что обеспечивает лучшую аэрацию корней; во-вторых, со снижением токсического действия тяжелых металлов и иных токсикантов за счет перевода их в трудноусвояемые для растений формы путем химической модификации и физико-химических взаимодействий химических агентов двух разных пород в грунтосмеси. В результате снижается сила воздействия факторов стресса при 75%-м содержании породы АКХЗ и 25%-м содержании ПТР. Таким образом, очевидно, что лимитирующим фактором роста овсяницы и донника на грунтосмесях порода АКХЗ+ПТР является содержание основных элементов питания NPK. Содержание в нейтрализованной породе АКХЗ азота, фосфора, калия более низкое, чем в бедных почвах. При внесении легкодоступных NPK с буроугольным удобрением фактор дефицита питания снимается и лимитирующим становится фактор избытка содержания тяжелых металлов и других токсикантов, который уменьшается при снижении концентрации породы с 95 до 75%. Баланс микро- и макроэлементного питания при этом оптимизируется, что снимает необходимость для рас-

тения увеличения массы корня и способствует стимуляции прироста зеленой массы растений.

При внесении буроугольных удобрений наблюдается снижение ферментативной активности в тканевых экстрактах из зеленой массы овсяницы как цитоплазматической (в среднем на 30,0%), так и ионосвязанной (в среднем на 27,6%) пероксидазы. Совокупная удельная активность фермента также снижается на фоне удобрений на 31,1% при содержании в грунтосмеси 95% породы АКХЗ и на 28,0% при содержании 75% породы. У овсяницы цитоплазматическаяпероксидаза более чувствительна к внесению буроугольных удобрений, чем ионосвязанная. Наблюдается уменьшение соотношения активностей цитоплазматической и ионосвязаннойпероксидазы (на 3% при 95%-м и на 3,5 % при 75%-м содержании породы). Однако активности форм пероксидазы донника и овсяницы различны. Для овсяницы характерно варьирование в пределах 1-7 с оптимумом 2,9. Для донника этот показатель меньше единицы 0,18-0,73 с оптимумом 0,73 в условиях данного опыта. Очевидно, отношение цитоплазматической и ионосвязаннойпероксидазной активности – видоспецифический показатель. У донника, в отличие от овсяницы, более чувствительной к фактору оптимизации условий выращивания оказалась ионосвязаннаяпероксидаза: минимальная зеленая масса 0,75 г в варианте со 100%-й долей породы АКХЗ соответствовала максимальной активности ионосвязаннойпероксидазы 43,47 нкат/мг белка препарата и активности цитоплазматической пероксидазы 7,88 нкат/мг белка препарата. В наиболее оптимальном варианте (95% породы АКХЗ + 5% терриконита + БГФ1А) с массой растений 7,13 г значения активности ионосвязаннойпероксидазной соответствовали 8,14, а цитоплазматической – 5,93 нкат/мг белка препарата. На 75% уровне содержания породы АКХЗ и 25% ПТР оптимизация выращивания донника внесением БГФ-1Б также существенно снизила активность ионосвязаннойпероксидазы и в меньшей степени – цитоплазматической. Понижение пероксидазной активности однозначно является индикатором снижения уровня «стрессовости» условий жизни при внесении удобрения.

Установлено, что и породный состав грунтосмеси, и буроугольные удобрения оказывают влияние на содержание пигментов в растениях овсяницы. Максимальные показатели по содержанию как хлорофилла, так и каротиноидов соответствуют варианту грунтосмеси с содержанием породы АКХЗ 95% без удобрений. В более стрессовых условиях растительный организм максимально реализует потенциальные генетически заложенные функциональные возможности систем фотосинтеза. Увеличение содержания пигментов является одной из неспецифических реакций адаптации в условиях действия любых стрессовых факторов и конкретно в данном опыте при неблагоприятных для произрастания растений структурных свойств грунтосмеси и токсического воздействия тяжелых металлов. Снижение содержания породы АКХЗ в составе грунтовой смеси до 75% вызывает уменьшение содержания фотосинтетических пигментов. Аналогичные изменения в пигментной системе овсяницы происходят и под влиянием буроугольных удобрений.

Результаты работы подтверждают высокую эффективность применения гуминовых препаратов для экологической корректировки экосистем.

Выводы

1. При рекультивации грунтосмесей породы АКХЗ и ПТР использование буроугольных удобрений способствует оптимизации условий выращивания и получению прироста растительной массы *Festucapratensis* и *Melilotusofficinalis.*

2. Овсяница луговая в условиях повышенных температур (+25-35°C) проявляет более высокие адаптивные способности к росту на грунтосмесях из пород,чем донник лекарственный.

3. Оптимальными по составу в ряду исследованных являются: грунтосмесь, содержащая 95% породы АКХЗ+5% ПТР+БГФ-1А, и грунтосмесь, содержащая 75% породы АКХЗ+25% ПТР+БГФ-1Б.

4. При увеличении содержания ПТР в составе грунтосмеси от 5 до 25% для максимально возможной в данных условиях оптимизации жизнедеятельности растений необходимо увеличение содержания азота во внесенном буроугольном удобрении с 2 до 4%. Это можно объяснить увеличением конкуренции за азотное питание между растениями и литотрофной микрофлорой шахтных пород при повышении доли ПТР.

5. Повышение температуры при культивировании овсяницы на грунтосмесях ПТР и породы АКХЗ является дополнительным фактором, который влияет на подбор оптимальных соотношений пород и буроугольных удобрений и их состава. Поэтому в условиях повышенных температур +25-35°C эффект от внесения БГФ, стимулирующего специфический бактериальный рост хемолитотрофной микрофлоры и продуктом которого является, в частности, серная кислота, зависит от минералогического и химического состава грунтосмеси и уровня азотного питания.

6. Снижение совокупной удельной пероксидазной активности при рекультивации грунтосмесей породы АКХЗ и ПТР является показателем оптимизации условий выращивания овсяницы луговой и донника лекарственного.

7. Соотношение активностей цитоплазматической и ионосвязанной форм пероксидазы может служить показателем оптимизации системы грунт-растение. Для овсяницы оптимальным в условиях опыта является величина показателя 2,91-2,92, для донника – 0,73.

8. Увеличение содержания фотосинтетических пигментов, в первую очередь хлорофилла *a*, является одной из неспецифических реакций адаптации в условиях действия стрессового фактора, т. е. компенсаторный механизм фотосистем в условиях крайней стрессовости базируется, прежде всего, на увеличении содержания хлорофилла *a*, а потом уже хлорофилла *b* и суммы каротиноидов.

9. Оптимизация условий выращивания овсяницы луговой при внесении БГФ-1А и снижении доли ПТР приводит к снижению величины отношения содержания хлорофиллов *a* и *b*. В данных условиях произрастания для овсяницы оптимальным является значение показателя 1,2.

10. Обнаружена положительная корреляционная связь между совокупной удельной пероксидазной активностью единицы зеленой массы овсяницы с соотношением содержания хлорофиллов *a* и *b*, что говорит о согласованном участии пероксидазы и структурных изменений фотосистем в адаптационном механизме растении.

В целом полученные результаты подтверждают высокую эффективность применения гуминовых препаратов для экологической корректировки продуктивности

экосистем, а также служат основой при разработке методических рекомендаций для восстановления эродированных почв и рекультивации промышленных грунтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Відновленняпорушенихприроднихекосистем: зб. наук.праць за матеріаламиТретьоїміжнар. наук. конф. (Донецьк, 7-9 жовт. 2008 р.). Рада ботанічних садів та дендропарків України, Донецький ботанічний сад НАН України. – Донецьк: Цифрова типографія, 2008. — 632 с.

2. Панов Б.С. Актуальные проблемы экологии Донбасса [Электронный ресурс] Электронный докумен. – Режим доступа: http://roman.by/r-96574.html.

3. Зубкова Ю.Н., Бутюгин А.В., Антонова А.Л.и др. Природные гуминовые вещества: взаимосвязь природы, способов выделения, физико-химических и биоактивных свойств. – Донецк: ДонНУ, 2008. – 171 с.

4.Бутюгин А.В., Зубкова Ю.Н., Антонова А.Л. и др. Гуминовые препараты как средство управления продукционным процессом растений в условиях критического земледелия Донбасса // Продукционный процесс растений: теория и практика эффективного ресурсосберегающего управления: тр. / Всерос. конф. с междунар. участием, (Санкт-Петербург, 1-3 июля. 2009 г.) / ГНУ АФИ Россельхозакадемии. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2009. – С. 54-55.

5. Зубкова Ю.Н., Рыктор И.А., Антонова А.Л., Бутюгин А.В. Влияние гуминовых препаратов на антистрессовую устойчивость растений. Сообщение 1 // ВісникДонНУ, Сер. А: Природничі науки. - 2009. - Вип. 1. - С. 593-597.

6. Заява на корисну модель 201013914 Україна, МПК А 01 В 79/02. Спосіб рекультивації сховищ відходів вуглезбагачення / О.В. Бутюгін, М.Б. Узденніков, М.В. Гнеденко, Ю.М. Зубкова, В.В. Кирбаба; заявник і патентовласник Донецький національний університет (Україна); заявл. 22.11.2010 р.

7. Пат. 23927 АУкраїна, МПК С05F 11/02. Органо-мінеральне добриво / Ю.М. Зубкова, О.В. Бутюгін, В.О. Буллі; заявник і патентовласник Донецький державний університет. – № 94128100; заявл. 20.12.1994; опубл. 31.08.1998, Бюл. № 4 .

8. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. *Festucapratensis*Huds. — Овсяница луговая // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3-х томах. – М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2002. – Т. 1. – С. 244.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.– М.: Колос, 1973. - 416 с.

10. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И. // Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – С. 107–108.

11. Гамбург К.З., Высоцкая Е.Ф., Леонова Л.А. Влияние разных ауксинов на рост табака и сои в суспензионной культуре // Докл. АНСССР. - 1972. - Т.203. - С.714-717.

12. Liem H.H. Quantitative determination of hemoglobin // Analytical biochemistry. - 1979. - V.98. - P 388-393.

13. Скоупс Р. Методы очистки белков. - М.: Мир, 1985. - 392 с.

УДК 553.04

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ДИНАМИКА ДОБЫЧИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

А.Н. Петин
доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия,г. Белгород**

Е.В. Уколова
аспирант,ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия,г. Белгород**

Т.Н. Фурманова
аспирант,ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия,г. Белгород,** urmanova@bsu.edu.ru

В статье рассматриваются проблемы влияния техногенно-минеральных образований (ТМО) на состояние окружающей природной среды Белгородской области с применением геоэкологического анализа. Проведен анализ динамики состава и добычи вскрышных пород Лебединского ГОКа. В результате дана оценка влияния и разработаны рекомендации рационального использования ТМО на современном этапе развития.

Ключевые слова:техногенно-минеральные образования (ТМО), геоэкологический анализ, вскрышные породы, песок, мел, глина, горнопромышленный узел.

INFLUENCE OF TECHNOGENIC MINERAL FORMATIONS ON THE STATE OF ENVIRONMENTAL AND DYNAMICS OF PRODUCTION OVERBURDEN OF LEBEDINSKY GOK OF STAROOSKOL-GUBKINSKAYA MINING NODE

Petin A.N., Ukolova E.V., FurmanovT.E.

In the article the problems of the influence of technogenic mineral formations (MACT) on the state of the environment of the Belgorod region with the use of geo-ecological analysis.The analysis of the dynamics of the composition and the production of waste rock from the Lebedinsky ore mining and treatment Plant.As a result of assessment of the impact of and developed recommendations rational use of mechanical equipment at the present stage of development.

Keywords: anthropogenic mineral formations (AMF), geoecological analysis, overburden rocks, sand, chalk, clay, the mining site

Введение.Старооскольско-Губкинский горнодобывающий комплекс (СГ ГДК) на своей территории накопил и вследствие своей деятельности накапливает огромное количество отходов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, металлургического, энергетического и других производств: более 1,1 млрд м^3 горной массы, во внешние отвалы уложено более 800 млн м^3 пород вскрыши и более 260 млн м^3 отходов обогащения хранятся в хвостохранилищах. В связи с этим здесь заметно ухудшается экологическая обстановка и появляется ряд конфликтов природного, экономического и экологического характера.

Исследования техногенно-минеральных образований (ТМО) в связи с этим представляют повышенный научный и практический интерес. Кроме того, отвалы горнодобывающих и металлургических предприятий особенно интересны как перспективные источники сырья для различных областей индустрии, так как в резуль-

тате техногенной деятельности формируются «новые» горные породы, сосредоточенные в горнорудных отвалах, шламохранилищах, золо– и шлакоотвалах, отвалах металлургического производства.

ТМО представляют собой остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшихся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства. Важными минеральным ресурсами Белгородской области являются вскрышные породы карьеров действующих ГОКов. Породы вскрыши до сих пор не используются в достаточном количестве, что приводит к их складированию и образованию большого количества отвалов.

Воздействие ТМО на окружающую среду проявляется как на отдельные ее компоненты, так и в целом. Это оказывает отрицательное влияние на растительный и животный мир района и, что особенно важно, на состояние здоровья и деятельность человека. На сегодняшний день техногенные ландшафты в районе КМА занимают площадь более 30 тыс. га [1].

Целью исследованияявилось изучение изменений окружающей природной среды Старооскольско-Губкинского района под воздействием ТМО, а также мониторинг динамики добычи вскрышных пород Лебединского ГОКа за период 1990 – 2011 гг.

Для достижения поставленной цели выделен ряд взаимосвязанных задач:

1. Проведение анализа существующих концепций и методов изучения региональных природно-территориальных комплексов и природно-технических систем.

2. Рассмотрение характера влияния ТМО на компоненты окружающей среды изучаемой территории, выделение зон воздействия, изучение пространственно-временных закономерностей воздействия ТМО на компоненты природной среды.

3. Изучение отвалов вскрышных пород горнодобывающих и металлургических предприятий Лебединского ГОКа как перспективных источников сырья для различных областей индустрии.

Объектом исследованияявляется территория Старооскольско-Губкинского района Белгородской области.

Предмет исследования – особенности воздействия ТМО на компоненты окружающей среды изучаемой территории, а также динамика добычи вскрышных пород Лебединского ГОКа за период 1990-2011 гг.

Исследование проводилось в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2012 год (приказы № 5.1739.2011; № 5.3407.2011 «Рациональное недропользование железорудной провинции КМА: геоэкологические проблемы и пути их решения»).

Материалы и методы исследований. В ходе исследования нами применялись следующие методики геоэкологического анализа для оценки:

1) геоэкологической обстановки территории;
2) техногеннойнарушенности ландшафта;
3) техногенного воздействия через изменение биоты экосистем;
4) нормирования качества окружающей среды.

Значение геоэкологического анализа в оценке влияния ТМО заключается в более масштабном и в то же время детальном рассмотрении всех аспектов проявления данного явления. Провести анализ значит создать оценочную модель геоэкологической ситуации СГГДК, а это может быть достигнуто путем типизации и конкретизации геоэкологической обстановки исследуемой территории, которая предполагает выявление закономерностей функционирования и определение направлений развития территории с учетом пространственной и временной экстраполяции.

Геоэкологический анализ носит комплексный характер и включает в себя следующие показатели:

- оценка среды обитания и здоровья населения, а степень их изменения связана с критериями загрязнения воздуха, воды, почвы и радиационным загрязнением;

- характеристика степени ухудшения здоровья человека, через медико-демографические критерии,

- применение системы совокупных требований: санитарно-гигиенических, водо- и рыбохозяйственных и общеэкологических

Результаты исследования. Проведенные нами исследования показали, что отвалы представляют собой массивы техногенных пород, залегающие без определенной последовательности и структуры и состоящие из различных дисперсных и глыбовых отложений. Длительность трансформации тела отвала в зависимости от характера грунта составляет от 3 до 15 лет [1]. Это позволяет проводить определенные рекультивационные мероприятия и более рационально использовать ТМО, поскольку сфера их использования достаточно широкая: строительство, дорожные работы, инженерно-биологические мероприятия. При этом следует учитывать, что многие ТМО оказывают негативное влияние на состояние окружающей природной среды. Большим резервом для строительной индустрии служат скальные и вскрышные породы, которые можно использовать для получения стройматериалов, а также изготовления щебня как заполнителя для бетонов.

Таким образом, динамика добычи мела в период с 1990 по 2011 гг. характеризуется высокими показателями в 1990 и 1991 гг., затем наблюдается сокращение объема добычи. Далее в период с 2002 по 2007 гг. снова увеличение объемов добычи, а затем снова спад по 2009 г. и в настоящее время небольшой рост добычи мела на отвалах вскрышных пород Лебединского ГОКа (рис.1). Эта динамика обусловлена темпами добычи и разработки железорудных отложений в целом.

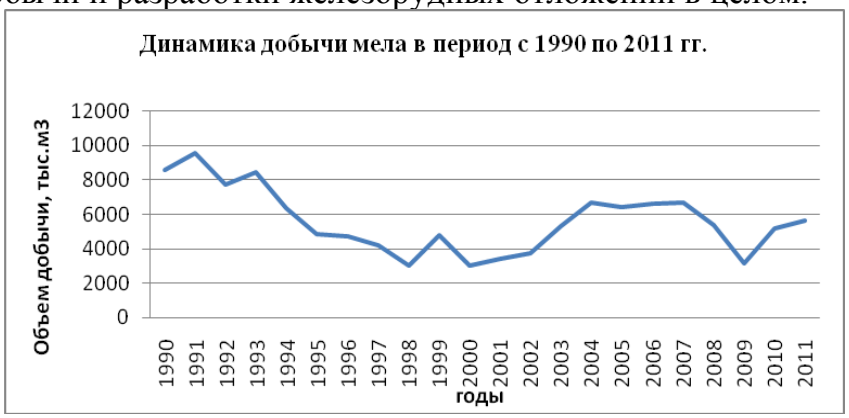


Рис. 1. Динамика добычи вскрышных пород (мела) на предприятиях Лебединского ГОКа в период с 1990 по 2011 гг.

Добыча песка в период с 1990 по 2011 гг. не отличается большими скачками, но характеризуется небольшими отклонениями. Так, минимум добычи наблюдался в 2002 году и составил 2090 тыс. м^3, а максимум был отмечен в 1994 году и составил 4596 тыс. м^3 (рис. 2).

Рис. 2. Динамика добычи вскрышных пород (песка) на предприятиях Лебединского ГОКа в период с 1990 по 2011 гг.

Добыча суглинка-глины характеризуется резкими динамическими скачками, что зависит от их содержания в отвалах горных пород. При этом абсолютный минимум наблюдался в 1994 году и составил 465 тыс. м^3, а максимумы были отмечены в 1995, 1996 и 2000 гг. и составили 2149, 2174 и 2199 тыс. м^3 соответственно (рис. 3).

Рис. 3. Динамика добычи вскрышных пород (суглинка-глины) на предприятиях Лебединского ГОКа в период с 1990 по 2011 гг.

В целом динамика добычи вскрышных пород представлена на рисунке 4 и характеризуется плавным снижением в период с 1990 по 2002 гг., затем активным подъемом до 2007 года, далее спадом и минимумом в 2009 году – 6211 тыс. м^3 и резким скачком в 2010 г. и стабилизацией (рис. 4). Такая тенденция зависит всегда от многих факторов, в том числе от экологической и социально-экономической обстановки в целом и потребностях рынка в железорудном сырье, которые существуют всегда, но объемы их колеблются постоянно.

Техногенно-минеральные образования можно широко использовать в строительстве, при проведении инженерно-биологических работ. В результате деятельности горнорудного производства образуются отвалы, сложенные дезинтегрированными вскрышными и вмещающими породами, убогими забалансовыми рудами, а также продуктами переработки руд – отходами обогащения. Накопление большой массы ТМО приводит к возникновению экологических проблем на территории СГ ГДК, которые обусловлены преимущественно деятельностью горнометаллургического комплекса. Как последствия интенсивной разработки недр возникли многочисленные отвалы промышленных отходов, оказывающие интенсивное влияние на

окружающую среду. ТМО являются ценным сырьем для получения различных металлов, строительных материалов, химической продукции, минеральных удобрений и др. [2, 3].

Рис. 4. Динамика добычи вскрышных пород на предприятиях Лебединского ГОКа в период с 1990 по 2011 гг.

Таким образом, комплексное использование ТМО обусловлено рядом факторов геологического, экологического и экономического характера. И для того чтобы определить пути дальнейшего использования продуктов переработки ТМО, необходимо создать оптимальные условия для их переработки и реализации, создать базу данных и паспортный учет, разработать экономические механизмы и обоснования использования, согласовать рациональные взаимоотношения между производителями и потребителями продуктов переработки ТМО.

Одним из наиболее целесообразных путей решения проблемы рационального использования отвалов вскрышных пород является их переработка и рекультивация. По количеству, технологическим свойствам и экономическим показателям ТМО СГ ГДК могут быть широко использованы для удовлетворения практических нужд человека, и в этом смысле они могут соответствовать понятию «месторождения полезных ископаемых». Но, с другой стороны, преобладающая их часть не отвечает этому определению, так как, согласно общепринятым требованиям, по ним, как правило, не утверждались запасы полезного сырья и не оценивалась экономическая целесообразность их разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов А.Г., Петин А.Н., Стаценко Е.А., Колмыков С.Н. Трансформация отвалов вскрышных пород горнодобывающих предприятий и проблемы их рекультивации // Матер. XXXII Пленума Геоморфологической комиссии РАН «Антропогенная геоморфология: наука и практика». – Белгород, 2012. – С. 246-251.

2. Уколова Е.В., Фурманова Т.Н. Применение элементов биоинженерии к территории Старооскольско-Губкинского района // Матер. 1 международной научно-практической конференции «Современная наука: теория и практика»; том первый «Естественные и технические науки». – Ставрополь, 2010. – С. 122-124.

3. Петин А.Н., Крамчанинов Н.Н. Техногенно-минеральные образования Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района КМА и оценка их воздействия на окружающую среду // Актуальные проблемы горного недроведения: сб. материалов региональной научно-практической конференции 18 марта 2009 г. – Губкин: Губкинский институт (филиал) ГОУ ВПО МГОУ, 2009. – 326 с.

УДК 544.723.21

АДСОРБЦИЯ МЕДИ, ЦИНКА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АКТИВНЫМИ УГЛЯМИ

Е.Ю. Шачневакандидат химических наук, доцент кафедры аналитической и физической химии, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»**, Россия, г. Астрахань**, evgshachneva@yandex.ru

Э.М. Магомедова

студентка химического факультета, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия, г. Астрахань**, magomedova.elvira.@mail.ru

А.С. Зухайраева

студентка химического факультета, ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», **Россия, г. Астрахань,** zuhairaeva_aisha@mail.ru

Изучена адсорбция тяжелых металлов на активных углях. Получены изотермы статической сорбции веществ из водных растворов. Рассчитаны: изменение энтальпии (ΔH), изобарно-изотермического потенциала (ΔG) и энтропии (ΔS) сорбции.Результаты проделанной работы могут быть использованы для очистки воды от тяжелых металлов.

*Ключевые слова:*активные угли,сорбция, тяжелые токсичные элементы, металлы, очистка воды.

ADSORPTION OF COPPER, ZINC FROM WATER SOLUTIONS OF ACTIVE COALS

ShachnevaE.Yu., Magomedova E.M., Zukhayraeva A.S.

Studied the adsorption of heavy metals in active coals.Received isotherms static sorption substances from water solutions.Calculated: the change of enthalpy (ΔH), the isobaric-isothermal potential (ΔG) and entropy (ΔS) sorption. The results of this work can be used for purification of water from heavy metals.

Keywords: active coals, sorption, toxic heavy elements, metals, cleanwater.

Термин «тяжелые металлы», характеризующий широкую группу загрязняющих веществ, получил в настоящее время значительное распространение. При изучении влияния тяжелых металлов немаловажную роль играют следующие их свойства: высокая токсичность для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способность к биоаккумуляции. Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду имеют как природное, так и антропогенное происхождение. Антропогенные источники тяжелых металлов многочисленны и разнообразны. Для них характерно формирование локальных участков загрязнения, но с высокими концентрациями токсикантов. Поступление тяжелых металлов в окружающую среду происходит неравномерно и прекращается с завершением функционирования соответствующего антропогенного объекта. Пути поступления данного класса веществ в водные объекты различны. Они широко применяются в различных областях промышленности и жизнедеятельности человека, в связи с чем рассматриваемая тематика актуальна.

В работе приведены исследования адсорбции тяжелых металлов на активных углях, в ходе исследований получены изотермы статической сорбции веществ из водных растворов, рассчитаны основные термодинамические характеристики сорбции, приведены данные изучения кинетики сорбции. Результаты проделанной работы могут быть использованы для очистки воды от тяжелых металлов [1].

Реагенты и аппаратура. $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, х.ч., ПАР [4-(2- пиридилазо) резорцин], активированный уголь (аптекарский), фотоколориметр ПЭ-5400 в, оборудование лабораторное: нагреватели, посуда мерная и керамическая, весы.

Получение данных для построения градуировочного графика. В серию из 10 пробирок объемом 20 см^3 вносили 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 5,0 см^3 раствора соли металла с концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ М, к раствору прибавляли по 4 см^3 раствора органического реагента ПАР [4-(2-пиридилазо)резорцина] концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ М и доводили объемы растворов дистиллированной водой до 20 см^3. Полученные растворы перемешивали и измеряли оптические плотности растворов при 530 нм в кювете толщиной 0,5 см относительно воды. По результатам измерений стоили градуировочные графики (рис. 1, 2).

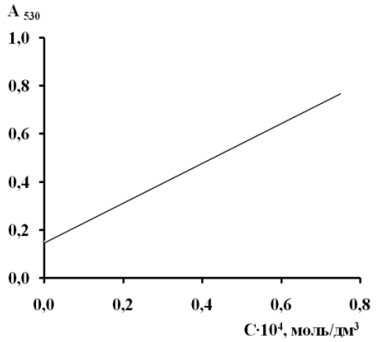


Рис. 1. Градуировочный график для определения концентрации меди

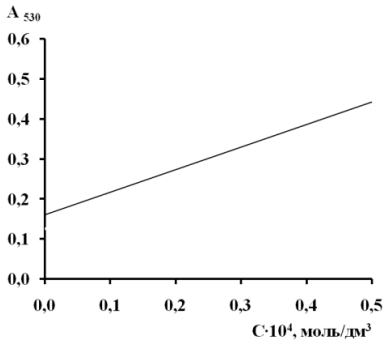


Рис. 2. Градуировочный график для определения концентрации цинка

Изучение адсорбции ионов меди, цинка на активных углях. В серию из 10 пробирок объемом 10 см^3 вносили 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 5,0 см^3 раствора соли металла с концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ М, прибавляли необходимое количество дистиллированной воды (до 10 см^3). В полученный раствор вносили по 0,2 г активного угля, встряхивали 3 мин, отстаивали, центрифугировали при 3000 об./мин в течении 10 минут. Полученные после центрифугирования растворы сливали, в полученные растворы вносили по 4 см^3 раствора органического реагента ПАР и доводили объем растворов до 20 см^3. Полученные растворы перемешивали и измеряли оптические плотности растворов при 530 нм в кювете толщиной 0,5 см относительно воды. Опыты проводили при 277, 298, 313 К.

Строили графические зависимости оптической плотности от концентрации металла (рис.3, 4).

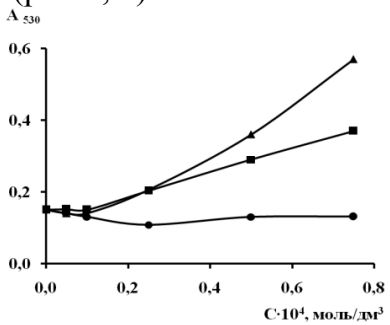


Рис. 3. Зависимость оптической плотности от концентрации Cu(II) после сорбции на активном угле при: -Δ- 277 К; -□- 298 К; -○- 313 К

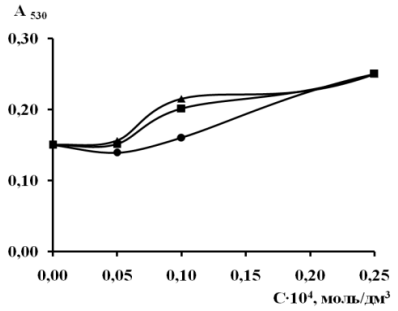


Рис. 4. Зависимость оптической плотности от концентрации Zn(II) после сорбции на активном угле при: -Δ- 277 К; -□- 298 К; -○- 313 К

На основании градуировочного графика с использованием результатов опытов, определяли равновесные концентрации исследуемых веществ. Строили изотермы сорбции в координатах «сорбция (Г) - равновесная концентрация [с]». Сорбцию (Г) рассчитывали по уравнению (1):

$$\tilde{A} = \frac{(\tilde{N}_0 - [\tilde{N}]) \cdot \grave{I} \cdot V}{1000 \cdot m}, \qquad (1)$$

где C_0 – исходная концентрация сорбата, моль/дм^3; V – объем исследуемого раствора, см^3; [C] – остаточная (равновесная) концентрация сорбата, моль/дм^3; M – молярная (или атомная) масса сорбата, моль/дм^3; m – масса активного угля, г.

На рис. 5, 6 приведены изотермы сорбции металлов на активных углях.

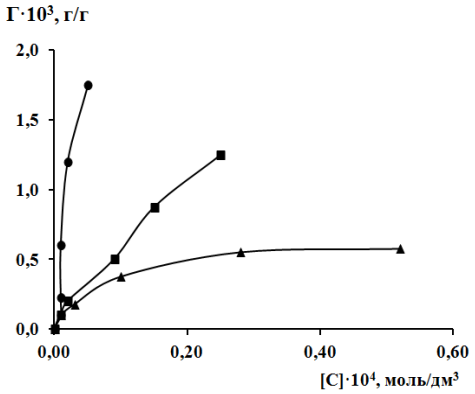


Рис. 5. Влияние температуры на адсорбцию меди (активные угли): -Δ- 277 К; -□- 298 К; -○- 313 К

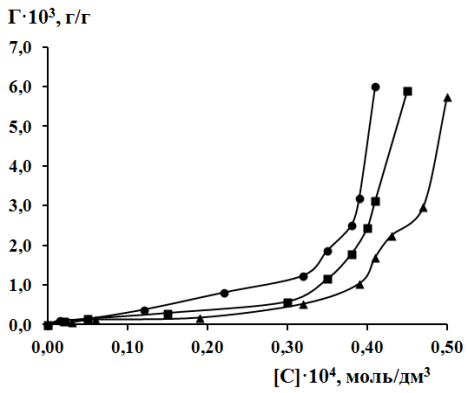


Рис. 6. Влияние температуры на адсорбцию цинка (активные угли): -Δ- 277 К; -□- 298 К; -○- 313 К

Изотермы сорбции (рис. 5, 6) были перерасчитаны в изотермы уравнения Ленгмюра (рис. 7, 8), а с их использованием были рассчитаны константы сорбции (К) и величина предельной сорбции (Γ_∞) при 277, 298 и 313 К.

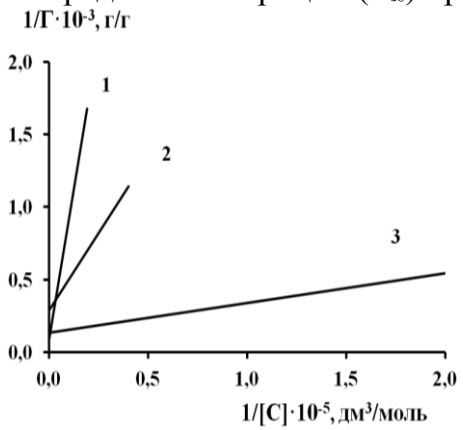


Рис. 7. Изотермы сорбции по Ленгмюру в прямолинейной форме для ионов меди (активные угли): 1- 277 К; 2 - 298К; 3- 313 К

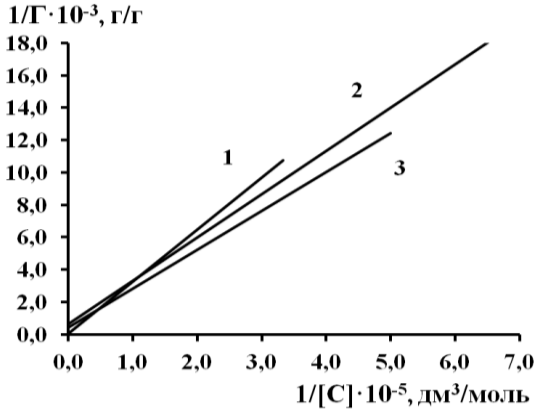


Рис. 8. Изотермы сорбции по Ленгмюру в прямолинейной форме для ионов цинка (активные угли): 1- 277 К; 2 - 298 К; 3- 313 К

По величинам констант сорбции были рассчитано изменение энтальпии (ΔH) и изобарно-изотермического потенциала (ΔG), а с их использованием были рассчитаны значения изменения энтропии (ΔS) (2-4).

$$\Delta H = \frac{RT_i T_k \ln \frac{K_i}{K_k}}{T_i - T_k} \quad (2)$$

$$\Delta G_i = -RT_i \ln K_i \quad (3)$$

$$\Delta S_i = \frac{\Delta H - \Delta G_i}{T_i} \quad (4)$$

Результаты опытов и расчетов приведены в таблице1.

Таблица 1. Основные характеристики сорбции меди и цинка на активном угле (n=6, t_p=0,95, S=2,57)

Определяемая характеристика	Температура, К	Металлы	
		Cu (II)	Zn (II)
Константы сорбции · 10^{-3}	277	0,21	0,16
	298	0,24	0,17
	313	0,39	0,19
-ΔG, кДж/моль	277	28,36	26,92
	298	29,63	29,30
	313	35,67	31,44
-ΔH, кДж/моль		1,83	2,06
-ΔS, Дж·моль/К	277	95,77	89,74
	298	98,79	91,42
	313	108,12	93,86
Емкость сорбента (A_∞), мг/г	277	3,33	3,60
	298	5,00	4,80
	313	10,00	6,70

Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о том, что сорбция ионов металлов на активных углях идет достаточно активно. Величины изменения изобарно-изотермического потенциала свидетельствуют о самопроизвольном характере процесса сорбции. Полученные результаты позволяют считать, что происходит образование прочных адсорбционных комплексов, при этом емкость углей по отношению к тяжелым токсичным металлам достаточно высока, что позволяет извлекать из воды достаточно большие количества металлов.

Результаты очистки воды от ионов ионов меди, цинка с использованием активных углей. Были проведены опыты по очистке воды от ионов металлов. Загрязнители вносили в исходную воду в количествах, указанных в таблице 2. Эффективность очистки рассчитывалась по формуле:

$$Э = \frac{C_0 - C}{C_0} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где Э – эффективность очистки, %;C_0 – исходная концентрация, моль/дм^3; С– остаточная концентрация, моль/дм^3.

Результаты расчетов эффективности очистки воды от ионов металлов активными углями приведены в таблице 2.

Таблица 2. Эффективность очистки воды от ионов меди и цинка активными углями (n=6, t_p=0,95, S=2,57)

Металл	Исходная концентрация·10^4, моль/дм^3	Концентрация после сорбции ·10^4, моль/дм^3			Эффективность очистки, %		
		Температура, К					
		277	298	313	277	298	313
Cu (II)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,05	0,01	0,01	0,01	80,00	80,00	80,00
	0,10	0,03	0,02	0,01	70,00	80,00	90,00
	0,25	0,10	0,09	0,01	60,00	64,00	96,00
	0,50	0,28	0,15	0,02	44,00	70,00	96,00
	0,75	0,52	0,25	0,05	30,67	66,67	93,33
	1,00	0,70	0,40	0,07	30,00	60,00	93,00
	1,25	0,85	0,60	0,08	32,00	52,00	93,60
	1,50	0,88	0,72	0,12	41,33	52,00	92,00
	2,50	0,98	0,82	0,51	60,80	67,20	79,60
Zn (II)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,05	0,03	0,02	0,015	40,00	60,00	70,00
	0,10	0,06	0,05	0,05	40,00	50,00	50,00
	0,25	0,19	0,15	0,12	24,00	40,00	52,00
	0,50	0,32	0,3	0,22	36,00	40,00	56,00
	0,75	0,39	0,35	0,32	48,00	53,33	57,33
	1,00	0,41	0,38	0,35	59,00	62,00	65,00
	1,25	0,43	0,40	0,38	65,60	68,00	69,60
	1,50	0,47	0,41	0,39	68,67	72,67	74,00
	2,50	0,50	0,45	0,41	80,00	82,00	83,60

Таким образом, можно сделать вывод о том, что активные угли можно использовать для сорбционной очистки воды от тяжелых токсичных металлов. Как видно из данных табл. 3, они достаточно эффективно удаляют ионы металлов из водных растворов со степенью очистки до 96%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шачнева Е.Ю., Алыков Н.М., Зухайраева А.С., Магомедова Э.М. Воздействие ионов цинка и меди на окружающую среду // «Научное творчество XXI века»: VI Межд. научн.-практ. конф. – Красноярск, 2012.

2. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях [Текст]. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.

3. Алыков Н.М., Алыков Н.Н. и др. Природные ископаемые ресурсы и экологические проблемы Астраханского края [Текст] // Под ред. Н.М. Алыкова. - Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2005. – 113 с.

4. Бандман А.Л., Гудзовский Г.А., Дубейковская Л.С. и др. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп [Текст] / А.Л. Бандман. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.

5. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах [Текст] / Я.М. Грушко. – Л.: Химия, 1979. – 160 с.

6. Химия промышленных сточных вод [Текст] / Под ред. А. Рубина. – М.: Химия, 1983. – 360 с.

7. Алыков Н.М., Алыкова Т.В. и др. Химия и окружающая среда. Учебное пособие для ВУЗов. – Астрахань: Изд-во Астрах.гос. ун-та, 2003. – 175 с, 25 таб.

УДК 553.6

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ РАБОТ НА НАРУШЕННЫХ ОТКРЫТЫМИ ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ ЗЕМЛЯХ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Уколова
аспирант, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия, г. Белгород**

А.Н. Петин
доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия, г. Белгород**, petin@bsu.edu.ru

С.Г. Маслов
начальник отдела мониторинга и развития минерально-сырьевой базы, Департамент экономического развития Белгородской области, **Россия, г. Белгород**, maslov@derbo.ru

Т.Н. Фурманова
аспирант, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», **Россия, г. Белгород**, furmanova@bsu.edu.ru

В статье приводится анализ современного состояния рекультивационных работ на карьерах по добыче ОПИ в Белгородской области. Рассматриваются правовыеосновы рекультивации земель, региональные программы и проекты, направленные на восстановление территорий после техногенного воздействия.

*Ключевые слова:*общераспространенные полезные ископаемые, рекультивация, нарушенные земли, минерально-сырьевая база, техногенный ландшафт.

STATUS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF REMEDIATION ON LANDS, DISTURBED OPEN MINE WORKINGS IN THE BELGOROD REGION

Ukolova E.V., Pettine A.N., Maslov S.G, Furmanova T.N.

In article the analysis of a current state of rekultivatsionny works on pits on production of all-widespread minerals is provided in the Belgorod region. Legal basics of a rekultivation of lands, regional programs and the projects directed on restoration of territories after technogenic influence are covered.

*Keywords:*the all-widespread minerals (AWM), the rekultivation, the broken lands, mineral resources, technogenic landscape

Введение. В современных условиях одним из главных направлений экономического развития региона и добывающей отрасли является принятие решения о рациональном использовании собственной минерально-сырьевой базы. Общераспространенные полезные ископаемые (ОПИ) являются важнейшим компонентом ресурсного потенциала Белгородской области. ОПИ – это сырьевая основа для дорожного строительства, производства строительных материалов и т.д. Увеличение объемов строительства и перспектива реализации крупных проектов на территории области обусловливают необходимость оперативного принятия управленческих решений в сфере недропользования, в том числе дальнейшего освоения ОПИ.

В связи с этим выдвигается одна из важнейших задач – обеспечение потребностей строительного комплекса региона собственным строительным материалом, местными видами сырья на основе рационального и комплексного природопользова-

ния при минимальном негативном воздействии на окружающую природную среду. На наш взгляд, данное условие будет соблюдено при реализации комплекса мероприятий по оптимизации нарушенных земель.

Под оптимизацией нарушенных ландшафтов понимают систему мер, направленных на восстановление и повышение продуктивности, природоохранной, хозяйственной и эстетической ценности техногенных ландшафтов; на их оптимальную реконструкцию и организацию с учетом потребностей общества**.** Достижение оптимального состояния нарушенных земель происходит благодаря рекультивации - комплексу работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества (ГОСТ 17.5.1.01-83) [2].

Правовые основы рекультивации земель, нарушенных горными разработками, закреплены в природоохранном и земельном законодательстве Российской Федерации [1, 3, 4, 6, 7]. Предоставление недр в пользование оформляется специальным государственным разрешением в виде лицензии. В лицензии указываются границы земельного отвода, согласовывается уровень добычи минерального сырья, обязательными пунктами являются условия выполнения требований по охране недр и окружающей природной среды, безопасному ведению работ, порядок и сроки подготовки проектов ликвидации или консервации горных выработок и рекультивации земель. В соответствии с законом РФ «О недрах» (ст. 22) пользователь недр обязан обеспечить:

– приведение участков земли и других природных объектов, нарушенных при пользовании недрами, в состояние, пригодное для их дальнейшего использования (п. 8);

– сохранность разведочных горных выработок и буровых скважин, которые могут быть использованы при разработке месторождений и (или) в иных хозяйственных целях; ликвидацию в установленном порядке горных выработок и буровых скважин, не подлежащих использованию (п. 9.).

За невыполнение закона «О недрах» в соответствии со ст. 49. Закона, в том числе указанных пунктов, несут уголовную ответственность в соответствии с законодательством РФ, а также административную ответственность в соответствии с законодательством РФ и законодательством субъектов РФ.

В методических указаниях по организации и осуществлению контроля за горнотехнической рекультивацией земель, нарушенных горными разработками РД 07-35-93 (п. 1.) [5], различают два этапа рекультивации – горнотехнический и биологический.

Под *горнотехнической рекультивацией* понимают такое размещение вскрышных и вмещающих пород в выработанном пространстве разрезов и карьеров, в отвалах, хвосто- и шламохранилищах и на других объектах, которое без дополнительных горнотранспортных работ позволяет осуществлять биологическую рекультивацию и обеспечивает безопасность населения и охрану окружающей среды.

Биологическая рекультивация включает в себя работы по восстановлению плодородия нарушенных земель, их озеленение, возвращение в сельскохозяйственное, лесное или иное пользование, создание благоприятного для жизни и деятельности человека ландшафта.

В проекте горнодобывающих предприятий должен быть раздел (или отдельный проект) по рекультивации нарушенных земель (п. 3.1.) [18]. При этом должны быть установлены проектные направления рекультивации (п. 3.2.) [1]:

- сельскохозяйственное (земледелие, плодоводство);
- лесохозяйственное (леса целевого и производственного назначения);
- водохозяйственное (пруды, водохранилища и др.);
- для гражданского и промышленного строительства.

Приведем несколько примеров способов рекультивации отработанных карьеров по добыче ОПИ в Белгородской области. В бывшем карьере, расположенном в Ракитянском районе, организован пейнтбольный клуб, который пользуется большой популярностью как у местных жителей, так и туристов (рис. 1).

Рис. 1.Создание рекреационной зоны в несанкционированном карьере в Ракитянском районе (место для игры в пейнтбол)

Вс. Нижний Ольшанец Белгородского района отработанный песчаный карьер был рекультивирован в водохозяйственном направлении (рис 2.).

Нарушение природных компонентов при добыче нерудного сырья по сравнению с разработкой рудных месторождений отличается меньшей интенсивностью (учитывая размеры горных выработок, способы добычи, физическое и химическое загрязнение и т.д.). Поскольку размеры горных выработок невелики, восстановление биогенных компонентов происходит под действием ландшафтобразующих факторов. Перечисленные особенности облегчают условия технической и биологической рекультивации и предоставляют возможность реализации разных направлений восстановительных работ.

В настоящее время разработка и добыча ОПИ в Белгородской области осуществляется 74 специализированными предприятиями и организациями, имеющими соответствующие лицензии.

Рис. 2. Рекультивация лицензионного карьера песка,
отработанного ОАО «Нижнеольшанское» (Белгородский район)

Вместе с тем, на территории Белгородской области имеют место случаи несанкционированной добычи общераспространенных полезных ископаемых без соответствующих разрешений (лицензий) или с нарушением предусмотренных в них условий: самовольной переуступки права пользования землей, выборочной (внепроектной) отработки месторождений, несоблюдения порядка и правил разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых, требований по охране недр и рекультивации выработанных участков. Несанкционированная добыча ОПИ негативно сказывается на развитии экономики области, особенно на предприятиях строительной отрасли, в том числе производстве строительных материалов, выполнении программы жилищного строительства, а также имеет отрицательные социальные и экологические последствия.

В результате добычи ОПИ происходит коренная перестройка экологических систем, поэтому задача рекультивации состоит в том, чтобы ускорить процесс естественного восстановления, создать на месте нарушенных более продуктивные и устойчивые ландшафты с высокой хозяйственной, эстетической и природоохранной ценностью.

В Белгородской области согласно природоохранному законодательству РФ рекультивационные мероприятия должны проводиться на всех стадиях разработки месторождений, к сожалению, они не всегда реализуются. Наиболее часты следующие виды нарушений:

1. Несанкционированные разработки проводятся без применения селективной схемы ведения горных работ, разработка карьеров ведется одним совмещенным рабочим уступом. Почвенно-растительный слой обрушается и перемешивается с добываемыми породами, что приводит к его потере. Нарушение ст. 4 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и ст. 42 Земельного кодекса РФ от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ.

2. В несанкционированных разработках откос рабочего уступа отвесный, расчет устойчивости борта карьера не производится, не проводится обваловка карьера, что приводит к осыпанию грунта, потере полезных пород и создает ситуацию повышенного риска несчастных случаев. Нарушение раздела II Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, утвержденных Постановлением от 9 сентября 2002 г. № 57 Федеральным горным и промышленным надзором России.

3. Размещение отвалов за границами земельного отвода, что соответствует самовольному захвату земельного участка, является прямым нарушением ст. 60 Земельного кодекса РФ от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ.

4. Наличие участков захламления прилегающей территории и территории самих карьеров твердыми строительными отходами и бытовым мусором, что является нарушением ст.ст. 39, 51 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», главы III Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

В целях предотвращения нерационального использования земель, расположенных над месторождениями общераспространенных полезных ископаемых на территории области, создания целостной системы правового регулирования пользования общераспространенными полезными ископаемыми и единых принципов использования и охраны этих земель правительством Белгородской области было утверждено Положение от 9 июня 2008 г. № 147-пп «О порядке предоставления недр для разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых на территории Белгородской области». Положение устанавливает порядок предоставления недр для разработки месторождений ОПИ, порядок пользования недрами юридическими лицами и гражданами в границах предоставленных им земельных участков с целью добычи общераспространенных полезных ископаемых, а также в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых; определяет органы, осуществляющие государственный геологический контроль, и их полномочия [8].

Совместно с этим с 2010 г. в Белгородской области реализуется областной проект «Зеленая столица», одним из направлений которого является рекультивация территорий после техногенного воздействия. В рамках данной программы и в соответствии с постановлением правительства Белгородской области от 31 августа 2009 года № 295-пп «Об утверждении Порядка принятия решений о разработке долгосрочных целевых программ Белгородской области, их формирования, реализации и оценки эффективности» для каждого из муниципальных районов Белгородской области была утверждена целевая программа «Рекультивация территорий послетехногенного воздействия на 2011-2014 годы», целями которой стали: проведение инвентаризации нарушенных земель выявление, учёт и картографирование нарушенных земель с определением их площадей и качественного состояния; определение нарушенных земельных участков, подлежащих рекультивации; создание на районном уровне условий для рекультивации земель, нарушенных в результате хозяйственной деятельности человека; обеспечение комплекса работ по рекультивации земель, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель; приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для использования в природоохранных целях; сохранение и улучшение условий окружающей среды [9]. Задачи Программы предполагают:

1. Обеспечить комфортные и безопасные условия при проведении работ, связанных с нарушением почвенного покрова и рекультивацией земель.

2. Нейтрализовать вредное воздействие нарушенной территории на окружающую среду и в первую очередь на здоровье человека.

3. Рационально использовать восстановленную территорию для нужд городского, сельского и лесного хозяйства.

4. Обеспечить улучшение микроклимата на восстановленной территории путём формирования техногенного рельефа.

5. Организовать взаимодействие органов местного самоуправления и организаций, занимающихся разработкой и добычей полезных ископаемых на территории муниципального района.

6. Создать эффективные условия, препятствующие незаконной добыче и разработке недр полезных ископаемых.

7. Обеспечить эффективный способ рекультивации.

8. Оценить экономические затраты на проведение рекультивации на 2011-2014 гг.

Реализация Программы по рекультивации территорий после техногенного воздействия даёт значительный эффект в сохранении экосистемы и в дальнейшем обеспечит эффективность процесса рекультивации нарушенных земель на территории Белгородской области. Информацияо реализации направления «Рекультивация территорий после техногенного воздействия» областного проекта «Зеленая столица» в 2012 году приведена в таблице 1.

Несмотря на предписанные законом нормы рекультивации, не все отработанные карьеры области восстановлены для выполнения природных или народнохозяйственных функций. Зачастую отработанные карьеры становятся центрами экологического неблагополучия из-за возникших рядом несанкционированных свалок бытового мусора.

Таким образом, состояние рекультивации нарушенных горными разработками земель в Белгородской области характеризуется следующим:

1. Наиболее жестко контроль за рекультивационными мероприятиями осуществляется на эксплуатируемых карьерах. Начальные этапы горнотехнической рекультивации (селективное отвалообразование, ведение многоуступной системы разработки, формирование внутренних отвалов) и биологической рекультивации прослеживаются уже в процессе разработки месторождения.

2. Ведущими направлениями рекультивации законсервированных карьеров выступают: водохозяйственное, лесохозяйственное, строительное. Каждое направление оправдано с точки зрения сформировавшихся природно-хозяйственных условий территории.

3. Для нерекультивированных карьеров восстановление идет по пути техногенных сукцессий, причем скорость и эффективность процесса определяется пригодностью вскрышных, вмещающих или добычных пород к биологической рекультивации, их влагосодержанием и природными условиями местности. Сформировавшийся заново растительный покров по видовому составу и экологическим условиям отличается от первоначального, что свидетельствует о невозможности полного возвращения горнопромышленного ландшафта к природному.

4. Нерекультивированные карьеры, находящиеся вблизи населенных пунктов или в их черте, становятся центрами скопления промышленных и бытовых отходов, выступают источником потенциальной опасности для жизни человека. Этот факт подтверждает необходимость усиления контроля над исполнением законодательных актов по рекультивации нарушенных земель.

Таблица 1

Информация
о реализации направления «Рекультивация территорий после техногенного воздействия»
областного проекта «Зеленая столица» в 2012 году

№ п/п	Рекультивационная зона	Карьеры, шт.		Горнотехнический этап, га		Биологический этап				Финансирование рекультивационных работ, тыс.рублей			
						га		шт		местный бюджет	средства предприятий	местный бюджет	средства предприятий
		план	факт	план	факт	план	факт	план	факт	план		факт	
Всего по области:		**88**	**56**	**298,2**	**341,0**	**153,0**	**104,0**	**229826**	**151992**	**1212,7**	**158794,5**	**363,0**	**132697,6**
из них:													
I	**Карьеры федерального уровня**	**3**	**3**	**244,0**	**316,9**	**36,8**	**36,8**	**27600**	**48188**		**150112,1**		**129012,5**
в том числе:													
1	ОАО "Лебединский ГОК"	1	1	193,0	252,2	30,0	30,0	20000	40588		53740,5		48585,5
2	ОАО "Стойленский ГОК"	1	1	44,2	61,2	2,0	2,0	4600	4600		28371,6		45427,0
3	ЗАО "Белгородский цемент"	1	1	6,8	3,5	4,8	4,8	3000	3000		68000,0		35000,0
II	**Санкционированные карьеры**	**7**	**3**	**6,0**	**0,8**	**2,1**	**0,6**	**980**	**84**		**2578,4**		**1657,5**
в том числе по муниципальным образованиям:													
1	Белгородский	2	2	1,5	0,6	0,4	0,4	70	60		1100,0		1558,0
2	Борисовский	1		0,1		0,1		100			25,0		
3	Валуйский	1		3,2		0,4					520,0		

4	Волоконовский	1		0,3		0,3					426,4		
5	Грайворонский	1		0,5		0,5		750			7,0		
6	Шебекинский	1	1	0,4	0,2	0,4	0,2	60	24		500,0		99,5
III	**Несанкционированные карьеры**	**78**	**50**	**48,2**	**23,4**	**114,1**	**66,6**	**201246**	**103720**	**1212,7**	**6104,0**	**363,0**	**2027,6**
в том числе по муниципальным образованиям:													
1	Алексеевский	5	2	1,8	0,7	1,3	1,3	4550	4550	209,1		200,0	
2	Белгородский	4	4	3,0	1,1	1,6	0,8				1830,0		780,0
3	Борисовский	2	2	2,7	2,4	2,7	1,7	7260	4620	65,0	173,0	32,0	114,0
4	Валуйский	3	2	4,0	2	4,0	1,5	14000	4500		170,0		48,0
5	Вейделевский	8	8			6,8	6,8	7975	8700	13,5		13,5	
6	Волоконовский	2	2	2,3	2,3	2,3	2,3	9200	9200	46,0	414,0	14,0	414,0
7	Грайворонский	2	1	0,9		0,9	0,2	2250	300	6,8	500,0		
8	Губкинский г.о.	5	3		0,9	1,1	0,2	450	95	20,8		20,8	
9	Ивнянский	6	6	4,0	4,0	4,0	4,0	13035	13035	100,3	202,7	5,9	7,8
10	Корочанский	5	2	5,0	2,0	5,0		10500			393,0		140,0
11	Красненский	2	3	1,5	1	1,5	1,2	4700	3800		164,0	7	47,0
12	Красногвардейский	5	2	13,4	3,8	18,4	3,8	55200	11400				
13	Краснояружский	6	6			11,7	5,9	10800	5620	43,5	8,4	21,8	
14	Новооскольский	2	1			29,7	29,7	15700	14300		17,1		
15	Прохоровский	3	1	1,6	1,0	1,6		1600		255,0			80,0
16	Ракитянский	3	2		0,3	5,2	3,2	15726	9600	78,6		48,0	
17	Ровеньский	4		2,0		2,0				183,0	20,0		
18	Ст.Оскольский г.о.	1	1	1,0	1,0	4,0	4,0	14000	14000		316,8		316,8
19	Чернянский	1	1	0,6	0,6	0,8		3200		191,1			15,0
20	Шебекинский	3				5,1		1500			400,0		
21	Яковлевский	6	1	4,4	0,3	4,4		9600			1495,0		65,0

5. Главным недостатком рекультивационных мероприятий является отсутствие комплексного подхода. Восстановлению подвергаются только отдельные компоненты, не учитывается целостность горнопромышленного ландшафта и географический рисунок окружающей местности. До тех пор, пока не будет проводиться реставрация карьерно-отвальных ландшафтов как единой системы с учетом их внутренней структуры и внешних связей, геоэкологическая ситуация в крупных частично рекультивированных карьерах будет оставаться конфликтной.

Данное исследование проведено в рамках государственного задания 5.3407.2011 Рациональное недропользование в Железорудной провинции КМА: геоэкологические проблемы и пути их решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ведомственные строительные нормы ВСН 8-89. «Инструкция по охране природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог». (Утв. Минавтодором РСФСР от 4 сентября 1989 г. № НА-17/315, срок введения в действие 1 января 1990 г.). – URL: http: //garantF1://3822932.0

2. ГОСТ 17.5.1.01.-83 (СТ СЭВ 3848-82). Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. – URL: http://www.Open.Gost.ru

3. ГОСТ 17.5.1.03.-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. – URL: http://www.Open.Gost.ru

4. Методические рекомендации по рекультивации земель, нарушаемых при транспортном строительстве. ВНИИ транспортного строительства. (Утв. 1 ноября 1983 г.). – URL: http://www.OpenGost.ru

5. Методические указания по организации и осуществлению контроля за горнотехнической рекультивацией земель, нарушенных горными разработками РД 07-35-93. (Утв. Постановление коллегии Федерального горного и промышленного надзора России от 10 сентября 1993 года № 7). – URL: http://garantf1://2060362.0/

6. О недрах (с изменениями от 26 июня, 25 декабря 1992 г., 1 июля 1994 г., 3марта 1995 г., 10 февраля 1999 г., 2 января 2000 г., 14 мая, 8 августа 2001 г., 29 мая 2002 г., 6 июня 2003 г., 29 июня, 22 августа 2004 г., 15 апреля, 25октября 2006 г., 26 июня, 1 декабря 2007 г., 29 апреля, 14, 18, 23 июля, 30 декабря 2008 г., 17 июля, 27 декабря 2009 г., 19 мая, 26 июля 2010 г., 5 апреля 2011 г: закон Российской Федерации от 21 февраля 1992г. № 2395-1). – URL: http://base.garant.ru/10104313/

7. Постановление СМ СССР от 2 июня 1976 г. № 407 «О рекультивации земель, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя при разработке месторождений полезных ископаемых торфа, проведении геологоразведочных, строительных и других работ» (с изменениями от 21 октября 1983 г., 13 июня 1988 г.). – URL: http://base.garant.ru/2108143/

8. Постановление правительства Белгородской области «О порядке предоставления недр для разработки общераспространенных полезных ископаемых на территории Белгородской области» от 9 июня 2008 г. № 147-пп URL: http://www.garant.ru/hotlaw/belgorod/178168/

9. Постановление правительства Белгородской области «Об утверждении Порядка принятия решений о разработке долгосрочных целевых программ Белгородской области, их формирования, реализации и оценки эффективности» № 295-пп от 31 августа 2009 г. – URL: http://zakon-region.ru/belgorodskaya-oblast/9240

УДК 665.753.4

ПОЛУЧЕНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

А.Ю. Корнев

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии), **Россия, г. Тамбов,** viitinlab8@bk.ru

В.В. Остриков

доктор технических наук, заведующий лабораторией, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, лаборатория использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, **Россия, г. Тамбов**, viitinlab8@bk.ru

Н.Н. Тупотилов

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, лаборатория использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов**, Россия, г. Тамбов**, viitinlab8@bk.ru

А.Г. Зимин

кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, **Россия, г. Тамбов**, viitinlab8@bk.ru

В статье освещен вопрос утилизации отходов производства растительного масла как сырья для получения биоразлагаемых технических смазок.

*Ключевые слова: о*тходы, экология, растительные масла, смазки, очистка, технология

GETTING BASED LUBRICANTS WASTE VEGETABLE OIL FOR USE IN AGRICULTURAL MACHINERY

Kornev A.Yu., Ostrikov V.V., Tupotilov N.N., Zimin A.G.

The article highlights the issue of waste vegetable oil as a raw material for biodegradable lubricants.

Keywords: waste, environment, oil, grease, cleaning, technology

Введение. В связи с неуклонным ухудшением экологической обстановки во всем мире резко возрос интерес к практическому использованию продуктов растительного происхождения, в частности масел и смазок. Они нетоксичны, обладают высокой биоразлагаемостью, сырье для производства – возобнавляемое. В данной работе предлагается использовать отходы от производства растительных масел, объемы которых составляют 5–15% от получаемого чистого масла, в качестве сырья для получения технических смазок. Отходы производства растительных масел в больших объемах присутствуют как в малотоннажном производстве, так и на крупных маслопроизводствах. По своим физико-химическим характеристикам большая часть отходов не пригодна для использования в пищевых целях, однако содержит компоненты, полезные для переработки в смазочные и консервационные материалы, востребованные сельскохозяйственным производством.

В системах смазки машин, работающих со значительными и длительными нагрузками, нефтяные масла имеют ряд преимуществ перед растительными, прежде всего из-за высокой стабильности. Однако композиции на основе продуктов расти-

тельного происхождения обладают лучшими вязкостно-температурными характеристиками в отличие от нефтяных масел, соответствуют современным требованиям к смазочным и гидравлическим маслам по смазывающей способности, защите от коррозии сплавов железа и цветных металлов, противопенным, деаэрационным и деэмульгирующим свойствам.

Поэтому нами были исследованы возможности получения в условиях сельского товаропроизводителя экологически чистых гидравлических, трансмиссионных масел и пластичных смазок на основе отходов от производства растительных масел.

Материалы и методы. Исследование отходов производства растительных масел и композиций на их основе проводилось на базе лаборатории «Использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов» ГНУ ВНИИТиН, а также сельскохозяйственных предприятий Тамбовской области с использованием методик физико-химического анализа состава и свойств растительных масел, отходов их производства, методик очистки смазочных материалов, определения противоизносных свойств смазочных композиций, стендовых и эксплуатационных испытаний, с использованием современных приборов и оборудования.

Результаты исследований и их обсуждение. Учитывая важность экологической составляющей проблемы переработки и использования смазочных материалов на основе отходов производств растительных масел, были исследованы процессы биологического разложения продуктов очистки растительных масел после их получения отжимом и центрифугированием. Лабораторными исследованиями водопроводной воды, загрязненной минеральными маслами, растительными маслами и отходами их производства, а также продуктами их переработки установлено, что по биоразлагаемости они гораздо активнее, чем минеральные масла без присадок (И–12) или с присадками (М10–$Г_2$к). Определение биохимического потребления кислорода в водах, загрязненных исследуемыми маслами (рисунок 1), показало, что уже на третьи сутки хранения воды с примесями растительных масел или продуктов отходов их получения и переработки имеет место значительное снижение концентрации растворенного кислорода в этих водах, что свидетельствует об активных биоразлагающих процессах, протекающих в этих средах.

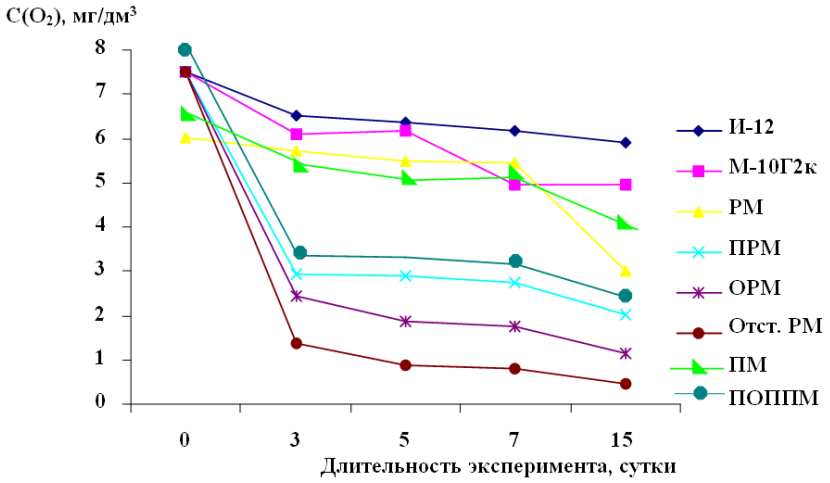


Рисунок 1. Зависимость содержания растворенного кислорода в воде, загрязненной маслами и продуктами их переработки

РМ – рапсовое масло; ПМ – подсолнечное масло; ПРМ – полимеризованное рапсовое масло; ОРМ – оксидированное рапсовое масло; Отст. РМ – отстой рапсового масла; ПОППМ – продукты отходов получения подсолнечного масла.

Полученные данные достаточно хорошо соотносятся с высокой биоразлагаемостью растительных масел при их попадании в почву или водные ресурсы.

Технологии получения растительных масел из различных маслосемян идентичны. Отходы от производства кукурузного, льняного, рапсового и пр. масел по физико-химическим показателям сопоставимы с отходами получения подсолнечного масла и могут быть использованы для получения технических смазок. Как показали исследования (таблица 1), нагрев отходов от производства подсолнечного и рапсового масел с доступом воздуха при температуре 300 °С в течение нескольких часов приводит к образованию вязких продуктов, которые могут служить в качестве вязкостных и противоизносных добавок, а также выступать в качестве основы для получения пластичных смазок или аналогов трансмиссионных масел.

Таблица 1. Физико-химические характеристики продуктов, полученных при оксидировании и полимеризации отходов производства подсолнечного (ПМ) и рапсового масел (РМ) при 300°С

Показатели	Отходы ПМ			Отходы РМ		
	0 час	2 час	8 час	0 час	2 час	8 час
Кинематическая вязкость при 100°С, мм^2/с	11,5	17,0	28,4	11,8	2,02	50,2
Кислотное число, мг КОН/г	22,0	23,0	24,0	36,0	37,1	38,8
Температура застывания, °С	–7	–7	–5	–5	–4	–2
Диаметр пятна износа на ЧШМТ, мм	0,23	0,22	0,22	0,24	0,23	0,21

Отходы ПМ и РМ при нагреве до 300°С с доступом воздуха уже за два часа трансформируются в высоковязкие продукты, совместимые с минеральными и растительными маслами, способные повышать их вязкость и улучшать смазывающую способность. Так, 3% добавка продукта оксидирования и полимеризации подсолнечного масла (фракция 8 часов) к индустриальному маслу И–20А незначительно увеличила его вязкость, но привела к существенному (20%) увеличению смазывающих свойств данного масла, оцененных по диаметру пятна износа на машине трения (таблица 2).

Таблица 2. Влияние 3% добавки полимеризованной фракции отходов получения подсолнечного масла на свойства индустриального масла И–20А

Показатели	И–20А	И–20А 3 % добавки
Кинематическая вязкость при 40°С, мм^2/с	31,0	35,0
Температура вспышки в открытом тигле, °С	200	205
Температура застывания, °С	–15	–14
Кислотное число, мг КОН/г	0,03	0,1
Диаметр пятна износа на ЧШМТ, мм	0,32	0,26
Цвет, ед. ЦНТ	2,0	3,5

Не исключено, что такие продукты переработки отходов производства растительных масел могут найти применение как экологически чистые вязкостные и противоизносные добавки к минеральным и синтетическим маслам. Продукты переработки с меньшей кинематической вязкостью (от 15 до 20 мм^2/с при 100ºС) имеют все необходимые свойства для их использования в качестве аналога трансмиссионной смазки в малонагруженных агрегатах.

Стендовые испытания продукта оксидирования и полимеризации отходов производства подсолнечного масла в малонагруженном редукторе показали, что этот материал может являться альтернативой трансмиссионным маслам эксплуатационных групп ТМ–2, 3 (ТЭп–15, ТАП–15В).

При более длительном нагреве отходов производства растительных масел можно получить из них пластичные смазки. Так, нагрев отходов производства рапсового масла в течение 8 – 10 часов при температуре 300°С превращает их в пластичный продукт, по своим характеристикам сопоставимый с пластичной смазкой общего назначения – солидолом (таблица 3).

Таблица 3. Физико-химические характеристики пластичного продукта оксидирования и полимеризации отходов рапсового масла

Показатели	Время нагрева отходов РМ			Солидол
	0 час	8 час	10 час	
Кинематическая вязкость при 100°С, мм^2/с	11,8	60,2	70,1	83,4
Кислотное число, мг КОН/г	36,0	40,0	41,0	2,8
Температура застывания, °С	-5	-2	+10	+25
Диаметр пятна износа на ЧШМТ, мм	0,24	0,21	0,21	0,21
Температура каплепадения, °С	–	–	80-90	85-105

В то же время, основными недостатками растительных масел, ограничивающими их широкое использование в качестве основы технических смазок, является присутствие в них специфических примесей растительного происхождения. Существующие способы очистки масел и оборудование для их осуществления не позволяют в условиях сельхозпредприятий решать задачи использования в собственном производстве экологически чистого смазочного материала на основе продуктов растительного происхождения.

В ГНУ ВНИИТиН разработан новый способ очистки жидкой части отходов производства подсолнечного, кукурузного, рапсового масел от нежелательных примесейс получением масла, характеристики которого близки к основе минеральных масел. Основой способа является активизация процессов коагуляции водой, что может быть использовано и для очистки технических растительных масел, например рапсового, от примесей, нежелательных при эксплуатации масел в смазочных системах [1].

На основе разработанных ГНУ ВНИИТиН инновационных процессов удаления примесей разработана установка для очистки растительных масел и отходов их производства [2]. Очистка производится с использованием доступного коагулянта и позволяет получать продукты с более низкой температурой застывания, улучшенными смазывающими свойствами и незначительной пенообразующей способностью.

Стендовые испытания показали, что полученные аналоги гидравлических, трансмиссионных масел и пластичных смазок на базе подсолнечного и рапсового масел по своим трибологическим свойствам превосходят исходные растительные масла и отходы их производства и приближены по показателям к товарным нефтяным смазкам. В результате сравнительных эксплуатационных испытаний смазочных композиций на основе растительных масел и нефтяных масел М-8В$_2$ и ТЭп-15 в агрегатах трансмиссии и гидравлических систем тракторов установлена возможность замены минеральных масел композициями из растительных масел или отходов их производств.

Для получения экологически чистых масел и смазок в условиях сельского товаропроизводителя разработано оборудование и несложные технологии получения гидравлического, трансмиссионного масел, пластичной смазки из жидких отходов от производства растительных масел. Технологическая схема приведена на рисунке 2.

Выводы.

В целом внедрение малозатратных, адаптированных к условиям АПК технологических процессов получения экологически чистых масел и смазок из отходов производства растительных масел позволяет снизить потребление традиционных смазочных материалов нефтяного происхождения и, соответственно, снизить их негативное воздействие на окружающую среду при сохранении основных требований и свойств, предъявляемых к современным смазочным материалам.

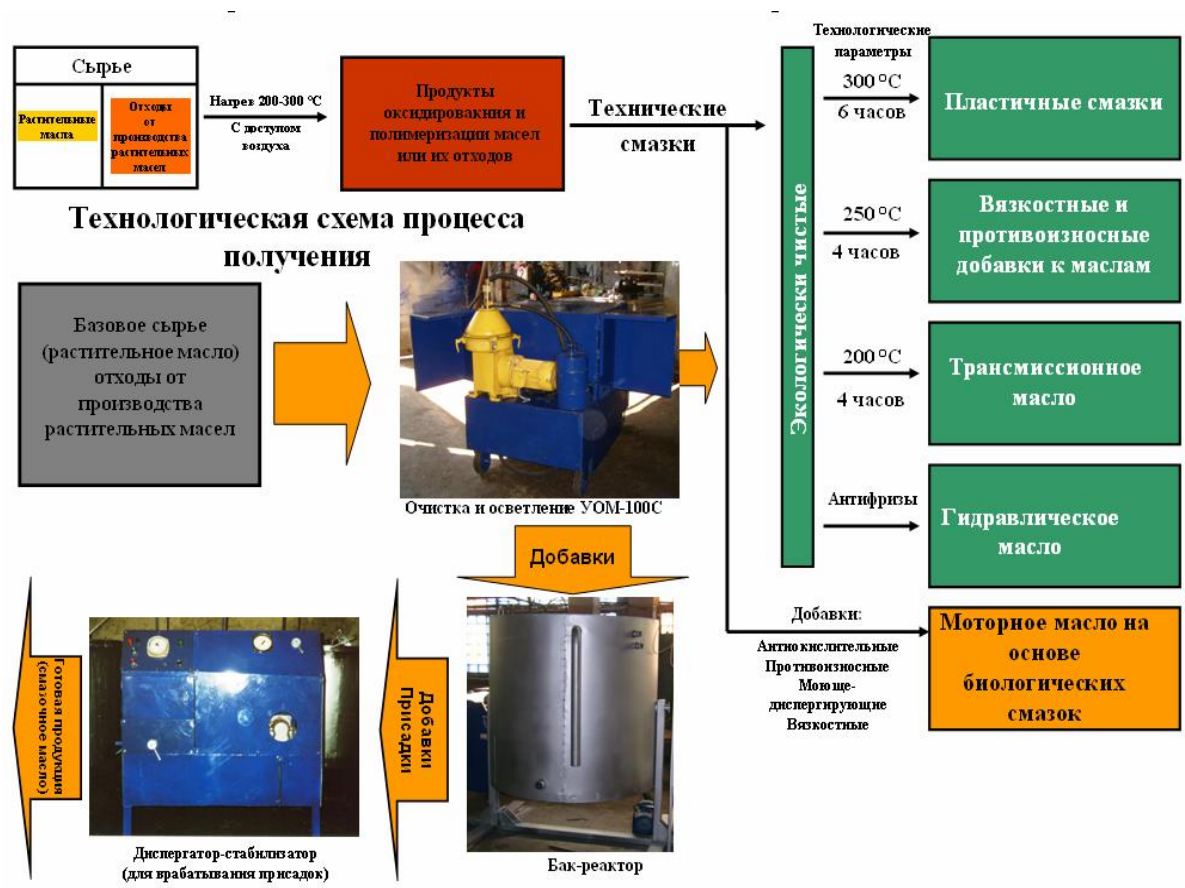


Рисунок 2. Технологическая схема получения технических смазок из отходов производства растительных масел

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2437924 Российская Федерация. МПК С11В 5/00 (2006. 01). Способ очистки отстоя растительного масла [Текст]/ Зимин А.Г.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии), г. Тамбов. - № 2010115877/13; заявл. 21.04.2010; опубл. 27.12.2011, Бюл. № 36. – 3 с.: ил.

2. Пат. 2447950 Российская Федерация. МПК В04В 1/00 (2006. 01). Центрифуга для очистки масла [Текст] / Остриков В.В.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии), г. Тамбов. - № 2010136424/02; заявл. 30.08.2010; опубл. 20.04.2012, Бюл. № 11. – 5 с.: ил.

УДК 620.193:621.892.86

УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Л.Г. Князева

доктор химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории организация хранения и защиты техники от коррозии, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов (ГНУ ВНИИТиН), **Россия, г. Тамбов**, vitin-10@mail.ru

В.Д. Прохоренков

доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии, ГНУ ВНИИТиН, **Россия, г. Тамбов**, vitin-10@mail.ru

А.И. Петрашев

доктор технических наук, главный научный сотрудник, ГНУ ВНИИТиН, **Россия, г. Тамбов**, vitin-10@mail.ru

В данной работе показана возможность утилизации отработанных моторных масел путем переработки их в консервационные материалы

Ключевые слова: отработанное моторное масло, продукты очистки отработанных моторных масел, консервационный материал, атмосферная коррозия, защитная эффективность

RECYCLING OF THE USED MOTOR OILS

Knyazev L.G., Prohorenkov V.D., Petrashev A.I.

The opportunity of the recycling of the used motor oils with the help of their transformation to anticorrosive materials is shown in the given work

Key words: The used motor oil, products of clearing of the used motor oils, anticorrosive material, atmospheric corrosion, protective efficiency

Введение. Решение экологических проблем, бережное отношение к природным ресурсам и охрана окружающей среды в век бурного развития машин и технологий являются первоочередными задачами всего человечества. Угрожающей компонентой насущной и все усугубляющейся проблемы является загрязнение почв и водоемов отработанными маслами, приводящее к безвозвратным потерям флоры и фауны на земле и в воде. В сельскохозяйственной отрасли, являющейся одной из основных потребителей смазочных материалов, используется более 2 млн тонн масел в год, а объем сбора отработанных нефтепродуктов не превышает 5 процентов, что закономерно ставит вопрос об «исчезновении» более 20% отходов деятельности сельскохозяйственных машин. Известно, что ММО обеспечивают большую защитную эффективность, чем товарные или регенерированные масла [1]. В данной работе предлагается утилизировать отработанные моторные масла (ММО) путем получения из них консервационных материалов для защиты техники от коррозии.

Материалы и методы исследования. Электрохимические поляризационные кривые составов на основе ММО и ПООМ снимали в 0,5 М растворе NaCl при 20 ^{0}С с использованием потенциостата П-5827М с рабочим электродом из стали Ст3, армированным в эпоксидную смолу ЭД-16 с отвердителем. Ускоренные коррозионные исследования в 0,5 М растворе NaClпроводили по ГОСТ 9.042-75, в термовлагокамере Г-4 – по ГОСТ 9.054-75, натурно-стендовые – по ГОСТ 17332-71.

Обсуждение результатов исследования. Стационарные потенциостатические поляризационные измерения позволили определить носителей защитной эффективности ММО (рисунок 1). Это асфальто-смолистые соединения, которые могут быть выделены по методике количественного определения группового состава нефтяных ос-

татков по Маркуссону [2], а среди них прежде всего нейтральные смолы. Отработанные моторные масла и выделенные из них асфальто-смолистые соединения выступают в роли ингибиторов коррозии анодного действия. Результаты электрохимических исследований подтвердили ускоренные коррозионные испытания в 0,5 М растворе NaCl. Асфальто-смолистые соединения в целом обеспечивают защитную эффективность 97%, нейтральные смолы – 96%. Защитные свойства отработанного моторного масла зависят от времени и условий его наработки и, как правило, недостаточно высоки. Повысить их можно, ингибируя ММО с помощью различных масляных ингибиторов коррозии, например Мобиин-3 (рисунок 1, кривая 6). При концентрации Мобиин-3 10 – 15 масс.% защитные свойства получаемого консервационного состава уже не будут зависеть от защитных свойств используемого в качестве растворителя-основы ММО.

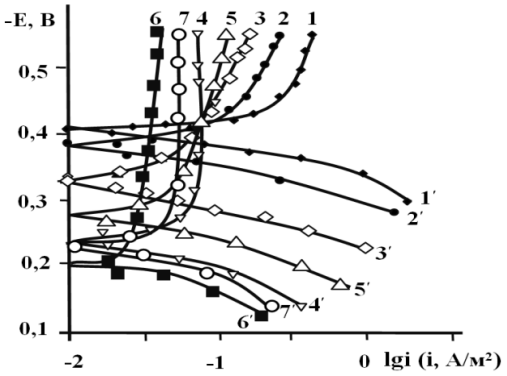


Рисунок 1. Катодные (1–6) и анодные (1-6') поляризационные кривые на стали Ст3, покрытой защитными композициями, в 0,5 MNaCl: 1,

1' – покрытие отсутствует; 2, 2' – М-10$Г_2$(к); 3, 3' – ММО (500 мото-часов); 4, 4' – асфальто-смолистые вещества, выделенные из ММО; 5, 5' – нейтральные смолы, выделенные из ММО; 6, 6' – ММО, ингибированное 5 масс.% Мобиин-3; 7, 7' – ПООМ. Комнатная температура, воздушная атмосфера, неподвижный электрод.

Использование для противокоррозионной защиты асфальто-смолистых веществ в чистом виде экономически невыгодно, так как их выделение – это сложный многостадийный химический процесс, проходящий с использованием дорогостоящего оборудования и химических реагентов. Но в достаточно концентрированном виде асфальто-смолистые вещества находятся в осадке после очистки ММО карбамидом [3]. Поляризационные кривые для продуктов очистки отработанных масел (ПООМ) мало отличаются от кривых, полученных для асфальто-смолистых веществ (рисунок 1, кривая 7). Результаты ускоренных коррозионных испытаний в 0,5 М растворе NaCl, термовлагокамере Г-4, а также натурно-стендовых испытаний подтвердили, что защитная эффективность ПООМ существенно выше, чем у отработанного масла, из которого они получены (таблица 1). В связи с этим было предложено использовать ПООМ в качестве ингибирующей добавки к отработанным маслам.

С повышением концентрации ПООМ в ММО защитная эффективность покрытия систематически возрастает. Наилучшей защитной эффективностью (Z) обладают составы, содержащие 70–100 масс.% ПООМ в ММО. Консервационные составы на основе ПООМ и отработанных моторных масел являются высоковязкими продуктами. На практике при нанесении материала пневмораспылением, особенно при пониженных температурах окружающего воздуха, удобнее работать с менее вязкими составами. Так, при добавлении в состав, содержащий 70 масс.% ПООМ, 10 масс.% дизельного топлива (ДТ) вязкость снижается в 4–5 раз, удельный расход материала уменьшатся в 1,5 раза, а защитная эффективность при хранении в течение 12 месяцев в условиях открытой атмосферы падает всего на 3% (таблица 1) . Оптимальным следует считать содержание дизельного топлива в композиции 10 масс.%.

Таблица 1. Результаты коррозионных испытаний стали Ст3, защищенной составами на базе ММО и ПООМ

Состав			Толщина пленки, мкм	Расход материала, г/м^2	Защитная эффективность (%) в:		
$C_{ММО}$, масс.%	$C_{ПООМ}$, масс. %	$C_{ДТ}$, 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 - 0,1085 г/м^{2}ч; в 0,5 М NaCl – 0,164 г/м^{2}ч, натурно-стендовых - г/м^{2}ч							

Обводнение композиций на основе отработанных масел и ПООМ или нанесение необводненных составов по влажной поверхности (моделирование ситуации неблагоприятных погодных условий при постановке техники на хранение) незначительно сказываются на защитной способности пленок, снижая величину *Z* не более чем на 5–8% (рисунок 2).

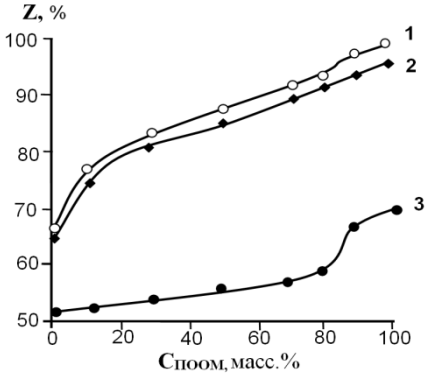


Рисунок 2. Зависимость защитной эффективности (Z) консервационных составов от содержания в них продуктов очистки (ПООМ) в 0,5 MNaCl. Нанесение:
1 – по обезжиренной сухой шлифованной поверхности; 2 – по шлифованной влажной поверхности; 3 – по окисленной поверхности

Композиции на основе ММО и ПООМ замедляют коррозию и на окисленной стальной поверхности. Хотя их пленки не являются препятствием для подвода кислорода и влаги к поверхности металла [3], дальнейшее «разрастание ржавчины» тормозится. Видимо, это связано с тем, что исследуемые композиции, взаимодействуя с продуктами коррозии, уплотняют их, так как обладают высокой проникающей способностью.

Отработанные моторные масла, ингибированные ПООМ, хорошо защищают стальную поверхность в присутствии сернистого газа [4]. Такая атмосфера бывает на сельскохозяйственных предприятиях при окуривании сырых подвалов, погребов, при перевозке и хранении фруктов и ягод и др. Электрохимические исследования показали, что оксид серы (IV) является стимулятором катодного процесса коррозионного разрушения стали. Нанесение защитной пленки, содержащей ПООМ, при $C_{SO_2\ равн.}$ = 1

об.% замедляет анодный процесс и повышает скорость катодной реакции. При равновесном содержании SO_2 в газовой фазе до 1 об.%, что многократно превышает предельно допустимую концентрацию в рабочей зоне, композиции ММО, содержащие примерно 40 масс. % ПООМ позволяют снизить скорость коррозии углеродистой стали Ст3 в 33 раза, 100% состав ПООМ – в 50 раз (таблица 2). И только с последующим ростом $C_{SO_2,\ равн}$ до 5 об.% их защитное действие заметно снижается, но все же остается на уровне 70–80%.

Таблица 2. Влияние концентрации ПООМ в масляной пленке на защитное действие (Z, %) и толщину формирующейся пленки (h, мкм) композиций на основе ММО при коррозии стали в SO_2-содержащей атмосфере при 100 % относительной влажности

$C_{SO_2,\ равн}$, об.%	$C_{ПООМ}$ в масляной пленке, масс.%						
	K_0^*, г/м^{2}ч	20		40		100	
		h, мкм	Z, %	h, мкм	Z, %	h, мкм	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

Следует отметить, что использование отработанных масел для получения многотоннажных объемов антикоррозионных материалов, высокоэффективных при атмосферной коррозии, в том числе в жестких и особо жестких условиях, исключает сверхнормативное загрязнение окружающей среды.

Таким образом, утилизировать отработанные моторные масла и продукты их очистки можно путем получения из них эффективных материалов для защиты техники от коррозии. Наилучшей защитной эффективностью обладают составы на основе отработанного моторного масла, содержащие 70–100% ПООМ. Без существенного ухудшения защитных свойств улучшить технологические параметры предлагаемых консервационных материалов можно, добавляя в них до 10 масс.% дизельного топлива. Использование таких консервационных составов гарантированно позволит получить сельхозтоваропроизводителям необходимое количество эффективных и доступных консервационных материалов, а также сделать шаг к внедрению безотходной технологии очистки отработанного моторного масла и уменьшить загрязнение окружающей среды

ЛИТЕРАТУРА

1. Прохоренков В.Д., Князева Л.Г., Остриков В.В., Вигдорович В.И. Носители защитной эффективности отработавших моторных масел // Химия и технология топлив и масел.- 2006. – № 1. – С. 26 – 28.

2. Дияров И.Н., Баглуева И.Ю. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям: Уч. пособие для вузов. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.

3. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Петрашев А.И., Остриков В.В., Прохоренков В.Д. Технологические аспекты получения и применения антикоррозионных покрытий на базе продуктов очитки отработавших моторных масел // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 12. – С. 1–3.

4. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д. Ингибирование коррозии отработавшими моторными маслами // Коррозия: материалы, защита. 2010. – № 10. – С. 25–30.

УДК 620.193:621.892.86

ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Л.Г. Князева

доктор химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории организация хранения и защиты техники от коррозии, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов (ГНУ ВНИИТиН), **Россия, г. Тамбов**, vitin-10@mail.ru

В.Д. Прохоренков

доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии, ГНУ ВНИИТиН, **Россия, г. Тамбов**, vitin-10@mail.ru

В данной работе показана возможность утилизации отходов производства растительного масла как сырья для получения экологически чистых консервационных материалов.

Ключевые слова: отходы, отстои растительных масел, консервационный материал, атмосферная коррозия, защитная эффективность

THE WASTE PRODUCTS OF MANUFACTURE OF VEGETABLE OILS FOR THE PRESERVATION OF AGRICULTURAL MACHINERY

Knyazev L.G., Prohorenkov V.D.

In the given work the opportunity of recycling of waste products of manufacture of vegetable oil as raw material for reception of non-polluting anticorrosive materials is shown.

Key words: Waste products, отстоивegetable oils, консервационныйа material, atmospheric corrosion, protective efficiency

Введение. Утилизация отходов различных производств, непосредственно связанная с решением экологических проблем регионов, является важной государственной и научной задачей. В настоящее время наблюдается значительный дефицит материалов для защиты техники от атмосферной коррозии. Острота ситуации усугубляется разрозненностью действий разработчиков, усилия которых зачастую направлены на получение дорогих, малообеспеченных отечественным сырьем защитных материалов. Поэтому вырос интерес к доступному сырью растительного происхождения, которое легко возобновляемо, нетоксично, обладает высокой биоразлагаемостью. При производстве растительных масел, независимо от качества семян, технологии отжима и дальнейшей обработки, в зависимости от оснащенности предприятия и используемых технологий образуется от 5 до 15% (от объема получаемого масла) отходов [1]. Они содержат до 30–40% загрязнений преимущественно растительного происхождения, в состав которых, в частности, входят фосфолипиды (глицерофосфатиды или лецитины, инозитфосфатиды сфингомиелины и др.), обладающие ингибирующим действием [2]. Целью настоящего сообщения является изучение возможности использования отходов производства растительных масел для защиты техники от атмосферной коррозии.

Материалы и методы исследования. В данной работе были исследованы полифункциональные свойства отстоев масел (после 3 месяцев выдержки): подсолнечного (ОПМ), полученного методом экструдерного отжима на производственной базе ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии (г. Тамбов), и рапсового (ОРМ), полученного методом холодного прессования в фермерском хозяйстве Тамбовской области. Использовались методики исследования физико-химических (ГОСТы 33-82; 5985-79, 1461-59; 2477-65; 4333-48; 6370-83 и др.) и противокоррозионных (ГОСТы 9.054-75, 9.042-75, 17332-71) свойств растительных масел и их отстоев. Стационарные потенциостатические поляризационные измерения проводили в 0,5 М растворе NaCl при 20°C с использованием потенциостата П-5827М с рабочим электродом из стали Ст3, армированным в эпоксидную смолу ЭД-16 с отвердителем.

Обсуждение результатов исследования. Исследование физико-химических свойств отстоев подсолнечного и рапсового масел показало (таблица 1), что ОПМ - более вязкий, загрязненный и способный к термоокислению продукт, чем ОРМ. Согласно поляризационным исследованиям, ОПМ и ОРМ масел облагораживают потенциал коррозии, снижают ток коррозии по сравнению с незащищенной сталью и маслами, из которых они получены, обеспечивая большую защитную эффективность (рис. 1, табл. 2).

Таблица 1 Физико-химические свойства отстоев растительных масел

№ п/п	Показатель	ОПМ	ОРМ
1	Вязкость кинематическая при 100°С, мм^2/с	28,0	19,2
2	Кислотное число, мг КОН/г	2,4	10,5
3	Температура вспышки, °С	250	250
4	Термоокислительная стабильность при 250°С, мин.	25	38
5	Содержание примесей, %.	8,5	4,6
6	Содержание воды, %	1,2	0,5

Несмотря на то, что подсолнечное масло (ПМ) обеспечивает меньшую защитную эффективность, чем рапсовое (РМ), для отстоев наблюдается обратная картина, что связано с разным количеством фосфолипидов, концентрирующихся в них. Для оценки деградации покрытий под действием атмосферных осадков были проведены потенциостатические поляризационные измерения после смыва пленок отстоев растительных масел в течение 1 минуты потоком дистиллированной воды со скоростью 1 л/мин (рис. 1, табл. 2). Защитная эффективность пленок при этом не изменилась, что свидетельствует о высокой адгезии отстоев растительных масел.

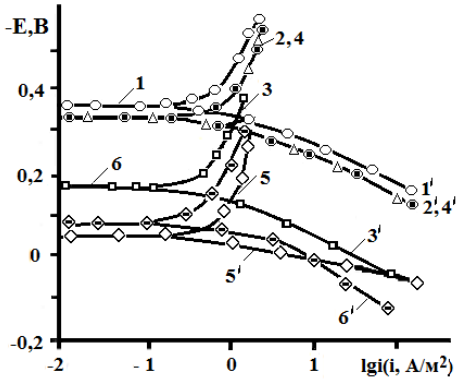


Рисунок 1. Катодные (1,7) и анодные (1$^/$,-7$^/$) поляризационные кривые стали Ст3 в 0,5 М растворе NaCl без покрытия (1,1$^/$) и покрытых: 2,2$^/$ - подсолнечным маслом; 3,3$^/$ - ОПМ; 4,4$^/$ - рапсовым; 5,5$^/$ - ОРМ; 6,6$^/$ - после смыва ОРМ

По данным ускоренных коррозионных испытаний в термовлагокамере Г-4 (ГОСТ 9.054-75) и в 0,5 М растворе NaCl (ГОСТ 9.042-75), а также натурно-стендовых испытаний (ГОСТ 17332-71) защитные пленки ОПМ и ОРМ позволяют полностью (Z = ~ 100 %) защитить стальную поверхность от коррозии. Нанесение пленок ОПМ и ОРМ по влажной поверхности практически не отражается на обеспечиваемой ими защитной эффективности, что позволяет рекомендовать эти составы для защиты металлоизделий в условиях повышенной влажности и действия атмосферных осадков.

Стальные пластины Ст3, покрытые ОПМ и ОРМ, подвергали длительной выдержке в 0,5 М растворе NaCl, в течение 160 суток коррозия не наблюдалась. Возможность обеспечения длительной противокоррозионной защиты металлоизделий в агрессивной солевой среде говорит о перспективности применения этих материалов в атмосфере морского климата или в морской воде, в частности при перевозках металлоизделий морским путем.

Таблица 2. Результаты электрохимических измерений на стали Ст3 исследуемых композиций в 0,5 М растворе NaCl

Покрытие	Толщина пленки, мкм	$-E_{кор}$, В	$i_{кор}$, А/м^2	b_k, В	b_a, В	$K_{э/х}$, 10^3 г/м^2·час	$Z_{э/х}$, %
Без покрытия		0,360	0,500	0,12	0,07	0,52	-
РМ	13	0,35	0,357	0,12	0,06	0,37	29
ОРМ	20	0,03	0,220	0,10	0,06	0,23	55
После смыва ОРМ	-	0,04	0,223	0,14	0,08	0,23	55
ПМ	12	0,37	0,400	0,10	0,06	0,41	21
ОПМ	18	0,16	0,140	0,12	0,08	0,15	71
После смыва ОПМ	-	0,17	0,145	0,14	0,09	0,15	71

Было исследовано влияние отстоев растительных масел на противокоррозионную защиту стальной поверхности, имевшей контакт с минеральными удобрениями: азофоской, аммиачной селитрой, карбамидом, суперфосфатом. Стальные поверхности со следами минеральных удобрений быстрее подвергались коррозионным процессам при ускоренных коррозионных испытаниях в 0,5 М растворе NaCl, чем обычные (табл. 3). Наибольшую скорость коррозии наблюдали на стальных пластинах со следами аммиачной селитры (К= 0,0806 г/м^2·ч). ОПМ и ОРМ обеспечивали полную защиту стальной поверхности, независимо от того, есть на ней следы исследуемого минерального удобрения или нет.

Таблица 3 - Результаты ускоренных коррозионных испытаний стальных образцов со следами минеральных удобрений в 0,5М растворе NaCl

№ п/п	Консервационный состав	Минеральное удобрение	К· 10^4,г/м^2·ч	Z^*_1,%	Z^*_2,%
1	ОПМ	Азофоска	0	100	100
		Аммиачная селитра	0	100	100
		Карбамид	0	100	100
		Суперфосфат	0	100	100
		Без удобрения	0	100	-
2	ОРМ	Азофоска	0	100	100
		Аммиачная селитра	0	100	100
		Карбамид	0	100	100
		Суперфосфат	0	100	100
		Без удобрения	0	100	-
3	Контроль	Азофоска	668	-	-
		Аммиачная селитра	806	-	-
		Карбамид	465	-	-
		Суперфосфат	518	-	-
		Без удобрения	316		

Z^*_1-защитная эффективность относительно Ст.3, Z^*_2-защитная эффективность относительно Ст.3 со следами соответствующего удобрения. Продолжительность испытаний 14 суток. Температура нанесения пленки 20^{0}С. Толщина покрытия 120 мкм.

Таким образом, отстои подсолнечного и рапсового масел могут быть утилизированы путем их использования в качестве экологически чистых эффективных консервационных материалов, в том числе и для защиты от атмосферной коррозии техники со следами минеральных удобрений. Использование материалов растительного происхождения позволит сократить потребление консервационных материалов на основе нефтепродуктов и, соответственно, снизить негативное воздействие последних на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Остриков В.В., Тупотилов Н.Н., Зимин А.Г. Отходы производства растительных масел как сырье для получения технических смазок // Химия и технология топлив и масел. – 2009. – № 5. – С. 43–45.

2. Вигдорович В.И., Таныгин А.Ю., Таныгина Е.Д, Селеменев В.Ф., Назарова А.А. Составы на основе рапсового масла для защиты от атмосферной коррозии металлических конструкций // Химия и технология топлив и масел. – 2009. – № 2. – С. 31–38.

УДК 631.42 : 622.323

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ЗАХОРОНЕНИЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ В УРЕНГОЙСКОЙ ТУНДРЕ

М.Г. Опекунова
кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и природопользования, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», **Россия, г. Санкт-Петербург**, m.opekunova@mail.ru

А.Г. Ганул
директор ООО «Проэксон», **Россия, г. Новый Уренгой**, nur@proekson.ru

В.Н. Миллер
ведущий сотрудник, ООО «Проэксон», **Россия, г. Новый Уренгой**, nur@proekson.ru

М.Ю. Широков
студент, кафедра геоэкологии и природопользования, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», **Россия, г. Санкт-Петербург**, kot102992@mail.ru

Изучены физико-химические характеристики, содержание нефтяных углеводородов, 25 макро- и микроэлементов, а также полиакриламида в почвогрунтах на 20 буровых площадках Уренгойского газового месторождения.
Показано, что за пределы отсыпки фильтрат практически не поступает и загрязнения окружающей среды буровым раствором за кустовой площадкой не наблюдается. Даны рекомендации по обустройству земляных амбаров в торфяных залежах, которые при протаивании обладают высокими фильтрующими свойствами.

Ключевые слова: буровые растворы, загрязнение почвогрунтов, добыча нефти и газа, тундровые ландшафты

ON THE EFFECT OF DISPOSAL OF DRILLING FLUIDS ON THE ENVIRONMENT IN THE TUNDRA OF URENGOY

Opekunova M.G., Ganul A.G., Miller V.N., Shirokov M.Y.

Physico-chemical characteristics, content of petroleum hydrocarbons, 25 macro-and micronutrients, and polyacrylamide in soil by 20 drilling sites Urengoy gas deposit are studied. It is shown that beyond backfill the filtrate wasn't arrive and enviromental contamination brilling fluid for pads are not observed. The recommendations on the arrangement of earthen pits in peat deposits, which when thawing have high filtering properties are made.

Keywords: drilling fluids, contamination of soil, oil and gas production, tundra landscapes

Введение. Нефтегазовая отрасль является основой экономики Российской Федерации, начиная с середины 60-х годов XX века, когда были открыты первые месторождения в Западной Сибири. Согласно проекту развития нефтегазового комплекса РФ ежегодная добыча нефти в период до 2020 года будет составлять 501-505 млн тонн. Общий накопленный объем добычи (2010-2020 гг.) достигнет 5,6 млрд тонн нефти. Увеличиваются темпы и объемы добычи нефти и природного газа, открыты шельфовые месторождения в арктических районах, в частности в Баренцевом, Карском морях, размеры которых (20-25% от общемировых запасов нефти и газа: 15,5 млрд тонн нефти и 84,5 трлн кубометров газа) по оценкам специалистов, обеспечат Россию этими полезными ископаемыми на ближайшие полтора столетия. Одним из наиболее перспективных направлений развития нефтегазового комплекса является нефтегазохимическая отрасль.

Вместе с этими процессами растет и антропогенное влияние на окружающую среду. В первую очередь вредное воздействие испытывают различные депонирующие среды, важнейшей из которых является почвенный покров. В почве накапливаются различные вещества, в том числе и поллютанты, которые посредством миграционных процессов переносятся в другие компоненты ландшафтов, например в природные воды.

Развитие нефтегазового комплекса на севере Западной Сибири выдвигает серьезные требования к оценке экологических последствий и анализу обстановки в районах разработки месторождений. Большая часть крупных газоконденсатных месторождений, осваиваемых в последние годы, находится в тундровой зоне, ландшафты которой отличаются повышенной ранимостью и низким потенциалом к восстановлению. Для нее характерны избыточное увлажнение и недостаточная теплообеспеченность, сплошное распространение многолетнемерзлых пород и развитие таликовых зон на отдельных участках [1]. Детальная физико-географическая характеристика района исследований и фоновые содержания химических элементов в почвах и растениях Уренгойской тундры даны в опубликованных работах [2-4]. Производственная деятельность человека, вызывая нарушение веками сложившегося водно-термического режима, приводит к нарушению охранной функции криолитозоны по отношению к подземным водам. Поскольку на территории развития многолетнемерзлых пород мощность зоны аэрации весьма мала, возможность естественной очистки тут крайне ограничена, что может привести к появлению подземных вод, непригодных для хозяйственно-питьевого назначения.

Все это предъявляет повышенные требования к освоению территории, в том числе и к способу хранения и захоронения буровых растворов. В настоящее время преобладающее большинство скважин бурится с применением бурового раствора на водной основе, представляющего собой суспензию глины в воде (вода + бентопорошок + КМЦ + ФХЛС + цемент). Для регулирования плотности применяется барит, а для регулирования вязкости, водоотдачи, антикоррозийных свойств и других параметров используются специальные химические реагенты в небольших концентрациях: ФХЛС, КМЦ, гипан, графит, нефть, экстендер и др. Кроме того, существенным компонентом отработанных буровых растворов являются выбуренная твердая фаза и шлам.

Несмотря на существование различных способов удаления отходов бурения, при разработке Уренгойских газоконденсатных месторождений отработанный буровой раствор и шлам сбрасываются в земляные отстойники (амбары), оборудованные на примыкающей к буровой установке площадке. Хранение буровых растворов в процессе строительства и эксплуатации скважин производится в теле кустовой площадки (амбаре), территория которой изъята из природопользования на период эксплуатации месторождения. Конструкция и технология сооружения накопителей буровых растворов для Уренгойской группы месторождений разработаны и изложены в “Регламенте...” [5]. Расположение накопителя отходов бурения, его устройство и технология сооружения должны обеспечивать прочность и устойчивость конструкции, не допускать переливов, прорывов и фильтрации флюидов в окружающую среду. В соответствии с этим амбары должны иметь достаточную мощность насыпного грунта в бортах и днище, обеспечивающую поглощение фильтрата, которое проникает в него. После соответствующей обработки и удаления водной фазы буровой раствор вместе со шламом засыпается грунтом. Многолетний опыт эксплуатации месторождений в других регионах показывает [6-8], что при подобном способе захоронения буровых

растворов воздействие на окружающую среду незначительно. Загрязнение почв, грунтовых вод отсутствует, не происходит накопления поллютантов в растениях.

Материалы и методы исследования. Для определения процесса фильтрации буровых растворов через стенки и дно земляного амбара и степени его воздействия на окружающую среду проведены геоэкологические исследования на 20 кустовых буровых площадках Уренгойского месторождения. Полевые работы выполнены в период максимального оттаивания грунтов и включали в себя инженерно-геокриологическое обследование территории кустовой площадки и бурение скважин с отбором проб грунта и воды для лабораторного определения химического состава. Были взяты пробы как непосредственно в “амбарах”, так и из тела отсыпки (борта амбара). Бурение проводилось по лучу - профилю в направлении естественного уклона поверхности. На луче располагалось по 3-4 скважины на различном расстоянии друг от друга, так что последняя скважина размещалась на естественной поверхности за пределами отсыпки. Глубина скважин определялась глубиной оттаивания грунтов.

Для определения фильтрации через дно амбара было пробурено 4 скважины: на глубину 3,0 м; 5,0 м; 7,0 м и 11,0 м. Последняя была обустроена для наблюдений за изменением температурного поля в случае проникновения фильтрата в грунт (диаметр трубы 78 мм).

Определение температуры грунтов осуществлялось при помощи термокос, укомплектованных термодатчиками ЭСМ-03-100 ом. В качестве измерительной аппаратуры применялся разработанный и изготовленный в ПНИИИС портативный переносной потенциометр типа П-100/10 (класс точности 0,05, диапазон измерений 100 мв, диапазон температуры окружающего воздуха -45°С–50°С). Измерение температуры грунтов производилось 1 раз в 5 дней. Контроль изменения влажности грунтов производился с помощью геофизических методов (прибор ВПГР-1. № 273) с циклом 1 раз в 6 дней с шагом по стволу скважины 0,2 м. Работы производились согласно ГОСТ 24181-80.

В процессе бурения скважин отбирались пробы грунта для определения естественной влажности, гранулометрического состава и химического анализа водной вытяжки. Во время режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод отбирались пробы воды для определения их химического состава. После завершения режимных наблюдений производился контрольный отбор проб грунта из шурфов для физико-химического анализа.

Полный физико-химический анализ водных вытяжек выполнен по общепринятой методике [9]. Суммарное содержание нефтепродуктов определено методом колоночной хроматографии с ИК-спектрофотометрическим окончанием на приборе “Спикорд-JR75”. Чувствительность метода составляет 0,05-0,1 мг/л. Относительное стандартное отклонение при концентрациях 0,2-1,0 мг/л составляет 15%.

Определение содержание полимеров акрила в водных вытяжках почв проведено турбидиметрическим методом на фотокалориметре “ФЭК-56” в кювете толщиной 20 мм, фильтр № 3, длина волны 400 нм. Чувствительность метода $1{,}5 \cdot 10^{-4}$%. Содержание химических элементов в озоленных по стандартной методике [10] пробах почвы определялось методами спектрального и атомно-абсорбционного анализов. Среднеквадратическая относительная погрешность измерения составляет 12,5-25,0%.

Результаты исследования. Детальные режимные исследования на кустовых площадках 18-Н и 325 показали, что грунты естественного сложения, представляющие дно земляных амбаров, имеют сходное геокриологическое строение и с поверх-

ности представлены глинистыми отложениями. Площадки характеризуются наличием многолетнемерзлых грунтов «сливающегося» типа.

Грунты естественного происхождения под амбаром на кусте 18-Н (амбар № 1) имеют более низкую температуру, чем подстилающие грунты под амбаром на кусте 325 (амбар № 2). Это связано с различным гранулометрическим составом грунтов, подстилающих дно земляного амбара. Верхняя толща (до 1,5 м) под амбаром № 1 представлена суглинком, а под амбаром № 2 – суглинком опесчаненным (близким к супеси) с прослоями песка.

Насыпной грунт на первой площадке имеет более низкие фильтрационные свойства, чем на второй. Так, например, коэффициент фильтрации $К_ф$ в первом случае имеет значение 4,9-10,69 м/сут., а во втором – 18,56-23,87 м/сут. Более низкий показатель $К_ф$ для насыпного грунта амбара № 1 объясняется большим содержанием включений глинистого грунта и глинистых частиц.

Начало протаивания и появление грунтовой воды в гидрогеологических скважинах, расположенных на борту амбара № 1, зафиксировано в начале июня, а в скважинах амбара № 2 – к середине июня. Завершилось протаивание насыпного грунта в бортах амбаров к середине июля. Дальнейшие изменения уровня грунтовых вод происходили только за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Результаты геофизических наблюдений, проведенных на модельных кустовых площадках, подтверждают данные гидрогеологических исследований. Пока грунты, слагающие земляной амбар, находились в мерзлом состоянии, они были непроницаемы. Из находящегося в амбаре бурового раствора происходило осаждение и вмывание глинистых частиц в поры грунта, т.е. кольматирование стенок амбара, что делало их водонепроницаемыми и после протаивания грунтов. На данном этапе процесс кольматации опережал процессы оттаивания и фильтрации. По прошествии некоторого времени в бортах земляного амбара стали развиваться два встречных процесса. В результате протаивания грунтов происходило опускание кровли мерзлоты, а по мере заполнения амбара уровень бурового раствора поднимался. Когда кровля мерзлоты опустилась ниже уровня бурового раствора, началась фильтрация жидкой фазы раствора в талый грунт стенки амбара. Одновременно с фильтрацией развивался процесс кольматации. Поскольку уровень бурового раствора поднимался медленно, то и приращение мощности фильтрующего слоя грунта было небольшим. Это объясняет незначительное поступление фильтрата в грунт до того, как произойдет кольматация. Вышесказанное подтверждают результаты исследований, проведенных на кустовой площадке 325. Результаты химического анализа проб воды показывают, что общая минерализация воды, содержащейся в стенках амбара, в несколько раз ниже, чем общая минерализация бурового раствора. При этом общая минерализация воды в небольшом водоеме, прилегающем к борту амбара, почти в два раза меньше, чем минерализация воды в насыпном грунте, и соответствует естественному фону. Общая минерализация грунта в борту амбара незначительная и близка к естественной минерализации насыпного грунта.

Повышенные содержания нефтепродуктов отмечаются в амбарах и на расстоянии до двух метров от амбара и составляют соответственно 0,344-0,628 и 0,177-0,383 г/кг. Так, например, максимальное содержание углеводородов обнаружено в грунте на кустовой площадке 325 и составляет 0,1707 г/кг. В пробе из бурового раствора, отобранной в амбаре, оно достигает 0,3473 г/кг.

Такая же закономерность выявлена на всех изученных кустовых площадках с засыпанными амбарами (116, 117, 126-129, 132): повышенное содержание нефтепро-

дуктов обнаружено не только в пробах, отобранных в амбаре (0,2963-0,557 г/кг), но и в пробах грунта, отобранных в теле отсыпки в 2-3 м от амбара (0,1734-1,24 г/кг). Однако уже на расстоянии 4-5 м от амбара в грунтах отсыпки содержание нефтепродуктов ниже фонового и составляет 0,077-0,1361 г/кг. Содержание нефтепродуктов в изученных грунтах отсыпки кустовых площадок на некотором удалении от амбаров не превышает фоновый уровень.

Содержание микроэлементов в грунтах отсыпки кустовых площадок ниже фоновых значений и средних содержаний элементов в земной коре [11]. Вместе с тем анализ грунтов на кустовых площадках с засыпанными амбарами показывает, что на расстоянии 2-3 м от амбара отмечается повышенная концентрация La до 2000 мг/кг при фоновой 100 мг/кг, Ti – 5000-8000 мг/кг при фоновой 4500 мг/кг и Zr – 250-300 мг/кг при фоновой 170 мг/кг. В остальных пробах грунтов, отобранных на расстоянии 3-14 м от амбара, содержание химических элементов ниже кларка. Это может быть показателем того, что за пределы отсыпки фильтрат практически не проникает и загрязнения окружающей среды буровым раствором за кустовой площадкой не происходит. Корреляционный анализ содержания химических элементов в изученных пробах свидетельствует о четком выделении в структуре связей фактора, обусловленного подсыпкой песчаного грунта. Он определяется достоверной отрицательной связью Si с большинством исследованных элементов. Исключение составляют лишь Ag и La, корреляция с которыми положительна, но математически недостоверна. Обращают на себя внимание ассоциации положительно связанных между собой Fe, Mg и Ga, обширная группа элементов Al, Ca, Ni, V, Co, Cr, Ba, Ti, а также тесная связь между накоплением Na, Be, Co, Y и Yb. Они обусловлены составом буровых растворов, а также основными почвенно-геохимическими процессами, происходящими в условиях избыточного увлажнения и низких температур.

Особый интерес представляет исследование состояния почвогрунтов вблизи амбаров, оборудованных за пределами отсыпки кустовых площадок (32, 36, 211, 215), с использованием рельефа местности. По данным спектрофотометрического анализа содержание нефтепродуктов в пробах грунта ниже допустимой концентрации. Исключение составляет проба, отобранная на кусте 211 в 3 м от амбара, содержание нефтепродуктов в которой достигает 0,3743 г/кг. Концентрация микроэлементов в большинстве изученных почв и грунтов также не превышает нормы. Исключение составляет проба грунта, отобранная в 4 м от амбара куста 36, в которой содержание La составляет 200 мг/кг и Mn – 2000 мг/кг при норме 1000 мг/кг.

По результатам лабораторных определений содержание полимеров акриламида в изученных грунтах составляет 0,0012296-0,0120%. Максимальная концентрация их обнаружена в пробе грунта куста 45, но и она в 7 раз меньше предельно допустимой концентрации [5].

Выводы. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что фильтрация жидкой фазы бурового раствора невысока. Мощность насыпного грунта в бортах амбара достаточная, чтобы поглотить то незначительное количество фильтрата, которое проникло в него. За пределы отсыпки фильтрат практически не поступает и загрязнения окружающей среды буровым раствором за кустовой площадкой не происходит. Общая минерализация грунта в борту амбара близка к естественной минерализации насыпного грунта. Общая минерализация грунтовой воды в гидрогеологических скважинах, расположенных на борту амбара, отвечает требованиям, предъявляемым к задолженной на бурение воде подлежащей возврату в природный кругооборот. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что приме-

няемая технология сбора и хранения бурового раствора в земляных амбарах на Уренгойском месторождении при существующих геокриологических условиях практически не загрязняет окружающую среду и экологически безвредна.

В качестве рекомендаций перед строительством земляных амбаров следует указать на необходимость удаления со дна естественного растительного покрова и органогенных почвенных горизонтов, особенно, торфяной залежи, которые при протаивании обладают высокими фильтрующими свойствами. После этого при обустройстве земляных амбаров обязательна предварительная обработка насыпных талых грунтов и естественного минерального почвенного слоя, подстилающего дно амбара, жидким глинистым раствором, что значительно снизит фильтрационные свойства грунтов. Увеличение ширины бортов амбара на 0,5-1,0 м приведет к увеличению мощности слоя, поглощающего проникший субстрат, что также снизит вероятность загрязнения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геокриология СССР. Западная Сибирь / Под ред. Э.Д. Ершова. – М., 1989.

2. Опекунова М.Г., Арестова И.Ю., Щербаков В.М., Ганул А.Г. Загрязнение нефтепродуктами почв Тюменского Севера // Вестн. С.-Петербург.ун-та. Сер. 7: Геология, география. – 1996. – Вып. 3 (N 21).

3. Опекунова М.Г., Арестова И.Ю., Щербаков В.М. и др. Тяжелые металлы в почвах Уренгойского Севера // Вестн. С.-Петербург.ун-та. Сер. 7: Геология, география. 1997. – Вып. 1(N 7).

4. Опекунова М.Г., Арестова И.Ю., Щербаков В.М., В.Г. Мещеряков, Кучеров А.В., Ганул А.Г. Тяжелые металлы в растениях Уренгойского Севера // Вест. С.-Петербург.ун-та. Сер. 7: Геология, география. – 1998. – Вып. 3.

5. Регламент по утилизации и захоронению отходов бурения при строительстве скважин на Уренгойской группе месторождений. – Тюмень: ТюменНИИГипрогаз, 1991.

6. Рекомендации по бурению скважин в мерзлых грунтах при инженерно-геологических изысканиях для строительства. – М., 1974.

7. Быков И.Ю. Техника экологической защиты Крайнего Севера при строительстве скважин. – Л., 1991.

8. Справочник по строительству на вечномерзлых грунтах. – Л., 1977.

9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М., 1970.

10. Зырин Н.Г., Обухов А.И. Спектральный анализ почв, растений и других биологических объектов. – М., 1977.

11. Требования к геохимической основе Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1000000 (новая редакция). – М., ИМГРЭ, 2005. – 40 с.

УДК 691.32

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

С.-А. Ю. Муртазаев

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технология строительного производства, ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова», **Чеченская Республика, г. Грозный**, s.murtazaev@mail.ru

М.Ш. Саламанова

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технология строительного производства, ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова», **Чеченская Республика, г. Грозный**, madina_salamanova@mail.ru

В статье показана возможность использования промышленных отходов как техногенного сырья и приведены результаты исследований доказывающие, что отходы промышленного производства могут успешно заменить природные ресурсы, а во многих случаях по своим качественным показателям являются уникальным сырьем.

Ключевые слова: гравийно-песчаная фракция, пылевидные частицы, отсевы дробления, техногенные пески, межзерновая пустотность.

UTILIZATION OF WASTE PROCESSING OF ROCK FORMATION FOR PRODUCTION OF CONCRETE LINING

Murtazaev S.-A.Yu, Salamanova M.H.

The article describes the use of industrial wastes as man-made materials and the results of studies showing that industrial waste can successfully replace natural resources, and in many cases under the qualitative indicators of a unique natural material.

Key words: gravel-sand fraction, dust-like particles, screenings crushing, technogenic sand, intergranular cavitation.

Решение проблемы ресурсосбережения в строительстве – это широкое использование вторичных материальных ресурсов, которыми являются отходы производства и потребления. Только на удаление их и складирование расходуется в среднем 8–10% стоимости основной производимой продукции. Использование промышленных отходов обеспечивает производство богатым источником дешевого и часто уже подготовленного сырья; приводит к экономии капитальных вложений, предназначенных для строительства предприятий, добывающих и перерабатывающих сырье, и повышению уровня их рентабельности; высвобождению значительных площадей земельных угодий и снижению степени загрязнения окружающей среды [1].

Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов – их использование в производстве строительных материалов, что позволяет до 40% удовлетворить потребности в сырье, этой важнейшей отрасли промышленности. Применение отходов промышленности позволяет на 10–30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений при этом составляет 35–50%.

При производстве цементобетонных изделий используются в основном импортные технологии и оборудование, что ведет к увеличению себестоимости конечного продукта. Кроме того, для производства цементобетонных покрытий необходимы качественные пески определенного гранулометрического состава. Анализ сырьевой базы Чеченской Республики показал, что в целом ощущается дефицит средне- и крупнозернистых кварцевых песков, но наблюдается широкое распространение флювиогляциальных валунно-песчано-гравийных (ВПГ) осадочных пород, которые в настоящее время используются в качестве сырья для получения щебня. В то же время при производстве щебня на дробиль-

но-сортировочных заводах образуется значительное количество отсевов дробления. Таким образом, представляется целесообразным использовать отсевы дробления карьеров в качестве заполнителя при производстве цементобетонных покрытий для дорожного мощения.

Отсевы дробления Аргунского месторождения относятся к крупнозернистым полимиктовым техногенным пескам и существенно отличаются по составу и свойствам от природного кварцевого песка. В гравийно-песчаной смеси содержание гравийной фракции в среднем по месторождению составляет 56,4%, песка – 43,6%. Гравийно-песчаная смесь имеет следующий минералогический и петрографический состав: содержание кварца от 15 до 20%, полевого шпата от 5 до 10%, кремниевых галек от 30 до 40%, карбонатных зерен до 30%, мусковита не более 2%, опал и рудные материалы в смеси почти отсутствуют. Главной составной частью гравийно-песчаной смеси являются известняковые и кремниевые галечники, их суммарное содержание более 50%. Насыпная плотность гравийно-песчаной смеси колеблется от 1670 до 1880 кг/м^3, коэффициент разрыхления 1,12. Средний гранулометрический состав гравийно-песчаной смеси приведен в таблице 1.

Таблица 1. Гранулометрический состав гравийно-песчаной смеси

Фракция, мм	40-70	20-40	10-20	5-10	1,25-5	0,14-1,25	Менее 0,14
Содержание, %	4,3	15,2	21,3	15,4	14,8	23,8	5,2

Песок из гравийно-песчаной фракции характеризуется как среднезернистый, модуль крупности – 2,4. Содержание глинистых, илистых и пылевидных частиц составляет в среднем 5,2%, показатель набухания – 14,7%. Средняя плотность 2600 кг/м^3, насыпная плотность – 1464 кг/м^3, пористость – 44,12%.

Промывка – один из технологических приемов, повышающих качество заполнителей. В результате проведенных исследований было установлено влияние промывки отсевов дробления на прочность мелкозернистого бетона. Использовался местный Чири-Юртовский цемент, а в качестве заполнителя – мытый и рядовой отсев дробления (ОД) Аргунского карьера. Формовались образцы-цилиндры, которые уплотнялись прессованием под динамической нагрузкой 30 МПа. Результаты испытаний представлены в таблице 2. Применение мытого отсева дробления вместо рядового практически не сказалось на жесткости и степени уплотнения цементно-песчаной смеси и прочности прессованного бетона. По-видимому, пылевидные частицы, содержащиеся в рядовых отсевах дробления, выполняют роль микронаполнителя. Следовательно, промывка заполнителя приводит к повышению межзерновой пустотности и незначительному снижению прочности бетона.

Таблица 2. Влияние промывки заполнителя на прочность прессованного мелкозернистого бетона

Расход материалов, кг/м^3			Заполнитель	Жесткость, с	Коэффициент уплотнения, $К_{уп}$	Прочность бетона, МПа
Ц	ОД	В				
580	1680	160	рядовой	49	1,81	43,3
			мытый	47	1,79	41,5
620	1580	165	рядовой	43	1,82	52,2
			мытый	46	1,81	51,2

Для получения прессованных бетонов класса В50 и выше была рассмотрена возможность применения смешанного заполнителя, состоящего из природного Червленского песка и мытого отсева дробления горных пород. Применение укрупняющей добавки приводит к снижению пустотности и водопотребности заполнителей, что может привести к повышению прочности и морозостойкости бетона.

Испытания смешанных заполнителей, в частности определение их средней плотности и пустотности, в уплотненном состоянии показали, что при снижении доли песка в смешанном заполнителе с 1,0 до 0,5 пустотность в уплотненном состоянии снижается с 29,4 до 24,2%. Однако дальнейшее сокращение доли песка до 0 приводит к повышению пустотности до 38,8 % (табл. 3).

Таблица 3. Характеристики смешанных заполнителей

Доля песка в заполнителе	Соотношение П/ОД	Средняя плотность заполнителя в уплотненном состоянии, кг/м^3	Пустотность заполнителя в уплотненном состоянии, %
1,00	1/0	1930	29,4
0,80	4/1	2000	26,7
0,67	2/1	2020	26,0
0,50	1/1	2070	24,2
0,33	0,5/1	1950	28,6
0,00	0/1	1950	38,8

Наибольшая средняя плотность смешанного заполнителя в уплотненном состоянии и их наименьшая пустотность достигаются при соотношениях песка к отсеву дробления 2:1 – 1:1. Для исследования влияния соотношения заполнителей на свойства прессованных бетонных смесей и бетонов были проведены эксперименты. Расход цемента в них составлял 580 кг/м^3. Для обеспечения постоянной жесткости смеси начальное водосодержание изменялось от 155 до 165 л/м^3. Перемешивание осуществлялось вручную. Изготавливались образцы-цилиндры размером d=h=7 см, которые уплотнялись под динамической нагрузкой 30 МПа. Результаты испытаний на сжатие образцов естественного твердения в возрасте 7 и 28 суток представлены в таблице 4. Как видно, замена даже 17% песка щебнем приводит к увеличению прочности бетона на 3-7 МПа. Наибольший прирост прочности бетона имеет место П : ОД = 1 : 1, так как прочность увеличилась на 12-13 МПа.

Таблица 4. Влияние заполнителей на свойства бетонов

Доля песка в смеси заполнителей	Соотношение заполнителей П/ОД	В/Ц	Коэффициент уплотнения, $К_{УП}$	Прочность бетона на сжатие (МПа) в возрасте, сут.	
				7	28
1,00	1/0	0,28	1,72	24	44
0,83	5/1	0,27	1,73	29	50
0,65	2/1	0,26	1,77	34	53
0,50	1/1	0,26	1,77	38	57
0,42	0,7/1	0,25	1,76	37	55

Таким образом, регионы Чеченской Республики ощущают дефицит в высококачественном песке, а применение в качестве заполнителей техногенных отходов позволит снизить себестоимость строительства цементобетонных покрытий за счет замены дорогостоящих привозных каменных материалов дешевыми местными, повысить качество и долговечность, утилизировать техногенные отходы горнорудного производства и улучшить экологическую обстановку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дворкин Л.И. Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности // - Ростов н/Д.: Феникс, 2007. - 368 с.
2. Калашников В.И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов // Строит.материалы. – 2008. – № 3.
3. Гаркави М.С, Якубов В.И. Отсевы дробления – эффективный способ повышения качества бетонов // Строит.материалы. – 2006. – № 11.

УДК 504.064.45

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В КАЧЕСТВЕ ПЕРЕСЫПНОГО МАТЕРИАЛА НА ПОЛИГОНЕ ТБО

К.Г. Пугин

кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», **Россия, г. Пермь,** 123zzz@rambler.ru

Н.И. Зверева

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», **Россия, г. Пермь**

Показано, что благодаря своим свойствам и структуре отходы, получаемые при производстве феррованадия силикоалюминотермическим методом соответствуют требованиям пересыпного материала, а значит, их можно использовать в качестве изолирующего грунта для пересыпки твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: пересыпной материал для ТБО; утилизация промышленных отходов.

USE OF WASTES OF "CHUSOVOY METALLURGICAL PLANT" AS AN INSULATING OF THE MATERIAL ON THE SOLID WASTE LANDFILL

Zvereva N.I., Pugin K.G

It is shown, that due to its properties and composition of waste generated in the production of ferrovanadium silikoalyuminotermickal method comply with the requirements of insulation of the material, and so they can be used as insulation of ground for insulation of solid household waste.

Keywords: insulation materials for solid waste landfill. Recycling of industrial wastes.

Введение. Производственная и бытовая деятельность человека неминуемо связана с образованием отходов. Поэтому вопросы обращения с твердыми бытовыми отходами являются актуальными и весьма значительными, так как в современном мире растет с каждым годом количество ТБО. При захоронении в составе отходов биодеградируемых компонентов полигоны функционируют как большие трудно управляемые биохимические реакторы, в которых происходят процессы трансформации органических веществ с выделением газообразных и жидких продуктов их метаболизма (компонентов биогаза и загрязняющих веществ фильтрата), что создает опасность загрязнения окружающей среды и ухудшает санитарные условия жизни населения.

Цель исследования. Рассмотреть возможность применения шлака металлургического завода, получаемого при производстве феррованадия силикоалюминотермическим методом, в качестве изолирующего грунта для пересыпки твердых бытовых отходов (ТБО).

Материалы исследования. Основными видами антропогенного воздействия полигона ТБО на окружающую среду являются [1]:

- ✓ Выброс биогаза с участка депонирования ТБО.
- ✓ Привнос в атмосферный воздух газообразных веществ от технологических машин, которые обслуживают полигон.
- ✓ Выделение в поверхностные воды свалочного фильтрата, отводимого от тела полигона, промливневых и хозбытовых сточных вод от хозяйственной зоны полигона.
- ✓ Изъятие земельных ресурсов и загрязнение почв.
- ✓ Эпидемиологическая опасность. Полигон ТБО является потенциальным (при отсутствии специальных защитных мероприятий) источником бактериологического

заражения местности. Перенос болезнетворных микроорганизмов может происходить через загрязненные стоки полигона птиц, насекомых; грызунов; разнос легких фракций отходов – ветром с рабочих карт или с подъезжающих мусоровозов.

✓ При воспламенении в теле свалки, помимо оксида углерода, угарного газа, образуются высокотоксичные продукты распада.

Общепринятый порядок складирования отходов на рабочей карте подразумевает, что уплотненный слой ТБО изолируется слоем пересыпного изоляционного материала высотой до 0,25 м. Промежуточная изоляция в теплое время года осуществляется ежесуточно, в холодное время года - с интервалом не более трех суток.

Материал для пересыпки ТБО должен иметь следующие качества:

1. Быть инертным по отношению к ТБО [1].
2. Надежно изолировать ТБО от контакта с насекомыми [1].
3. Препятствовать доступу птиц и грызунов к отходам [1].
4. Быть неудобным для устройства лазеек и нор [1].
5. Быть проницаемым для образующихся при разложении отходов газов [1].
6. Препятствовать появлению запахов от разложения отходов (обладать сорбционными свойствами) [1].
7. Сводить к минимуму проникновение влаги в рабочее тело полигона [1].
8. Хорошо уплотняться [3].

Из нормативно-технической литературы и научных разработок зарубежных и российских ученых известно, что существуют следующие материалы для устройства изоляции ТБО:

1. В зимний период в качестве изолирующего материала разрешается использовать строительные отходы, отходы производства - отходы извести, мела, соды, гипса, графита и т.д. [3].

2. Отсортированный свалочный грунт [4].

Также в качестве материала для пересыпки ТБО можно применить промышленные отходы (ПО) IV класса опасности, которые удовлетворяют следующим требованиям:

1. Содержание в водной вытяжке (1 л воды на 1 кг отходов) токсичных веществ в ПО на уровне фильтрата из твердых бытовых отходов.
2. Биохимическая потребность в кислороде ($БПК_{20}$) и химическая потребность в кислороде (ХПК) – не выше 300 мг/л.
3. Должны иметь однородную структуру с размером фракций менее 250 мм.

Для выбора промышленного отхода, который можно использовать в качестве пересыпного материала, были проанализированы крупнотоннажные малотоксичные твердые отходы нескольких предприятий Пермского края. Выбор был остановлен на отходах, образующихся при производстве феррованадия одного из металлургических заводов Пермского края.

Производство феррованадия ведут силикоалюминотермическим методом. Исходным сырьем для производства феррованадия являются: гранулированная пятиокись ванадия, алюминий в гранулах менее 30 мм, металлоотсев – отходы, полученные при сепарации конвертерного шлака, стальная обрезь и известь. Производство феррованадия складывается из двух процессов: восстановительного и рафинировочного. Во время первого периода ведут восстановление ванадия из пятиокиси ванадия и рафинировочного шлака при избытке восстановителя – ферросилиция и на известковых шлаках. После слива шлака начинают очистку сплава от кремния, для чего в печь загружают пятиокись ванадия с известью.

На одну базовую тонну феррованадия (40% V) расходуется 710 кг плавленой пятиокиси ванадия (100% V_2O_6)> 425 кг ферросилиция, ФС75, 75 кг алюминия, 1350 кг извести, 300 кг железной обрези и металлоотсева и 4,68 ГДж (1350 кВт*ч) электроэнергии. Норма образования шлака при алюминосиликотермическом способе составляет 6,6 т на тонну ванадия. Получаемый конечный шлак имеет химический состав, указанный в табл. 1 (по данным лаборатории химического анализа металлургического завода).

В настоящее время отходы размещаются в пойме рек Вильва и Чусовая в виде отвала на неподготовленной площадке. При этом происходит загрязнение почвы и водных объектов [6, 7, 8].

Таблица 1. Химический состав шлака при производстве феррованадия силикоалюминотермическим методом (марка 50) за первое полугодие 2012 г

	V_2O_5	SiO_2	CaO	MgO	MnO	Al_2O_3	P	S
Средняя за полугодие	0,33	31,57	52,80	8,70	0,17	4,78	0,0038	0,004

Изначально шлак представляет собой массивное твердое тело оливково-зеленого цвета. По мере остывания глыбы шлака в результате силикатного распада начинают рассыпаться, превращаясь в мелкий белый порошок. После распада шлак представляет собой пылевидную массу бело-серого цвета с удельной поверхностью до 300 $м^2$/кг. Гранулометрический состав феррованадиевого шлака представлен в табл. 2.

Ранее проведенные исследования показали, что шлак относится к 4 классу опасности, характеризуется содержанием в водной вытяжке (1 л воды на 1 кг отходов) токсичных веществ на уровне ниже фильтрата из твердых бытовых отходов, а по интегральным показателям - биохимической потребности в кислороде ($БПК_{20}$) и химической потребности в кислороде (ХПК) - не выше 300 мг/л. Удельная эффективная активность природных радионуклидов составляет 58 Бк/кг.

Таблица 2. Гранулометрический состав феррованадиевого шлака

Размер отверстий сит, мм	Полный остаток на ситах шлака, %
2	2,5
0,63	32,0
0,315	83,5
0,14	97,0
0,071	98,0

Минералогический состав шлака состоит в основном из мервинита и двукальцевого силиката. Наряду с этим присутствуют, мелит, периклаз и феррованадий металлический. Шлак феррованадия в настоящее время не утилизируется, а размещается на промышленных площадках в виде отвалов, которые зачастую расположены в поймах рек и в непосредственной близости от населенных пунктов. При этом происходит задалживание территорий, загрязнение водных объектов и почвы на значительном

удалении от места размещения отходов. С предприятия взимаются платежи за размещение отходов.

Благодаря своей структуре шлак хорошо уплотняется и, как следствие, неудобен для устройства лазеек и нор, препятствует доступу птиц, грызунов и влаги в рабочее тело полигона, надежно изолирует ТБО от контакта с насекомыми.

Выводы.

Таким образом, шлак металлургического завода, получаемый при производстве феррованадия силикоалюминотермическим методом, может быть использован в качестве изолирующего грунта для пересыпки ТБО. Благодаря этому мероприятию будут решены следующие проблемы:

1. Утилизация отходов металлургического завода, которых только на данный момент накопилось около 1 млн тонн, и каждый год добавляется 5-7 тыс тонн.
2. Отпадет необходимость разработки почвогрунта для изоляции ТБО (для которого, как правило, дополнительно требуется разработка карьера), а следовательно, отпадет необходимость в проведении дополнительных работ по рекультивации разрабатываемых карьеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Управление отходами. Полигонные технологии захоронения твердых бытовых отходов. Рекультивация и постэксплуатационное обслуживание полигона: монография / Я.И. Вайсман и др. – Пермь: Пермский нац. исслед. политехн. ун-т, 2012 –6 с.

2. Санитарная очистка и уборка населенных мест: Справочник/ А.Н. Мирный и др. – М.: Стройиздат, 1997. – С. 253-254.

3. Инструкция по проектированию и эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов / АКХ им. К.Д. Памфилова. – М., 1996.

4. Пат. 2243040 РФ, МПК7 B09B1/00, C1. Способ рекуперации площадок захоронения твердых бытовых отходов.

5. Продукция // ЧМЗ [сайт]. – URL: http://xn----7sbwthb8d.xn--p1ai/ (дата обращения: 25.09.2012.

6. Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки сталеплавильного производства за счет использования мелкодисперсных железосодержащих отходов в металлургии // Научные исследования и инновации. - 2010.- Т. 4. – № 3. – С. 64-71

7. Пугин К.Г. Негативное воздействие шлаковых отвалов черной металлургии на объекты окружающей среды на примере города Чусового // Экология урбанизированных территорий. – 2011. – № 2. – С. 86-90.

8. Пугин К.Г. Изменение состава твердых отходов черной металлургии в современных условиях // Экология и промышленность России. – 2011. – № 9. – С. 46-49.

УДК 631.416

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГУМУСОСОДЕРЖАЩЕЙ СУСПЕНЗИИ ДЛЯ УСКОРЕННОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛЬНЫХ ПОРОД

Н.М. Костенков

докторбиологических наук, профессор, заведующий лабораторией почвоведения и экологии почв,Биолого-почвенный институт ДВО РАН, **Россия, г. Владивосток**, kostenkov@ibss.dvo.ru

Рассмотрены технологические стадии приготовления гумусосодержащей суспензии (ГСС) и этапы рекультивации отвалов при добыче угля. Удобрение «Биогум», полученное путем биоконверсии отходов бурого угля с добавками, способствует быстрой рекультивации отвалов горно-рудных месторождений.

Ключевые слова: углегуминовые удобрения, ГСС, «Биогум», биоконверсия, активные штаммы микроорганизмов, фосфорная мука, торф, рекультивация отвалов.

TECHNOLOGY OF PRODUCTION SUSPENSION CONTAINING HUMUS FOR ACCELERATED REMEDIATION MOLDBOARD ROCKS

Kostenkov N.M.

Technological steps of preparing suspension (GSS) and the stages of reclamation of dumps in coal mining are considered. Fertilizer "Biogum", obtained by bioconversion of waste of brown coal with additives promote rapid reclamation of dumps of mining deposits.

Keywords: fertilizers, GHS 'Biogum ", bioconversion, active strains of microorganisms, phosphoric flour, turf, reclamation dumps.

Введение. Современный техногенез сопровождается рядом отрицательных последствий, оказывающих многостороннее влияние на все компоненты ландшафтов и прежде всего на почвенный покров. К таковым относится и такой элемент техногенеза, как добыча полезных ископаемых. Среди последних значительную роль играет добыча угля. Технологии его добычи при шахтном способе сопровождаются образованием терриконов, а при прогрессивном современном открытом способе – формированием обширных карьеров и отвалов вскрышных пород, что нарушает естественные ландшафты не только в месте скопления отходов угледобычи, но и приводит к загрязнению воздуха, поверхностных вод, прилегающих почвенных массивов.

Научное обоснование технологий рекультивационных работ по своей природе должно быть комплексным, поэтому включает изучение всей цепочки составных элементов (Костенков, Ознобихин, 2002). При выполнении исследований была поставлена цель: разработать технологические элементы приготовления гумусосодержащей суспензии (ГСС) и этапы рекультивации отвальных пород при добыче угля. Представлен наиболее перспективный для рекультивации отвальных пород метод, основанный на применении гумусосодержащей суспензии, приготовленной при использовании некондиционных бурых углей, переработанных активными штаммами микроорганизмов. В разработанной технологии для стимулирования этих процессов предусматривается применение ГСС и осеменение территории ру-

деральной травянистой и древесной растительностью. Особое внимание при этом уделяется технологии производства активированной гумусосодержащей суспензии.

Общая характеристика производства. Для успешного развития растений, поселяющихся на отвалах и терриконах, необходимо сбалансированное питание. Внесение минеральных удобрений на щебнистых породах нерационально, так как они все будут смыты в нижнюю часть терриконов и станут недоступны. Использование традиционных органических удобрений (навоза, торфокомпостов) затруднено из-за технологической невозможности их внесения на крутых склонах. В идеальном случае удобрение для таких условий должно представлять собой массу, входящую в мелкоземистую часть, которую легко можно было транспортировать и вносить в жидкой суспензионной форме. При таком внесении мелкозем концентрируется на нижней стороне щебнистых отдельностей, в местах стыка их граней, и закрепляется корневой системой растений. Питательные вещества такого удобрения должны постепенно мобилизоваться и удерживаться под воздействием микроорганизмов. Желательно, чтобы они содержали и стимулирующие компоненты для прорастания семян и развития растений вещества типа гуматов. Соответствуют таким требованиям разнообразные по производству, широко распространенные удобрения под названием «Биогум» (Терещенко, 2000, 2004; Гареев и др., 2001; Петрова и др., 2002; Шеуджен и др., 2004).

«Биогум» - продукт переработки бурого угля, его отходов микроорганизмами. При этом осуществляется трансформация углей с использованием отдельных видов или консорциумов микроорганизмов в углегуминовые удобрения (Демидов, Друдж, 1991). Последовательные этапы биотехнологии получения такого продукта следующие:

-формирование биогеоценоза микроорганизмов для направленной переработки угля,

-отработка технологических условий осуществления процесса,

-регулирование направленности и глубины процесса переработки,

-адаптация процесса к свойствам конкретной угольной массы.

Разработана опытная установка по получению углегуминовых удобрений - ГСС или ее твердой фазы, т.е. «Биогума» методом биоконверсии. Это обеспечивает трансформацию труднорастворимых органических компонентов угля в легкодоступные формы. Полученный продукт хорошо усваивается высшими растениями и активизирует биохимические процессы в почвах и отвальных породах. Продукт используется в качестве экологически чистого углегуминового удобрения. Содержит в своем составе растворимые гуминовые кислоты, азот, фосфор, калий, микроэлементы. «Биогум» можно применять на истощенных почвах и для биологической рекультивации отвалов пород горно-рудных и угольных месторождений. Он способствует усиленному росту и развитию корневой системы, формированию структуры почвы, накоплению в ней гумуса.

«Биогум» способствует быстрому зарастанию и самозарастанию отвалов угольных пород за счет внесенных гумусовых соединений, основных питательных элементов и микроэлементов. Углегуминовые удобрения являются одновременно и клеющими веществами, предотвращающими смывание и выдувание семян. Удобрение не имеет запаха, при передозировке не оказывает вредного влияния. Замачи-

вание семян в «Биогуме» повышает их всхожесть. При использовании «Биогума» отпадает необходимость внесения в отвалы пород органо-минеральных компостов или удобрений (Костенков, Ознобихин, 2007).

Впервые принципиальную схему технологического процесса получения «Биогума» разработал институт «КАТЭКНИИуголь» Минтопэнерго РФ. Предложено использовать в производстве продукта: торф, бурый уголь, а для процесса биоконверсии – культуры Pseudomonasdenitrificans - № 2 (номер ВКПМ В - 4884), *Acinetobactercalcoactticus* № 10 (номер ВКМП В - 4883), *Pseudomonas longa* - № 57 (номер ВКМП В-4885). Проверка эффективности углегуминовых удобрений в виде ГСС на почвах проведена Биолого-почвенным институтом ДВО РАН. Установлено, что одноразовое применение ГСС повышает урожайность сельскохозяйственных культур на 20% (Костенков и др., 1994).

Общая технологическая схема производства и процесс получения ГСС. Технологический процесс получения ГСС состоит из следующих стадий:

1) прием и складирование угля,

2) прием фосфорной муки или извести-пушонки и других корректирующих добавок,

3) подача угля и фосфорной муки на помол,

4) помол угля и фосфорной муки с получением углеродсодержащего однородного сырья для дальнейшей биоконверсии (можно применять известь-пушонку для доведения pH до 7,0),

5) приготовление жидкой ГСС,

6) добавление суспензии в углеродсодержащее сырье (бурый уголь) для получения «Биогума»,

7) перемешивание бурого угля с добавленной суспензией из рабочего ферментатора,

8) готовое сырье и его складирование.

Для получения «Биогума» возможен совместный помол угля и фосфорной муки или извести-пушонки в мельницах мокрого помола с соотношением твердая: жидкая фазы 1:4. При необходимости вносят питательные добавки в количестве до 30%. Как питательные добавки можно использовать отходы древесной зелени, опилки, торф и другое растительное или углеродсодержащее сырье.

Водоугольная суспензия (ГСС) готовится в рабочем ферментере, куда добавляется и ассоциация микроорганизмов из лабораторного ферментатора, полученных ранее на средах, содержащих растворимые фракции угля и первичной бактериальной массы. После ферментации в течение 24 часов жидкий (рабочий) ГСС можно использовать для твердофазной ферментации, т.е. получения «Биогума».

Ферментер полностью не разгружают, а оставляют 20% инокулянта для следующего цикла ферментации ГСС. Эту процедуру повторяют при последующих циклах приготовления жидкой рабочей суспензии. Баланс получения ГСС, рассчитанный на один производственный цикл, т.е. нарабочий ферментер емкостью 5м^3, по приходно-расходным статьям одного цикла представлен в таблице.

Таблица. Приходные и расходные составляющие ГСС

Продукты	Количество, кг	Содержание %
Приход		
Уголь	1581	35,4
В т. ч. влага угля	158	3,5
Инокулянт первичный	1050	-
В т.ч. влага инокулянта	750	-
Вода	2841	63,6
Известь-пушонка	50	1,0
В т.ч. влага извести	5	0,1
Итого:	5522	-
В т.ч. влага	3754	-
Всего без инокулянта	4472	100,0
В т.ч. влага	3004	67,2
Расход		
Инокулянт рабочий	4200	93,9
В т.ч. влага	3004	67,2
Инокулянт первичный	1050	-
В т.ч. влага инокулянта первичного	750	-
Продукты инокулянта и потери процесса	272	6,1
Итого:	5522	-
В т.ч. влага	3754	-
Всего без инокулянта первичного	4472	100,0
В т.ч. влага	3004	67,2

ЛИТЕРАТУРА

Гареев Р.Г., Шарафеева Ф.Г., Гайнуллин Р.М. Удобрительная характеристика биогумуса // Плодородие. – 2001. – № 3.

Демидов Ю.В. , Друдж П.В. Перспективы развития биотехнологии бурых углей. / Обзор / ЦНИЭИуголь. - М., 1991. - 54 с.

Костенков Н.М., Голов В.И., Ознобихин В.И. Перспективы использования некондиционных углей в качестве удобрений и мелорантов // Современные технологии и предпринимательство. Региональные проблемы АТР. – Владивосток: ДВТИ, 1994. – С. 91–92.

Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Оценка гидрофизических, физико-химических свойств пород угольных отвалов г. Партизанска для их рекультивации //Аграрная политика и технология производства сельскохозяйственной продукции в странах Азиатско-Тихоокеанского региона: Матер.межд. конф. - Уссурийск: ПГСХА, 2002. -Т. 2. – С. 317-324.

Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Биологическая рекультивация пород угольных отвалов.- Владивосток: Дальнаука, 2007. – 99 с..

Петрова Г.В., Елманов И.В., Матвеев А.В, «Гумус» и биогумус повышают урожай // Картофель и овощи. – 2002. – № 3. – С. 30-32.

Терещенко П.В. Агроэкология: Вермикультура и биогумус. – Пущино: Изд-во ОНТИ ПНУ РАН, 2000. – 51 с.

Терещенко П.В., Рохас Б.О. Изменение свойств биогумуса в зависисмости от условий хранения // Изв. ТСХА, 2004. – № 3. – С. 147-149.

Шеуджен А.Х., Котляров Н.С., Карачинцев В.В., Онищенко Л.М. Биогумус. – Майкоп: РИПО Адыгея, 2004. – 132 с.

УДК 631.42

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОСФОГИПСА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ

И.Н. Любимова
доктор сельскохозяйственных наук, ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, **Россия, Москва,** lubimova@agro.geonet.ru

О.Б. Рогова
кандидат биологических наук, ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, **Россия, Москва,** olga_rogova@inbox.ru

В.В.'Хан
ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, **Россия, Москва**

В.А. Терсин
доктор химических наук, ОАО «НИУИФ» им. проф. Я.В. Самойлова, **Россия, Москва**

О.В.Устименко
кандидат химических наук, ОАО «НИУИФ» им. проф. Я.В. Самойлова, **Россия, Москва**

Дана оценка влияния дороги, построенной с использованием промышленного отхода фосфогипса, на почвы, растительность, состав природных вод. Показано, что использование фосфогипса в качестве основы при строительстве дорог не приводит к загрязнению окружающей территории.

Ключевые слова: фосфогипс, утилизация фосфогипса, фосфогипсовая дорога, оценка загрязнения почв.

USING OF PHOSPHOGYPSUM FOR ROAD CONSTRUCTION

Lyubimov I.N., Rogov O.B., Khan V.V., Tersin V.A., Ustimenko O.V.

The influence of the road, built using industrial waste - phosphogypsum on soil, vegetation, composition of natural waters is presented. It is shown that the use of phosphogypsum as a basis for the construction of roads does not lead to contamination of the surrounding area.

Key words: Phosphogypsum, utilization of phosphogypsum, estimation of soil contamination.

Введение. Проблема переработки и утилизации промышленных отходов считается одной из самых крупных проблем XXI века. Масштабы образования промышленных отходов в России в расчете на уровень производства в 2000 году можно оценить примерно в 2,6 млрд тонн в год (Девяткин и др.,2004). Производство фосфогипса по этим данным составляет 6, 4 млн тонн.

Фосфогипс – побочный продукт производства экстракционной фосфорной кислоты, получаемой при разложении фосфатного сырья или апатитового концентрата смесью серной и фосфорной кислот дигидратным способом, и является вторичным материальным ресурсом. Одним из основных направлений утилизации фосфогипса является получение на его основе гипсовых вяжущих, использование фосфогипса в технологии портланд-цемента является вторым наиболее распространенным способом его переработки (Мольков и др., 2006). Заслуживают внимания и другие пути утилизации, например, изготовление серной кислоты и извести. Фосфогипс в сельском хозяйстве использовался в чистом виде для гипсования солонцовых почв, в смеси с пылевидными известковыми материалами — для химической мелиорации кислых почв. Однако использование фосфогипса в сельском хозяйстве в последние годы снизилось из-за сокращения государственных программ мелиорации земель (Мольков и др., 2006).

На сегодняшний день широкое применение получило использование фосфогипса в дорожном строительстве. Согласно «Методическим рекомендациям по устройству оснований дорожных одежд с использованием свежего фосфополугидрата сульфата кальция» (1987) по санитарно-химическим показателям фосфогипс характеризуется незначительными уровнями миграции химических соединений (SO_3, P_2O_5, F), не превышающими предельно допустимые концентрации для атмосферного воздуха над проезжей частью дорог. Ввиду малой растворимости в воде отдельных химическихсоединений, входящих в состав фосфогипса, и незначительного содержания других компонентов основания дорог, отличающихся большей водорастворимостью, считается, что его использование практически не будет являться источником загрязнения окружающей среды.

Е.С. Яцун и Б.Г. Печеный (2006) исследовали возможность применения фосфогипса в качестве материала для основания дорог. Было выявлено, что фосфогипсовое основание независимо от влажности является весьма прочным и ровным при постоянном движении бульдозеров и большегрузных автомобилей. Шеном с соавт. (WeiguoShen, 2009) была разработана смесь из твердых промышленных отходов (стальной шлак, летучая зола, фосфогипс) для ее последующего использования в качестве дорожного материала. Опытным путем была доказана более высокая прочность и износостойкость смеси по сравнению со смесью известь – летучая зола.

Необходимо отметить, что фосфогипс, наряду с основным действующим веществом, содержит различные токсичные элементы-примеси, такие как фтор, мышьяк, стронций, уран, тяжелые металлы и др. (Любимова, Борисочкина, 2007). Цель настоящего исследования – дать оценку опасности загрязнения почвогрунтов, растительности элементами Sr, F, Ni, Cu, Zn, As, Pb, при строительстве и функционировании фосфогипсовой дороги после нескольких лет эксплуатации.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на двух объектах: на фосфогипсовой дороге с асфальтовым покрытием и без покрытия. Обе дороги расположены в Балаковском районе Саратовской области (пос. Быков Отрог). Фосфогипсовая дорога с асфальтовым покрытием была построена осенью 2007 года как подъездная автодорога к санкционированной свалке твердых бытовых отходов (ТБО). Фосфогипс использовался при строительстве в качестве основания автодороги. Обследование территории около этой дороги проводилось дважды: на следующий год после строительства и через 5 лет эксплуатации данной дороги.

Фосфогипсовая дорога без асфальтового покрытия была построена одновременно с первой, она образует подъезд к фермерскому хозяйству. Исследование прилегающей к ней территории проводилось только один раз, на пятый год после отсыпки дороги.

Отбор образцов около дороги с покрытием в 2008 и 2012 гг. проводили по одинаковой схеме. Перпендикулярно дороге через 50 м были заложены 6 трансект длинной 50-52 м. Расстояние между точками опробования по трансекте увеличивалось по мере удаления от дороги (рис. 1). Расположение точек опробования в 2012 г. в начале трансект немного отличалось от схемы 2008 г., так как на некоторых трансектах ближние к дороге точки стали недоступны из-за скоплений мусора на откосах и наличия воды в широких понижениях, образовавшихся на месте бывших придорожных канав. На каждой трансекте закладывалось по 8 точек опробования. Из понижений, заполненных водой, были отобраны пробы воды. Кроме того, в точке № 4 (трансекта 2) удалось отобрать на анализ воду (верховодку) из пробуренной скважины. Грунтовые воды залегают глубже 5,5 м.

Для оценки возможности просачивания загрязняющих элементов под полотно фосфогипсовой дороги в 2012 году были заложены две прикопки у края дорожного полотна: одна на более влажном участке, вторая- в более сухой части. Отбирались образцы грунта как непосредственно под фосфогипсовой толщей на глубине 25-35 см,

так и с глубины 50-60 см. Тогда же на некоторых трансектах проводился сопряженный отбор растительности методом сплошного укоса на тестовых площадках размером 100 см*100 см.

У дороги без асфальтового покрытия справа от дороги перпендикулярно ей через 50 м друг от друга было заложено 5 трансект, длиной 73 м (фото 2). Точки опробования начинались на расстоянии 3 м от дороги, так как на расстоянии ≤ 3 м от дороги вся поверхность почвы была покрыта фосфогипсовой крошкой. Частицы фосфогипса обнаруживались и на глубине 10-30 см. Были отобраны также образцы воды из двух природных водоемов: в непосредственной близости с дорогой и на расстоянии примерно 60-70 м от нее.

По литературным данным, твердые бытовые отходы могут загрязнять почву Hg, Pb, V, Zn, Ag, Sn, Mo, Cu, Cr, Co, редко Sr и F (Мотузова, 2000; Голубев, 2007). Так как территория вдоль фосфогипсовой дороги с асфальтовым покрытием представляет собой свалку твердых бытовых отходов (ТБО), в отобранных образцах имеет смысл определять те элементы, которых заведомо не содержатся в ТБО, а именно водорастворимый фтор и валовой стронций, которые и были использованы в качестве основных маркеров-загрязнителей. В образцах с глубин 0-10 и 10-20 см, выборочно более глубоких, определяли общее содержание Sr, водорастворимого F. Общее содержание Ni, Cu, Zn, As, Pb анализировалось для выявления влияния полиэлементного загрязнения почв от свалки ТБО. За исключением фтора те же элементы определялись в образцах воды и в растениях.

Наличие или отсутствие загрязнения почв от эксплуатации дороги оценивали по следующим критериям:

- по степени и значимости произошедших изменений в содержании определяемых элементов в результате пятилетней эксплуатации дороги с асфальтовым покрытием (I объект), сравнивая данные исследований 2008 и 2012 годов;
- сравнением с ПДК (ОДК) для тех элементов, для которых эти показатели существуют; кроме того, рассчитывали суммарный показатель загрязнения по СанПиН 4266-87.

Оценка качества вод проводилась по ПДК для воды хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ГН 2.1.5.1315-03).

В связи с тем, что вблизи территории, прилегающей к первой дороге, а также непосредственно у второй пасется скот, оценку содержания элементов-загрязнителей в растениях давали по МДУ для грубых и сочных кормов (07.08.87).

Определение водорастворимого F, валовых Sr, Ni, Cu, Zn, As, Pb проводили в имеющем аккредитацию Испытательном центре ГНУ Почвенный Институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. Определение водорастворимого фтора осуществляли ионометрическим методом (СанПиН 42-128-4433-87), валового содержания Sr, Ni, Cu, Zn, As, Pb – рентгенфлуоресцентным энергодисперсионным методом (1982) (таблицы 1а, 1б).

Для статистической обработки данных анализов использовали методы параметрической и непараметрической статистики. Были рассчитаны средние арифметические значения (M), коэффициент варьирования (V), среднее квадратичное отклонение (σ). Для оценки достоверности различий между отдельными сериями определений использовали t- критерий и критерий Вилкоксона (Дмитриев, 2008; Пузаченко, 2004).

Результаты и их обсуждение. Результаты определения общего содержания стронция и содержания водорастворимого фтора в слоях 0-10 и 10-20 см в образцах 2012 года показали, что содержание Sr во всех образцах, отобранных около фосфогипсовой дороги как с асфальтовым покрытием (I объект), так и без асфальтового покрытия (II объект), ниже предельно допустимого уровня, а в случае F ниже ПДК.

Таблица 1а. Достоверность различий между содержанием водорастворимого F в 2008 и 2012 гг. на разном расстоянии от дороги в слое 0-10 см с помощью критерия Вилкоксона при P=0,95 (непараметрическая статистика)

	Данные 2012 г.								
Данные 2008 г.	№ скважин (Расстояние от дороги, м)	№1 (0 м)	№2 (1,8 м)	№3 (4,0 м)	№4 (7,0 м)	№5 (12,0м)	№6 (22,0м)	№7 (32,0м)	№8 (52,0м)
	№1 (0 м)	+							
	№2 (1,8 м)		-						
	№3 (4,0 м)			-					
	№4 (7,0 м)				+				
	№5(12,0м)					+			
	№6 (22,0м)						+		
	№7 (32,0м)							+	
	№8 (52,0м)								+

Примечание: + - различия достоверны; «-« различия недостоверны

Таблица 1б. Достоверность различий между содержанием стронция в 2008 и 2012 гг. на разном расстоянии от дороги в слое 0-10 см с помощью критерия Вилкоксона при P=0,95 (непараметрическая статистика)

	Данные 2012 г.								
Данные 2008 г.	№ скважин (Расстояние от дороги, м)	№1 (0 м)	№2 (1,8 м)	№3 (4,0 м)	№4 (7,0 м)	№5 (12,0м)	№6 (22,0м)	№7 (32,0м)	№8 (52,0м)
	№1 (0 м)	-							
	№2 (1,8 м)		-						
	№3 (4,0 м)			-					
	№4 (7,0 м)				+				
	№5(12,0м)					-			
	№6 (22,0м)						+		
	№7 (32,0м)							-	
	№8 (52,0м)								-

Примечание: + - различия достоверны; «-« различия недостоверны

Сравнительный анализ общего содержания стронция и водорастворимого фтора в образцах, взятых с глубины 0-10 и 10-20, показал, что как на территории около дороги с асфальтовым покрытием, так и около фофсфогипсовой дороги без асфальтового покрытия содержание этих элементов в образцах с глубиной изменяется незначительно. Зафиксированные колебания в содержании определяемых элементов, скорее всего, связаны с разным количеством остатков мелких фрагментов фосфогипса и включений нижележащих карбонатных горизонтов почв в этих образцах, чем с естественным вмыванием этих элементов в нижележащий слой.

Не было установлено наличия вертикальной миграции этих элементов из фосфогипсового основания дороги в нижележащий грунт. Содержание этих элементов в грунте под фосфогипсовым основанием ниже допустимого уровня загрязнения.

Сравнительная оценка значимости изменения содержания тяжелых металлов в слое 0-10 см в целом по территории за период 2008 – 2012 годы с помощью критерия Стьюдента и Вилкоксона указывают на значимое снижение содержания никеля, меди, хрома в почвах около фосфогипсовой дороги с асфальтовым покрытием за исследованный период. Вместе с тем характер распределения тяжелых металлов на исследуемой территории с выявленными локальными участками с повышенным и высоким

содержанием некоторых элементов (Zn, Cd, отчасти Ni) позволяют считать источником загрязнения этими элементами свалку бытовых отходов, расположенную вдоль дороги (таблица 2, схема).

Таблица 2. Достоверность различий между содержанием элементов в слое 0-10 см в образцах около фосфогипсовой дороги с асфальтовым покрытием в 2008 и 2012 гг. с помощью критерия Стьюдента и Вилкоксона при P=0,95 (непараметрическая статистика)

Элемент	Параметры сравнения			Крит. Стьюдента	Вилкоксона
	2008	2012	Объем выборки	P	p (0,05)
Ni	64.13	52.75	все образцы из слоя 0-10 см	0.74	**0.012**
Cu	47.5	40.75		**0.0057**	**0.012**
Zn	116.37	119.37		0.885	0.67
As	5.37	4.75		0.129	0.34
Pb	21.87	22.12		0.417	0.94

Примечание: 1) в выборку включены все образцы из слоя 0-10 см; 2) жирным шрифтом выделены достоверно различающиеся результаты.

Схема. Пространственное распределение элементов-загрязнителей около дороги с асфальтовым покрытием.

Расстояние от дороги, м	Номер трансекты					
	1	2	3	4	5	6
обочина	F,*Zn*, Pb	F, Sr, *Ni*	F, Sr, *Ni*	F, *Sr*, Zn	Sr, *Ni*, Cr	F, Sr, *Ni*
2 м		**F**	F, Pb, *Zn*	**Cd**	F, *Sr*, Zn	F, *As*, Sr
4 м		*Ni*, As, Cr	F, **Zn**, Cr		F, Sr, *Ni*	F, As, *Ni*
7 м	F, As, *Ni*	*F*, Ni, Zn	F, Cr, *Ni*	As, *Ni*, Zn	*As*, Cr, Sr	F, As,*Ni*
12 м	F, *Cr*, As	F, *Cr*, Cu	F, Zn, *Cr*	F, *Cr*, Zn	F, *As*, Sr	As, *Ni*, F
22 м	F, *Ni*, As	*Zn*, F, Pb	*Zn*, F, Pb	Zn, F, *Ni*	As, Pb, *Ni*	F, *Zn*, Pb
32 м	F, *Zn*, As	F, *As*, Zn	*Zn*, F, As	F, *Ni*, Cr	Zn, Pb,*Ni*	Zn, F, *Ni*
52 м	**Zn**, Pb, Cu	*Zn*, F, As	**Zn**, F, Pb	Zn, Pb, *Ni*	*As*, Zn, Pb	*Zn*, Pb, Cr

Легенда к схеме:

Категория загрязненности почв по суммарному показателю	Допустимая Zc<16
	Умеренно опасная Zc от 16 до 32
Содержание в поверхностных водах	
Конц. элемента выше ПДК	**Zn**

Анализ растительного материала на обследуемой территории около фосфогипсовой дороги с асфальтовым покрытием показал, что соотношение содержания кальция и стронция в растениях везде больше 100, что позволяет отнести исследованные объекты к территориям с удовлетворительной экологической ситуацией по стронцию. В составе некоторых средних проб растений отмечается превышение максимально допустимого уровня (МДУ) по никелю и меди. Места превышений находятся на загрязненных свалкой участках.

Анализ поверхностных вод из придорожных канав (2 и 4 трансекты) показал превышение: в первом случае ПДК для питьевых вод (СанПиН 21.4.1074-01) по фтору, во втором случае - по кадмию. Анализ верховодки с глубины 2,5 м (2 трансекта) не выявил превышений по фтору или по каким-либо другим показателям. По-видимому, выявленное превышение содержания фтора и кадмия носит точечный характер и может быть связано с россыпью фосфогипса на этом месте во время строительства дороги и слива бытовых сточных отходов поселения. Поверхностные воды

около фосфогипсовой дороги без асфальтового покрытия соответствуют требованиям для питьевой воды по фтору и тяжелым металлам.

Сопоставление данных анализов, полученных в образцах, отобранных около фосфогипсовой дороги без асфальтового покрытия, с результатами анализов образцов, отобранных около дороги с асфальтовым покрытием, показало, что, хотя содержание водорастворимого фтора в почвах выше около дороги без асфальтового покрытия, оно не превышает ПДК по этому элементу.

Выводы

1. Проведенные исследования показали, что пятилетняя эксплуатация фосфогипсовой дороги с асфальтовым покрытием и без него в условиях степной зоны не оказала неблагоприятного воздействия на обследованную территорию. На экологическое состояние территории оказывает влияние свалка бытовых отходов, расположенная вдоль дороги.

2. У фосфогипсовых дорог без асфальтового покрытия идет механическое растаскивание фрагментов фосфогипса, что в конечном итоге может привести к загрязнению окружающей территории.

3. Можно рекомендовать использование фосфогипса в дорожном строительстве для сооружения оснований дорог.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев С.В. Загрязнение почв округа «Домодедово» тяжелыми металлами: Автореф. дисс ….канд. наук. – М., 2007. – 20 с.
2. Девяткин В.В., Голубин А.К., Гаев Ф.Ф., Дюкин В.А. Вторичные материальные ресурсы и их использование в России. – НИЦПУРО, 2004.
3. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 328 с.
4. Методика НСАМ № 335. Ионометрическое определение фтора в природных водах // М.: Изд-во ВСЕГИНГЕО, 1990. – 12 с.
5. Методические рекомендации по устройству оснований дорожных одежд с использованием свежего фосфополугидрата сульфата кальция. – М.: Министерство транспортного строительства, 1987.
6. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. – М.: Минздрав СССР, 1987. – 25 с.
7. Мольков А.А., Дергунов Ю.И., Сучков В.П. Способ переработки фосфогипса // Известия Челябинского научного центра. – Вып. 4 (34). – 2006.
8. Мотузова Г.В. Загрязнение почв и сопредельных сред. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2000. – 70 с.
9. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.
10. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. // М.: Гидрометеоиздат, 1983. – 129 с.
11. Рентгенфлуоресцентный энергодисперсионный метод анализа почв в целях контроля уровня их загрязненности.– М.: ВАСХНИЛ, Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1982. – 42 с.
12. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве. Сан П и Н 42-128-4433-87. –М.: Минздрав СССР, 1988. – 24 с.
13. Яцун Е.С., Печеный Б.Г., Возможности применения фосфогипса в качестве материала оснований дорожных покрытий. – СевКавГТУ, 2006.
14. Weiguo Shen, Mingkai Zhou, Wei Ma, Jinqiang Hu and Zhi Ca, Investigation on the application of steel slag-fly ash-phosphogypsum solidified material as road base material // Journal of Hazardous Materials. – Vol. 164.– 2009. – P. 99-104.

УДК 504.064.47:621.357.7

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ

О.С. Залыгина

кандидат технических наук, доцент, кафедра промышленной экологии, Белорусский государственный технологический университет, **Республика Беларусь, г. Минск**, zolha@tut.by

В работе изучена возможность применения осадков сточных вод гальванического производства в промышленности стройматериалов: в качестве добавки при получении бетонных смесей, в производстве керамического кирпича и цветных глазурных покрытий. Установлена перспективность данных способов переработки отхода при условии обязательного экологического контроля готовой продукции. Предпочтительным является использование осадков сточных вод гальванического производства для цветных глазурных покрытий, т.к. при этом возможна замена пигментов на отход производства, что позволяет превратить его в ценное вторичное сырье, расширить сырьевую базу промышленности стройматериалов, снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: гальваническое производство, осадок сточных вод, окружающая среда, глазурное покрытие, пигмент, экологическая безопасность.

PROSPECTS USE OF SEWAGE SLUDGE OF GALVANIC PRODUCTION IN THE INDUSTRY OF BUILDING MATERIALS

Zalygina O.S.

In work possibility of use of deposits of sewage of galvanic manufacture in the industry of building materials is studied: as an additive at reception of concrete mixes, in manufacture of a ceramic brick and color glaze coverings. Perspectivity of the given ways of processing of a withdrawal under condition of obligatory ecological control of finished goods is established. Use of deposits of sewage of galvanic manufacture for color glaze coverings since replacement of pigments by a manufacture withdrawal is thus possible that allows to transform it into valuable secondary raw materials is preferable, to expand a raw-material base of the industry of building materials, to lower negative influence on environment.

*Keywords:*galvanic manufacture, deposit of sewage, environment, glaze covering, the pigment, ecological safety

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь имеется более 140 промышленных предприятий, на которых реализовано гальваническое производство [1]. Крупнейшими из них являются: РУП «Белорусский металлургический завод» (г. Жлобин), РУП «Гомельский завод литья и нормалей», ОАО «Минский подшипниковый завод», РУП «Гомсельмаш» (г. Гомель), РУП «БелАЗ» (г. Жодино), РУП «Минский автомобильный завод» (МАЗ), РУП «Минский тракторный завод», ЗАО «Атлант» (г. Минск), РУПП «Витязь» (г. Витебск), РУП «Борисовский завод автоматических линий» (БЗАЛ) и др. Гальваническое производство является водоемким и приводит к образованию большого количества сточных вод, которые загрязнены ионами различных металлов в зависимости от вида наносимых гальванических покрытий. На большинстве предприятий республики для их очистки используют такие методы, как реагентный, гальванокоагуляционный и электрокоагуляционный. Все эти методы приводят к образованию осадков сточных вод сложного состава, которые в настоящее время в большинстве случаев не находят применения, а хранятся на территории пред-

приятий или вывозятся на захоронение. При этом не только изымаются из хозяйственного оборота земельные площади, возникает угроза загрязнения окружающей среды, прежде всего почв и подземных вод, тяжелыми металлами, но и теряются ценные компоненты, содержащиеся в отходе. Поэтому целью данной работы является поиск наиболее рациональных направлений использования осадков сточных вод гальванического производства.

Материалы и методы исследования. Для исследования использовались осадки сточных вод различных предприятий Республики Беларусь. Предварительно на кафедре промышленной экологии Белорусского государственного технологического университета были определены их элементный и фазовый составы. Для этого применялись метод сканирующей электронной микроскопии с использованием сканирующего электронного микроскопа JSM 5610 LV с системой химического анализа EDXJED 2201 JEOL (Япония) и рентгенофазовый анализ с использованием установки ДРОН-3 с ионизационной регистрацией рассеянных лучей и рентгеновском дифрактометре D8 Advance фирмы Bruker (Германия).

Для изготовления опытных образцов кирпича использовали глину месторождения «Гайдуковка», образцы получали методом пластического формования с использованием металлических форм размером 30×60×15 мм. Глазурь наносили методом полива. В качестве основы использовалась фриттованная глазурь ОАО «Березастройматериалы». Обжиг полученных образцов осуществлялся в электрических печах, максимальная температура обжига 1050 ^{o}C.

Предел прочности при сжатии определяли с использованием пресса Р – 5 с самопишущим устройством. Водопоглощение, открытая пористость и кажущаяся плотность полученных образцов определялись методами насыщения и гидростатического взвешивания. Концентрацию ионов металлов (хрома, никеля, цинка и железа) в экстарктах определяли атомно-абсорбционной спектрофотометрией (АСС) с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра Сатурн-3.

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время существуют различные направления применения осадков сточных вод гальванических производств [2-5]:

1) извлечение металла из отхода;
2) получение пигментов;
3) получение цветных глазурных покрытий;
4) получение сорбентов;
5) получение катализаторов;
6) использование в качестве добавки в металлургической промышленности;
7) получение бетонов и асфальтобетонов;
8) получение строительных керамических материалов.

В большинстве случаев предлагается использовать осадок сточных вод гальванического производства в промышленности стройматериалов – при изготовлении бетонных и асфальтобетонных смесей, различной строительной керамики.

В работе представлены результаты исследования возможности получения бетона с использованием осадка сточных вод гальванического производства Борисовского завода пластмассовых изделий (БЗПИ), содержащего гидроксиды хрома, меди и цинка. Для получения опытных образцов бетона использовался цемент марки 400. Предварительно высушенный и измельченный отход добавлялся к бетонной смеси в количестве от 5 до 20 мас. % (в пересчете на сухое вещество). Из полученных бетонных смесей были изготовлены образцы кубической формы размером 10× 10× 10 см. Образцы твердели при комнатной температуре в течение 28 суток.

Исследование физико-механических свойств полученных образцов (плотность и прочность при сжатии) показало, что они практически не изменяются в названном

диапазоне концентраций по сравнению с образцом без отходов. Однако в данном случае возникает опасность вымывания тяжелых металлов и загрязнения ими окружающей среды, в первую очередь подземных вод и почвы. Для определения опасности полученных образцов осуществлялось их экстрагирование в различных средах (кислой, щелочной и нейтральной) при температуре 20^0С при соотношении образец:вода 1:10. Пробы отбирались через 30 суток и анализировались на содержание тяжелых металлов. В кислой среде (pH 4,8) наблюдалось интенсивное вымывание ионов тяжелых металлов (концентрация Cu^{2+} 0,5 мг/л, Zn^{2+} 0,05 мг/л, Cr^{3+} 0,02 мг/л), что свидетельствует о возможности использования рассматриваемого отхода в производстве бетона только в случае отсутствия его контакта с данной средой, например, для изготовления лифтовых грузов.

Известно, что введение осадка сточных вод гальванических производств в количестве до 20 масс.% (по сухому веществу) при производстве грубой керамики и керамических теплоизоляционных материалов (например, керамзита) позволяет улучшить физико-механические свойства керамических изделий. Это подтверждают как литературные данные, так и проведенные экспериментальные исследования, в ходе которых были получены образцы керамического кирпича с использованием осадка сточных вод гальванических производств ряда белорусских предприятий (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, свойства образцов кирпича, полученного с добавлением 20 мас. % осадка сточных вод гальванического производства, ухудшаются незначительно, а в случае образцов № 2 и № 3 – улучшаются. Но необходимо отметить, что во всех случаях свойства полученных образцов соответствуют всем требованиям ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камни керамические». Марка кирпича определялась по требованиям ГОСТ 530-2007 в зависимости от предела прочности при сжатии. Большинство образцов относятся к марке М250, а образцы № 2 и № 3 – М300. Полученные образцы характеризуются хорошим внешним видом и окрашены в массе от светло-песочного цвета до темно-коричневого с металлическим блеском, поэтому такой кирпич может использоваться для декоративных целей.

Таблица 1 – Свойства образцов кирпича, полученных с использованием осадка сточных вод гальванических производств различных предприятий (20 мас. %)

№	Название предприятия	Свойства образцов			
		Плотность, кг/м^3	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, МПа	Усадка, %
1	Без отхода	1698	13,6	30,0	5,00
2	РУП «МАЗ»	1806	12,0	34,5	6,25
3	ПЧУП «Универсал Бобруйск»	1585	17,5	31,2	8,00
4	ОАО «Белкард»	1498	17,4	29,0	6,75
5	ОАО «ТАиМ»	1550	16,2	29,5	6,25
6	ОАО «БелАЗ»	1480	18,1	27,6	10,00
7	РУП «Гомсельмаш»	1295	20,5	24,5	10,50
8	ОАО «Ратон»	1375	19,6	26,9	5,50
9	РУП «БЗАЛ»	1380	19,8	26,8	5,50

Определение устойчивости образцов кирпича осуществлялось по вышеописанной методике, так же как для образцов бетона. Ионы цинка, хрома и никеля в полученных экстрактах обнаружены не были, содержание ионов железа не превышало 2,5 мг/л. Максимальное содержание ионов железа наблюдалось при экстрагировании образцов, содержащих осадок сточных вод гальванического производства РУП «МАЗ».

Для более полного исследования прочности связи металлов в данных образцах было проведено их экстрагированиев наиболее жестких условиях – в раздробленном состоянии при температуре 100^oС в кислой среде (pH 4) в течение 8 часов при соот-

ношении твердой и жидкой фаз 1:10. Пробы отбирались через каждый час и анализировались на содержание тяжелых металлов атомно−абсорбционным методом.

Концентрация ионов хрома и цинка в экстрактах даже в таких жестких условиях очень мала (не более 3,5 мкг/л), ионы никеля и меди не обнаружены вовсе. По-видимому, это связано с переходом тяжелых металлов в прочные и труднорастворимые соединения – силикаты и алюмосиликаты – в процессе высокотемпературной обработки. Относительно большие концентрации ионов железа обусловлены его высоким содержанием в исходном сырье: концентрации Fe^{3+} после экстрагирования образцов кирпича, содержащих осадок сточных вод гальванического производства, и без отхода практически не отличаются.

Однако использование осадков сточных вод гальванических производств при изготовлении керамического кирпича не является наилучшим решением, т.к. при этом только в незначительной степени реализуются полезные свойства металлов, входящих в состав отходов, и навсегда теряется возможность их извлечения и использования в качестве вторичного сырья.

Более предпочтительным является применение осадков сточных вод гальванических производств для получения цветных глазурных покрытий, т.к. в этом случае возможна замена дорогостоящих пигментов на отход. Такая возможность обусловлена составом осадков сточных вод гальванических производств, а именно содержанием в них соединений, обладающих хромофорными свойствами. К ним, прежде всего, относятся оксиды железа, хрома, кобальта и меди. Рентгенофазовый и элементный анализы подтвердили наличие хромофорных соединений в исследуемых осадках сточных вод (таблица 2) [6].

Таблица 2 – Результаты рентгенофазового и элементного анализов осадков сточных вод гальванических производств предприятий Республики Беларусь

№	Название предприятия	Основные элементы	Результаты рентгенофазового анализа
1	ОАО «МЗВТ»	Cu, O, Fe	$Cu_2(OH)_3Cl$
2	РУП «МАЗ»	Fe, O, Zn, Mg, Ca, P	γ-Fe_3O_4, α-Fe_2O_3,
3	ПЧУП «УниверсалБобруйск»	Fe, O, Ca, Zn	γ-Fe_3O_4, $CaCO_3$
4	ОАО «Белкард»	Zn, Fe, O, Ca	$ZnCr_2O_4$, γ-Fe_3O_4, $CaCO_3$
5	ОАО «ТАиМ»	Zn, Fe, O	$ZnCr_2O_4$,
6	ОАО «БелАЗ»	Fe, O, Zn, Ca, P, Cr	γ-Fe_3O_4, $CaCO_3$
7	РУП «Гомсельмаш»	Zn, Fe, Cr, O	α-Fe_2O_3, $ZnCr_2O_4$
8	ОАО «Ратон»	Cu, O, Zn, Fe	$Cu_2(OH)_3Cl$, $Cu_2(OH)_3Cl$
9	РУП «БЗАЛ»	Zn, Fe, Cr, O	α-Fe_2O_3, γ-Fe_3O_4, $ZnCr_2O_4$

Во всех случаях были получены глазурные покрытия хорошего и удовлетворительного качества различной цветовой гаммы: коричневой, горчичной, бирюзовой. Содержание осадка сточных вод гальванических производств в них колебалось от 5 до 20 мас. % по сухому веществу.

При использовании отхода ОАО «Ратон» и ОАО «МЗВТ» получены глазурные покрытия достаточно редкой сине-бирюзовой цветовой гаммы, что связано с преобладающим содержанием в составе названных осадков соединений меди. При использовании осадков сточных вод гальванических производств РУП «МАЗ», ПЧУП «УниверсалБобруйск», ОАО «Белкард», ОАО «ТАиМ» получены глазурные покрытия бежево-коричневой цветовой гаммы, что связано с присутствием соединений железа. Насыщенность и тон цвета зависят от количественного содержания соединений железа и соотношения магемита γ-Fe_3O_4 и гематита α-Fe_2O_3. При применении осадков

сточных вод ОАО «БелАЗ», РУП «Гомсельмаш», РУП «БЗАЛ» получены покрытия горчичного цвета, что связано с содержанием в них кроме железа еще и хрома.

Необходимо отметить, что цветовая гамма любого из полученных образцов глазурных покрытий объясняется совокупностью хромофорных свойств тяжелых металлов, содержащихся в конкретном осадке сточных вод гальванического производства. При этом также обеспечивается устойчивость глазурных покрытий к факторам окружающей среды, что подтверждается экспериментальными данными. В работе исследовалась экологическая безопасность глазури, полученной с добавлением 15 мас. % осадка сточных вод РУП «БЗАЛ». В керамическую чашку с данным глазурным покрытием помещали кислый раствор (pH 4). Экстрагирование осуществляли в течение 8 часов при температуре 90°С, пробы анализировали на содержание ионов железа и хрома атомно-абсорбционным методом. Их концентрация оказалась крайне мала (1,9 и 0,3 мкг/л соответственно), несмотря на жесткие условия экстрагирования.

Таким образом, использование осадков сточных вод гальванических производств в промышленности стройматериалов позволит превратить данные отходы в ценное вторичное сырье, расширить сырьевую базу силикатной промышленности, снизить негативное воздействие на окружающую среду. Наиболее предпочтительным является их использование для получения цветных глазурных покрытий, т.к. в этом случае наиболее полно используются ценные хромофорные свойства содержащихся в отходе соединений металлов и возникает возможность замены дорогостоящих пигментов на отход.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марцуль, В. Н. Экологические аспекты гальванического производства / В. Н. Марцуль, О. С. Залыгина, А. В. Лихачева, Л. А. Шибека // Промышленная безопасность. – 2012. – № 8. – С. 13–15.

2. Утилизация осадков сточных вод гальванических производств / Х. Н. Зайнуллин [и др.]. – М.: Издат. Дом «Руда и металлы», 2003. – 272 с.

3. Бурученко, А. Е. Оценка возможности использования вторичного сырья в керамической промышленности / А. Е. Бурученко // Строительные материалы. – 2006. – № 2. – С. 44–46.

4. Дятлова, Е. М. Синтез цветных глазурей с использованием отходов электрохимических производств / Е. М. Дятлова, Т. Н. Юркевич, И. А. Левицкий // Стекло и керамика. – 1994. – № 7–8. – С. 5–6.

5. Залыгина, О. С. Осадки сточных вод гальванического производства как вторичное сырье / О. С. Залыгина, В. Н. Марцуль, А. В. Лихачева // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Международной научно-технической конференции. – Минск, 2012. – С. 97–102.

6. Марцуль, В. Н. Состав гальваношламов и осадков очистных сооружений гальванического производства / В. Н. Марцуль, А. В. Лихачева, Л. А. Шибека, О. С. Залыгина, В. И. Романовский // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: материалы Международной научно-технической конференции. – Минск, 2011. – С. 254–257.

УДК 665.77 (574.1)

ПИРОЛИЗ И ГАЗО-ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЕБИТУМИНОЗНЫХ ПОРОД КАЗАХСТАНА

Р.Х. Тургумбаева

доктор технических наук, доцент, Казахскийнациональный педагогический университет им. Абая (КазНПУ), **Республика Казахстан, г. Алматы**, rturgumbayeva@mail.ru

М.Н. Абдикаримов

доктор технических наук, доцент, Казахскийнациональный технический университет им. К.И. Сатпаева (КазНТУ), **Республика Казахстан, г. Алматы**, mn.abdikarimov@mail.ru

Проведены исследования продуктов пиролиза нефтебитуминозных пород (НБП) различных месторождений Западного Казахстана методами газожидкостной хроматографии (пламенно-ионизационный детектор). Установлено, что продукты пиролиза содержат преимущественно мазут 370-500 и дизельное топливо 200-370.

Ключевые слова: нефтебитуминозные породы (НБП), битум, газожидкостная хроматография, бензин, дизельное топливо, мазут.

PYROLYSIS AND GAS-HROMOTOGROF RESEARCHS ROCKS OF OIL AND BITUMEN IN KAZAKHSTAN

Turgumbaeva A.H., Abdikarimov M.N.

The investigations were of the pyrolysis products : oilbitumen rocks of different fields Western Kazakhstan by gas-liquid chromatography (flame ionization detector). Found that the pyrolysis products contain mainly oil and diesel 370-500 200-370.

Keywords: oilbitumen rocks (OBR), bitumen, gas-liquid chromatography, gasoline, diesel fuel and fuel oil.

Введение. В настоящее время особенно острой становятся вопросы оздоровления экологической обстановки нефтедобывающих регионов, поскольку замазученные грунты, аварийные выбросы и разливы нефти, амбарная нефть, донные отложения, остающиеся после нефтедобычи, или отходы сточных вод занимают огромные площади и наносят вред окружающей среде, поскольку они не перерабатываются, и эта проблема становится все более угрожающей [1]. В Западном Казахстане имеются огромные запасы нефтебитуминозных пород (НБП) (950–1000 млн т.), содержащих в своем составе природный битум, которые могут найти применение в различных отраслях строительной индустрии и дорожного строительства в качестве вяжущей основы для производства облицовочных плиток, кирпичей, гидрофобных добавок, дорожных покрытий антикоррозионных, тепло- и гидроизоляционных мастик [1, 2]. Эти НБП также занимают большие площади.

Битумы находят широкое использование во многих отраслях народного хозяйства [1-8], что обусловлено их высокими технологическими, эксплуатационными и экономическими показателями, важнейшими из которых являются: возрастание пластичности при нагревании, быстрое увеличение вязкости при остывании, высокая адгезия к камню, дереву, металлам; гидрофобность; водонепроницаемость; стойкость против действия кислот, щелочей, агрессивных жидкостей и газов; электро- и звукоизолирующая способность; малая плотность; низкий коэффициент теплопроводности; погодостойкость и низкая стоимость.

В промышленности строительных материалов битумы широко используются для строительства и ремонта дорожных и аэродромных покрытий и оснований, полов промышленных зданий; стабилизации грунтов; защиты от коррозии металла и бетона;

изготовления кровельных, гидро-, тепло- и пароизоляционных покрытий, материалов и изделий, защиты от радиоактивных излучений; в производстве лакокрасочных материалов [3-8].

Однако низкая устойчивость битума к резким температурным колебаниям ограничивает его широкое применение. Ранее термомеханическими исследованиями кровельных материалов и клеящих мастик показано, что битум, размягчаясь при 0°С, при +20°С переходит в вязко-текучее состояние и 100%-ная деструкция достигается при 40°С, т.е. область высокоэластической деформации отсутствует. Рубероид начинает размягчаться при –40°С, область высокоэластической деформации располагается от –30°С до +30°С и переходит в вязко-текучее состояние от +35 до 60°С и полностью разрушается при +60°С [6].

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были различные нефтебитуминозные породы Западного Казахстана.

Проведены исследования продуктов пиролиза нефтебитуминозных пород методами газожидкостной хроматографии (пламенно-ионизационный детектор). Нефтебитуминозные породы и особенно выделенные из них природные битумы применяются в качестве связующих для получения модифицированных дорожно-строительных материалов, спортивных и напольных покрытий, герметиков, мастик и т.д. Проведен пиролиз различных месторождений нефтебитуминозных пород Западного Казахстана и методами газожидкостной хроматографии исследованы жидкие и твердые продукты разложения. Установлено, что продукты пиролиза содержат преимущественно мазут 370-500 и дизельное топливо 200-370.

В настоящее время особый интерес представляет изучение качественного и количественного составов продуктов пиролиза нефтебитуминозных пород современными экспресс-методами, в т.ч. газожидкостной хроматографией.

Ранее были изучены модифицированные НБП методами электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР) [5].

Исследованы образцы различных нефтебитуминозных пород Западного Казахстана после пиролиза без доступа воздуха:

Ф-1, темный коричневый твердый остаток; № 2, темный твердый остаток;

Ф-3, нижний слой – жидкий, прозрачный; Ф-3, верхний слой – темная маслянистая жидкость.

Ф-4 – прозрачная жидкость.

Ф-5, нижний слой – жидкий, прозрачный; Ф-5, верхний слой – темная маслянистая жидкость.

НБП № 4 – 1-я перегонка, нижний слой – коричневая жидкость;

НБП № 4 – 1-я перегонка, верхний слой – коричневое масло.

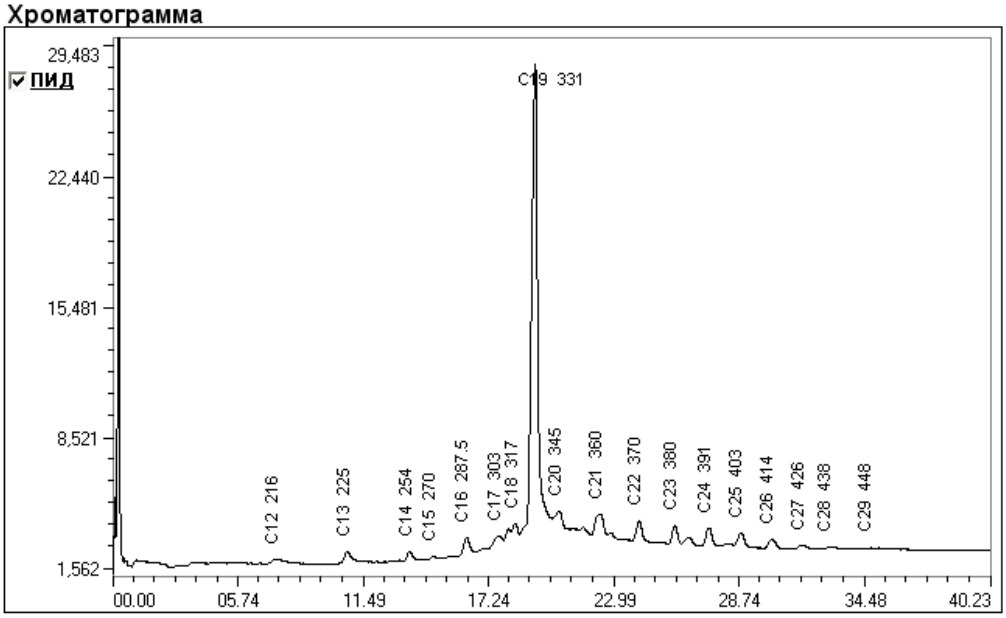
Процесс пиролиза заключается в нагревании НБП без доступа воздуха, что приводит не только к отгонке нефтебитуминозной фракции, но и к протеканию сложных химических реакции при высокотемпературном пиролизе при 580-600°С. В результате пиролиза образуются газообразные (не улавливали), жидкие и твердые продукты и при этом удаляются почти все летучие продукты. Для проведения сухой перегонки была использована железная реторта. Жидкие и твердые продукты пиролиза НБП растворяли в бензоле.

В данной работе использовали газовый хроматограф «Кристалл Люкс 4000» производства (Йошкар-Ола, Республика Марий-Эл). Условия анализа: Насадочная колонна, длина 1 м; Сорбент – «Хроматон NDMCS» с 5% OV-101; Газ-носитель – гелий, расход газа 30 мл/мин; Водород – 30 мл/мин; Воздух – 300 мл/мин; Детектор пламенно-ионизационный (ДИП). Температуры: Детектора – 270°С; Испарителя - 270°С; Колонка - начальная температура 40°С; 2 минуты в изотермическом режиме, затем нагрев 4 °/мин до 260°С; Объем вводимой пробы – 3 мкл. Расчет проводили по методу имитационной дистилляции ASTM-89.

NetChrom v2.1 Дата: 15.12.2009 Время: 16:07:06

Имя файла хроматограммы	НБП 4 нижн слой.chr
Метод	фракц составOV101.met
Время записи	15.12.2009 12:47:09

Хроматограмма



Пики

№	Время, мин	Компонент	Площадь,%
1	7,51	C12 216	0,5610
2	10,77	C13 225	1,0024
3	13,61	C14 254	0,4063
4	14,73	C15 270	0,3564
5	16,21	C16 287.5	1,8317
6	17,67	C17 303	2,9573
7	18,44	C18 317	4,7592
8	19,36	C19 331	34,3398
9	20,45	C20 345	9,6762
10	22,31	C21 360	9,6574
11	24,11	C22 370	9,2102
12	25,75	C23 380	6,8562
13	27,30	C24 391	6,8165
14	28,77	C25 403	4,8157
15	30,19	C26 414	2,7352
16	31,58	C27 426	1,5503
17	32,83	C28 438	1,2985
18	34,70	C29 448	1,1698
			100,0000

Группы

№	Группа	Детектор	Концентрация, % об.
1	бензин-200	ПИД	0,000000
2	дизель топ-200-370	ПИД	65,179222
3	мазут-370-500	ПИД	34,820778
4	гудрон выше- 500	ПИД	0,000000

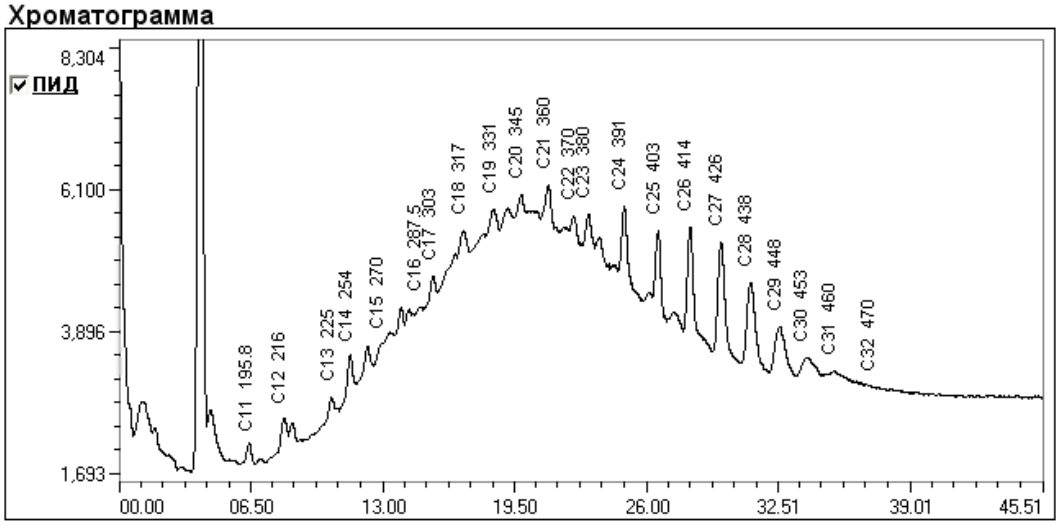
НБП 4 нижн слой.chr 15.12.2009 16:07:06 1/1

Рис. 1. «Хроматограмма НБП № 4 (нижний слой)»

NetChrom v2.1 Дата: 15.12.2009 Время: 16:14:27

Имя файла хроматограммы	НБП№4 верхн слой.chr
Метод	фракц составOV101.met
Время записи	14.12.2009 12:03:22

Хроматограмма



Пики

№	Время, мин	Компонент	Площадь,%
1	6,48	C11 195.8	0,1068
2	8,10	C12 216	0,8014
3	10,47	C13 225	0,9833
4	11,36	C14 254	2,5874
5	12,89	C15 270	2,5538
6	14,77	C16 287.5	3,2289
7	15,47	C17 303	3,4481
8	16,97	C18 317	6,7151
9	18,47	C19 331	6,7127
10	19,78	C20 345	8,1542
11	21,15	C21 360	8,1506
12	22,38	C22 370	8,7435
13	23,11	C23 380	10,5871
14	24,88	C24 391	8,2703
15	26,54	C25 403	7,0532
16	28,11	C26 414	6,7822
17	29,63	C27 426	5,3233
18	31,10	C28 438	3,7812
19	32,53	C29 448	2,6182
20	33,84	C30 453	1,6541
21	35,18	C31 460	1,2163
22	37,09	C32 470	0,5282
			100,0000

Группы

№	Группа	Детектор	Концентрация, % об.
1	бензин-200	ПИД	0,120521
2	дизель топ-200-370	ПИД	41,749981
3	мазут-370-500	ПИД	58,129494
4	гудрон выше- 500	ПИД	0,000000

НБП№4 верхн слой.chr **15.12.2009 16:14:27** **1/1**

Рис. 2. «Хроматограмма НБП № 4 (верхний слой)»

Обсуждение результатов. На рисунках 1 и 2 приведены хроматограммы и содержание продуктов пиролиза НБП № 4 нижнего и верхнего слоев соответственно. Из рисунка 1 следует, что в продуктах пиролиза отсутствует бензиновая фракция и гудрон. Продукты пиролиза представляют дизельную фракцию и мазут. Дизельное топливо 200-370 присутствует в количестве 65,18%, а мазут 370-500 – в количестве 34,82%.

Из рисунка 2 видно, что в верхней части пиролизата содержание бензиновой фракции незначительное – 0,12%, дизельного топлива – 41,75%, мазута – 58,13%. Из сравнения данных по содержанию дизельного топлива и мазута в НБП №4 в нижней и верхней фракциях (рис. 1 и рис. 2, соответственно) следует, что при переходе от нижней до верхней фракции количество дизельного топлива падает на 23,43%, а количество мазута возрастает на 23,31%. По-видимому, протекают реакции деполимеризации и деструкции нефтебитуминозных пород.

Выводы:

1. Установлено, что пиролиз нефтебитуминозных пород без доступа воздуха сопровождается преимущественным образованием дизельного топлива и мазута, которые можно применить в нефтехимической отрасли.
2. Найдено, что в нефтебитуминозной породе №4 в верхней части пиролизата количество бензина 0,12%, тогда как в нижней части бензиновая фракция отсутствует.
3. Обнаружено, что в нефтебитуминозной породе Ф-5 в верхней части пиролизата количество бензина 0,03%, тогда как в нижней части бензиновая фракция отсутствует.
4. Показана возможность использования нефтебитуминозных пород для получения дизельного топлива и мазута и в незначительном количестве бензина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана. – Алматы, 1995. – Ч. 2. – 400 с.

2. Куатбаев К.К., Надиров Н.К., Айтжанова Т.К., Куатбаев А.К. Комплексное использование нефтебитуминозных пород месторождений Казахстана в строительном производстве.

3. Бровко В.Н., Баннов П.Г., Борисова Л.А., Перова Н.А. Современное состояние производства битумов // Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность (обзор). Серия: Переработка нефти. Вып. 5.

4.Тургумбаева Р.Х., Абдикаримов М.Н., Надиров Н.К. Модифицированные нефтебитуминозные породы Казахстана // Сборник трудов «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии. Международная научно-практическая конференция. Алматы, 3-4 апреля, 2008. – Алматы. – С. 146-149.

5. Тургумбаева Р.Х., Надиров Н.К., Абдикаримов М.Н., Тажиева А.С., Середавина Т.А. Изучение нефтебитуминозных пород методом ЭПР // Ж Нефть и газ. – Алматы: Ғылым, 2005. – № 3. – С. 58-64.

6. Абдикаримов М.Н., Кусаинова А.Ш., Махмутова К.К., Садчиков И.Я. Термомеханические исследования кровельных материалов и клеящих мастик // Легкая промышленность Казахстана. – 1995. – №4. – С. 40-47.

7. Григорьев А.П., Федотова О.Я. Лабораторный практикум по технологии пластических масс. – М.: ВШ, 1977. – Ч. 2. – 263 с.

8. Дюсенгалиев К.И., Соколова А.Г. Состав битума месторождения Тюбкараган в Казахской ССР // Горючие сланцы. – 1990. – Т. 7/3-4. – С. 231–236.

УДК 628.312

ПОДГОТОВКА ОСАДКОВ КОММУНАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

А.В. Лихачева

кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии, УО «Белорусский государственный технологический университет», **Республика Беларусь, г. Минск**, alikhachova@mail.ru

Рассмотрены способы обработки осадков сточных вод с целью их дальнейшего практического применения.

Ключевые слова: осадок сточных вод, состав, свойство, обезвреживание, обеззараживание, компостирование, тяжелый металл, бактериальная загрязненность, стабилизация.

PREPARATION OF MUNICIPAL SEDIMENTS OF WASTEWATER TREATMENT PLANT FOR USING

Likhacheva A.V.

The methods of sludge treatment for their practical use.

*Keywords:*Sewage sludge, composition, properties, decontamination, disinfection, composting, heavy metal, bacterial contamination, stabilization

Введение. На протяжении длительного времени основным способом обращения с осадками коммунальных очистных сооружений в Республике Беларусь является их уплотнение с последующим размещением на иловых площадках. Несмотря на явную тенденцию к расширению использования осадков городских сточных вод в различных направлениях, основным является их применение в сельском хозяйстве в качестве удобрения. По оценкам специалистов применение осадков сточных вод в сельском хозяйстве с экономической точки зрения является более целесообразным в сравнении с другими путями их использования.

Необходимо отметить, что осадки городских сточных вод и, в частности избыточный активный ил, представляют собой ценное сельскохозяйственное удобрение, что обусловлено большим содержанием в них биогенных и некоторых микроэлементов, необходимых для развития растений. Избыточный активный ил особенно богат соединениями азота и фосфора, витаминами группы В, а по содержанию калия уступает лишь навозу. Поэтому осадки должны рассматриваться не как отходы, а в качестве источника необходимых для поддержания плодородия почвы веществ и элементов.

Состав осадков находится в непосредственной зависимости от состава сточных вод, поступающих на коммунальные очистные сооружения. Сброс промышленными предприятиями сточных вод, содержащих тяжелые металлы, увеличивает их концентрацию в осадках. При внесении таких осадков в почву концентрация тяжелых металлов в почвенной толще увеличивается, особенно в верхних гумусовых горизонтах. Удаление же их в результате процессов выщелачивания, потребления растениями, эрозии и дефляции происходит очень медленно.

Значительная часть городских сточных вод представлена хозяйственно-фекальными сточными водами, которые характеризуются высокой бактериальной загрязненностью. Большая часть бактерий, яиц гельминтов переходит в осадок и опре-

деляет его опасность в санитарно-эпидемиологическом отношении. В осадках коммунальных очистных сооружений могут находиться возбудители болезней человека и животных (бактерии, вирусы, яйца гельминтов, бактерии группы кишечной палочки и др.). Таким образом, бактериологический состав осадков сточных вод определяет необходимость их обеззараживания перед использованием или утилизацией.Изменяющийся во времени сложный химический состав осадков сточных вод не позволяет делать однозначных выводов о способе подготовки к использованию подобных отходов, обеспечивающем их обезвреживание и обеззараживание.

Прежде чем использовать осадки сточных вод в хозяйственной деятельности на земле необходимо предусмотреть их подготовку, включающую в себя, прежде всего обезвреживание и обеззараживание. Наиболее распространенный на сегодняшний день способ обработки осадков сточных вод – подсушивание в естественных условиях на иловых площадках – также может рассматриваться как одна из форм подготовки осадков к их последующему использованию. Длительная выдержка осадков сточных вод на иловых площадках обеспечивает протекание в них аэробных и анаэробных процессов, сопровождающихся изменением химического и бактериального состава.

Материалы и методы исследования. Проведены исследования состава осадков сточных вод, размещенных на иловых площадках. Пробы были отобраны с иловых площадок, отличающихся сроками нахождения на них осадков сточных вод. Исследовали пробы осадков с иловых площадок, которые выведены из эксплуатации 30, 25 и 10 лет назад, а также площадок, которые находятся в эксплуатации в настоящее время.

В процессе исследований осадков для установления возможности их сельскохозяйственного использования определяли содержание сухого вещества, органических веществ, pH, содержание мышьяка и тяжелых металлов (свинец, кадмий, никель, хром, цинк, медь и др.), содержание азота и фосфора. Для оценки возможных изменений, которые произошли с осадками в процессе их длительной выдержки на иловых площадках, помимо валового содержания определяли содержание подвижных форм тяжелых металлов. Для определения степени минерализации (разложения) органического вещества осадков в зависимости от времени выдержки определяли содержание углерода, водорода, азота и серы.

Результаты исследования. Анализируя полученные результаты, можно отметить, что в процессе хранения осадков на иловых площадках несколько уменьшается содержание органических веществ, что свидетельствует о протекании на площадках аэробных и анаэробных процессов разложения органического вещества. Этот вывод подтверждается результатами элементного анализа. Время нахождения осадков сточных вод на иловых площадках сказывается на общем содержании углерода. Несколько снижается также общее содержание азота.

Долговременное нахождение осадков на иловых площадках можно рассматривать как способ их стабилизации. Поэтому такой осадок, при условии соответствия санитарным нормам и нормам по содержанию тяжелых металлов, может быть использован в сельском хозяйстве. Осадки с небольшими сроками выдержки и «свежие» осадки должны быть подвергнуты обработке, обеспечивающей их стабилизацию и обеззараживание.

Результаты анализа осадков сточных вод на содержание тяжелых металлов (валовое содержание и содержание подвижных форм тяжелых металлов) показали существенное отличие в концентрациях тяжелых металлов в исследуемых образцах осад-

ков. Сравнивая содержание тяжелых металлов с нормами, установленными ГОСТ Р 17.4.3.07–2001, можно отметить, что только по меди и хрому для нескольких проб и для одной пробы по цинку наблюдаются небольшие превышения. Существенно отличаются исследуемые осадки по содержанию подвижных форм тяжелых металлов. По некоторым металлам до половины от общего содержания (например, для кадмия) представлено подвижными формами. Незначительное содержание подвижных форм металлов характерно для свинца и хрома.

Санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические показатели исследуемых осадков отвечали требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07–2001. Полученные результаты могут служить отправной точкой для организации опытно-промышленной проверки возможности сельскохозяйственного использования осадков.

Для подготовки осадков к последующему использованию часто применяется их компостирование. Компостирование позволяет существенно сократить расходы топливно-энергетических ресурсов на обеззараживание осадков и улучшить их санитарно-гигиенические показатели.

Для получения компоста, соответствующего требуемым нормам по содержанию тяжелых металлов необходимо предусмотреть предварительную подготовку осадков сточных вод перед компостированием, заключающуюся в переводе подвижных форм тяжелых металлов в нерастворимые путём добавления в осадки соответствующих реагентов (фосфатов, извести, компоста, торфа и др.). Удаление тяжелых металлов может быть обеспечено за счет перевода из твердой фазы осадков в жидкую с последующим разделением фаз. Жидкая фаза затем направляется на обработку, а твердая – на компостирование.

В работе обработку осадков сточных вод после уплотнения производили кислым лигнином; серной кислотой; золой, полученной при сжигании древесных опилок; мелом; сточной водой деревообрабатывающего предприятия, содержащей формальдегид и метанол. С целью интенсификации процесса обезвреживания часть проб предварительно обрабатывали ультразвуком, а часть подвергали аэрации в течение 1 часа. Эффективность процесса контролировали по содержанию в надиловой жидкости хрома, железа, меди, цинка.

При обработке осадков компонентами, которые приводят к изменению pH среды (кислый лигнин, мел, зола и кислота), тяжелые металлы переходят в жидкую фазу. Аэрация избыточного активного ила без обработки позволяет увеличить долю подвижных форм металлов в 1,1–2,9 раза, а обработка формальдегидсодержащей сточной водой – в 1,5–3,9 раза. Дополнительная аэрация обработанных осадков увеличивает долю подвижных форм металлов в 1,6-10,7 раза (в зависимости от способа предварительной обработки пробы). Наилучший обезвреживающий эффект наблюдался в пробах ила, обработанных кислотой как без, так и с дополнительной аэрацией.

Обработка проб перечисленными продуктами сопровождалась стабилизацией и обеззараживанием, о чем свидетельствует изменение общего микробного числа. Наилучший стабилизационный эффект дала обработка проб кислотой, кислотой в сочетании с аэрацией, формальдегидсодержащей сточной водой и формальдегидсодержащей сточной водой в сочетании с аэрацией. Для других вариантов обработки эффект намного хуже, что требует более тщательного выбора условий последующего биокомпостирования.

Таким образом, предварительная обработка описанными выше способами позволяет подготовить осадки к последующему компостированию и значительно уменьшить содержание в них тяжелых металлов.

При биокомпостировании избыточного активного ила, обработанного различными способами, в качестве наполнителей использовали отходы деревообработки и солому. Компостирование проводили в течение 2,5 месяцев. Качество полученного компоста определяли по таким показателям, как pH солевой вытяжки, содержание тяжелых металлов, содержание органического вещества в компосте, азота аммонийного, азота нитратного, кальция, калия, определением формы связывания тяжелых металлов в компосте (подвижные формы и валовое содержание металлов).

Сравнительный анализ проб компоста, полученных в различных условиях, показал, что лучшим по агрохимическим показателям является компост из активного ила с соломой. Валовое содержание тяжелых металлов меньше в пробах компоста, у которых на предварительном этапе активный ил обрабатывался кислотой и формальдегидсодержащей сточной водой, а также в этих же пробах с предварительной аэрацией. Возможно использование в качестве добавки при компостировании смеси соломы и опилок в соотношении 1:2 соответственно. Продолжительность компостирования составляет не менее трех месяцев. Результаты исследования полученных компостов свидетельствуют о том, что они соответствуют требованиям, предъявляемым к органоминеральным удобрениям.

По физико-химическим свойствам компост из смеси осадков сточных вод с растительными отходами содержит в нужном количестве элементы, необходимые для роста и развития растений, полезную микрофлору и вещества, повышающие плодородие почв.

Полученный компост может применяться на пахотных землях, луго–пастбищных полях, для садовых и огородных участков, в теплицах и открытом грунте, в качестве материала улучшающего структуру почвы, получения заменителей грунта, при рекультивации земель в садоводческих хозяйствах, при закладке газонов при условии, что содержание токсичных веществ в компосте строго контролируется. Как показывает практика, для компоста, полученного из осадков сточных вод, соблюдать данные требования очень сложно.

Опыт некоторых зарубежных стран свидетельствует о возможности использования осадков сточных вод и компостов, полученных на их основе, в лесном хозяйстве. В этом случае их можно вносить в больших количествах, чем в почву сельскохозяйственных угодий. Кроме того, создается меньшая опасность загрязнения окружающей среды избыточным количеством азота и тяжелыми металлами, так как лесные почвы, богатые органическим веществом, способны иммобилизовывать тяжелые металлы и поглощать большее количество азота.

ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ Р 17.4.3.07–2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.

2 Чертес К.Л., Стрелков А.К., Быков Д.Е. и др. Утилизация осадков сточных вод в качестве материала для изоляции ТБО // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 6. – С. 36-39.

УДК 577.4:504.054.001(574,52)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Р.Х. Тургумбаева
доктор технических наук, доцент, Казахский национальный педагогический университет им. Абая (КазНПУ), **Республика Казахстан, г. Алматы,** rturgumbayeva@mail.ru
М.Н. Абдикаримов
доктор технических наук, доцент, Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева (КазНТУ), **Республика Казахстан, г. Алматы,** mn.abdikarimov@mail.ru

Методом корреляционно-регрессионного анализа проведено математическое описание количества твердых отходов производства в зависимости от объема продукции. Показаны возможные пути использования твердых отходов различных производств для получения композиционных материалов
Ключевые слова: твердые промышленные отходы, корреляционно-регрессионный анализ, утилизация, композиционные материалы.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE FORMATION WASTE OF PRODUCTION AND POSSIBLE WAYS THEIR USING FOR A COMPOSITE MATERIAL

Turgumbaeva A.H., Abdikarimov M.N.

Mathematical description of the amount of solid industrial waste depending on the volume of production by the method of correlation -regression analysis was done. Possible ways of using of various solid waste for composite materials were shown.
Keywords: industrial solid waste, correlation-regression analysis, utilization, composite materials.

Введение. Устойчивость экосистемы, как известно, складывается при взаимодействии двух основных факторов: особенностей местных природных условий и ресурсов, с одной стороны, и источников загрязнения производственного и непроизводственного характера и их интенсивности - с другой.

Республика Казахстан не располагает достаточно мощными природными факторами для противодействия силам загрязнения. Биогеоценоз ее недостаточно устойчив и отличается высокой уязвимостью и ранимостью. В частности, она бедна водными ресурсами и флорой, маломощный почвенный покров подвержен воздействию ветровой и водной эрозии, что является причиной того, что даже небольшие выбросы могут серьезно осложнить экологическую обстановку. Промышленные предприятия характеризуются многообразием продукции, применяемых технологий и видов сырья; это определяет широкий спектр загрязнителей окружающей среды: атмосферного воздуха, водных бассейнов и почв.

На территории южного региона Республики Казахстан в результате деятельности предприятий горнодобывающей, горно-перерабатывающей и химической отраслей промышленности накоплено значительное количество промышленных отходов. В структуре промышленных отходов основная доля приходится на химические отходы и вскрышные породы горнодобывающей промышленности. В зависимости от степени опасности твердые отходы хранятся в различных условиях. Различные шлаки, известковый шлам, фосфорная и коксовая мелочь, относящиеся к малоопасным отходам, и нетоксичные (фосфогипс, угольная пыль, шлак термический гранулированный) складируются различным способом. Одни – на открытой местности в естественных условиях, другие – на специально экранированных площадках. В местах складирования

сырья и отвалов под открытым небом в результате вымывания талыми водами, снегопадов, дождей возникает серьезная угроза загрязнения почв. Объемы накопленных промышленных отходов и отходов потребления ежегодно возрастают, тогда как утилизация отходов ведется неравномерно и недостаточно. Состояние окружающей среды региона, в котором расположены предприятия по переработке фосфоритов, требует эффективного решения экологических проблем, являющихся актуальными в настоящее время. В связи с этим необходим комплексный подход, состоящий из статистического анализа, оценки воздействия действующих промышленных предприятий на окружающую среду, рациональной разработки технологии переработки промышленных отходов.

Учитывая изменяющиеся показатели климата, использование новых законодательных актов и нормативных экологических документов и принципиально новых подходов к охране окружающей природной среды, а также изменение условий хозяйствования, представляется необходимым использование математических моделей, доминирующих практически во всех развитых странах и имеющих официальный статус.

Наращивание производства и введение новых объектов требует оценки воздействия действующих промышленных предприятий на окружающую среду. Кроме того, в связи с нестабильным в последние годы выпуском фосфора, что определяется периодом нестабильного спроса на него, объем выпускаемой продукции несколько снижен. В силу этих причин необходимо было определить зависимость количества твердых отходов от объема выпускаемой продукции. С этой целью нами был проведен статистический анализ.

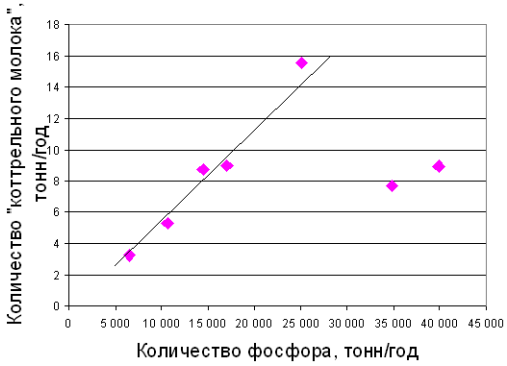
Объекты и методы исследования. Объекты исследования - твердые промышленные отходы. Физико-механические испытания образцов проводили по ГОСТ 270-75. Для проведения математического описания были использованы методы математической статистики. Математическая модель составлена с помощью методов корреляционно-регрессионного анализа. Расчеты выполнены на компьютере в программе Excel.

Обсуждение результатов. Первым этапом составления математической модели промышленного предприятия по производству фосфора было построение корреляционных полей, затем проведен их анализ [1, 2]. По результатам анализа были выдвинуты гипотезы существования зависимости выбросов в окружающую среду от объема производимой продукции. Далее были составлены линейные уравнения регрессии с использованием метода наименьших квадратов. На основе данных корреляции и значимости величин R-квадрат и критерия Стьюдента ($t_{ст}$) выдвинутые гипотезы были подтверждены, либо отвергнуты. Проверка адекватности полученных уравнений проведена по величине критерия Фишера (F). Статистический анализ был проведен на основе исходных данных, полученных в режиме нормальной эксплуатации промышленного предприятия по переработке фосфоритовой мелочи. Математические модели были получены для твердых отходов производства (коттрельное молоко, термический шлак) и водопотребления на производственные нужды.

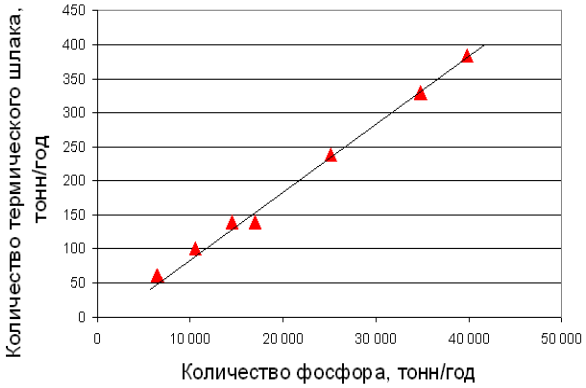
На рисунке 1 представлены корреляционные поля зависимости твердых отходов и расхода воды от объема выпускаемого предприятием фосфора. Вид полученных корреляционных полей указывает на вероятностную зависимость исследуемых величин, линейно увеличивающихся при возрастании объема выпускаемой продукции, что позволяет выбрать уравнение регрессии вида:

$$y = b_0 + b_1 x, \qquad (1)$$

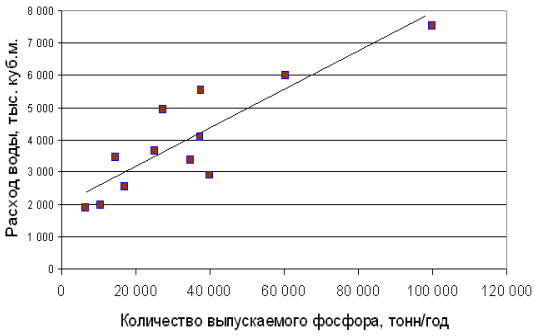
где x – выпуск фосфора; y – количество загрязняющего вещества.



а



б



в

Рисунок 1 – Зависимость количества твердых отходов и расхода воды на производственные нужды от объема производимого фосфора:
а – «коттрельное молоко»; б– термический шлак; в – расход воды на производственные нужды.

Проведение статистического анализа результатов заключалось в проверке значимости всех коэффициентов полученных уравнений в сравнении с ошибкой воспроизводимости и адекватности уравнения. Оценка значимости коэффициентов проведена по величине критерия Стьюдента: $t_{ст}$= bj / Sbj, где bj– j-й коэффициент уравнения регрессии; S_{bj} - среднее квадратичное отклонение j-го коэффициента.

Данные, полученные статистическим методом, представлены в таблице 1. Видно, что результаты статистического анализа по твердому отходу – «коттрельному молоку» показывают, что для данного вида отхода фосфор не является значимой величиной, так как $t_{ст}$ = 1,15, что меньше табулированного значения в интервале уверенности 95% и числе степеней свободы f = 11.

Таблица 1 - Значения коэффициентов корреляции выбросов и критериев их оценки

Наименование выброса	R-кв.	Коэффициенты		$t_{ст.}$, Критерий Стьюдента	F, Критерий Фишера
		b_0	b_1		
Коттрельное молоко	0,21	5,36	0,00014	1,15	1,33
Термический шлак	0,99	-6,12	0,0096	30,53	33,50
Расход воды на производственные нужды	0,76	21001,50	0,0583	5,66	32,03

Величина R-квадрат значительно ниже 1, что указывает на нелинейный характер зависимости между величинами x и y. Коэффициенты уравнения (1) составляют: b_0 = 5,36; b_1 = 0,00014. Уравнение линейной регрессии, имеющее вид:

$$y = 5,36 + 0,00014x, \quad (2)$$

где x – объем фосфора, y – количество «коттрельного молока», что не является адекватным эксперименту, так как F = 1,3, что ниже $F_{таб.}$ = 2,95, и,

следовательно, не может быть использовано, так как выход «коттрельного молока» не является, в данном случае, определяющим фактором при производстве фосфора. Причиной тому могут быть технологические параметры, так как при работе печи на максимальной мощности гидродинамические процессы протекают не в оптимальном режиме.

Для другого твердого отхода, шлака термического, статистический анализ определяет значимость выпуска предприятием фосфора: ($t_{ст}$ = 30,53), что значительно выше табулированного значения $t_{ст}$ = 2,2. Величина R-кв. (0,99) близка к единице, что определяет линейный характер зависимости количества данного вида отхода от выпуска готового продукта. Величины коэффициентов составляют: b_0 = -6,124; b_1 = 0,01. Уравнение регрессии имеет вид:

$$y = -6{,}124 + 0{,}01x, \qquad (3)$$

где x – объем фосфора, y – количество термического шлака.

Величина критерия Фишера (33,5) указывает на соответствие полученного уравнения эксперименту ($F_{табл.}$ = 2,95).

Объем фосфора для водопотребления на производственные нужды по данным статистического анализа является значимой величиной, так как $t_{ст}$ = 5,66, что выше табулированного значения ($t_{ст}$ = 2,2), а уравнение регрессии

$$y = 2001{,}5 + 0{,}058x, \qquad (4)$$

где x – общее водопотребление на производственные нужды
является адекватным опытным данным, так как F = 32,033, что выше $F_{таб.}$ = 2,95.

Значительное накопление твердых отходов производства в окружающей среде требует решения актуальных в настоящее время вопросов их утилизации. В связи с этим неослабевающий интерес представляет проблема связывания отходов производства в композиционные материалы различного назначения. Для выявления возможных путей использования твердых промышленных отходов нами были проведены исследования по разработке технологии их переработки в композиционные материалы. Моделирование оптимальных соотношений связующих, ингредиентов, добавок, наполнителей, отвердителей позволяет прогнозировать возможность получения композитов с необходимыми физико-химическими, санитарно-гигиеническими и эксплуатационными параметрами для создания монолитных спортивных покрытий, беговых дорожек, волейбольных и баскетбольных площадок, работающих в условиях знакопеременного изгиба и изменения температур [3].

В качестве наполнителей нами были использованы фосфорный шлак, отходы резины, отходы поливинилхлорида, каолин, аэросил и др. Вулканизующим агентом композиций в ряде случаев служил отход нефтяной промышленности – сера. Выбор наполнителей обуславливался природой полимерной эмульсии в зависимости от используемого связующего материала.

Композиции были приготовлены на основе бутадиенстирольного каучука в виде латекса, произведенного в г. Темиртау; латекса, используемого в шинной промышленности для пропитки корда (АО «Шымкентшина», г. Шымкент), наиритового латекса, эпоксидированного каучука, эпоксидной смолы. Приготовление смесей с использованием связующих латексов и жидких каучуков с добавками осуществляли при перемешивании пропеллерной мешалкой при разных скоростях перемешивания. Отверждение монолитных покрытий осуществляли на воздухе в течение 24 часов.

Использование в качестве наполнителя фосфорного шлака совместно с резиновой крошкой, каолином, аэросилом приводит к получению материалов с твердостью по Шору А от 40 до 74 усл. ед. и эластичностью по отскоку от 12 до 43%, что соответствует требованиям, предъявляемым к спортивным покрытиям. Величины относительного удлинения, прочность при разрыве, водопоглощение также находятся в пределах спортивно-технических параметров покрытий.

Наблюдаемое улучшение свойств при использовании фосфорного шлака можно объяснить тем, что в его состав входят оксиды алюминия, кремния, магния, фторид кальция, являющиеся минеральных наполнителями, широко использующимися в промышленной практике при получении структурированных полимерных материалов. Кроме того, указанные оксиды металлов являются активаторами вулканизации, повышающими физико-механические свойства резин. Механизм действия фосфорного шлака на улучшение свойств полученных композиций можно объяснить влиянием твердой поверхности (дисперсных частиц фосфорного шлака – смеси различных оксидов металлов и других нерастворимых в каучуке веществ) на процессы формирования пространственной структуры многокомпонентных полимерных систем, изученных нами ранее [4].

Исследования по утилизации твердых отходов предприятий шинной, резинотехнической и легкой промышленности позволили получить композиты, физико-механические свойства которых приведены в таблице 2. Видно, что введение добавок - отходов различных производств позволяет получить монолитные покрытия, имеющие физико-механические свойства близкие к серийным материалам.

Таблица 2 - Физико-механические свойства композиционных материалов

Показатель	Резина			
	серийная	опытная		
		опытный наполнитель, 2,5 м.ч.	резиновая крошка, 5 м.ч.	резиновая крошка, 10 м.ч.
Условное напряжение при удлинении 300%, МПа	1,32	0,48	0,92	1,03
Условная прочность при растяжении, МПа	18,0	14,1	17,0	15,9
Относительное удлинение, %	540	700	440	450
Твердость по Шору А, усл. ед	66	54	67	68
Минимальный крутящий момент, МД	9,3	6	8	8,5
Время начала подвулканизации, мин	7	10	7,3	7,3
Максимальный крутящий момент, МД	29	25,5	27,3	27,3
Время достижения оптимальной вулканизации, мин.	10.5	22.5	18.5	17

Выводы.

1. Определены математические уравнения регрессии, позволяющие определить зависимость количества твердых отходов от объема производимой продукции, которые могут быть использованы для оценки загрязнения окружающей среды производственными отходами и для расчета воды, расходуемой на производственные нужды.

2. Получены композиционные материалы с использованием отходов производств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В.. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1978. – 319 с.

2. Peter Kennedy. A Guide to Econometrics. – Massachusetts: The MIT Press Cambridge, 1992. – 410 p.

3. Байболов С.М. Специальные материалы для спортивного строительства. – Алма-Ата: Казахстан, 1980. – 128 с.

4. Донцов А.А., Канаузова А.А., Тургумбаева Р.Х., Догадкин Б.А. Влияние твердой поверхности (дисперсной фазы) на вулканизацию бутадиен-стирольного каучука цианэтилметакрилатом // Коллоидный журнал. – 1976. –Т. 38. – Вып. 3. – С. 563-568.

УДК 504.5 : 574.635 : 579.695

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ

И.Э. Шарапова

ведущий инженер лаборатории биохимии и биотехнологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИБ КОМИ НЦ УРО РАН), **Россия, г. Сыктывкар,** scharapova@ib.komisc.ru

Е.В. Удоратина

кандидат химических наук, заведующая лабораторией химии растительных полимеров, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Коми научного центра УрО РАН, **Россия, г. Сыктывкар,** udoratina-ev@chemi.komisc.ru

Е.М. Лаптева

кандидат биологических наук,доцент, заведующая отелом почвоведения, КОМИ НЦ УРО РАН, **Россия, г. Сыктывкар,** lapteva@ib.komisc.ru

Приведены результаты изучения в лабораторных условиях очистки пресноводной среды от нефтезагрязнений. Для этого использовались монокультуры микроорганизмов, иммобилизованные на гидрофобных целлюлозных сорбентах, основу которых составляли отходы переработки древесины. Активность биодеструкции нефтеуглеводородов составила от 30 до 60%.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, дизельное топливо, биосорбенты, нефтеёмкость, гидрофобность, целлюлозосодержащие отходы, биодеструкция, биоремедиация, микроорганизмы.

USE BIOSORBENTS ON BASED CELLULOSE-CONTAINING WASTE TO CLEAN WATER ENVIRONMENT FROM OIL-CONTAMINATED

Sharapova I.E, Udoratina E.V., Laptev E.M.

The results of the study in the laboratory clean of freshwater environment from oil pollution. For this purpose a monoculture of microorganisms immobilized on hydrophobic cellulose sorbents, which are based waste reprocessing wood. Biodegradation of petroleum hydrocarbons activity ranged from 30 to 60%.

Keywords: oil pollution, diesel fuel, biosorbents, oil capacity, hydro fobnost, cellulosic wastes, biodegradation, bioremediation, microorganisms.

В настоящее время для очистки почв и поверхностных вод от нефтяных углеводородов (НУГВ) применяются различные биопрепараты на основе природных углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ). Однако более перспективным направлением экологической биотехнологии является разработка биосорбентов – иммобилизованных на носителе консорциумов штаммов микроорганизмов [1]. Преимущества таких биопрепаратов – в совмещении в одном материале способности к сорбции и биодеструкции НУГВ при применении в водной среде, а также в устойчивости к неблагоприятному воздействию факторов окружающей среды в загрязненной почве. Эффективность использования биопрепарата для очистки от нефтезагрязнений обусловлена прежде всего деструктивной активностью микроорганизмов, входящих в его состав, и зависит от дозы загрязнения, норм внесения, интенсивности биодеструкции, соответствия природным условиям объекта, а при использовании иммобилизованных форм биопрепаратов еще и от характеристик носителя (нефтеемкость, гидрофобность, период плавучести в сатурированном виде) и способа иммобилизации УОМ. Почвенно-

климатические особенности региона и экономические показатели (нормы расхода основных и сопутствующих реагентов при конкретных загрязнениях) определяют преимущества и недостатки способов очистки (биоремедиации).

Ранее была показана возможность эффективной очистки пресноводных сред от НУГВ с применением комплекса монокультур бактерий, дрожжевого и мицелиального грибов как в нативной, так и в иммобилизованной на гидрофобном торфяном сорбенте «Сорбонафт» (ТУ 0392-001-55763877-2003) форме в присутствии накопительной культуры микроводорослей *Chlorella* [2, 3, 4]. Разработанные биопрепараты (биосорбенты) эффективны в пресноводных средах, загрязненных нефтью, дизельным топливом, а также в нефтезагрязненной воде шламонакопителя [5] и могут применяться в условиях Севера, где высокая степень заболоченности территорий и короткий период положительных температур (2-3 месяца) осложняют процессы биоремедиации.

Использование в качестве сорбентов материалов на основе торфа (природного органоминерального сырья) имеет наряду с преимуществами ряд недостатков. В первую очередь они связаны с нарушением функционирования болотных экосистем при добыче и переработке верхового торфа. Экологически целесообразнее использовать для производства биосорбентов многотоннажные отходы деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства. В данном случае сырьем могут служить: лигноцеллюлоза древесного и травянистого происхождения, вторичное целлюлозосодержащее сырье, гидролизный лигнин.

В связи с этим цель данной работы заключалась в изучении возможности очистки водной среды от нефтезагрязнений в модельных условиях с помощью биосорбентов на основе отходов целлюлозно-бумажного предприятия.

Материалы и методы. Изучение процессов деструкции в водной среде углеводородов нефти и дизельного топлива (ДТ) проводили в лабораторных условиях с использованием монокультур микроорганизмов адсорбционно иммобилизованных на гидрофобном целлюлозном сорбенте. В качестве исследуемых культур использовали депонированные бактериальный и дрожжевой штаммы *Rhodococcus eqvi* и *Rhodotorula glutinis*, а также мицелиальный гриб *Trichoderma lignorum* (синоним *Trichoderma viride* F-98),которые были применены в предыдущих разработках ИБ Коми НЦ УрО РАН [2, 3, 4].

В качестве носителя для иммобилизации использовали высокомолекулярный целлюлозосодержащий сорбент, условно обозначенный «Ц» [7]. Его основу составляет техническая целлюлоза древесины хвойных пород (полуфабрикат сульфатного производства целлюлозно-бумажного предприятия ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК»), содержащая около 6% остаточного лигнина. Техническую целлюлозу пропитывали растворами гидрофобизирующего реагента с последующим осаждением последнего комплексной солью. Благодаря наличию функциональных групп, а также макро- и микропор, обработанный целлюлозный материал удерживает нефтепродукты (8 г на 1 г сорбента), обладает олеофильностью и неограниченной плавучестью.

Испытание эффективности биосорбентов проводили в загрязненной НУГВ водной среде с добавлением нитроаммофоски (0,35% водный раствор). В качестве поллютантов использовали наиболее токсичные для гидробионтов образцы сырой товарной нефти (Усинский р-н Республики Коми) и дизельного топлива (ГОСТ Р 52368-2005; ЕН 590:2004). Нефть тяжелая, с высоким содержанием тяжелых парафинов и смолисто-асфальтовых веществ [6]. Концентрация нефти в воде 1 и 3%, ДТ – 1% от объема. Соотношение поллютанта и биосорбента для нефти 1мл : 3г и 3мл : 3г, для ДТ – 1 мл : 3 г. Комплексные биосорбенты составлены в соотношении 1:1:1 смешиванием масс биосорбентов с иммобилизованной монокультурой, где титр микроорганизмов не превышал 10^7 колониеобразующих единиц (КОЕ/г сорбента). Контроль – загрязненная НУГВ вода с внесенным сорбентом «Ц» без микроорганизмов.По окончании опыта (60 суток) определяли показатели снижения содержания НУГВ в отделенных фильт-

рованием воде и сорбенте [8, 9], а также количественный и качественный состав микроорганизмов [10].

Результаты и обсуждение. Биодеструкция НУГВ обусловлена биохимической активностью иммобилизованных монокультур УОМ на поверхности загрязненного сорбента в трехфазной системе вода – сорбент (биосорбент) – НУГВ. При этом эффективная биорегенерация загрязненного сорбента, иммобилизированного УОМ, возможна при условии, когда нефтенагруженность или соотношение НУГВ к сорбенту не превышает его максимальной нефтеемкости. Снижение содержания НУГВ в сорбенте (очистка-биорегенерация сорбента, являющегося источником и носителем УОМ) сопровождается, очевидно, не только нефтепотреблением иммобилизованными микроорганизмами, но и процессами адсорбции, десорбции и диффузии в порах сорбента как углеводородов, так и микроорганизмов. Недостаточная прочность прикрепления микроорганизмов на носителе-сорбенте, характерная для адсорбционной иммобилизации, при применении в водной среде биосорбентов, полученных таким способом, проявляется активностью «свободных» (десорбированных) клеток микроорганизмов (фрагментов мицелия) непосредственно в толще воды.

Как показали проведенные исследования, степень биодеструкции НУГВ в нефтезагрязненной водной среде существенно различается в зависимости от применяемых биосорбентов. Эти различия проявляются не только в степени биорегенерации сорбента, но и в количественном и качественном составе микроорганизмов в зависимости от сочетания внесенных биосорбентов. В вариантах с биосорбентами, где иммобилизирована монокультура, численность микроорганизмов ниже по сравнению с вариантами опыта при тех же загрязнениях водной среды, где вносились комплексные биосорбенты, составленные из бактериального, дрожжевого и грибного биосорбентов. При использовании биосорбентов с монокультурой микроорганизмов численность составила $(4,1\pm0,3)x10^5$ – $(1,8\pm0,5)x10^7$ КОЕ /г сорбента, в то время как в вариантах с комплексными биосорбентами численность УОМ варьировала от $(8,6\pm0,5)x10^7$ до $(3,2x\pm0,6)10^9$ КОЕ /г сорбента. Особенно это характерно при загрязнении водной среды нефтью при концентрации 3% (25 г/л). Более высокий (3%) уровень загрязнения водной среды нефтью сопровождался активным увеличением численности микроорганизмов в сравнении с 1%-ым нефтезагрязнением. Отмечено также, что в вариантах, где в водных средах, загрязненных нефтью или дизтопливом, были использованы комплексные бактериально-грибные биосорбенты, в микробном сообществе численно доминировали бактерии *Rhodococcus*.

Использованные концентрации нефтезагрязнений или исходное соотношение НУГВ к сорбенту (биосорбенту), которое не превышало его максимальной нефтеемкости, позволило внесенным биосорбентам в основной массе находиться на поверхности водной среды достаточно длительное время – не менее 40 суток. Тогда как загрязненный НУГВ сорбент «Ц», не обработанный биомассой микроорганизмов, до окончания опыта оставался на поверхности в пресноводной среде сосудов. Постепенное погружение внесенных биосорбентов на дно лабораторных сосудов сопровождалось помутнением воды, что, очевидно, обусловлено процессом биодеструкции нефтяных углеводородов.

Результаты анализа остаточной концентрации НУГВ показали, что все исследованные культуры, а также их ассоциации в иммобилизованном на целлюлозном сорбенте состоянии проявили достаточно высокую активность в отношении деструкции углеводородов нефти и дизельного топлива. В целом биодеструкция углеводородов в водной среде при использовании биосорбентов с иммобилизованными монокультурами бактерий и грибов составила при загрязнении нефтью 25-60%, дизельным топливом – не менее 30%.

Заключение.Использование целлюлозосодержащего волокна в качестве материала для получения гидрофобного нефтяного сорбента, а также комплексного био-

сорбента перспективно. Химически гидрофобизированный целлюлозный сорбент «Ц» и полученный на его основе биосорбент имеют определенные преимущества по сравнению с торфосорбентами по нефтеемкости и длительности сохранения положительной плавучести на поверхности нефтезагрязненной пресноводной среды. Комплексный биосорбент с иммобилизованными на целлюлозном сорбенте бактериальной и грибными монокультурами способствует эффективной биодеградации НУГВ в пресноводных средах, загрязненных нефтью и дизельным топливом.

Авторы выражают признательность кандидату биологических наук, старшему научному сотруднику ИБ Коми НЦ М.Ю. Маркаровой за предоставление бактериального и дрожжевогоштаммов углеводородокисляющих микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1.Иммобилизованные клетки и ферменты. Методы // Под ред. Дж. Вудворда. – М.: Мир, 1988. – 215 с.

2. Патент № 2422587 РФ. МПК E02B 15/04; C02F 3/32; C02F 3/34; C12N 1/26. Комплексный биосорбент на основе штаммов бактерий и грибов для очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов в присутствии микроводорослей / Шарапова И.Э., Маркарова М.Ю., Гарабаджиу А.В. / Заявл. 21.12.2009; опубл. 27.06.2011. Бюл. № 18.

3. Патент № 2465216 РФ. МПК C02F 3/32; C12N 1/26. Способ очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов. / Шарапова И.Э., Маркарова М.Ю., Гарабаджиу А.В. / Заявл. 10.05.11; опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30.

4. Патент № 2465217 РФ. МПК C02F 3/34; C12N 1/26. Биопрепарат для очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов. / Шарапова И.Э., Маркарова М.Ю., Гарабаджиу А.В./ Заявл. 04.05.2011; опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30.

5. Шарапова И.Э., Гарабаджиу А.В., Маркарова М.Ю., Щемелинина Т.Н., Груздев И.В. Экологические аспекты и эффективность использования биосорбентов для очистки водных сред шламонакопителя // Экология и промышленность России, 2011. – № 2. – С. 22-25.

6. Посттехногенные экосистемы Севера / Под ред. И.Б. Арчеговой, Л.П. Капелькиной. – СПб.: Наука, 2002. – 159 с.

7. Патент № 2097123 РФ. МПК B01J20/00, B01J20/30, C02F1/28Способполучения абсорбента для очистки водных поверхностей от загрязнений нефтью, нефтепродуктами и органическими растворителями / Кучин А.В., Магий М.Ю., Демин В.А., Куковицкий Б.Ф., Давыдов В.Д. / Заявл. 26.03.1996; опубл. 27.11.1997.

8. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». – М., 1998. – 15 с.

9. ПНД Ф 16.1.21-98. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». – М., 1998. – 15 с.

10. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Горнова И.Б., Гусарова Н.А. Лабораторный практикум по общей микробиологии. – М., 1999. – 130 с.

УДК 665.5:665.7.032.57

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕФТЕБИТУМИНОЗНЫХ ПОРОД КАЗАХСТАНА

М.Н. Абдикаримов

доктор технических наук, доцент, Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева (КазНТУ), **Республика Казахстан, г. Алматы**, mn.abdikarimov@mail.ru

Р.Х. Тургумбаева

доктор технических наук, доцент, Казахский национальный педагогический университет им. Абая (КазНПУ), **Республика Казахстан, г. Алматы**, rturgumbayeva@mail.ru

Методом литификации нефтебитуминозных пород отходами промышленности получены композиционные материалы, пригодные в качестве герметиков, мастик, кровельных и напольных покрытий различной твердости по Шору А (18-80 усл. ед.). Применены методы: экстракции различными растворителями, рентгенографии, ИК-спектроскопии, ЭПР.

Ключевые слова: нефтебитуминозные породы, битум, модифицирование, отходы полимеров: ПЭ-пленок, ПУ-геля и отруби пшеничные, пыль паркетная.

COMPOSITE MATERIALS BASED ON ROCKS FROM THE OIL AND BITUMEN IN KAZAKHSTANMN ABDIKARIMOV, AH TURGUMBAEVA

Abdikarimov M.N., Turgumbaeva P.H.

Method lithification oilbitumen rocks were produced composites industry as sealants, mastics, roofing and flooring with different Shore A (18-80 conv. U). Applied techniques: extraction with various solvents, medical imaging, infrared spectroscopy, EPR.

Keywords: oilbitumen rocks, bitumen modification, waste polymers.

Введение. Проблема защиты окружающей среды – одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра на современном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде районов, особенно в крупных промышленных центрах, уровни загрязнений существенно превышают допустимые санитарные нормы. Загрязнение природной среды газообразными, жидкими и твердыми отходами производства, вызывающими деградацию почвы и среды обитания, наносящими ущерб здоровью населения, в последнее время остаются острой экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное и экономическое значение [1]. Химическая промышленность – одна из ведущих отраслей современной индустрии, определяющая научно-технический прогресс в таких важных областях народного хозяйства, как металлургия, машиностроение, энергетика, электронная техника, сельское хозяйство и др.

Химическая промышленность занимает четвертое место среди отраслей, существенно загрязняющих окружающую среду после топливной энергетики, цветной и черной металлургии, автомобильного транспорта. В то же время без продукции химических предприятий в настоящее время невозможно осуществление природоохранных мероприятий. Именно химическая промышленность производит различные реагенты, коагулянты, флотоагенты, сорбенты, ионнообменные смолы, экстрагенты и другие материалы, без которых невозможна ни очистка сточных вод, ни подготовка питьевой и технической воды, ни осуществление новых технологических схем. Для очистки газов производятся всевозможные поглощающие растворы, сорбенты и катализаторы. Но необходимо самое пристальное внимание уделять переработке про-

мышленных и бытовых отходов для оздоровления экологической обстановки и воздушного бассейна производственных предприятий и жилых массивов.

В связи с этим неослабевающий интерес представляет проблема связывания в твердой фазе отходов нефтешламов, амбарной нефти, а также НБП и других нефтяных выбросов, загрязняющих землю и прилегающие территории, что значительно оздоровит экологическую обстановку нефтедобывающих регионов Казахстана.

Целью данной работы является изучение процессов отверждения НБП с различными модифицирующими добавками и отходами производств и их физико-механических свойств.

Объекты исследования. В работе применены следующие нефтебитуминозные породы Западного Казахстана:

Проба №1 месторождения Тюбкараган (скв. 606, интервал 58–105 м), которая включает 5–15% битума, оксиды металлов. По данным рентгенофазового анализа НБП содержит: оксид кремния - SiO_2, полевой шпат, гематит – Fe_2O_3, примеси слюды и углеводородную фазу.

Проба № 46/91. По данным рентгенофазового анализа НБП включает 5–15% битума, оксиды металлов, кремния - SiO_2.

3. Проба месторождения Мунайлы-Мола.

Образцы НБП измельчали, смешивали с различными добавками. Отверждение составов проводили при комнатной температуре в течение 48 часов. В качестве добавок были выбраны минералы: 1 и 2 (М1 и М2), тиокол (Т) с отвердителем (О), растворы бутилкаучука (БК) в бензине, клея АПД-1, клея поливинилацетатного (ПВА), дихлорэтан (ДХЭ), растворитель 646, а также активные полимерные добавки АПД-1 и АПД-2 в растворе дихлорэтана (ДХЭ) – (АПД-2 р-р). Изучено влияние отходов: полимеров, полиэтиленовых ПЭ-пленок, полиуретанового ПУ-геля, отрубей пшеничных и пыли паркетной на параметры полимерных композиционных материалов.

Определяли значения твердости образцов полученных монолитных покрытий по Шору А, усл. ед. (ГОСТ 270-75).

Методы изучения. Для разделения битума из НБП применяли процесс водной экстракции с различными ингредиентами: едким калием, содой кальцинированной (СК) и активной добавки (АД), латекса наиритового (ЛН), клеев: ПАА, резиновым Р, растворы в бензине: бутадиен-метилстирольный каучук СКМС-30 (СКМС 12,5%, бутилкаучука БК 10%, анилин А). Показано, что наиболее обогащены органической частью НБП месторождения Мунайлы-Мола.

Для определения фазового состава минеральной части нефтебитуминозных пород проводили рентгенофазовый анализ на дифрактометре ДРОН-3М на отфильтрованном CuK_α излучении, 30 kV, 20 ma, шкала 2000 (имп/с), 2,5 с –постоянная времени.

Инфракрасные спектры поглощения полимерных связующих получены на двухлучевом автоматическом спектрометре UR-20 в области поглощения 400–4000 $см^{-1}$.

ЭПР (электронно-парамагнитный резонанс) исследования проводили с использованием комплекса аппаратуры фирмы «BRUKER». Запись спектров осуществляли при выбранных условиях регистрации в двух диапазонах магнитных полей с целью получения более полной информации как о присутствии возможных ферромагнитных примесей, комплексов, содержащих парамагнитные ионы, так и о концентрации и, возможно, структуре и локализации свободнорадикальных компонентов.

Регистрация спектров ЭПР образцов НБП с модифицирующими добавками, полученных в различных условиях (при комнатной температуре, нагреве и сухой перегонке) осуществлена на спектрометре ESP 300E фирмы «BRUKER» в одинаковых условиях.

Полученные спектры обрабатывали с помощью программы “WINEPR”, при этом нормировали на навеску и приводили к стандартным условиям регистрации.

Обсуждение результатов. Добавка АПД 1 увеличивает твердость образцов до 31–70 усл. ед., а АПД 2 - до 63–69 усл. ед. Тиокол способствует увеличению твердости по Шору А до 32–36 усл. ед. Твердость отвержденного тиокола составляет 42 усл. ед., а битума - 33 усл. ед. Минерал 2 увеличивает твердость покрытия на основе породы № 1 до 25, а образца на основе породы № 2 – до 18 усл. ед. Наибольшее увеличение твердости по Шору А наблюдается при введении добавки минерала 1 - 78–80 усл. ед. для пород № 2 и № 1 соответственно. Минералы 1 и 2 взаимодействуют с ненасыщенными смолами и асфальтенами, находящимся в НБП, с образованием прочного конгломерата. Это обусловлено протеканием реакции литификации (отверждения) нефтесодержащих почв, в частности нефтебитуминозных пород, с неорганическими минералами при комнатной температуре. Такие монолитные покрытия с высокой твердостью 63–80 усл. ед. могут быть применены в качестве полов производственных помещений, беговых дорожек, баскетбольных и волейбольных площадок, что весьма актуально, поскольку не требуют никаких энергозатрат для нагрева и активации ингредиентов, что весьма перспективно, поскольку полимерные связующие очень дорогие и завозятся в Казахстан извне.

Данный способ отверждения впервые применен для НБП и является весьма перспективным, может служить основой для получения монолитных и дорожных покрытий, антикоррозионных гидроизоляционных составов, а также для связывания нефтешламов, отходов нефтей при аварийных выбросах, очистки сточных вод от ила, донных отложений и т. д.

Рентгенофазовый анализ продуктов взаимодействия пород № 1 и № 2 с неорганическими минералами, а также активными полимерными добавками (АПД) не позволяет обнаружить образование новой фазы, но появление твердого монолитного покрытия с твердостью по Шоу А 63–80 усл. ед. может служить прямым доказательством протекания реакции литификации (отверждения) силикатов натрия с НБП при комнатной температуре.

Как показано в работе [2], силикат натрия, применяемый для водной экстракции, обусловливает химическое взаимодействие с поверхностью частиц кварцевого песка, который приводит к уменьшению поверхностного натяжения водного раствора на границе битум-вода.

Представляет определенный практический и теоретический интерес изучение влияния экстрагирующих агентов и модификаторов на выделение битума и разделение органической и минеральной частей НБП, разработки способов активации и получения монолитных покрытий.

Добавка воды, щелочи, минерала 2, соды кальцинированной способствуют выделению битума в виде маслянистого слоя в породе № 1 и крупных кусков в породе № 3.

Введение минерала 2 в экстрагирующий состав, включающий воду, щелочь и минерал 1 породы обуславливает появление монолитного покрытия с твердостью по Шору А до 67,0 усл. ед., что характеризуется положительно. По-видимому, это обусловлено взаимодействием минерала 2 с силикатами НБП с понижением поверхностного натяжения. Как было указано выше, рентгенография не показало наличие новой фазы, хотя свойства композита изменялись от порошкообразного до твердого. Введение минерала 2 с активной добавкой (АД) несколько понижает твердость по Шору А до 40 усл. ед. Латекс наиритовый увеличивает твердость по Шору А до 56 усл. ед, добавка в этот состав талька не меняет значение твердости. Клей ПАА обусловливает повышение твердости до 58, а смесь минерала 2 с каучуком СКМС-30 – до 55 усл. ед. Клей ПВА не увеличивает значительно твердость породы № 3 – 22 усл. ед. В породе

№ 3 м. Мунайлы-Мола композиция остается мягкой в отличие от породы № 1 м. Тюбкараган с содержанием битума 5–15%.

Анилин способствует повышению клейкости породы № 3 и образованию невысыхающих клеящих мастик для кровли и различных покрытий, в присутствии минерала 2 клеящие свойства еще более усиливаются. Бутилкаучук (БК) также увеличивает клеящие свойства мастики. Клей резиновый способствует образованию монолитного слоя твердостью 27,0 усл. ед., дополнительное введение минерала 2 упрочняет структуру, и твердость возрастает до 52 усл. ед. Таким образом, показано, что минерал 2 способствует протеканию реакции литификации (отверждения) твердых битумсодержащих пород с образованием монолитного покрытия для породы № 1 с твердостью 67 усл. ед. и не влияет на твердость исходной породы № 3, что связано с природой и содержанием органической и минеральной фаз НБП.

Для получения информации о процессах, происходящих при смешении нефтебитуминозных пород сполимерными связующими были проведены ИК-спектроскопические исследования соответствующих образцов. Сравнение ИК-спектровисходной породы № 1 месторождения Тюб-Караган и композиции, содержащей добавку силиката натрия, показывает, что заметных отличий в спектрах исследованных образцов не наблюдается, что может служить основанием для утверждения, что введение силиката натрия в исходную породу месторождения Тюб-Караган не приводит к химическому взаимодействию добавки с компонентами нефтебитуминозной породы. Улучшение свойств композиций с силикатом натрия, повидимому, связано с увеличением смачиваемости вследствие снижения поверхностного натяжения, что улучшает совместимость полимера с нефтебитуминозной породой. Превращение композиции в твердый монолит происходит как при связывании исходной массы НБП без добавок, так и в присутствии полимера.

Установлено, что ИК-спектры НБП месторождения Тюбкараган характеризуются типичным набором полос поглощения и отличаются лишь интенсивностью отдельных функциональных групп. Для исследованных образцов в области 700-1900 $см^{-1}$ наиболее интенсивные полосы поглощения (п.п.) наблюдаются при 720, 1370, 1465, 1600 и 1700-1720 $см^{-1}$. Весьма интенсивные п.п. при 1370 и 1465 $см^{-1}$ в масляных фракциях относятся к валентным и деформационным колебаниям CH_2- и CH_3-групп в парафиновых и циклопарафиновых углеводородах. В спектрах всех компонентов четко видно п.п. при 720 $см^{-1}$, которая соответствует деформационным колебаниям CH_2-групп в свободных парафиновых цепях. Отчетливо проявляется характеристический триплет 750, 815 и 875 $см^{-1}$ – признак наличия ароматических структур.

Характерным в ИК–спектрах исследованных НБП являются достаточно отчетливо выраженные полосы поглощения внеплоскостных деформационных колебаний связей - СН ароматических колец во фрагментах с изолированным атомом водорода (870 $см^{-1}$) и двумя смежными атомами водорода (810 $см^{-1}$).

На рисунках 1 и 2 показаны ИК-спектры битумов, выделенных из НБП и модифицированных полиэфирной смолой. В работе для более полного изучения механизма процесса были проведены исследования методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). На рисунке 3 представлены результаты ЭПР.

Как видно из рисунка 3, параметры спектров (форма и ширина сигналов величины g-факторов) различных образцов значительно отличаются. В исходной пробе № 46/91 (обр.1) имеется значительный сигнал амплитуд свободного радикала (САСР), присущих углеводородной фазе в НБП. Добавка силиката натрия способствует уменьшению сигнала амплитуды из-за протекания реакции литификации (отверждения в твердой фазе нефтесодержащей почвы) и связывания свободных радикалов углеводорода с образованием монолитного покрытия с твердостью по Шору А78 усл. ед.

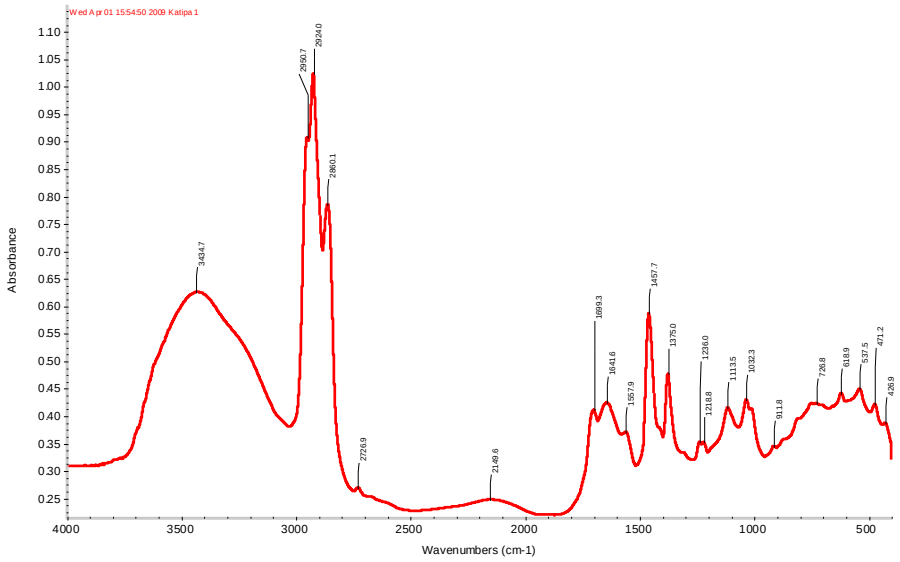


Рис. 1. ИК-спектр битума, выделенного из НБП

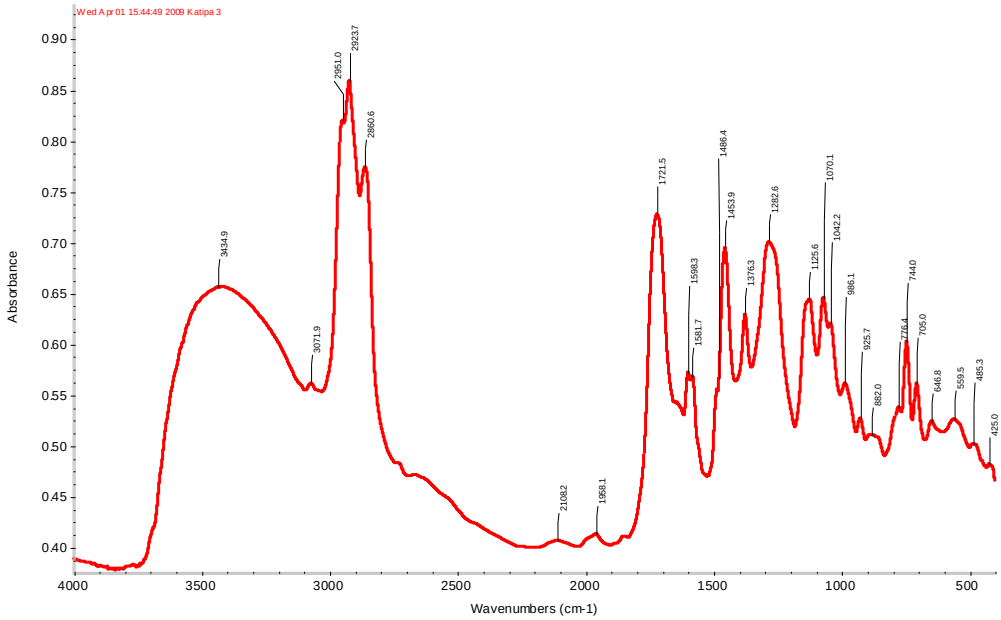


Рис. 2. ИК-спектры продукта взаимодействия битума с полиэфирной смолой

Проба № 1, судя по особенностям спектра, может содержать примесь минеральных компонентов силикатного состава, что также хорошо коррелирует с данными рентгенофазового анализа пробы № 1, содержащей SiO_2, полевой шпат и примеси слюды, так как при сопоставлении со спектрами синтетических алюмосиликатов отмечается аналогия в форме сигнала и величинах q-факторов его компонентов. При обработке пробы №1 различными методами наблюдался рост сигнала свободных радикалов, причем в присутствии воды и температуры сигнал превращался в синглет, т.е. изменяется структура, что может служить подтверждением интерпретации сигнала. По-видимому, сигнал может быть обусловлен парамагнитными центрами, связанными с другими составляющими, координация которых в присутствии воды меняется.

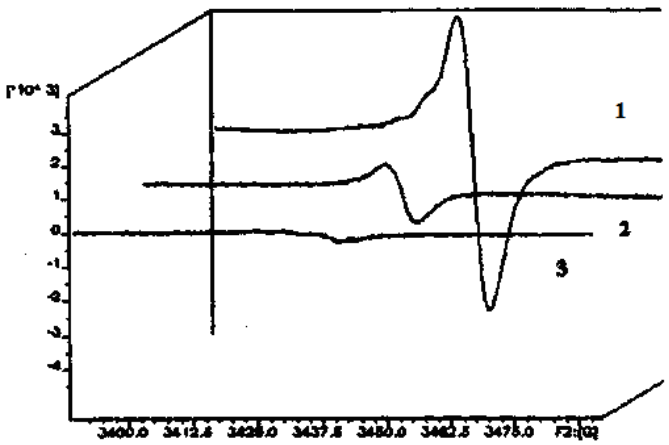


Рис.3. Спектры ЭПР
1, 2, 3 – Образцы 2, 6, 8: 1– проба 46/91 исходная; 2 – она же + силикат натрия;
3– она же + бутилкаучук + бензин + растворитель 646

Напротив, в составе пробы № 46/91, вероятно, содержатся в основном органические компоненты в виде полиненасыщенных углеводородов, которые определяют характер спектра. Спектр содержит узкий сигнал свободных радикалов (СР), типичный для сопряженных ароматических углеводородных составляющих. При высокотемпературной обработке пробы (обр. № 3) наблюдается вполне объяснимый рост сигнала свободных радикалов вследствие деструкции углеводородов. При обработке образца водой при нагревании до 90°С характер спектра по сравнению с исходной пробой заметно не изменяется. В данном случае температура невысока в сравнении с образцом, подвергшимся термической перегонке, образования активных радикалов, дающих САСР, не образуется.

Таким образом, на основе проведенных исследований следует, что на основе битума, выделенного из НБП, можно получать достаточно качественные композиции с использованием дешевых отходов промышленного производства.

Выводы

1. Впервые изучены процессы отверждения нефтебитуминозных пород (НБП) неорганическими и полимерными модификаторами при комнатной температуре. Показано, что твердость по Шору А монолитных покрытий меняется от 18 до 80 усл. ед.

2. Показано, что анилин и бутилкаучук способствуют увеличению клейкости модифицированных композиционных материалов.

3. Получены полимер-битумные композиционные материалы на основе модифицированных нефтебитуминозных пород с добавками промышленных отходов, пригодных для применения в качестве гидроизоляционных материалов, напольных и дорожных покрытий, герметиков, клеевых мастик и лаков.

4. Впервые установлена возможность создания древесно-слоистых пластиков с отходами древесины и пшеничных отрубей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананичев К.В. Проблемы окружающей среды, энергии, природных ресурсов. Международный аспект. – М.: Прогресс, 1994.

2. А. С. № 648597 СССР

УДК536.62+519.68

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АГЛОПОРИТА

Н.И. Березовский
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Горные машины», Белорусский национальный технический университет, **Республика Беларусь, г. Минск**
Н.П. Воронова
кандидат технических наук, доцент, директор института интегрированных форм обучения и мониторинга образования, **Республика Беларусь, г. Минск**
Е.К. Костюкевич
кандидат технических наук, доцент кафедры экологии, Белорусский национальный технический университет, **Республика Беларусь, г. Минск**

На основе опытно-экспериментальных данных с привлечением фактических материалов, касающихся производства аглопорита из традиционного сырья, выполнена сравнительная оценка новой технологической схемы с использованием торфа и древесных опилок. Установлено, что замена угля в качестве технологического топлива на местные виды сырья позволяет получить качественный продукт при значительной экономии.
Ключевые слова: аглопорит, состав шихты, спекание, древесные опилки, торф.

EFFECTIVE USE OF RESOURCES IN THE PRODUCTION AGGLOPORITE

Berezovsky N.I., Voronova N.P., Kostyukevich E.K.

On the basis of pilot data with the assistance of the actual materials on the production aggloporite of traditional raw materials, the comparative evaluation of the new flowsheet using peat and sawdust. Found that replacing coal as a process fuel for local raw materials provides a quality product at a considerable savings.
Keywords: aggloporite, charge composition, sintering, sawdust, peat.

Введение. В целях обеспечения максимально эффективного и рационального использования природных, топливно-энергетических, материальных и трудовых ресурсов, совершенствования системы организации производства за счет оптимизации затрат, внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий и техники 2013 год в Беларуси объявлен Годом бережливости.

Одним из направлений рационального использования твердых горючих ископаемых является комплексная их переработка, в результате которой наиболее полно извлекаются входящие в них органические и минеральные компоненты. На этой основе производится несколько видов продукции различного качества и назначения, что равнозначно расширению сырьевой базы промышленности, увеличению ассортимента и улучшению показателей работы предприятий по переработке.

К таким технологиям можно отнести производство аглопорита из глинистого сырья с использованием различных отходов промышленности, особенно топливосодержащих (топливные шлаки, золы, отходы добычи сланцев, угля). Эффективным является использование отходов обогащения угля методами термического обогащения в системе вихревых камер либо термобрикетирования на штемпельных прессах без применения связующих материалов, в результате чего получается малодымный продукт.

Перспективным направлением в развитии технологии производства искусственного заполнителя – аглопорита является применение торфа в качестве отощающей и выгорающей добавки к сырью при производстве аглопоритового щебня и гравия.

*Исследование процессов получения аглопоритового щебня и песка с использованием фрезерного торфа.*В настоящее время в Республике Беларусь наблюдается развитие исследований по экономии технологического топлива и замене дефицитных и дорогостоящих импортных на местные виды, такие как различные виды торфа, сапропель, отходы торфобрикетного производства, которые имеют высокую теплоту сгорания и содержат значительное количество органических веществ. При использовании силикатного сырья или утилизации вскрышных пород в агломерации замена импортных видов топлива на местные являются актуальной проблемой, а использование топлива с низкой теплотворной способностью требует разработки новых способов по обогащению, усреднению и определению оптимальных сырьевых составов с целью более эффективного их сжигания в агломерируемом слое шихты.

Работа действующих аглопоритовых предприятий, которые используют в качестве технологического топлива низкосортные угли, позволяет рекомендовать проведение исследований по разработке технологических параметров производства аглопорита при замене угля и древесных опилок на местные виды топлива (фрезерный торф – топливный, для компостирования, топливные дробленные брикеты, сапропель и др.).

Опыт показывает, что неудачное конструктивное решение или неправильный режим охлаждения шихты приводят к низкому качеству полученного спекшегося прочного пористого конгломерата. Особое значение приобретает теплофизическое обоснование рациональных режимов охлаждения. В связи с этим актуальной задачей является исследование распределения поля температур внутри шихты в зависимости от различных скоростей движения ленты агломерационной машины, а следовательно, от времени охлаждения.

Математическая модель процессов охлаждения с движущейся лентой в общем случае должна содержать сопряженные системы уравнений, описывающие различные физические процессы: затвердевание шихты; оплавление поверхности; перераспределение примесей, газов и др. Недостаточная изученность ряда физических явлений, сложность системы дифференциальных уравнений вынуждают упростить математическую формулировку задачи, описывающую охлаждение шихты.

В последнее время наблюдается тенденция изучения динамики затвердевания с помощью численных методов решения краевых задач для уравнения теплопроводности. Этот подход связан со значительными затратами времени на составление и отладку программ. Однако во многих случаях реальных теплотехнологических процессов не требуется та высокая степень точности, которую дают аналитические либо численные методы моделирования. В таких случаях можно воспользоваться упрощенными, так называемыми инженерными способами расчетов, позволяющими проектировщику или технологу с достаточной для практических целей степенью точности определить технологически важные параметры процесса.

Процесс спекания шихты в производстве аглопорита с применением агломерационной машины делится на 4 этапа:

1. Испарение гигроскопической влаги при температурах до 100°С.

2. Подогрев слоя шихты при температуре от 100 до 800°С (в этот период происходит дегидратация глинистых минералов и гидроокислов железа).

3. Воспламенение топлива, находящегося в шихте (в этот период при температуре 800-1600°С железные окислы восстанавливаются до закисного состояния и способствуют образованию жидкой фазы, происходит спекание зерен внутри отдельных частиц и контактное спекание их между собой, в результате сыпучий слой превращается в спекшийся пористый конгломерат).

4. Охлаждение конгломерата (в этот период завершаются процессы кристаллизации магнетита и α кристобалита, α кварц переходит в β кварц, при этом кристаллическими фазами являются: кварц, полевой шпат, кристобалит и муллит).

Результаты исследования. Предложенная технология реализована на ОАО «Минский завод стройматериалов». Полузаводские технологические испытания проводились на двух составах сырья с целью получения сравнительных данных по качественным показателям продукции и технологическим параметрам спекания шихты. В качестве технологического топлива использовались уголь АШ, фрезерный торф и древесные опилки. Исходная влажность фрезерного торфа низинного типа составила 48%, зольность 12%, влажность опилок - 10%. В состав шихты входило сырье месторождения «Фаниполь», характеристика которого приведена в табл.1.

Таблица 1. Характеристики сырья месторождения «Фаниполь» (суглинок)

Показатели, технические требования, характеристики и т.д.	Номер пункта ТНПА, устанавливающего требования к продукции	Номер пункта ТНПА, устанавливающего метод испытаний	Нормированное значение показателей, установленных в ТНПА	Фактическое значение показателей для каждого образца			Вывод о соответствии требованиям ТНПА
				Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	
Содержание оксидов в процентах по массе	ГОСТ 9169-75	ГОСТ 2642-97 ГОСТ 3594-77 ГОСТ 21216-93					
SiO_2		ГОСТ 2642.3-97		80,39	80,37	/ср. 80,38	соответствует
Al_2O_3		ГОСТ 2642.4-97	менее 14	6,32	6,39	/ср. 6,355	соответствует
Fe_2O_3		ГОСТ 2642.5-97	1,5-3,0	2,40	2,43	/ср. 2,415	соответствует
TiO_2		ГОСТ 2642.6-97	менее 1,0	0,38	0,31	/ср. 0,345	соответствует
CaO		ГОСТ 2642.7-97		3,54	3,58	/ср. 3,56	соответствует
MgO		ГОСТ 2642.8-97		1,59	1,61	/ср. 1,60	соответствует
SO_3		ГОСТ 3594.4-77		-	-	-	соответствует
П.п.п		ГОСТ 2642.2-86		2,56	2,57	/ср. 2,565	соответствует
Свободный SiO_2		ГОСТ 21216.3-93	св. 25	57,37	57,34	/ср. 57,355	соответствует

По результатам предварительных исследований определен оптимальный состав шихты (табл. 2).

Таблица 2. Состав шихты и влажность ее компонентов

Наименование компонентов	Состав шихты без добавки, мас. %	Влажность компонентов шихты, %	
Суглинки	88-89	18,3	18,5
Уголь марки АШ	7-8	10,5	11,2
Торф фрезерный	2-3	49,66	46,12
Возврат (сверх 100%)	10	-	-

Следует отметить, что оптимальная влажность сырьевой смеси зависит от вида применяемого торфа. Высота укладываемого слоя для шихты с применением торфа не превышает 310 мм, что сказывается на скорости ее спекания. Разрежение при агломерации составляет 0,02 МПа.

Температура зажигания шихты 1000-1100°С. Расход газа при этом не увеличивается. Вертикальная скорость спекания шихты составляет 4-6 мм/мин. Съем продукции по составам шихты - 180-210 кг/м^2 с учетом выхода недожога.

Аглопоритовый щебень и песок с применением фрезерного торфа и древесных опилок по показателям прочности и плотности соответствовал требованиям стандарта, согласно которому по показателям насыпной плотности аглопоритовый щебень и песок относят: фракция 20-40 мм и 10-20 мм к марке 600; фракция 5-10 мм к марке 700; фракция менее 5 мм к маркам 1000-1100. По показателям прочности аглопоритовый щебень относится: фракция 20-40 мм и 10-20 мм к марке 75; фракция 5-10 мм к марке 200-250. Полученный аглопоритовый щебень и песок практически по всем качественным показателям близки показателям продукции с использованием обычной шихты. Представляет также практический интерес использование в технологии увеличения крупности частиц (фракционного состава) торфа до 10 мм с целью повышения его массы, что вызовет повышение температуры в спекаемом слое, изменение режимов полукоксования торфа и параметров агломерационного процесса, в частности выхода недожога.

Анализ проведенных исследований показывает, что по мере уменьшения крупности топливных частиц повышается восстановительный потенциал продуктов горения и снижается высота окислительной зоны, что связано с уменьшением степени использования углерода, а также с увеличением абсолютной температуры в зоне горения, что приводит к снижению температурного уровня процесса. Следует отметить, что степень углефикации топлива влияет на возможную скорость спекания шихты, от чего зависит на скорость горения топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронова Н.П. Математическое моделирование и управление теплотехнологиями промышленных производств: монография / Н.П. Воронова. – Минск: БНТУ, 2009. – 260 с.

2. Воронова Н.П. Математическое моделирование энергосберегающих режимов нагрева, сушки и термообработки: монография / Н.П. Воронова. – Минск: БНТУ, 2006. – 86 с.

3. Промышленные теплотехнологии: Моделирование нелинейных процессов: учеб./ В.И. Тимошпольский, И.А. Трусова, А.П. Несенчук; Под общ.ред. В.И. Тимошпольского, А.П. Несенчука. – Мн.: Выш. Шк., 2000. – 319 с.: ил.

4. Строительные машины: справочник: В 2 т. Т.2: Оборудование для производства строительных материалов и изделий / В.Н. Лямин, М.Н. Горбовец и др.; Под общ.ред. М.Н. Горбовца. – 3-е изд. перераб. – М.: Машиностроение, 1991.- 496 с.: ил.

УДК 504.61

ОЦЕНКА УЩЕРБА ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЧЕЛОВЕКА, НА ПРИМЕРЕ СВАЛКИ ВБЛИЗИ СЕЛА СТАРЫЙ СИБАЙ

Л.Н. Белан

доктор геолого-минералогических наук, директор Государственного унитарного предприятия Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан (ГУП НИИ БЖД РБ), **Республика Башкортостан, г. Уфа**, info@nii-bgd.ru

З.Ф. Акбалина

кандидат химических наук, заместитель директора по научной работе ГУП НИИ БЖД РБ, **Республика Башкортостан, г. Уфа**, akbalina@mail.ru

Т.И. Зверева

кандидат химических наук, ученый секретарь ГУП НИИ БЖД РБ, **Республика Башкортостан, г. Уфа**, tat_iz@mail.ru

Л.Р. Шамсутдинова

заместитель заведующего лабораторией экологического мониторинга ГУП НИИ БЖД РБ, **Республика Башкортостан, г. Уфа**, info@nii-bgd.ru

Ю.Ф. Вахитов

младший научный сотрудник ГУП НИИ БЖД РБ, **Республика Башкортостан, г. Уфа**, uner87@mail.ru

О.Н. Лаздина

заместитель министра природопользования и экологии Республики Башкортостан, **Республика Башкортостан, г. Уфа**, mprrb@ufanet.ru

Г.Ю. Ремезов

начальник смены ОАО «Стройтрансгаз», **Россия, г. Москва,** GRemezov@gmail.com

Исследовано влияние несанкционированной свалки, расположенной вблизи с. Старый Сибай Баймакского района Республики Башкортостан на окружающую природную среду.

Ключевые слова: свалка, твердые бытовые отходы, отбор и анализ проб, тяжелые металлы.

ASSESSMENT OF THE DAMAGE OF LAND CONTAMINATED BY HUMAN ECONOMIC ACTIVITY AN EXAMPLE LANDFILL NEAR STARY OSKOL, SIBAI

Belan L.N., Akbalina Z.F., Zvereva T.I., Shamsutdinova L.R., Vakhitov Y.F., Lazdina O.N., Remezov G.Y.

The effect of an unauthorized landfill, located near the s. Old Sibai Baimak district of Bashkortostan on the environment.

Keywords: dump solid waste, sampling and analysis, heavy metals.

Введение. Обстановка с размещением и утилизацией твердых бытовых отходов (далее ТБО) в Республике Башкортостан остается напряженной. За последние 5 лет ежегодный объем образования ТБО увеличился в два раза и в 2011 году составил 2.38 млнт. В основном отходы захораниваются на свалках или полигонах ТБО [1].

Самопроизвольное разложение в природной среде компонентов ТБО требует десятки и сотни лет. Накопление ТБО на свалках предшествует накоплению вредных веществ в почве, в воде, в атмосферном воздухе.

Для принятия обоснованного решения по ликвидации или рекультивации земель, загрязненных прошлой хозяйственной деятельностью человека, необходима комплексная оценка нанесенного ущерба. Комплексная оценка проводится путем

проведения оценочных исследований, инвентаризации, учета, регистрации и ранжирования загрязненных объектов и территорий.

Нами был исследован ряд объектов размещения отходов на территории Республики Башкортостан, в том числе свалка, расположенная вблизи с. Старый Сибай муниципального района Баймакский район Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследований. *Морфологический состав ТБО* определяли методом выемки и разделения ТБО по методике [2]. Настоящая методика обеспечивает получение результатов определения морфологического состава твердых бытовых отходов гравиметрическим методом. Данные приведены в таблице 1.

Анализ проб атмосферного воздуха. Для оценки летучих органических соединений в атмосферном воздухе отобраны пробы воздуха в центре и на границе свалки объемом 1 л аспиратором в сорбционную трубку, совместимую с термодесорбером.

При определении летучих органических соединений (ЛОС) в атмосферном воздухе применены фотометрический, хроматографический и хромато-масс-спектрометрический методы анализа. Данные приведены в таблице 2.

Анализ проб воды. Пробы воды отбирались в стеклянную и полиэтиленовую посуду. Перед взятием пробы посуда и пробки тщательно промывались и ополаскивались не менее трех раз водой, отбираемой на анализ. Закупорка проводилась полиэтиленовыми пробками. При анализе поверхностной воды использовали методы атомно-абсорбционной спектрометрии, ИК-спектрометрии, хромато-масс-спектрометрии. Данные приведены в таблице 3.

Анализ проб почвы. Почвы для исследования включали пять точечных проб с территории свалки и одной фоновой: 1 проба – с центра свалки; 4 пробы на расстоянии 50 м от границы в направлениях на север, восток, юг и запад; 1 проба – фоновая на расстоянии 500 м от границы свалки с наветренной стороны.

В лабораторных условиях образец доводили до воздушно-сухого состояния, выдерживая его при температуре 100-105°С в течение не менее трёх часов в сушильном шкафу в эмалированной кювете. Высушенный и охлаждённый до комнатной температуры почвенный образец просеивали через сито с размером ячеек 1-2 мм. Образец использовали в дальнейшем для химического анализа [3]. Содержание катионов, анионов, тяжелых металлов, нефтепродуктов в воде, почве определяли атомно-абсорбционной спектрометрией, ИК-спектрометрией. Данные приведены в таблицах 4 и 5.

Результаты исследований и их обсуждение. Существующая система обращения с ТБО основана преимущественно на захоронении их на свалках или полигонах твердых бытовых отходов. Продолжающийся рост отходов потребления создает угрозу экологической безопасности населения. Проведено обследование свалки ТБО вблизи с. Старый Сибай Баймакского района.Участок площадью 3.0 га, расположенный на расстоянии 1.2 км от сельского поселения, отведен под свалку в 1970-х годах. Объем накопленных отходов 500 м^3. Территория свалки не огорожена. На севере свалки расположен скотомогильник. Производится сбор лома черных и цветных металлов.

При исследовании морфологического состава ТБО свалки (таблица 1) установлено, что в основном преобладают садово-парковые отходы (23.9%) и древесины (22.4%). Ранее садово-парковые отходы сжигали, древесину использовали в качестве топлива. В настоящее время в качестве топлива используется газ. Отмечено также высокое содержание отходов из полимерного материала (13.4%), поскольку упаковочные товары широко применяются в быту. Более 40% выпускаемых пластиков используется в качестве упаковки [4]. Товары из синтетических полимеров практически вечные, и накопление пластмассового мусора становится экологической проблемой.

В составе отходов свалки отсутствуют пищевые отходы, поскольку в сельском поселении ведется подсобное хозяйство и пищевые отходы идут на корм скоту.

Таблица 1. Морфологический состав отходов свалки, расположенной вблизи с. Старый Сибай

Определяемые показатели	Результаты, %
Бумага	7.46
Дерево	22.4
Лом черных металлов	4.48
Текстиль	14.2
Стекло	5.97
Зола	2.24
Полимерные материалы	13.4
Строительные материалы	5.95
Садово-парковые отходы	23.9

В основной своей массе на свалке преобладают твердые бытовые отходы, которые относятся к 5–й группе практически неопасных отходов. Отходы с более высоким уровнем опасности на исследуемых объектах инвентаризации либо не замечены, либо присутствуют в крайне незначительных количествах.
Поскольку отсутствует подтверждение V-го класса опасности отхода экспериментальным (биохимическим) методом, отходам присвоен IV класс опасности.

Анализ проб воздуха (таблица 2) с территории свалки показал превышение ПДК в центре свалки по содержанию сероводорода в 1.3 раза, метана 2.2 раза, пыли 3.5 раза и на границе свалки (проба № 2) по сероводороду – 1.1 ПДК, метану – 4.8 ПДК, пыли – 3.2 ПДК. В обеих пробах воздуха содержание углекислого газа не превышает ПДК.

Таблица 2. Химический анализ проб атмосферного воздуха на свалке, расположенной вблизи с. Старый Сибай

Определяемые показатели	ПДК, мг/м^3	Результаты, мг/м^3	
		№ 1 в центре свалки	№ 2 на границе свалки
Сероводород	0.008	0.011	0.009
Оксид углерода	3.0	2.1	2.5
Оксид азота	0.06	< 0.016	< 0.016
Аммиак	0.04	< 0.01	< 0.01
Бензол	0.1	< 0.0005	< 0.0005
Пыль	0.05	177	160
Метан	300	651	1444
Хлороформ	20	< 0.0005	< 0.0005
ЧХУ	20	< 0.0005	< 0.0005
Хлорбензол	50	< 0.0005	< 0.0005
Ртуть	0.0003	$< 2\cdot10^{-6}$	$< 2\cdot10^{-6}$

Значительные концентрации сероводорода и метана на свалке можно объяснить тем, что при переработке мусора анаэробными бактериями [5] образуется свалочный газ, содержащий метан, углекислый газ, сероводород, с небольшим количеством азота и кислорода и других органических примесей.

Для оценки влияния свалки на воду были отобраны пробы поверхностной воды из речки, протекающей на расстоянии 100 м от границы свалки (таблица 3).

Как видно из таблицы, в обеих пробах заметно превышение ПДК по никелю в 1.15-1.25 раза и в 1.4 раза по марганцу в пробе, отобранной в 50 м ниже свалки.

При анализе проб почвы со свалки выявлено превышение в центре свалки подвижной формы свинца в 2 ПДК и валовой формы (таблица 4). Концентрация валовой формы свинца – 34.5 мг/кг (ПДК валовой формы свинца – 32.0 мг/кг). Содержание меди превышает ПДК подвижной формы в пробе, отобранной в 50 м на востоке от границы свалки, в 1.2 раза и в пробе, отобранной в 50 м на юге от границы свалки, в 1.3 раза. Существенное превышение ПДК подвижной формы цинка наблюдается в

пробе, отобранной в центре свалки, в 2.7 раза и в пробе, отобранной в 50 м на западе от границы свалки, в 1.87 раза. Подвижная форма наиболее опасная по санитарно-гигиеническому нормированию форм тяжелых металлов, поскольку она наиболее усваиваемая растениями и попадает через пищевую цепь в организм человека.

Таблица 3. Химический анализ проб поверхностной воды на свалке, расположенной вблизи с. Старый Сибай

Определяемые показатели	ПДК, мг/дм^3	Результаты, мг/дм^3	
		1 Выше свалки на 50 м	2 Ниже свалки на 50 м
Водородный показатель	-	6.71	7.05
АПАВ	0.5	<0.010	<0.010
Фенол	0.001	<0.0005	<0.0005
Хлорид-ион	350	11.5	<10
Нефтепродукты	0.3	0.30	0.28
Марганец	0.1	0.015	0.018
Свинец	0.01	0.009	0.014
Медь	1.0	0.128	0.125
Цинк	1.0	0.699	0.724
Никель	0.02	0.023	0.025
Кадмий	0.001	<0.001	<0.001
Кобальт	0.1	<0.001	<0.001
Хром (общий)	-	<0.001	<0.001
Сухой остаток	-	91	164
Аммоний-ион	1.5	<0.05	<0.05
Железо	0.3	0.113	0.100
Сульфаты	500	61.4	51.6

Таблица 4. Тяжелые металлы в пробах почв, отобранных на свалке вблизи с. Старый Сибай

Место отбора пробы	Определяемые показатели (НД на МВИ)							
	Свинец	Никель	Медь	Кобальт	Цинк	Мышьяк	Ртуть	Кадмий
	вал./подв., мг/кг					вал., мг/кг		
Фон в 500 м от границы свалки	9.14/1.09	4.08/0.46	20.7/0.75	1.16/0.25	12.8/2.47	<1	<0.0055	<1
Центр	34.5/12.2	17.9/2.50	57.4/2.64	14.6/1.98	190/63.1	<1	<0.0055	<1
В 50 м на восток от границы свалки	19.7/1.26	13.1/1.35	77.1/3.54	3.96/0.48	69.6/12.9	<1	<0.0055	<1
В 50 м на запад от границы свалки	2.31/0.46	9.32/0.97	21.0/0.87	8.22/0.94	84.8/43.1	<1	<0.0055	<1
В 50 м на север от границы свалки	20.2/2.15	10.5/1.05	23.4/0.95	3.45/0.41	65.3/12.1	<1	<0.0055	<1
В 50 м на юг от границы свалки	21.9/4.3	15.6/1.66	97.4/4.02	11.9/1.66	63.6/11.0	<1	<0.0055	<1
ПДК, мг/кг (вал./подв.)	32.0/6.0	80.0/4.0	132.0/3.0	5.0 (подв.)	220.0/23.0	2.0(вал.)	2.1 (вал.)	1.0 (вал.)

Содержание органических веществ в почве на свалке вблизи с. Старый Сибай не превышает предельно допустимые концентрации (таблица 5).

С целью анализа уровня загрязнения почв тяжелыми металлами выполнено ранжирование объекта размещения отходов, которое показало, что уровень загрязненности почвы тяжелыми металлами в основном относится к категории умеренно опасного, а в центре свалки – опасного (таблица 6). Таким образом, анализ уровня загрязнения почв тяжелыми металлами показал, что почвы с. Старый Сибай характеризуются различными уровнями загрязнения: от допустимого до опасного. Основной «вклад» в загрязнение вносят такие металлы, как свинец, цинк, медь.

Таблица 5. Органические вещества в пробах почв, отобранных на свалке вблизи с. Старый Сибай

Место отбора пробы	Определяемые показатели (НД на МВИ)											
	C_6H_6	Толуол	Ксилолы	Этилбензол	CCl_4	$CHCl_3$	1,2-дихлорэтан	C_6H_5Cl	Нафталин	Фенантрен	Фенол	Нитраты
	мг/кг											
Фон в 500 м от границы свалки	0.013	0.033	0.039	0.040	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	15.6
Центр	0.034	0.046	0.049	0.032	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	30.1
В 50 м на восток от границы свалки	0.021	0.035	0.059	0.080	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	32.6
В 50 м на запад от границы свалки	0.036	0.049	0.057	0.056	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	28.5
В 50 м на север от границы свалки	0.010	0.039	0.041	0.055	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	34.6
В 50 м на юг от границы свалки	0.020	0.059	0.042	0.055	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	39.5
ПДК, мг/кг, вал./подв.	0.3	0.3	0.3	0.05 (ОДК)					0.015 (ОДК)		0.05 (ОДК)	130.0

Таблица 6. Суммарный показатель химического загрязнения почвы свалки вблизи с. Старый Сибай

Место отбора пробы почвы	Zc (по подвижной форме металлов)	Категория загрязнения	Zc (по валовой форме металлов)	Категория загрязнения
Центр	50	Опасная	34	Опасная
В 50 м на восток от границы свалки	12	Допустимая	14	Допустимая
В 50 м на запад от границы свалки	21	Умеренно опасная	14	Допустимая
В 50 м на север от границы свалки	8	Допустимая	10	Допустимая
В 50 м на юг от границы свалки	20	Умеренно опасная	22	Умеренно опасная

По результатам проведенных исследований предложено ликвидировать свалку. Накопленные отходы перевезти на близлежащий полигон либо сжечь в мусоросжигательной печи. Освобожденную территорию засеять семенами растений для аккумуляции тяжелых металлов из почвы. В качестве растений предложено использовать полынь, горец и клевер [6]. До принятия мер по ликвидации свалки необходимо оградить территорию свалки для предотвращения распространения мусора и проникновения крупного рогатого скота на свалку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды в Республике Башкортостан в 2011 году. – 2011. – 348 с.

2. ПНД Ф 16.3.55-08 Твердые бытовые отходы. Определение морфологического состава.

3. Муравьев А.Г., Каррыев Б.Б., Ляндзберг А.Р. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство. / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб: «Крисмас+», 2008. – 216 с

4. Фомин В.А., Гузеев В.В. Биоразлагаемые полимерные материалы // Пластические массы. – 2001. – № 2. – С. 42-46.

5. ByCraigFreudenrich, Ph.D. Как устроена Свалка. Пер. с англ.: Пасенко О.А. – http://science.howstuffworks.com/landfill6.htm.

6. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. Инструкция. – М.: 1998.

УДК 633.1:67.08

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ КУКУРУЗЫ КАК ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Т.К. Согомонян
аспирант кафедры безопасность жизнедеятельности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВПО «КубГТУ»), **Россия, г. Краснодар**, trum-pa-pa@mail.ru

А.В. Александрова
кандидат технических наук, доцент кафедры безопасность жизнедеятельности, ФГБОУ ВПО «КубГТУ», **Россия, г. Краснодар**, alexanna@mail.ru

А.А. Левчук
кандидат технических наук, ассистент кафедры безопасность жизнедеятельности, ФГБОУ ВПО «КубГТУ», **Россия, г. Краснодар**, sasha130885@mail.ru

С.Ю. Ксандопуло
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасность жизнедеятельности, ФГБОУ ВПО КубГТУ, **Россия, г. Краснодар**

Ж.П. Соловьева
кандидат технических наук, доцент кафедры безопасность жизнедеятельности, ФГБОУ ВПО «КубГТУ», **Россия, г. Краснодар**

А.С. Авдеев
аспирант кафедры безопасность жизнедеятельности, ФГБОУ ВПО КубГТУ

Исследованы особенности структуры стержней кукурузных початков и сорбционные свойства отдельных его частей.

Ключевые слова: стержни кукурузных початков, сорбент, нефтеемкость.

RESEARCH OF CORN PROCESSING WASTE AS SECONDARY RAW MATERIALS

Sogomonyan T.K., Alexandrova A.V., Levchuk A.A., Ksandopulo S.Y., Solovieva J.P., Avdeev A.S.

It was research structural features of maize cobs and sorption properties of its parts.

Keywords: corn cobs, sorbent, oil intensity

Введение. Нерациональное использование отходов агропромышленного комплекса является одной из главных проблем, существующих на сегодняшний день в Южном Федеральном округе. Ежегодно в Краснодарском крае образуется более 3 млн ц таких вторичных материальных ресурсов, как стержни кукурузных початков, переработка которых в настоящее время практически не ведется в связи с остановкой гидролизного производства.

Другой проблемой является негативное влияние нефти и нефтепродуктов на окружающую среду, которое представляет угрозу для здоровья населения и устойчивости экосистем, и решение которой является актуальной как для России, так и для Краснодарского края, особенно в условиях реализации федерального проекта «SOCHI - 2014». По данным Комитета по природным ресурсам и экологии Государственной Думы РФ ежегодно в России происходит более 60 крупных аварий и около 20 тыс. случаев, сопровождающихся значительными разливами нефти.

Получение нефтесорбентов природоохранного назначения на основе растительных вторичных материальных ресурсов агропромышленного комплекса, в частности стержней кукурузных початков, позволяет решать проблемы использования вторичных ресурсов в хозяйственном обороте и очистки окружающей среды от нефти и нефтепродуктов.

Материалы и методы исследования. В ходе экспериментальных исследований было выявлено, что сорбционные свойства полисахаридных сорбентов напрямую зависят от нативных структурныхособенностей, химического состава исходного сырья, а также вида последующей модификации. При изучении свойств стержня кукурузного початка были выделены три его части, отличающиеся морфологическими свойствами: древесное кольцо, соты с чешуйками и сердцевина (рисунок 1).

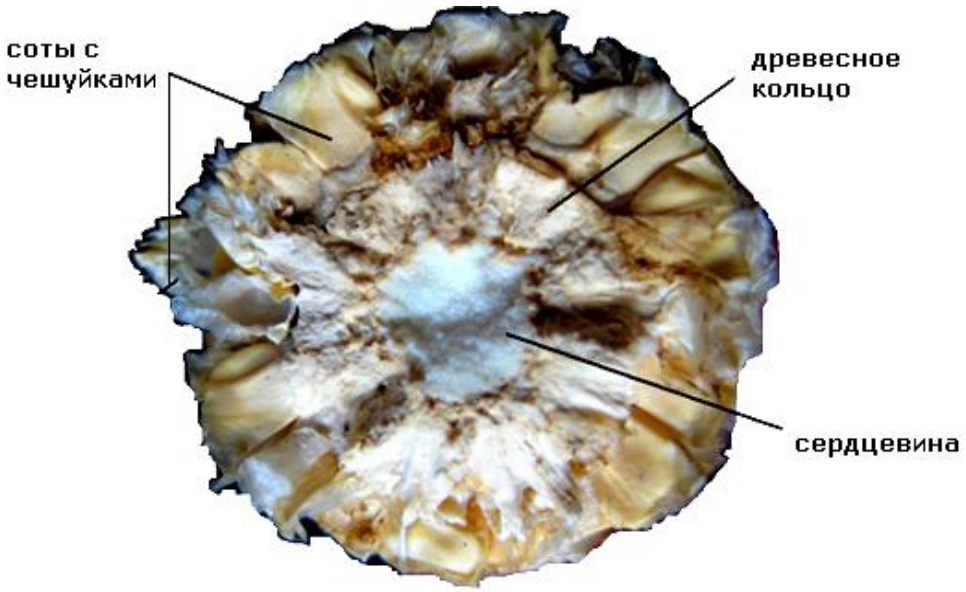


Рисунок 1 – Строение стержня кукурузного початка

Исследования анатомических особенностей структуры древесного кольца (рисунок 2) выявили наличие развитой системы равномерно распределенных полых осевых каналов (капилляров) с диаметром 11,00 - 64,28 мкм, значительно превышающем толщину стенки с размерами 1,5 – 4,5 мкм [1]. Капилляры имеют округлую форму и зачастую характеризуются выраженной спиральной или кольцевой структурой стенок. На основании этих сведений можно предполагать возможность эффективного массопереноса в структурах исследуемых объектов, что говорит о перспективе получения сорбентов на их основе.

Высокое содержание целлюлозы в структуре стержня позволяет считать, что свойства продуктов на его основе будут зависеть в основном от пространственных свойств указанного полимера. Актуальным представляется направленная физико-химическая и химическая модификация стержня кукурузного початка для получения на его основе сорбентов с заданными свойствами для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

Сорбционные свойства стержня кукурузного початка и отдельных его частей оценивались по таким критериям, как плавучесть, гидрофобность, олефильность и диапазон рабочих температур [2].

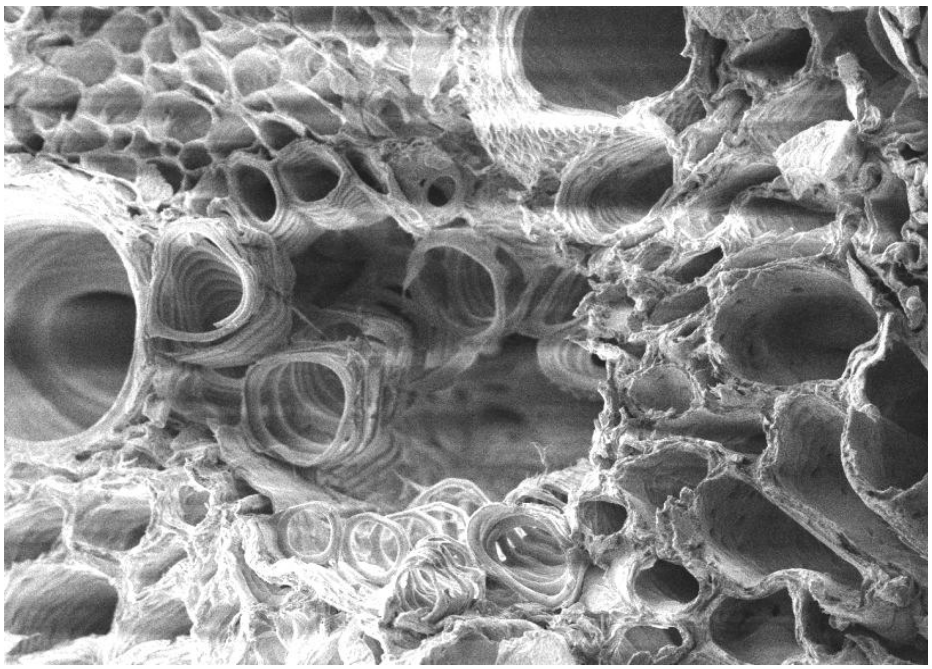


Рисунок 2 – Микрофотография поперечного среза структуры древесного кольца стержня кукурузного початка

Благодаря структуре замкнутых пор, заполненных воздухом, стержень кукурузного початка обладает высокой плавучестью (таблица 1), позволяющей держаться на водной поверхности более 72 часов. Первые частицы древесного кольца опустились на дно цилиндра через 44 часа после начала эксперимента.

Таблица 1 – Результаты определения плавучести частей стержня початка

Сырье	Плавучесть
Стержень початка (длиной 5,5 см)	Высокая плавучесть (более 72 ч)
Соты с чешуйками	Ограниченная плавучесть (3 – 72 ч)
Сердцевина	Высокая плавучесть (более 72 ч)
Древесное кольцо	Ограниченная плавучесть (3 – 72 ч)

Исследование различных частей по отношению к воде показало, что положение капли воды на поверхности сот с чешуйками, а также сердцевины характеризуются углом смачивания больше 90^0 (таблица 2). Древесное кольцо является гидрофильным, так как капля полностью растеклась по его поверхности, статический угол смачивания меньше 90^0, следовательно, оно будет удерживать воду.

Таблица 2 - Результаты исследования гидрофобности частей стержня початка кукурузы

Образец	Гидрофильность/Гидрофобность
Соты с чешуйками	Гидрофобный
Сердцевина	Гидрофобный
Древесное кольцо	Гидрофильный

При изучении взаимодействия частей стержня початка кукурузы и нефтепродуктов было определено, что все части являются олеофильными. Для эксперимента

были взяты такие нефтепродукты, как нефть, дизельное топливо, а также моторное масло.

Результаты исследования. Исследования показали, что наибольшей сорбционной способностью обладают соты с чешуйками и сердцевина (рисунок 3), но целый стержень кукурузного початка обладает также достаточной сорбционной емкостью по отношению к нефти и нефтепродуктам.

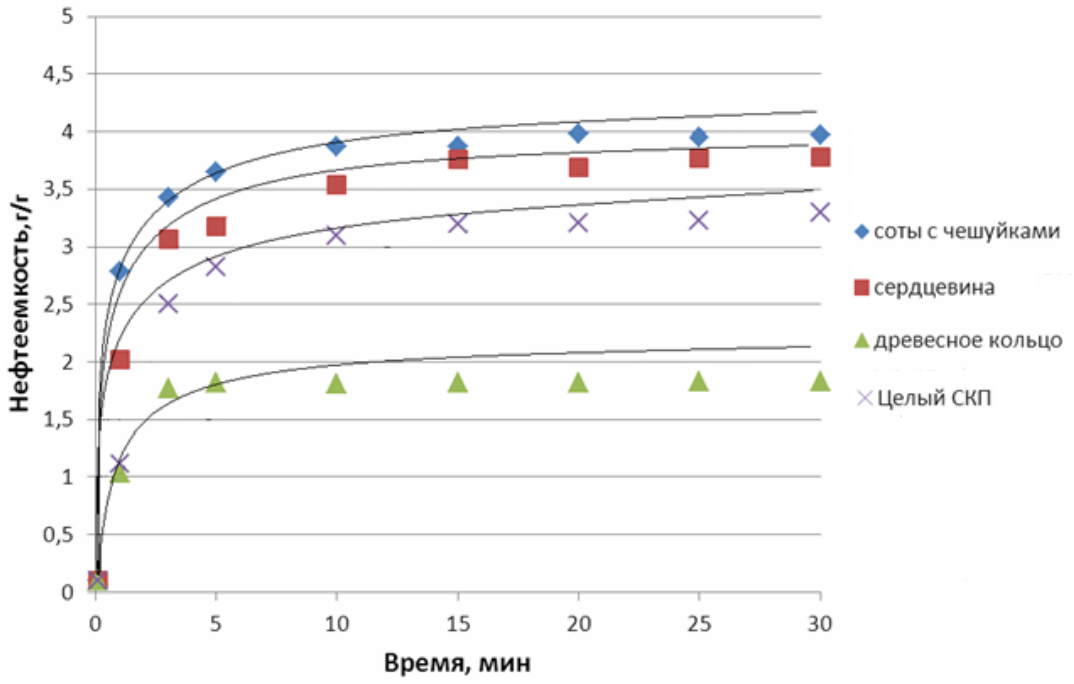


Рисунок 3 - Нефтеемкость отдельных частей стержня кукурузного початка

Также было изучено влияние температурной обработки на различные части исследуемого образца. Сорбент помещали в морозильную камеру "Минск" с функцией регулирования температуры замораживания на 24 часа при t = - 10°С. Затем без размораживания проверяли сорбент на плавучесть и гидрофобность. В процессе эксперимента было установлено, что процесс замораживания незначительно повышает его сорбционные свойства.

Анализ сорбционных характеристик известных зарубежных и отечественных природных сорбентов на основе целлюлозы, а также результаты собственных экспериментальных исследований позволяют сделать следующий вывод: создание сорбентов на основе отдельных частей стержней кукурузного початка не представляется целесообразным, перспективным является использование целых стержней кукурузных початков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левчук А.А. Разработка способа получения полисахаридного сорбента с улучшенными экологическими характеристиками для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов: автореф. дис. … канд. техн. наук. — Краснодар: Кубанский гос. технол. ун-т, 2012. – 24 с.

2. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 268 с.

УДК 631.4

ГРУБОДИСПЕРСНЫЕ ЭКРАНЫ И ПОКРЫТИЯ В ГОРОДСКОМ КОНСТРУИРОВАНИИ ПОЧВ *

А.В.Смагин
доктор биологических наук, профессор факультета почвоведения, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, институт экологического почвоведения, **Россия, г. Москва,** smagin@list.ru

Н.Б. Садовникова
кандидат биологических наук, научный сотрудник факультета почвоведения, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, институт экологического почвоведения, **Россия, г. Москва**

М.А. Сидорова
кандидат биологических наук, доцент факультета почвоведения, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, **Россия, г. Москва**

Н.Н. Чурбанова
студентка 5 курса факультета почвоведения, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, **Россия, г. Москва**

Рекультивация городских почв возможна при использовании грубодисперсных отходов городского хозяйства. Приводятся расчеты для оптимальной конструкции искусственных почвогрунтов с внутрипочвенными и поверхностными экранами из подобных отходов, что позволяет также уменьшить влагодефицит и улучшить газовые функции почвы.

Ключевые слова: грубодисперсные отходы, почвомодификаторы, почвогрунты, биодеструкция, рекультивация урбопочв.

COARSE SCREENS AND COVERAGES IN THE CITY OF CONSTRUCTION SOIL

Smagin A.V., Sadovnikova N.B., Sidorova M.A., Churbanova N.N.

Recultivation of urban soils is possible using coarse municipal waste. Calculations for the optimal design of synthetic soils with intrasoil and superficial screens of such waste, which can also reduce the moisture deficit and improve the functions of soil gas.

Keywords: coarsely dispersed waste, soil modifiers soils, biological degradation, reclamination of urban soils.

Грубодисперсные материалы и отходы широко распространены в городском хозяйстве. В качестве материалов они имеют достаточно высокую рыночную стоимость (порядка 1000 руб./м^3 в столичном мегаполисе) и используются в дорожном строительстве, комплексном благоустройстве территорий, при борьбе с гололедом и т.д. Вместе с тем город производит сотни тонн грубодисперсных минеральных отходов, утилизация которых является определяющей проблемой городского хозяйства. Это в первую очередь так называемые котлованные грунты – отходы, возникающие при рытье котлованов для строительства зданий, прокладке подземных коммуникаций. Большая часть крупных городов расположена в долинах крупных рек, аллюви-

*Финансовая поддержкаРФФИ (проект №12-04-00528-а).

альные отложения которых имеют преимущественно легкий гранулометрический состав (пески, супеси, гравий).

Многочисленные бетонные, кирпичные, каменные сооружения в городе, приходя в негодность, являются потенциальным источником грубодисперсных отходов в виде щебня. Существуют эффективные технологии и агрегаты, позволяющие прямо на месте при сносе ветхого жилья, реконструкции жестких покрытий и коммуникаций получать щебень различных фракций посредством дробления и отсева. Способы утилизации котлованных грунтов и щебнистых отходов могут быть, как уже отмечалось, самые разные, и в настоящем сообщении приводится информация об их использовании в почвенном конструировании.

1. Внутрипочвенные защитные экраны. Внедрение прослоя грубодисперсного материала на определенную расчетную глубину внутрь почвы может быть использовано для оптимизации ее водного режима и борьбы с техногенным загрязнением и загрязнением водорастворимыми поллютантами (Смагин; 2012, Smaginetal., 2005). Априори считается, что такая прослойка будет способствовать дренажу вышележащей почвенной толщи (“сплошной дренаж”) и уменьшению ее влажности, однако это далеко не всегда правильно. Все зависит от глубины закладки прослоя (Н) и гранулометрического состава (водоудерживающей способности) вышележащей почвенной толщи (Смагин и др., 2008).

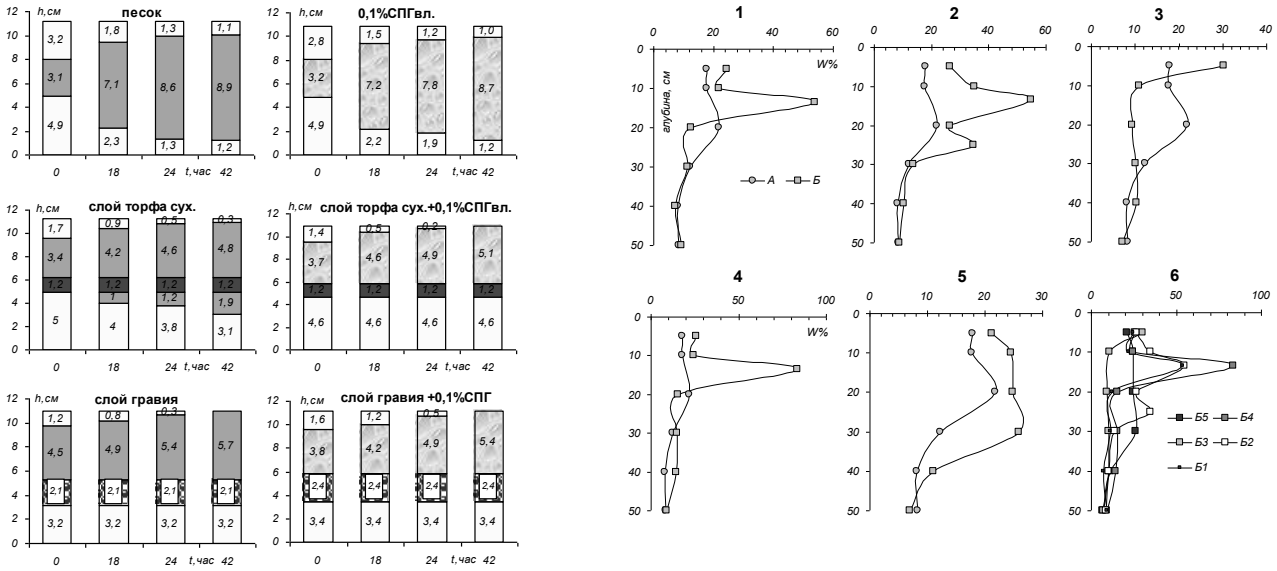


Рис. 1. Влияние прослоев на состояние капиллярной влаги в почвенных конструкциях. **А)** - динамика капиллярного рассасывания влаги в аридной пылевато-песчаной почве (ОАЭ) с прослоями СПГ, торфа и щебня: *h, см* – мощности исходных слоёв и положение верхней и нижней границ увлажнённого срединного слоя (фронтов впитывания); **Б)** – распределение влаги после гравитационного оттока и наименьшая влагоёмкость (НВ) слоистых почвенных конструкций в полевых опытах УОПЭЦ МГУ «Чашниково»:
А – контроль (дерново-подзолистая почва); *Б* – почвенные конструкции с послоями трофонавозного компоста; №1 – 1 слой, №2 – 2 слоя, №4 – компоста и щебня, №№ 3, 5 – щебня
(поСмагин и др., 2008, Смагин, 2012).

Экран отсекает капиллярное рассасывание влаги в глубь почвы, и в результате при небольших величинах Н (10-40 см) и хорошем водоудерживании влага, напротив, накапливается в верхнем слое, обеспечивая дополнительное питание корням растений. На рис. 1 приводятся результаты экспериментальной оценки этого положения в

лабораторных и полевых опытах со слоистыми почвенными конструкциями (Смагин, 2012, Смагин и др., 2008).

Другой положительный эффект от внедрения грубодисперсного прослоя – блокирование восходящих капиллярных потоков в вышележащую почвенную толщу. Именно они приводят к концентрированию солей и токсичных водорастворимых веществ в корнеобитаемой зоне при испарении влаги. Экран надежно защищает эту зону от вредных веществ, которые, будучи удалены за его пределы при обильных осадках или промывках, уже не в состоянии вернуться назад из-за разрыва капиллярности в такой конструкции. В результате за несколько десятков дней удается полностью справиться с такими серьезными почвенными проблемами, как вторичное засоление и техногенное загрязнение корнеобитаемого слоя (рис. 2).

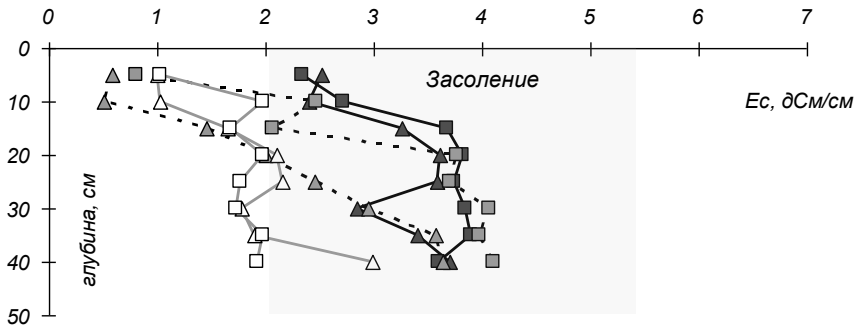


Рис. 2. Рассоление профилей слоистых почвенных конструкций в полевых экспериментах на станции озеленения в Дубаи (по Смагин, 2012)

II Грубодисперсные покрытия. Не менее перспективным является размещение грубодисперсных минеральных отходов не внутри, а на поверхности городских почв и почвенных конструкций. Так, в сельском хозяйстве, луговодстве, озеленении известны способы пескования поверхности почвы под травянистой растительностью (покровная культура торфяников, пескование газонов и лугов), приводящие к улучшению плодородия и продуктивности (Зайдельман, 2009; Смагин, 2012). Среди разнообразных механизмов подобной оптимизации биоресурсного потенциала, на наш взгляд, следует выделить снижение биодеструкции и консервацию органического вещества почвы – материального носителя ее плодородия. Особенно актуально это положение для органогенных почв и субстратов. Так, при городском озеленении часто используются облегченные торфяные грунты и смеси, размещаемые на поверхности вместе с семенами газонных трав. Давая сиюминутный эффект в виде быстрого прорастания семян и формирования газона, такая технология уже через 2-3 года приводит к полной деградации растительного и почвенного покрова по причине быстрой биодеструкции торфа на поверхности. Газон уступает место сорным травам, которые осваивают обнажившийся после деструкции торфа, чаще всего неплодородный минеральный строительный грунт. Возникают новые серьезные затраты на “ремонт” газона, а то и на его полную замену на новый.

Избежать подобных затрат возможно при удалении органогенных почвомодификаторов и плодородных субстратов на определенную глубину (Н) посредством экранирования песчаным материалом (Смагин, 2012). Зависимость скорости биодеструкции от глубины почвы носит экспоненциальный характер и отличается для большинства почв резким падением по мере удаления от поверхности. Используя разрабо-

танные нами номограммы, легко определить глубину, на которой биодеструкция снижается в заданное число раз, если известен экспоненциальный показатель (b) (определяется экспериментально по удельному дыханиюобразцов почвы), а в более простом случае – мощность биогенного слоя почвы (h_b) (рис. 3) (Смагин, 2012). Оценка по номограммам чрезвычайно проста. Необходимо отложить по горизонтальной оси значение соответствующего показателя (b или h_b), затем спроецировать его на кривую кратности уменьшения деструкции и найти вертикальную координату полученной точки пересечения. Эта координата в см даст необходимую глубину заложения органического материала или мощности слоя минерального почвогрунта, экранирующего данный материал от поверхности. Например, при полевом обследовании территории, на которой планируется создать почвенную конструкцию, обнаружено, что мощность биогенного горизонта h_b равна 13 см. Тогда по нижней номограмме рис. 3 находим значение мощности перекрывающего органический материал слоя, задавая ту или иную кратность снижения его деструкции. Так, для двукратного снижения (кривая с серым треугольным символом) достаточно 4 см покрытия, для четырехкратного (черный треугольный символ) – 8 см, а при удалении биополимера на глубину 12 см от поверхности срок его службы можно увеличить на порядок.

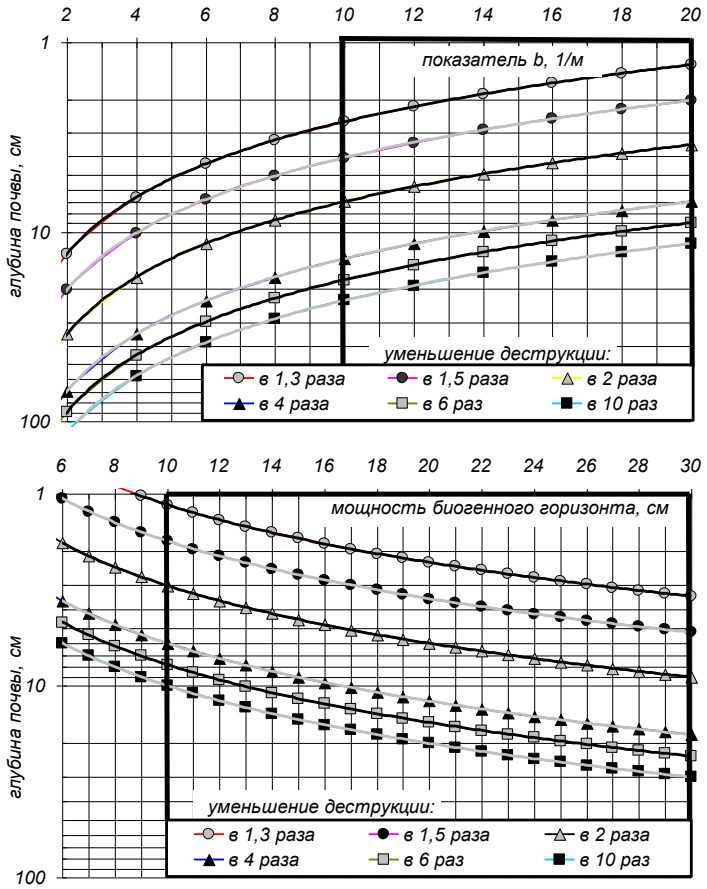


Рис. 3. Номограммы для расчёта мощности слоя, экранирующего органические материалы почвенных конструкций от биодеструкции (по Смагин, 2012)

Часто при почвенном конструировании на ответственных объектах озеленения плодородный органический материал располагают в несколько слоев, перекрывая их грубодисперсным грунтом (Смагин, 2012). В этом случае на глубине создается своеобразное депо для корневого потребления в виде погребенных 1-2 слоев из органических почвомодификаторов. При посадке семенами с небольшим количеством торфа (растительного грунта) на поверхности газон быстро прорастает, набирает массу и

развивает корневую систему. Однако, в отличие от традиционной технологии, он не деградирует из-за быстрого разложения торфа на поверхности. Корни уходят вглубь и находят необходимые элементы питания и влагу, особо дефицитную в период летних засух, в погребенных плодородных слоях.

В завершение работы обратимся к еще одному варианту грубодисперсных для территорий покрытий, перспективному для территорий с повышенной техногенной нагрузкой (Смагин, 2012). Покрытием здесь служит щебень, полученный из городских строительных отходов (бетон, кирпич, плавленая стеклотара и т.д.) Грубодисперсный материал располагается прямо на поверхности почвы, которая в этом случае фактически перестает служить целям озеленения, однако продолжает выполнять все остальные экологические функции для городской среды – газовую, поглощения, впитывания и очищения поверхностных вод, деструкции органических отходов и поллютантов, иммобилизации вредных минеральных веществ и т.д. Покрытие полностью предотвращает эрозию поверхности, пыление вдоль дорог в сухое время. Оно устойчиво к механическим нагрузкам (наездам автомашин, рекреации), не образует грязи во время ливней и таяния снега, не зарастает сорняками. В эстетических целях можно внедрять на территории со сплошным покрытием отдельные элементы с нормальной почвой и растительностью в виде цветников или отдельно растущих групп кустарников и деревьев-солитеров. Для них помимо открытой почвы, непосредственно под растительностью остается огромная площадь водного и минерального питания в виде окружающего погребенного грубодисперсного материала почвенного покрова.

Грубодисперсное покрытие резко снижает эмиссию диоксида углерода в атмосферу при сохранении поглощения газов и паров почвой, в том числе и столь вредного угарного газа (Смагин, 2012; Смагин и др. 2009). В полевых экспериментах по экранированию поверхности почвы, проведенных нами в УОПЭЦ МГУ «Чашниково» и на тестовых площадках г. Москвы, получено сокращение под слоем щебня в 5–10 см на 60–85 % испарения, в 4–11 раз эмиссии диоксида углерода и увеличение на 80–100 % запасов влаги. На рисунке 4 приведены выборочные данные одного из таких экспериментов с оценкой эмиссионных потоков CO_2 и паров воды поверхностью дерново - (урбо)подзолистой средне-суглинистой почвы в зависимости от экранирующего слоя щебня. В верхней части рисунка содержатся данные по потокам диоксида углерода, а в нижней – по величинам удельных потоков CO_2 и H_2O, нормированных максимальными значениями, соответствующими эмиссии с неэкранированной поверхности (индекс $Q/Q_{мах}$). В наибольшей степени экранирование способствовало уменьшению потоков диоксида углерода. Испарение на этом фоне сокращалось не так сильно. Вероятно, это связано с различиями в источниках газообразных веществ и механизмах их перемещения. Для CO_2 основной источник – биогенный, и, возможно, удаление от поверхности (экранирование) сильнее сокращает его интенсивность, согласно полученной нами экспоненциальной зависимости (Смагин, 2012), рисунок 3. Доминирующий механизм перемещения – изотермическая диффузия, для которой поток пропорционален градиенту концентрации и, соответственно, обратно пропорционален расстоянию до границы с атмосферой (резервуаром низкой концентрации CO_2) (Смагин, 2005). Испарение с поверхности почвы, напротив, чисто физический процесс, и на источник (переход части жидкой фазы почвы в пар) экран действовать не должен. Основной механизм, ответственный за стадию быстрого испарения, – капиллярное поднятие, и здесь как раз экранирование (мульчирование) поверхности некапиллярным материалом будет действенным способом снижения испарения. Однако в пароперенoсе изотермическая диффузия играет второстепенную роль и, по-видимому,

здесь доминируют конвективные потоки (естественная конвекция при нагреве поверхности и вынужденная при наличии ветра) (Смагин, 2005). Очевидно, экранирование крупнопористым материалом не столь сильно влияет на конвективный массоперенос по сравнению с диффузией, поэтому сокращение испарения выражено не так ярко, как динамика эмиссии CO_2.

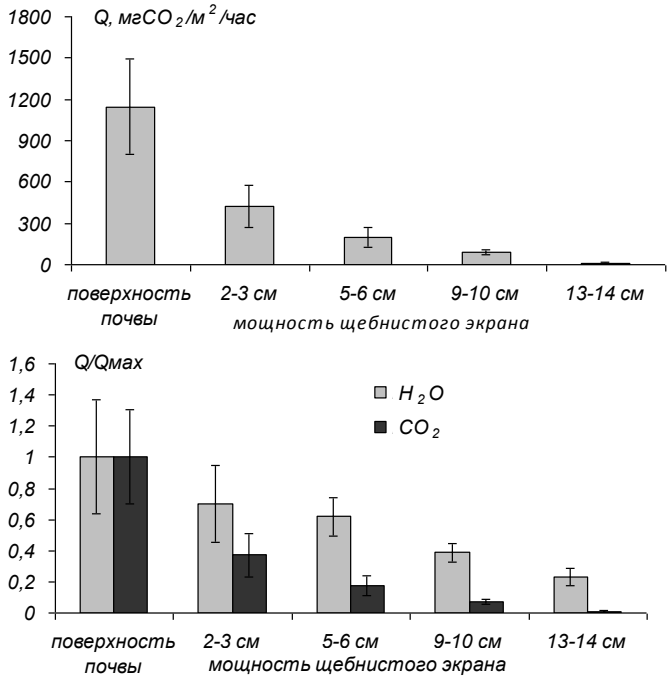


Рис. 4. Экспериментальные исследования влияния щебнистых экранов на эмиссию газообразных веществ поверхностью почвы

В целом экранирование грубодисперсным материалом достаточно сильно снижает эмиссию газообразных веществ, что позволяет рекомендовать этот технологический приём для оптимизации газовой функции городских почвенных объектов вблизи автомагистралей или при рекультивации земель. Такие конструкции, в сочетании с локальным размещением растительности (солитеры, цветники) и дренажем для отвода загрязненных вод в ливневую канализацию, могут найти широкое применение на участках вдоль магистралей с повышенным техногенным прессом наряду с рассмотренными выше вариантами конструктозёмов с грубодисперсными противосолевыми экранами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдельман Ф.Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов.– М.: КДУ, 2009. – 720 с.
2. Смагин А.В. Газовая фаза почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 301 с.
3. Смагин А.В., Хакимова Г.М., Хинеева Д.А., Садовникова Н.Б. Гравитационный фактор формирования наименьшей и капил-лярной влагоёмкости в почвах и слоистых почвенных конструкциях // Почвоведение. – 2008. – № 11. – С.60–69.
4. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Мазанова В.С., Должич А.Р. Поглощение монооксида углерода образцами почв и торфо-песчаных смесей // Почвоведение. – 2009. – № 11. – С.45–52.
5. Смагин А.ВТеория и практика конструирования почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. – 544 с.
6. Smagin A.V., Shoba S.A., Kinjaev R.R. et al. AridGrow- Ideal Soil System. – M-Manama: MSU-press, 2005. – 144 p.

УДК 541. 121/3

АНАБАЗИН КАК РЕАГЕНТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТА ГАЛЛИЯ

У.К. Абдурахманова

кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой общей химия и химической технологии, Гулистанский государственный университет, **Узбекистан, г. Гулистан,** Ugi_lay.912@mail.ru

М.Р. Аскарова

преподаватель кафедры химии и экологии, Нукусский государственный педагогический институт,**Узбекистан, Каракалпакстан, г. Нукус**

В статье раскрыты преимущества применения анабазина и его производных в качестве экстрагентов ионов галлия в сточных водах. При эстракции галлия (III) растворами анабазина в различных органических растворителях образуются окрашенные комплексные соединения.

Ключевые слова: спектрофотометрический анализ, галлий, производные анабазина, реагенты, экстракция, алкалоиды.

ANABASIS - A REAGENT FOR ANALYSIS GALLIUM

Abdurahmanova U.K., Askarova M.R.

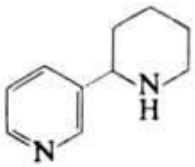
In article reveal advantage of the using anabasis and his derived, as exstragent for ion gallium. At exstractions gallium (III) anabasis solution in different organic solvent are formet painted complex join.

The Keywords: Analysis, gallium, deriveds anabasis, reagents, ekstraction, photometrik metods

Алкалоиды анабазин и лупинин содержатся в среднеазиатском растении ежовник безлистный (*Anabasis aphylla*). Они являются главной частью оснований технического анабазин сульфата, который вырабатывается как средство борьбы с сельскохозяйственными вредителями. Анабазин и лупинин — доступные исходные продукты для разнообразных синтезов.

Анабазин ($\alpha-$пиперидил $\beta-$пиридин) - бесцветная вязкая жидкость, желтеющая на воздухе и на свету, легко растворяется в воде и органических растворителях. Анабазин выкипает при 138-139 °С (12 мм). Разделить смесь анабазина и лупинина обычной разгонкой не удается, так как температуры кипения их близки. Известно несколько химических методов разделения смеси анабазина и лупинина. Обзор их приводится в монографии А.С. Садыкова (1956).

Анабазин - ганглионарный яд, по действию на организм подобен никотину. В малых дозах возбуждает центральную нервную систему, усиливает дыхание, повышает артериальное давление. Легко всасывается через кожу и может вызвать отравление.



Мы применяли производные анабазина как экстрагенты для иона галлия. Анабазин и его производные как реагенты в фотометрическом анализе отличаются от органических реагентов других классов рядом преимуществ:

1) высокочувствительные реакции со многими ионами металлов;

2) высокая контрастность изменения окраски при комплексообразовании: большая разница в молярных коэффициентах поглощения комплекса и реагента в максимуме светопоглощения комплекса;

3) большая устойчивость комплексов, что позволяет использовать малые количества реагентов, и в спектрофотометрии для создания оптимального pH можно использовать буферные растворы разнообразного состава: ацетатные, формиатные, аммиачные и другие.

Галлий (III) с азосоединениями на основе анабазина образует окрашенные комплексные соединения, экстрагируемые органическими растворителями [1, 2, 4].

Целью нашей работы является исследование экстракции галлия (III) с производными анабазина из ацетатноаммиачных растворов экстракционно-фотометрическим методом. Для изучения экстракционно-фотометрической реакции комплексообразования галлия (III) с аналитическим реагентом прежде всего были подобраны оптимальные условия и получены следующие результаты:

-изучено комплексообразование гетероциклических азосоединений с ионами галлия (III);

-найдены закономерности комплексообразования гетероциклических азосоединений; влияние строения реагентов и внешних условий на схемы комплексообразования и свойства комплексов: молярные коэффициенты погашения, константы равновесия и устойчивости;

-разработаны новые экспрессные, селективные и чувствительные экстракционно-фотометрические методы определения галлия (III) в природных и промышленных объектах без предварительного разделения компонентов.

При экстракции галлия (III) растворами анабазина в различных органических растворителях (бензол, хлороформ, толуол и др.) образуются окрашенные комплексные соединения.Лучшим экстрагентом оказался хлороформ, максимум светопоглощения хлороформных экстрактов комплексов находятся при 600 нм, реагента - при 480 нм.

Метод отличается простотой, селективностью и позволяет установить содержание галлия в различных объектах без отделения сопутствующих элементов.

Разработанная методика применена для определения галлия (III) в сточных водах промышленных отходов. Величина s, во всех случаях не превышала 0,17.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахманова У.К., Еттибаева Л.А., Хайдарова Э.Э. Экстракционно-фотометрическое определение таллия (III) 1-(2-пиридилазо)-4 гексилфенолом // Материалы международной науч.-технич. Конф. «Наука, образование, производство в решении экологических проблем». – Уфа, 2011. – С. 219-222.

2 Еттибоева Л.А., Абдурахманова У.К. Применение производных анабазина для анализа // Материалы Республиканской научной конференции «Современные проблемы полимерной науки», Узбекистан. – Ташкент, 2011.– С.154-156.

3. Садыкова А.С. Химия алкалоидов Anabasis aphybla. Изд. АН. УзССР, Ташкент, 1956.

4. Талипов Ш.Т., Джиянбаева Р.Х. и др. // N-метиланабазин-(α`-азо-4)-*м*-аминофенол // Узб. хим. Журнал, 1971. – С. 9-10.

УДК 543.42: 542.61: 546.98

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ПАЛЛАДИЯ С ХЕЛАТООБРАЗУЮЩИМ СОРБЕНТОМ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО В МАГМАТИЧЕСКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЕ

Р.А. Алиева

член-корр. НАНА, заслуженный деятель науки, профессор, заведующая лабораторией НИЛ «Экологическая химия и охрана окружающей среды», Бакинский государственный университет, **Азербайджан, г. Баку**

У.М. Абилова

аспирант, Бакинский государственный университет, **Азербайджан, г. Баку,** u.abilova@mail.ru

Ф.М. Чырагов

доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой аналитической химии, Бакинский государственный университет, **Азербайджан, г. Баку**

Разработан метод определения палладия (II) с использованием сополимера - малеинового ангидрид-стирола, модифицированного дифенилтиомочевиной и формальдегидом. Полученный новый полимерный сорбент идентицирован методом ИК-спектроскопии. Потенциометрическим методом определены константы ионизации ионногенных групп в звене сорбента. Исследована сорбция и десорбция полученного сорбента с ионом палладия(II) и определены оптимальные условия концентрирования. Сорбционно-фотометрическая методика включает сорбционное концентрирование палладия (II) буферным раствором (pH 4), десорбцию раствором HCl (при которой степень десорбции достигает 98%) и последующее его определение в элюате спектрофотометрическим методом с реагентом 2,2',3,4-тетрагидрокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензолом. Методика использована для определения палладия в стандартной магматической горной породе МО-3.

Ключевые слова: концентрирование палладия, сорбент, дифенилтиомочевина, сорбция, магматическая горная порода.

PRECONCENTRATION OF PALLADIUM (II) CHELATING SORBENT DEFINITION IN MAGMATIC A FORGE TO BREED

Alieva R.A., Abilova U.M., Chiragov F.M.

Developed a method for determining palladium (II) using the copolymer - styrene maleic anhydride-modified diphenylthiourea and formaldehyde. The resulting new polymer sorbent identify by infrared spectroscopy. Potentiometric method determined the ionization constants of ionogenic groups in the repeatingunit of the sorbent. Investigated the sorption and desorption of the sorbent obtained with an ion of palladium (II) and determined the optimal conditions of concentration. Sorption-photometric method involves sorption preconcentration of palladium (II) buffer solution (pH 4), the desorption solution HCl (in which the degree of desorption of 98%) and its subsequent determination in the eluate spectrophotometrically with the reagent 2,2 ',3,4-tetragidroksi -3 '-sulfo-5' nitroazobenzene. The method used to determine palladium in standard magmatic rocks MO-3.

Keywords: palladium concentration, sorbent, sorption, diphenylthiourea, magmatic rocks.

Проведение поисковых геологоразведочных работ на золото и платиновые металлы (ПМ) предусматривает использование аналитически методик, которые имеют пределы обнаружения на уровне или ниже кларка этих металлов при условии выполнения тысяч анализов за короткий срок. Так как рутинные высокопроизводительные инструментальные методы в прямом анализе не способны обеспечить требуемые пре-

делы обнаружения этих металлов, необходимой стадией аналитического процесса является их отделение от макрокомпонентов пробы с применением таких приёмов, как соосаждение, экстракция или сорбция из конечных растворов после спекания, сплавления или кислотного разложения горных пород, руд концентратов и т.д. [1-4]. Известно, что [10-13] для концентрирования элементов используют, как правило, привитые комплексообразующие сорбенты на основе полистирола, силикагеля, пористого стекла, пенополиуретана, полиакрилонитрильного волокна, высоко селективные к извлекаемым элементам; ионообменники, модифицированные комплексообразующими реагентами; оксид алюминия, реже – коммерческие катионо- и анионообменники. Однако в литературе мало сведений об аналитическом применении сорбентов на основе малеиного ангидрида-стирола.

В настоящей работе исследованы условия предварительного концентрирования палладия (II) с использованием нового хелатообразующего сорбента малеинового ангидрида-стирола, модифицированного дифенильтиомочевиной, с последующим определением этих ионов методом фотометрической спектрометрии. Полученный сорбент идентифицирован методом ИК-спектроскопии. Потенциометрическим методом с использованием модифицированного уравнения Гендерсона-Гассельбаха [6] рассчитаны условные константы диссоциации кислотных групп сорбента. Исследована сорбция и десорбция полученного сорбента с ионом Pd (II) и определены оптимальные условия концентрирования. Методика использована для определения палладия в стандартном магматической горной породе МО-3.

Материалы и методики исследований.

Реагенты. Использовали реагенты квалификации ч.д.а., х.ч. и дистиллированную воду. 1000 мг/л стандартного раствора палладия (II) готовили растворением точной навески $PdCl_2$ квалификации “х.ч.” в 2М HCl, а рабочие растворы нужной концентрации –разбавлением основного раствора дистиллированной водой. Для поддержания постоянной ионной силырастворов использовали введение рассчитанного количества соли KCl. Использованный для потенциометрического титрования раствор едкого калия был приготовлен растворением KOH (х.ч.) в бидистиллированной воде, концентрацию раствора устанавливали титрованием стандартным раствором HCl. Для необходимых значений pH использовали фиксаналы HCl (pH 1-2) и аммиачно-ацетатные буферные растворы (pH 3-11), которые готовили смешиванием соответствующих объемов 0,1 М CH_3COOH и 0,1 М NH_3.

*Аппаратура***.** Величину pH растворов контролировали с помощью иономера И-130 со стеклянным электродом. Оптическую плотность растворов измеряли на фотоколориметре КФК-2 в кювете с толщиной слоя 1 см. ИК-спектр сорбента изучали на “Varian 3600 FI-IR”. Растворы пропускали через стеклянную миниколонку (внутренний диаметр 0,5 мм, длина 5 см), наполненную полимерным хелатообразующим сорбентом (ПХС) (100 мг).

В работе применен новый полимерный хелатообразующий сорбент с фрагментами дифенилтиомочевины. Для получения этого сорбента проведен синтез сополимермалеинового ангидрид-стирола [5]. Полученный сополимер высушивали, добавляли формальдегида и дифенилтиомочевини в растворе этанола. Реакция проводилась на водяной бане, при температуре 65-70^{0}C при размешивании в течение 2 ч. Полученный сорбент сначала отмывали спиртом от нереагирующих аминов, затем водой. Полученный сорбент сушился при температуре 50°C в вакууме и пропускался через сито с размером пор 0,14 мм. Равновесные характеристики сорбента и его комплексов с

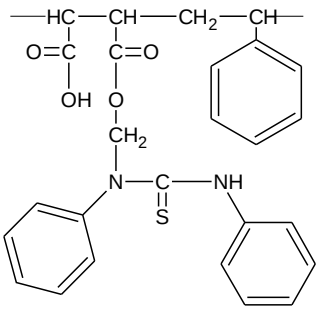
палладием (II) определяли в статических условиях. Потенциометрическое титрование сорбента выполняли стандартным методом [6].

Для анализа использовали стандартный магматический горный породный образец МО-3. Содержание палладия (II)в образце определяли сорбционно фотометрическим методом и результаты проверяли методом добавок (табл. 3).

Навеску образца массой 10,0 г в графитовом тигле растворяли при нагревании в смеси с царской водкой (HNO_3:HCl=1:3) при 70°С 1,5 час. Потом упаривали досуха. Полученный осадок разложили HF, и отогнали пары SiF_4; промывали горячим раствором HCl(1:50), фильтровали, растворяли в дистиллированной воде, а не растворившуюся часть отделяли фильтрованием. Переносили в колбу вместимостью 100 мл, доводили до значения pH 4 добавлением HNO_3 и пропускали через колонку при скорости потока 1,5 мл/мин. Сорбированные ионы металлов элюировали 5 мл 1М HCl при скорости элюирования 2,5 мл/мин. В элюате концентрацию Pd (II) определяли фотометрическим методом. Для этой цели был использован реагент–2,2',3,4-тетраокси-3'-сульфо-5'-нитроазобензол [7].

Результаты исследований и их обсуждение

*Идентификация и структура сорбента***.** Сорбент малеинового ангидрид-стирола, модифицированный дифенилтиомочевиной, является линейном полимером, содержащим хелатные звенья. Моноимид сополимера малеинового ангидрида со стиролом имеет формулу:



Полученный сорбент идентифицирован методом ИК - спектроскопии. В ИК-спектре сорбента видны полосы поглощения: 3600-3100 $см^{-1}$ (валентные колебания гидроксильных групп, имеющихся в карбоксильных группах), а также валентные колебания –NH-групп (3400-3200 $см^{-1}$), 1750-1715 $см^{-1}$ (валентные колебания –C=O групп, имеющиеся в карбоксильных группах), 1570-1550 $см^{-1}$ (валентные колебания C-N групп и деформационные колебания –NH-групп), 1610-1510 $см^{-1}$ (валентные колебания C-C групп в бензольном кольце), 1200-1050 $см^{-1}$ (валентные колебания - C=S); 710-680 $см^{-1}$ (деформационные колебания C-C групп в бензольном кольце). Таким образом, ИК-спектр сорбента подтверждает предположенную структуру [8-9].

Известно, что сорбционные свойства сорбента зависят от константы диссоциации ионогенных групп, имеющихся в их составе. Для изучения кислотно-основных свойств полученного сорбента по известной методике определена полная статическая сорбционная емкость ($ПССЕ_{K^+}$= 6,7ммоль/г). После изучения ПССЕ на основании результатов, она была проверена потенциометрическим титрованием [6]. С использованием модифицированного уравнения Гандерсона–Гассельбаха, рассчитаны константы диссоциации щелочных групп NH_2^+ и отщепления протонов от нереагирующих карбоксильных групп [10]:

$$pK_\alpha = pH - m\lg\alpha/1-\alpha$$ (m_1= 0,36; m_2= 0,25)

Измерив значение pH растворов, над сорбентом для каждого значения α строили зависимость pH = $f\left(\lg\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$. По величине тангенса угла наклона прямой вычисляли параметры m (tg α = m). Определяли также графическим методом константы ионизации ионогенных групп в звене сорбента. Не обнаружено значительной разницы в значениях константы ионизации, рассчитанной ($\overline{pK_1}$;$\overline{pK_2}$)и фиксированной из графика ($pK_{1(граф.)}$; $pK_{2(граф.)}$) (рис.1).

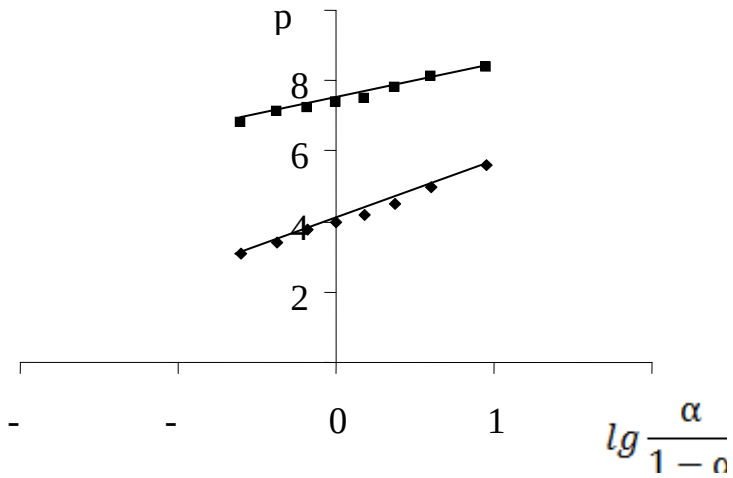


Рис.1. Определение условных констант диссоциации кислотных групп сорбента графическим методом:
$pK_{1(граф.)}$= 4,0; $pK_{2(граф.)}$=7,3; m_1=0,36;m_2=0,25

Построена кривая потенциометрического титрования для получения определенной информации о свойства сорбента (рис. 2).

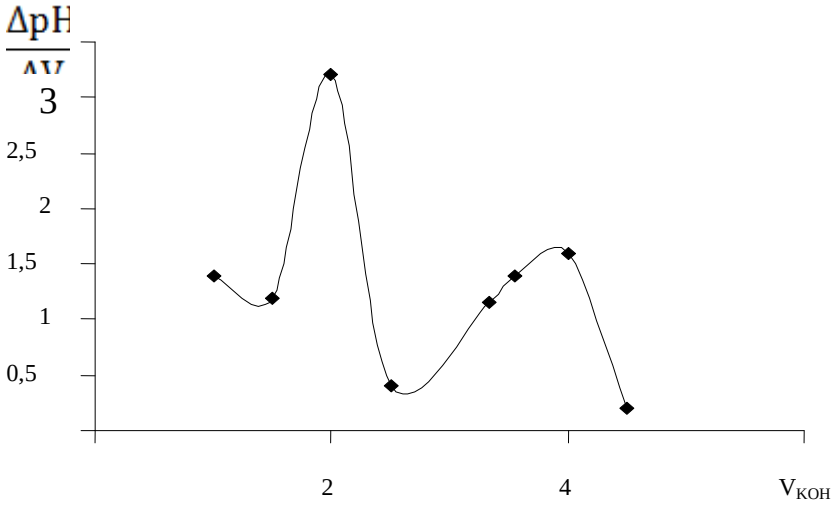


Рис.2. Дифференциальная кривая титрования сорбента

Из рисунка 2 видно, что дифференциальная кривая титрования характеризуется двумя точками перегиба. Значит, процесс ионизации полученного сорбента проходит в два этапа.

Влияние pH на процесс сорбции. Изучено влияние pH на предварительное концентрирование ионов Pd (II) в статических условиях на хелатообразующем сорбенте в диапазоне pH 1-8. Влияние pH приведено на рис. 3. Как видно из рисунка, количественное извлечение ионов металлов достигается в интервале pH 4-6. При малых значениях pH (1-4) жидкой фазы низкая степень извлечения может быть связана с протонизацей функциональных групп, находящихся в фазе сорбента, и малой степенью набухаемости полимера.

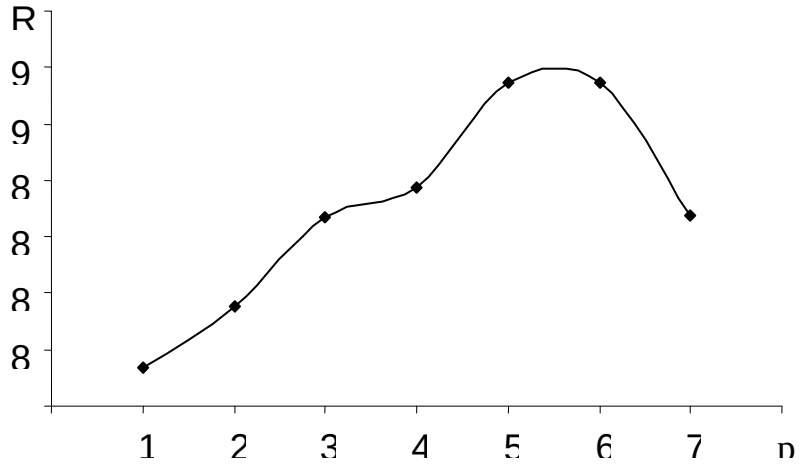


Рис. 3. Влияние pH на степень извлечения (R, %) ионов Pd(II) (концентрация Pd(II) 200 мг/л, объем раствора 20 мл, $m_{сорб.}$=100 мг)

При таких значениях pH ионы Pd (II) находятся в виде $[Pd(H_2O)_{4-n}(OH)_n]^{2-n}$ [14-15]. При увеличении pH жидкой фазы (pH 5-6) степень набухаемости таких полимерных сорбентов увеличивается. В водных растворах (pH>4) ионы палладия могут присутствовать в виде $Pd(OH)_2$ [14-15]. Для сорбционного выделения палладия рационально использовать кислую и слабокислую область, так как при pH>4 на данном сорбенте можно сорбировать цветные металлы, но ионы Pd(II) гидролизируются с образованием малорастворимых гидролизированных форм. Все дальнейшие исследования проводили при pH 4. При сорбции на поверхности сорбента возникает оранжево-коричневая окраска, характерная тио-группным комплексам палладия в растворе.

Влияние ионной силы. Известно [16], что ионная сила раствора существенно влияет на гибкость твердофазной матрицы и состояние функциональных групп аналитического реагента. Поэтому исследована зависимость аналитического сигнала от концентрации раствора KCl в диапазоне 0,1-1,2 М. Отмечено отрицательное влияние увеличения ионной силы раствора на свойства сорбента, что объясняется экранированием координационно-активных групп ионами электролита [14]. Все дальнейшие опыты проводили в растворах с ионной силой 0,8 М (KCl).

Влияние элюента. Для выбора подходящего элюента испытывали различные кислоты: $HClO_4$, H_2SO_4, HCl, HNO_3. Наибольшее влияние на степень десорбции палладия оказывает HCl. Для выбора подходящего элюента испытывали концентрации HCl 0,2-1,5 М (табл. 2).

В дальнейших экспериментах в качестве элюента использовали 5 мл 0,5 М HCl. После регенерации адсорбент не теряет свои сорбционные свойства и может быть вновь использован.

Таблица 2. Влияние концентрации и объема элюента на степень извлечения (R, %) определяемых ионов Pd(II) (n=3)

Концентрация и объем HCl	Pd(II) R%
0,2М 10мл 5мл	90 86
0,5М 10мл 5мл	98 99
1,0М 10мл 5мл	96 100
2,0М 10мл 5мл	96 96

Зависимость сорбционного процесса от времени. Была изучена зависимость сорбционного процесса от времени. Сорбционное равновесие достигается в течение 1-го часаконтакта раствора с сорбентом. При взаимодействии сорбента с жидкой фазой более одного часа степень адсорбции иона Pd (II) уменьшается. Увеличение процесса набухания сорбентов способствует выделению из сферы ионов Pd (II), поглощенных за счет диффузии. Дальнейшее увеличение времени сорбции не изменяет характеристики сорбента.

Анализ объекта. Методика была проверена на примере определения палладия (II)в стандартном образце МО-3 (магматическая горная порода) следующего состава, %: 15,75 CaO, 13,67 Al_2O_3, 8,48 Fe_2O_3, 9,05 FeO, 8,66 MgO, 0,72 Na_2O, 0,204 K_2O, 1,46 TiO_2, 2,15 P_2O_5, 0,222 MnO, 0,124 S, 0,072 F, 0,05г/т Pd, 0,008 г/т Pt ост.-SiO_2.Результаты, рассчитанные в предположении 100%-ного извлечения определяемых ионов, приведены в таблице 3.

Таблица 3.Результаты определения палладия (II) в стандартном образце (%) (объем пробы 100 мл; $m_{сорб.}$=100 мг; P=0,95; n=5)

Стандартный образец	Содержание палладия (II) по паспорту г/т	Найдено палладия (II), г/т
МО-3	0,05	0,047±0,001

ЛИТЕРАТУРА

1. Blok H., Morse R.D., Twaites B.L. Comparison of analysis techniques for gold // J. Geochem. Explor.– 1986. – V. 25.– № 1-2. – P. 243-244.

2. Hall G.E.M., Bonham C.G.F. Review of methods to determine gold, platinum and palladium in production oriented geochemical laboratories with application of a statistical procedure to test for bias // J. Geochem. Explor. – 1988. – V. 30. – № 3. – P. 255-289.

3. Аналитическая химия металлов платиновой группы / Сост. и ред. Ю.А. Золотов, Г.М. Варшал, В.М. Иванов. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 592 с.

4. Симанова С.А., Бурмистрова Н.М., Афонин В.М. Экстракционное концентрирование и спектрофотометрическое определение палладия с 4-(2-пиридилазо)-резорцином с водорастворимыми экстрагентами // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2006. – Т. L. – № 4. – С.19–25.

5. Алиева Р.А., Гамидов С.З., Чырагов Ф.М., Азизов А.А. Предварительное концентрирование кадмия и цинка на хелатообразующем сорбенте перед определением пламенным атомно-абсорбционным методом // Журн. аналит. Химии. – 2005. – Т. 60. – № 12. – С.1251-1254

6. Корреляции и прогнозирование аналитических свойств органических реагентов и хелатных сорбентов / Отв. ред. Н.Н.Басаргин, Э.И. Исаев. – М.: Наука, 1986. – 199 с.

7. АлиеваР.А., АбиловаУ.М., ЧыраговФ.М. // Тез.докл. V Региональной конф. молодых ученых: теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем (Крестовские чтения). – Иваново, 2010. – С. 46;

8. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. –М., Мир, 1965. – 214с.

9. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: Иностр. лит., 1963. – 590с.

10. Мясоедова Г.В., Саввин С.Б. Хелатообразующие сорбенты. – М.: Наука, 1984. – 173с.

11. Цизин Г.И., Золотов Ю.А. Проточные сорбционно-спектроскопические методы анализа // Журн. аналит. химии. – 2002. – Т. 57. – № 7. – С. 678.

12. Салдадзе К.М, Копылова-Валова В.Д.Комплексообразующие иониты. – М.: Химия, 1980. – 336 с.

13. Саввин С.Б., Дедкова В.П., Швоева О.П. Сорбционно–спектроскопические и тест–методы определения ионов металлов на твердой фазе ионообменных материалов // Успехи химии. – 2000. – Т. 69. – С.203

14. Набиванец Б.И., Калабина Л.В Состояние палладия (II) в перхлоратных растворах // Журнал неорган. Химии. – 1970. – Т. XV. – Вып.6.1595.

15. Алимарин И.П., Шленская В.И., Бирюков А.А., Ефременко О.А., Хвостова В. П. Состояние палладия (II), родия (IV), рутения (IV) в перхлоратных растворах // Журнал аналит. химии. – 1970. – Т. 25. – Вып. 10. – С. 1956–1977

16. Мельник Т.А. Дисс. …канд. хим. наук. – Воронеж: УГЛТУ, 2005. – С.90.

УДК 628.477(470.620)

ОПЫТ УТИЛИЗАЦИИ СВАЛОЧНОГО ФИЛЬТРАТА И БИОГАЗА НА АДЛЕРСКОМ ПОЛИГОНЕ ТБО

К.В.Ладыгин

генеральный директор ЗАО «Безопасные технологии», **Россия, г. Санкт-Петербург**

М.А. Стрыгин

ведущий специалист отдела развития, ООО «ОПКТБ «Экоинж», **Россия, г. Санкт-Петербург**

В.П. Суетинов

кандидат технических наук, доктор науки и техники, доцент, директор ООО «ОПКТБ «Экоинж», **Россия, г. Санкт-Петербург**

Приводится пример рекультивации полигона ТБО, проект которой позволяет снизить или полностью исключить вредные воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: полигон ТБО, фильтрат, биогаз, рекультивация.

EXPERIENCE UTILIZATION LANDFILL LEACHATE AND BIOGAS ADLER ON SOLID WASTE LANDFILL

Ladygin KV Strygin MA, Suetinov VP

Examples of recultivation solid waste landfill whose project can help reduce or eliminate the harmful effects on the environment are presented.

Keywords: landfill, filtrate, biogas, recultivation..

Проблема экологичной утилизации твердых бытовых отходов на сегодняшний день является особенно актуальной и требует незамедлительного решения. Существуют различные способы утилизации отходов, но с учетом отсутствия системы раздельного сбора и рынка вторичного сырья, а также с учетом сравнительно невысоких капитальных и эксплуатационных затрат полигоны будут оставаться самым распространенным методом утилизации ТБО в ближайшие 15-20 лет. Захоронение на полигонах, кроме того, остается необходимым методом утилизации для отходов, не поддающихся вторичной переработке, несгорающих отходов или сгорающих с выделением токсичных веществ.

В то же время полигоны складирования ТБО являются объектами потенциального высокого экологического риска загрязнения окружающей природной среды. Основным фактором, определяющим негативное воздействие полигонов захоронения ТБО на окружающую среду, является свалочный фильтрат, выделяющейся из тела полигона в процессе складирования, уплотнения, разложения отходов и фильтрации атмосферных осадков сквозь свалочное тело. В силу отсутствия в России раздельного сбора отходов и реальном несоблюдении даже имеющихся нормативных требований по сбору опасных отходов на практике на полигонах ТБО оказывается множество опасных и чрезвычайно токсичных веществ, таких как: ртуть из градусников и люминесцентных ламп, кадмий из батареек, свинец из аккумуляторов, канцерогенные вещества из банок с остатками красок или растворителей, просроченные лекарства и т.д. Все это попадает в свалочный фильтрат, который чрезвычайно ядовит, содержит в итоге токсичные вещества, соли тяжелых металлов, канцерогены и болезнетворную микрофлору.

Вторым фактором негативного воздействия является выделение свалочным телом больших объемов биогаза, который при аккумулировании внутри массы отходов является потенциальной причиной возгораний и взрывов, а при извлечении из массы отходов – источником поступления метана в атмосферу.

Таким образом, при проектировании, строительстве и рекультивации полигонов отходов должны быть использованы наиболее современные, эффективные и экологичные методы обращения с биогазом и свалочным фильтратом, что особенно необходимо с учетом длительных сроков эксплуатации данных объектов и проблематичности внесения технологических изменений после начала эксплуатации объектов.

Показательным с точки зрения обращения с биогазом и свалочным фильтратом является пример рекультивации полигона ТБО в Адлерском районе г. Сочи.

После реализации проекта удалось добиться стопроцентного извлечения фильтрата из тела свалки, а также его очистки на специализированных очистных сооружениях с получением воды, качество которой позволяет ее вторичное применение в технологических целях (или, в случае избытка, сбрасывать в водоемы рыбохозяйственного водопользования). Также была спроектирована и установлена система сбора биогаза и дальнейшего его термического обезвреживания с разложением на безопасные углекислый газ и воду. Данный комплекс обеспечивает полностью контролируемый процесс сжигания и возможность рекуперации тепловой энергии в виде производства пара, горячей воды или электроэнергии, а также предотвращает распространение пахучих веществ и неконтролируемый выброс метана в атмосферу.

Секция 5
Оценка состояния биологических систем в агропромышленном комплексе

УДК 378.147:574 (470.630)

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ (АУТЕНТИФИКАЦИЯ) ЭЛИТНЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А.М. Трошков
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь,** troshkov1954@mail.ru

М.А. Трошков
кандидат технических наук, доцент, Голицинский пограничный институт ФСБ России (ГПИ ФСБ РФ), **Россия, г. Одинцово**

А.В. Кондрашов
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь**, kondalex77@mail.ru

Д.В. Горденко
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь**, dimongord@mail.ru

Предлагается биометрическая система аутентификации животных племенного разведения в агропромышленном комплексе на основе математической модели по разработанным биометрическим параметрам.

Ключевые слова: аутентификация (идентификация), биометрические технологии, информационный ресурс, аграрный комплекс, сельскохозяйственный сектор.

BIOMETRICIDENTIFICATION (AUTHENTICATION) ELITE CATTLE

Troshkov A.M., Troshkov M.A., Kondrashov A.V., Gordenko D.V.

The biometric system of authentification of animals of breeding cultivation in agriculture, mathematical model of biometric parameters on which basis the block diagram of the device of authentification under the developed biometric characteristics of animals is presented is offered.

Key terms: autentification (identification), biometric technologies, informational resources, agricultural complex, agricultural sector.

В связи вступлением Российской Федерации в ВТО Европейский союз вправе требовать электронной идентификации сельскохозяйственных животных. Анализ системы идентификации животных в Национальной Ассоциации Скотопромышленников (НАС) показал, что для идентификации животных используется “Универсальных Идентификатор” (УИ), который формируется по следующему алгоритму с определенным содержанием (рисунок 1).

НАС предлагает универсальный идентификатор животного присваивать и закреплять с помощью мечения КРС, которое заключается в прикреплении к уху животного бирок с электронным чипом постоянного ношения, сконструированным таким способом, что исключается снятие бирки без ее повреждения. Особое внимание уделяется паспорту животного, который представлен на рисунке 2.

Идентификатор животного / Последовательность номеров животного

⇩

- определение страны происхождения животного
- биологический вид животного
- № животного
- паспорт животного
- электронная метка животного

Рисунок 1 – Универсальный идентификатор животного

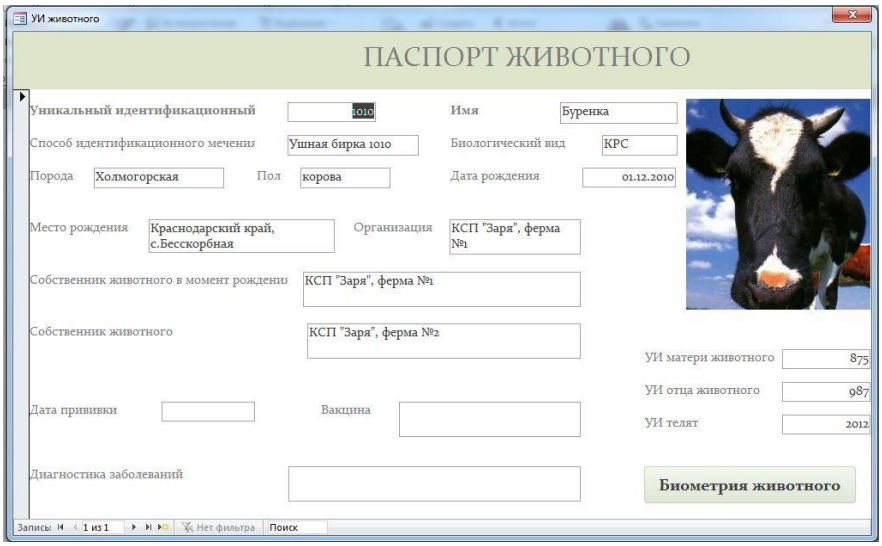


Рисунок 2 – Паспорт животного

НАС в паспорте животного делает следующие идентификационные отметки (рисунок 3)

Анализ идентификационных отметок показал возможность добавления некоторых параметров, которые повышают эффективность идентификации и к которым можно отнести биометрические характеристики и код шифрования животного (рисунок 3 – штрихпунктирная линия).

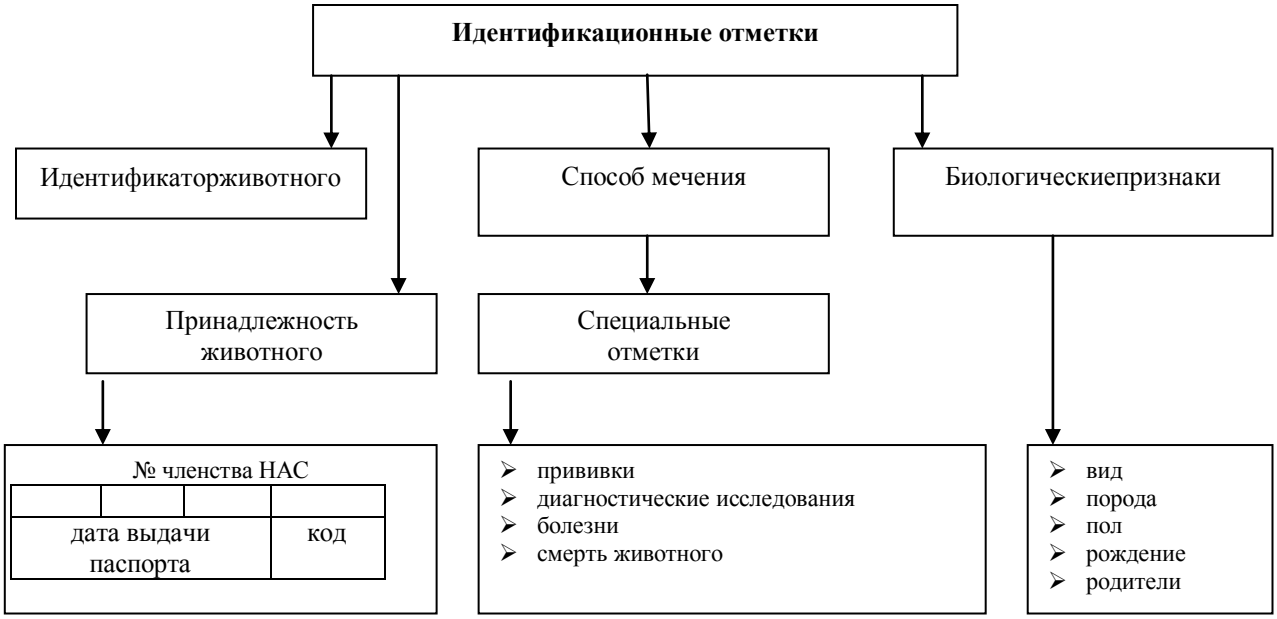
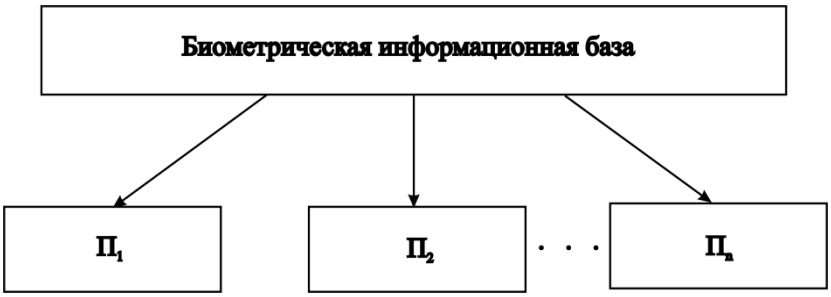


Рисунок 3 – Идентификационные отметки паспорта

Биометрические характеристики можно свести в биометрический паспорт.



Поскольку область животноводческой биометрии практически не изучена, то на основании исследований, проведенных в Ставропольском ГАУ и Ставропольской ГМА, выбраны биометрические характеристики, представленные на рисунке 4.Исходя из этого сформирована группа параметров биометрических характеристик животных, основными из которых являются: $h, S, M, j, k \in y_j$.

Для успешной математической обработки биометрических параметров животных необходимо создать информационную базу. Биометрическая информационная база декомпозируется на пакеты $П_1$– $П_n$.

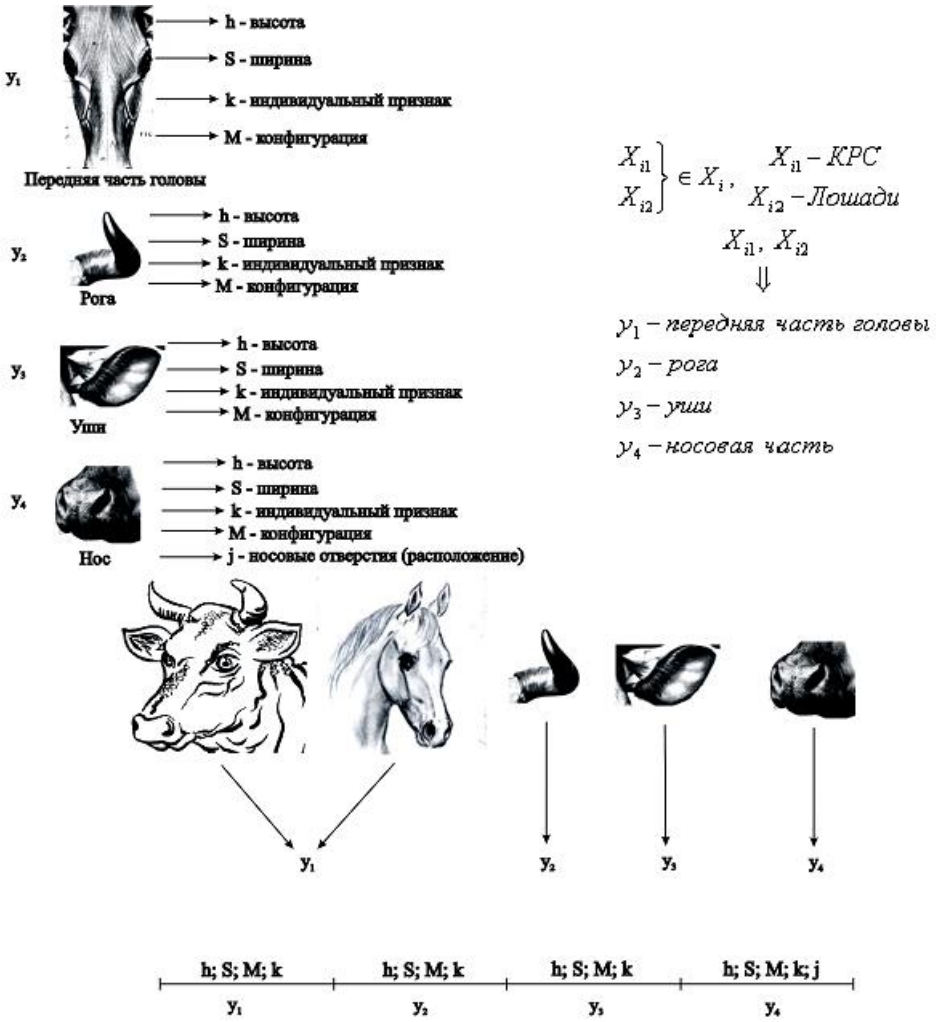
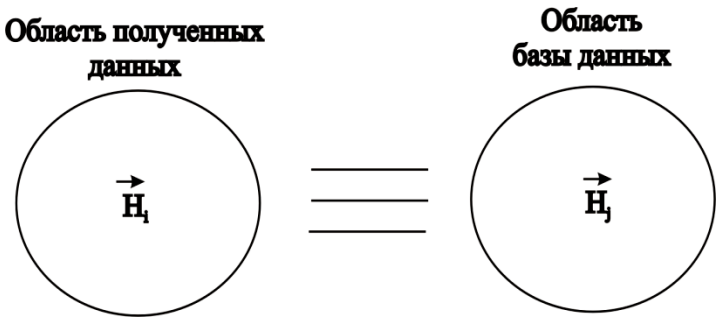


Рисунок 4 – Выбор биометрических характеристик животных

Поскольку ранее была выбрана многофакторная модель биометрии, то заполнение пакетов может быть комбинированным. Предлагается пакет $П_1$ заполнять следующими данными:

1. Рождение, место, племенной признак.
2. Селекция.
3. Вес, рост и т.д.
4. Основные продуктивные показатели.
5. Достижения.

Пакеты $П_2$– $П_n$ заполнять биометрической информацией y_1, y_2, y_3, y_4, поскольку биометрические характеристики динамичны и основаны на анализе индивидуальных особенностей животных, которые выражены биометрическими признаками. В реализации математической модели решение задачи аутентификации основано на сравнении векторов $\overrightarrow{H^+}$ - свой и $\overleftarrow{H^-}$ - чужой. В математической модели конечное решение основано на сравнении полученных векторов $\overrightarrow{H}$ с векторами, которые заложены в базу данных как биометрические данные выделенного животного.



Векторы H_i и H_j рассматриваются, как значения N-мерной случайной величины, которые в животноводстве будут иметь статистическую изменчивость, а отсюда характеризоваться плотностью $p(V)$, но поскольку применяются в математической модели векторы H^+ и H^-, то биометрические признаки характеристик будут оцениваться плотностями $p(H^+)$ и $p(H^-)$. В биометрической системе идентификации/аутентификации применяется двухэтапная процедура, которая может использоваться в животноводстве. На первом этапе – претендент на аутентификацию предъявляет свой символьный идентификатор, который заполняет пакет $П_1$, находится на ошейнике животного и инициирует отыскание биометрических параметров животного в базе данных. На втором этапе – предъявляются биометрические характеристики $\overline{H_i}$, а устройство сравнения производит сравнение с $\overline{H_j}$ и выносит «предложение» о принятии решения. Исходя из математической модели проектируется устройство биометрической аутентификации животного (рисунок 5).

Таким образом, биометрические характеристики позволяют защитить информационную часть паспорта животного. Анализ способов мечения животного, консультации со специалистами по защите и съему информации показывают, что возможность замены бирки, занесение электронной информации на чип используют новые информационные технологии. Вступление в ВТО при отсутствии сопряженных электронных сертификатов и стандартов позволяет вносить ложные данные и выдавать их за действительные на основании чего предлагается защитить информацию биометрией в коде.

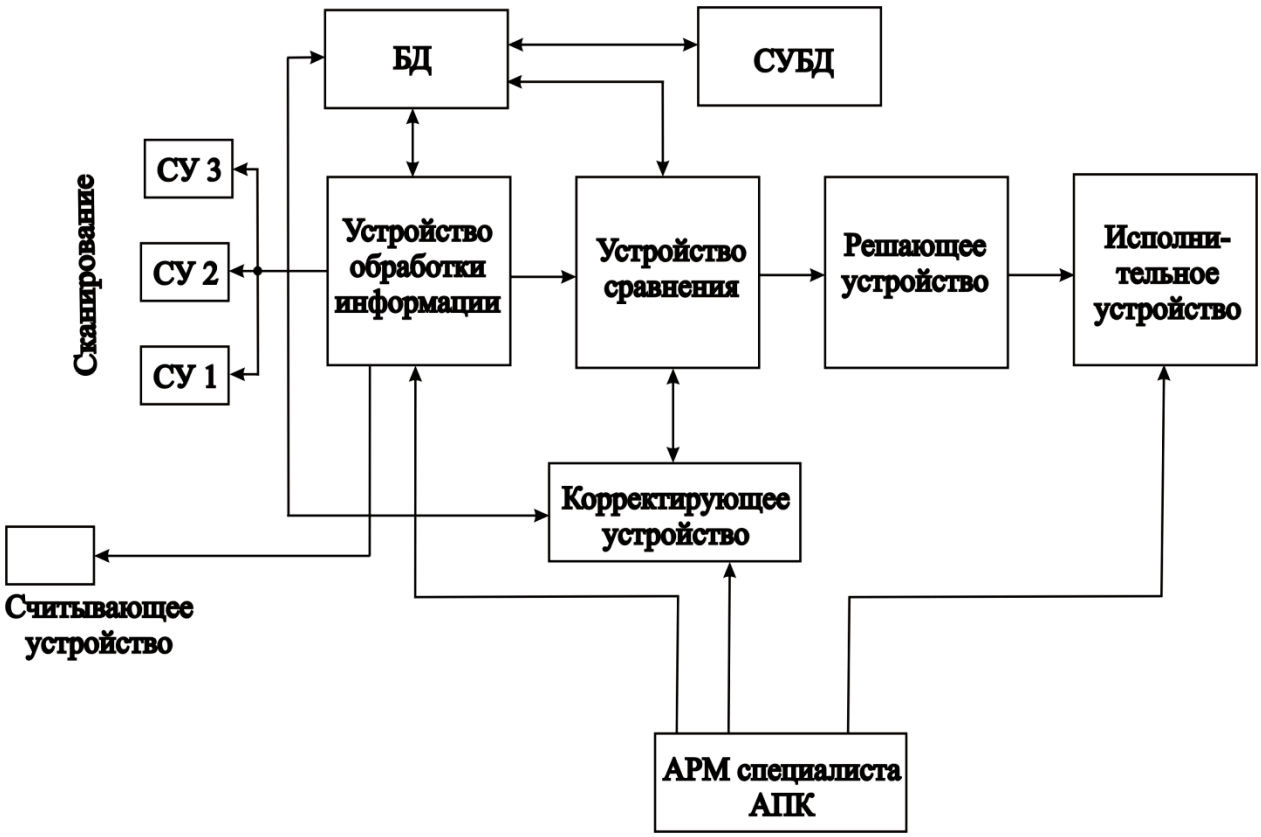


Рисунок 5 – Устройство биометрической аутентификации животного

ЛИТЕРАТУРА

1. Трошков А.М., Трошков М.А. Многофакторные биометрические характеристики – база создания ключей для несимметричной системы шифрования информационных ресурсов сервисных технологий // «Актуальные вопросы социальной теории и практики»: Сб. научных трудов. – Ставрополь: НОУ ВПО СКСИ, 2011. – С. 327-330.

2. Трошков А.М., Трошков М.А. Идентификация личности с использованием биометрических параметров ротовой полости человека и их информационная защита. // Механика и процессы управления: Тр. XXXVII Уральского семинара, посвященного 150-летию К.Э. Циолковского, 100-летию С.П. Королева и 60-летию Государственного ракетного центра. – Екатеринбург, Ур. ОРАН, 2007. – 400 с.

3. Червяков Н.И., Головко А.Н., Кондрашов А.В. Новый метод и алгоритм выполнения базовых операций в эллиптических кривых, используемых в системах криптографической защиты информации // Инфокоммуникационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 23-28.

4. Трошков А.М., Трошков М.А., Кондрашов А.В., Горденко Д.В. Эшелонированная биометрическая защита // Исследование в области естественных наук. – Ноябрь, 2012. [Электронный ресурс]. URL: http: // science. snauka.ru / 2012/11/3019.

УДК: 636.39:636.085:591.43

ПОВЫШЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ СОЛОМЫ ПУТЕМ ОБРАБОТКИ ЩЕЛОЧЬЮ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ У КОЗ

С.А. Хайдаров
стажер–исследователь, магистр, Самаркандский государственный университет имени Алишера Навои, **Республика Узбекистан, г. Самарканд**
З.Т. Ражамурадов
доктор биологических наук, профессор кафедры "Физиология, генетика и биохимия", Самаркандский государственный университет имени Алишера Навои, **Республика Узбекистан, г. Самарканд**

Приведены результаты изучения влияния грубых кормов после их предварительной обработки аммиачной водой на микробиологию и биохимию рубцового пищеварения у коз

Ключевые слова: солома, грубые корма, питательная ценность, новая технология приготовления кормов, кормовая база, синтетические азотосодержащие вещества, аммиачная вода, рубцовая микрофлора, содержимое рубца, общий и белковый азот, козы

INCREASE OF NUTRITIONAL VALUE OF STRAW, BY PROCESSING BY ALKALI, AND ITS INFLUENCE ON CICATRICIAL DIGESTION AT GOATS

Hajdarov S.A., Razhamuradov Z.T.

The results of studying the influence of forage after pre-treatment with ammonia water on the microbiology and biochemistry of rumen digestion in goats are presented.

Keywords: straw, forage, nutritional value, new technology of fodder, forage base, synthetic nitrogen-containing substances, ammonia water, microflora, contents of scar, total nitrogen and protein, goats

В настоящее время усилия ученых многих стран мира направлены на повышение питательности кормов с тем, чтобы увеличить производство продуктов животноводства. В связи с переводом животноводства в ведение фермерских хозяйств эта отрасль народного хозяйства вступила в качественно новую стадию развития, которая характеризуется широким внедрением новых технологий и передового опыта в производство.

Новые технологии производства продуктов животноводства предусматривают создание стабильной кормовой базы, обеспечивающей равномерное поступление однородных по физически-биологическим и механическим свойствам кормов, сбалансированных по всем необходимым питательным веществам для организма животных.

Создание устойчивой кормовой базы обеспечивается дальнейшим развитием и улучшением естественных кормовых угодий, повышением питательной ценности компонентов рациона и совершенствованием технологии приготовления и скармливания кормов. Не менее важным источником кормов являются отходы полеводства (солома, гузапая, гузапучак и т.д.). Однако, по данным З.М. Мороз (1979), солома характеризуется особо прочным строением клеток. Содержание зольных элементов в соломе колеблется от 4 до 12%, в их составе преобладает окись кремния, основные же макроэлементы (Ca, P, Na и др.) содержатся в небольших количествах. Витамины в соломе практически отсутствуют. У нас в Узбекистане химическая природа соломы до сих пор слабо изучена.

В последние годы почти во всех районах Узбекистана солома и другие отходы полеводства стали основным источником грубого корма. Интерес к использованию соломы

в кормлении сельскохозяйственных животных значительно вырос. Это связано с тем, что в последние годы в структуре зимнего рациона резко уменьшилась доля используемых в кормления животных концентрированных кормов, а также с техническим прогрессом в кормопроизводстве, достижениями науки и практики.

По литературным данным в странах дальнего и ближнего зарубежья широко применяется метод кальцинирования соломы, разработанный П.А. Кормщиковым (1968), и обработка соломы аммиачной водой по С.Я. Зафрену (1972). Излагая механизм действия щелочей на солому, К.М. Солнцев и В.И Беленчук (1978) пишут, что щелочная обработка соломы оказывает двоякое действие: с одной стороны ослабляется лигнино-углеводный комплекс, при этом размягчаются клеточные оболочки и улучшается доступность целлюлозы для бактерий; с другой стороны, имеет место подщелачивание рубцового содержимого, что позволяет поддерживать в рубце жвачных слабощелочную среду, которая активирует жизнедеятельность микрофлоры, расщепляющей клетчатку.

Большое практическое значение имеет предложенный С.Я. Зафреном (1972) метод обработки соломы аммиаком. Автор отмечает, что при взаимодействии аммиака с водой образуется гидрат окиси аммония, окторый с уксусной кислотой образует уксуснокислый аммоний, способный восполнить недостаток до 25-30% протеина в рационе жвачных животных.

Приведенный короткий обзор литературы указывает на то, что соответствующая обработка отходов зерновых культур (соломы) может превратить её в удовлетворительный по питательной ценности и хорошо поедаемый углеводистый корм.

Цель и задачи. Исходя из вышеизложенного, перед нами ставилась цель изучить влияние скармливания обработанной аммиачной водой соломы на микробиологические и биохимические процессы рубцового пищеварения у коз.

Для достижения поставленные цели намечались следующее конкретные задачи:

- определить химический состав соломы до и после обработки щелочью;
- определить количество микроорганизмов в рубце и выявить биохимические изменения в его содержимом.

Методы и материал исследования. Доза внесения аммиачной воды на 100 кг сухой измельченной соломы - 12 литров, с выдержкой от 3 до 5 суток при комнатной температуре (20-22^{0}С). Химический состав натуральной и обработанной аммиачной водой соломы определяли по общепринятой методике, по результатам зоотехнических анализов (Лебедев Л.Т., Усович А.Г., 1976).

Количество микроорганизмов в содержимом рубца определяли по методу Н.В. Курилова и Н.А. Севастьяновой (1978) и В.И.Георгиевского (1991). Биохимические показатели содержимого рубца определяли по методу, предложенному ВНИФБиП (Н.В. Курилов, Н.А. Севастьянова, Коршунов и др., 1978), рН определяли на потенциометре ЛПУ–01, общее количества ЛЖК – в аппарате Маркгамма.

Результаты опытов и их обсуждение. При разработке и совершенствовании технологий в приготовлении кормов мы руководствовались соответствующими биологическими требованиями животных. Поэтому тщательное изучение влияния на организм животного новых качественных состояний кормовых средств является необходимым условием для внедрения в производство новой технологии.

Нами изучалось влияние щелочных реагентов на химический состав соломы. В качестве исследуемого объекта служила пшеничная солома влажностью 11,01%, а щелочным реагентом была аммиачная вода. К 100 кг соломы добавляли 12 литров щелочи и её выдерживали 3, 5 и 7 суток при комнатной температуре. Наиболее оптимальной продолжительностью, на наш взгляд, были 5 и 7 суток выдержки. Обработанная аммиачной водой солома имела светло–желтый цвет и была грубоватая на ощупь. При обработке соломы аммиачной водой в зависимости от выдержки содержание протеина увеличивалось до 7,3–7,7%, против 4,7% в необработанной соломе, количество клетчатки уменьшалось до 35-37% против 39,6%.

Потребление и переваримость питательных веществ рационов с соломой изучали в физиологическом опыте на двух группах коз в возрасте 2,4–2,5 года по 3 головы в каждой, подобранных по методу аналогов (А.И. Овсянников, 1986; Викторов, Менькин, 2001). Рационы подопытных животных состояли из грубых кормов (пшеничная солома) и хотя соответствовали детализированным нормам кормления коз, но не были сбалансированы по основным питательным веществам (по протеину, обменной энергии и др.) и соответствовали рационам в хозяйствах, где используется в основном одностороннее кормление.

В расчете на сухое вещество рацион коз контрольной группы состоял только из одной натуральной соломы, а в опытной группе солома была измельчена и обработана аммиачной водой. Животные контрольной группы потребляли с кормами меньше питательных веществ, главным образом за счет низкой поедаемости соломы. Потребление сухого вещества рациона козами опытной группы по сравнению с контрольной увеличилось на 82% .

По данным некоторых авторов, потребление корма жвачными животными зависит и от скорости пищеварения в рубце (Алиев А.А., Георгиевский В.И., 1991). Если корм измельчен, он быстрее проходит через рубец, поедается в большем количестве, но переваримость его снижается (Цюпко В.В. и др.).

Сокращение продолжительности пребывания корма в рубце снижает переваримость питательных веществ и в первую очередь клетчатки. Но механическая и химическая обработка увеличивает поверхность корма, бактерии рубца имеют больший доступ к его частицам, и этим обеспечивается их достаточно высокая переваримость.

Таблица 1. Изменение количества потребляемого корма после химической обработки

Показатели	Группы		По сравнению с контрольной группой
	Контрольная	Опытная	
Потреблено корма:	0,76±0,49	2,37±0,17	Больше 3 раза
В нем содержится:			
Сухое вещество, кг	0,46±0,04	1,31±0,07	Больше 2,5 раза
Обмен энергии, мДж	2,83±0.98	7,56±1,23	2.5 раза
Кормовые единицы	0,17±0,04	0,43±0,06	2,5 раза
Переваренный протеин, г	13,8±0.3	51,3±0.2	3,5 раза
Органическое вещество	185,75±9,21	479,45±11,09	2,5 раза

Наряду с опытом по изучению процессов пищеварения в рубце определены количество потребленных и перевариваемых питательных веществ в корме. Как видно из данных таблицы 1, после химической обработки количество потребляемых кормов увеличилось в 3 раза по сравнению с контрольной группой. В соответствие с этим количество сухого вещества, обменная энергия, содержание протеина и органического вещества также увеличились соответственно от 2,5 до 3,5 раз.

В таблице приведены данные биохимических процессов, протекающих в рубце коз при питании химически обработанной и необработанной соломой. Как видно из данных таблицы потребление козами обработанных аммиачной водой кормов практически не изменяет кислотность содержимого рубца, однако приводит к изменению количества микроорганизмов содержимого рубца у коз опытной группы.

По нашему мнению, этому способствовало увеличение количества общего азота и аммиака в содержимом рубца опытных коз на 23,5 и 9,55% по сравнению с контрольной группой, Аналогичные увеличения наблюдаются по содержанию белкового азота и ЛЖК – соответственно на 9,59 и 26,25%.

Полученные данные показывают, что у коз опытной группы кислотность содержимого рубца в определенной степени изменилась в щелочную сторону. Эти изменения, на наш взгляд, положительно влияет на повышение количества микроорганизмов в жидкой

части содержимого рубца – на 125,96 %, против 100 % в контрольной группе. Аналогичные данные были получены по содержанию общего, белкового азота, а также по концентрации аммиака и ЛЖК.

Таблица 2. Изменение биохимических показателей содержимого рубца у опытных коз

Показатели	Группы		В процентах к контрольной группе
	Контрольная	Опытная	
pH	6,57	6,89	4,87
Общее количество микро-организмов в содержимом рубца, тыс./мл	2484±11,9	3129±13,6	25,96
Общий азот, мг%	146.7±6,1	181,29±2,8	23,5
Белковый азот, мг%	108,4±4,6	118,8±6,4	9,59
Аммиак, мг%	13,6±0,9	14,9±1,1	9,55
ЛЖК, г/экв/л	6,3±0,4	7,95±0,3	26,2

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что рацион коз из малопитательных грубых кормов при их химической обработке в целях повышения питательной ценности в определенной степени влияет на потребление кормов, улучшает микробиологические и биохимические процессы, происходящие в сложном желудке животных.

Выводы. 1.Одностороннее кормление коз грубыми кормами приводит к снижению количества потребляемого кормового рациона, ухудшает протекание процессов рубцового пищеварения с повышением активной кислотности содержимого и снижением количества микроорганизмов в рубце

2. Скармливание козам химически обработанных кормов в определенной степени положительно влияет на потреблении кормового рациона, улучшает микробиологические и биохимические процессы, происходящие в сложном желудке у коз.

ЛИТЕРАТУРА

Алиев А.А. Оперативный исследования в животноводстве. – Л.: Наука,1978.– 452с.

Викторов П.И., Менькин В.И. Методика и организация зоотехнических опытов.. М.: Агропромиздат, 1991. – С. 38-65.

Волгин В.И, Жебровский Л.С. Изучение состава крови, молока и кормов методические указания. – Л: УПП ЛВЦ ВОГ, 1974. –173 с.

Георгиевский В.И. Физиология с.-х. животных. – М.: Колос, 1991.

Зафрен С.Я. Как повысить питательную ценность соломы. - М.:Колос, 1982. –102с.

Калашников А.П., Клейменов Н.И. и др. Нормы и рационы кормления с.-х. животных –М.: Агропромиздат,1985. – 352 с.

Кондрахин И.П., Курилов Н.В., Малахов А.Г. и др. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии Справочное издание. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 51-257

Кормщиков П.А.Теория и практика преобразования соломы в ценный корм. – Челябинск: Южно-Урал. кн. изд., 1968. – 252 с.

Курилов Н.В., Короткова Е.Н. Физиология и биохимия пищеварения у жвачных животных. – М.: Колос,1972. – 396 с.

Меркурьева Е.К. Шангин-Березовский Г.В. Генетика с основами биометрии.– М.: Колос. – 1983. – 400 с.

Мороз З.М. Сбалансированное кормление молочных коров. – Л., 1978. –102 с.

Овсянников Н.И. Опытное дело в животноводстве.- М.: Колос, 1976. – С. 28-48.

Раецкая Ю.И.. Методические рекомендации по химическим и биохимическим исследованиям продуктов животноводства и кормов / ВИЖ. – Дубровицы, 1981. – 167 с.

Солнцев К.М., Беленчук В.И. Обработка соломы щелочью. – Химия в сельском хозяйстве. –1979. – № 11.– С. 11-14.

Цюпко В.В. Физиологические основы питания молочного скота. – Киев: Урожай, 1984. – 152 с.

УДК 378.147:574 (470.630)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЯЕМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕСНОСТИ (КОРРЕЛЯЦИИ) БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ СИНТЕЗЕ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ

А.М. Трошков
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики, Ставропольский государственный аграрный университет, **Россия, г. Ставрополь**, troshkov1954@mail.ru

А.В. Кондрашов
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, Ставропольский государственный аграрный университет, **Россия, г. Ставрополь,** kondalex77@mail.ru

Д.В. Горденко
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, Ставропольский государственный аграрный университет. **Россия, г. Ставрополь,** dimongord@mail.ru

Резюме: в данной работе рассмотрен анализ технологических аспектов применения биометрических характеристик человека и оценка возможности их применения с использованием коэффициента Фехнера.

Ключевые слова: биометрические характеристики человека, аутентификация.

INVESTIGATION OF APPLICABILITY OF INDICATOR CORRELATION OF BIOMETRICAL PARAMETERS AT SYNTHESIS BIOMETRIC SYSTEM FOR CONTROL INFORMATION RESOURCES

Troshkov A.M., Kondrashov A.V., Gordenko D.V.

Summary: in given work is considered analysis technological aspect using the biometrics and estimation of their possibility of the using by factor Fehnera.

Keywords: biometrics of the person, authentification.

Биометрические характеристики человека в XXI веке становятся неотъемлемой частью глобального рынка интеллектуальных и телекоммуникационных сетей. Широко входят в систему учета биометрические паспорта, в систему учета и контроля – биометрический учет времени, биометрический контроль доступа, в систему защиты – биометрическая аутентификация (идентификация), в систему криминалистики – биометрическая доказательная база [4] .

Анализ технологических аспектов применения биометрических характеристик (данных), несмотря на определенную критику, показывает очевидность преимущества биометрических систем [3]:

- избавление от кодов и паролей, которые имеют большое количество потерь (до 30%);
- сокращение временного показателя администратора информационной системы по отысканию электронных ключей;
- значительное повышение защитных свойств информационной системы;
- практически невозможное использование третьими лицами;
- доступность применения в любом возрасте, отсутствие языковых барьеров;

- фиксирование биометрического портрета злоумышленника;
- высокая доказательность доступа к информационным ресурсам.

Однако есть и ряд недостатков, которыми не следует пренебрегать:

- вероятность ложного пропуска (FAR);
- вероятность ложного отказа (FRR);
- большое время идентификации (аутентификации);
- сложность и индивидуальность технических средств.

Перечисленные недостатки ведут к снижению безопасности, уменьшению удобства пользования системой, дискретизации системы, снижению эффективности функционирования биометрической системы.

Предлагаемая модель функционирования биометрической системы представлена на рисунке [3].

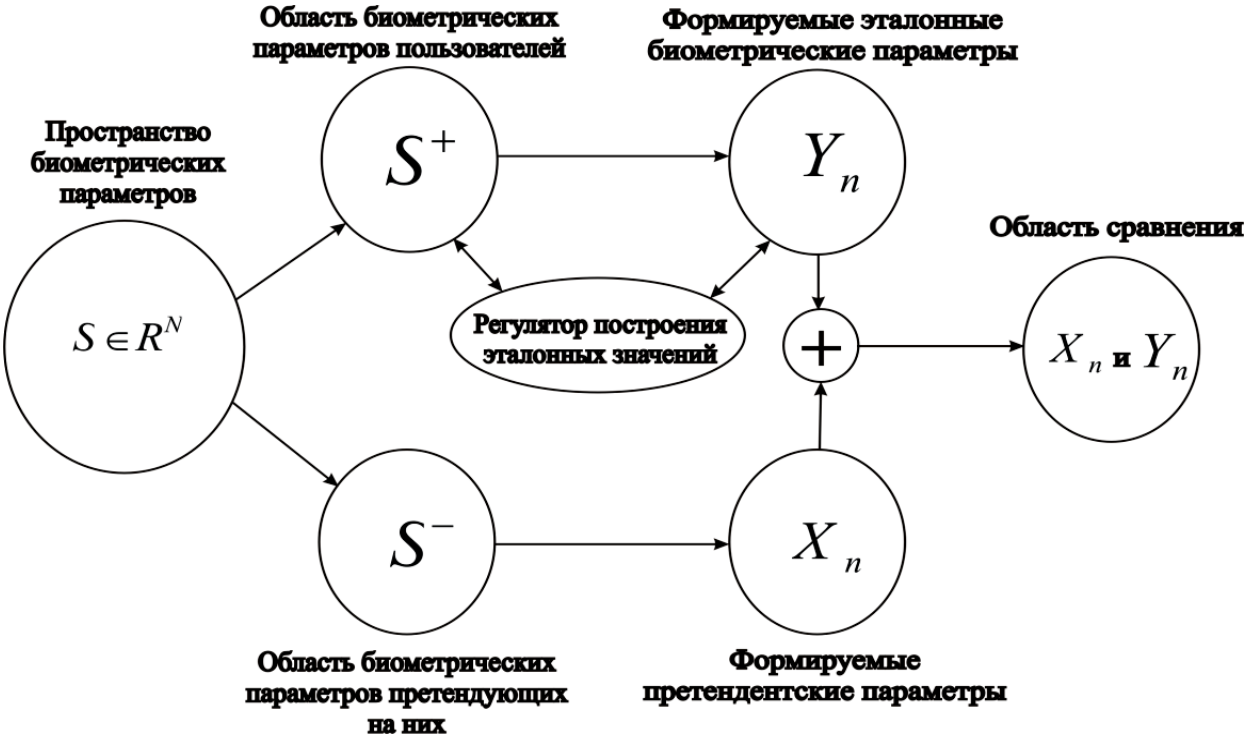


Рисунок - Модель функционирования биометрической системы

Анализ модели показывает, что формируемые эталонные биометрические параметры, формируемые претендентские параметры и функционирование области их сравнения требуют доказательства их тесности (корреляции). В связи с тем, что исследуемые явления имеют корреляционные связи и ограниченный выбор индивидуальных параметров, показатель степени связи между эталонными и заявленными параметрическими показателями должен удовлетворять следующим основным требованиям [3]:

1. Величина показателя степени связи между ними стремится к 0, если связь между изучаемыми явлениями отсутствует.

2. При наличии между биометрическими явлениями функциональной связи показатель степени стремится к 1.

3. При наличии корреляционной связи показатель степени их связности, есть правильная дробь, причем если абсолютная величина больше, тем показатель корреляции между параметрическими показателями лучше.

С учетом этих требований лучшей характеристикой степени связности для оценки статистических исследований применения биометрической системы является коэффициент Фехнера ($К_ф$) (немецкий статистик Г.Фехнер). $К_ф$ рассчитывается как частное деление разности между количеством совпадений и количеством несовпадений отклонений индивидуальных биометрических величин на общую сумму количества этих отклонений [1, 2]:

$$K_{ф} = \frac{n_{а} - n_{в}}{n_{а} + n_{в}}, \qquad (1)$$

где $n_а$ – количество совпадений биометрических параметров; $n_в$ – количество несовпадений заявленных биометрических параметров.

Вычислим коэффициент Фехнера ($К_ф$) по полученным данным проведенных исследований. Коэффициент $К_ф$составляет:

1) $К_{фкров.сосуды}$= + 0,5; 2.

2) $К_{фстоматологич.\ матрица}$ = + 0,75;

3) $К_{ф\ ногтевая\ пластина}$ = +0,75;

Средняя величина: $К_{ф\text{-}ср}$= + 0,58.

Полученная средняя величина $К_{ф\text{-}ср}$= + 0,58 свидетельствует (> 0,5) о том, что по статистическим исследованиям наблюдается выраженная согласованность, указывающая на то, что на между упомянутыми выше признаками существует прямая корреляционная связь. Это позволяет сделать вывод о правильности решения научной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чупров А.А. Основные проблемы теории корреляции. – М., 2006. – 12 с.

2. Виноградова Н.М. Общая теория статистики. – М.: Статистика, 1968. – 383 с.

3.Трошков А.М., Трошков М.А. Мульти-многофакторные биометрическиехарактеристики аутентификации личности и система их защиты // V- международная научно-техническая конференция.г. Ставрополь: Сев.Кав.ГТУ (Кисловодск, 2-6 мая 2012 г.)

4. Трошков А.М., Трошков М.А., Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012617031 «Информационная система аутентификации личности по биометрическим характеристикам». Заявка № 2012614575. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 6 августа 2012.

УДК 681.324

ЖИВУЧЕСТЬ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ – БЕЗОПАСНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ АПК

А.М. Трошков
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь**, troshkov1954@mail.ru

М.А. Трошков
кандидат технических наук, доцентГолицинский пограничный институт ФСБ России (ГПИ ФСБ РФ), **Россия, г. Одинцово**

А.В. Кондрашов
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь,** kondalex77@mail.ru

Д.В. Горденко
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь,** dimongord@mail.ru

По разработанным требованиям предлагается производить оценку функционирования системы, конструирования, живучести.

Ключевые слова: аутентификация (идентификация), биометрические технологии, информационный ресурс.

VITALITY BIOMETRIC SYSTEMS - SECURITY OF THE CONTROL ACCESS TO INFORMATION RESOURCES APK

Troshkov A.M., Troshkov M.A., Kondrashov A.V., Gordenko D.V.

The proposed requirements designed to assess the functioning of the system design, survivability.

Key terms: authentication (identification), biometrics, information resource.

В условиях вхождения России в ВТО, глобализации общества информационные ресурсы становятся важным компонентом в системе управления различных уровней. Постоянно растет зависимость общества и ее элементов от эффективности использования и применения информационных ресурсов. Они входят в общество наравне с традиционными углеродными, энергетическими и другими ресурсами. Информационные ресурсы АПК устанавливаются как самообразующая система и требуют устойчивого и стабильного существования общества. В целом информационные ресурсы – это сложный, динамично развивающийся «организм», требующий устойчивого функционирования, а также защиты от воздействия внешней среды и внутренних противоречий. Такая задача очень сложна и не может решаться путем простого упрощения показателей надежности, отказоустойчивости или безопасности. Необходим новый подход на основе совместного внедрения биометрических параметров. Внедрение биометрии для управления допуском к информационным ресурсам – совсем новое перспективное направление. Обеспечение живучести всей биометрической инфраструктуры в целом – сложная проблема, решение которой требует матери-

альных и интеллектуальных затрат. Повышение живучести функционирования биометрической системы АПК в целом позволит произвести сдерживание и блокирование средств, методов, способов неблагоприятного и несанкционированного воздействия, свести к минимуму уничтожение, копирование, тиражирование, внесение ложной информации в информационные ресурсы и их потоки, циркулирующие в различных видовых системах.

Проблемы применения биометрических технологий, их безопасность решаются на следующих уровнях.

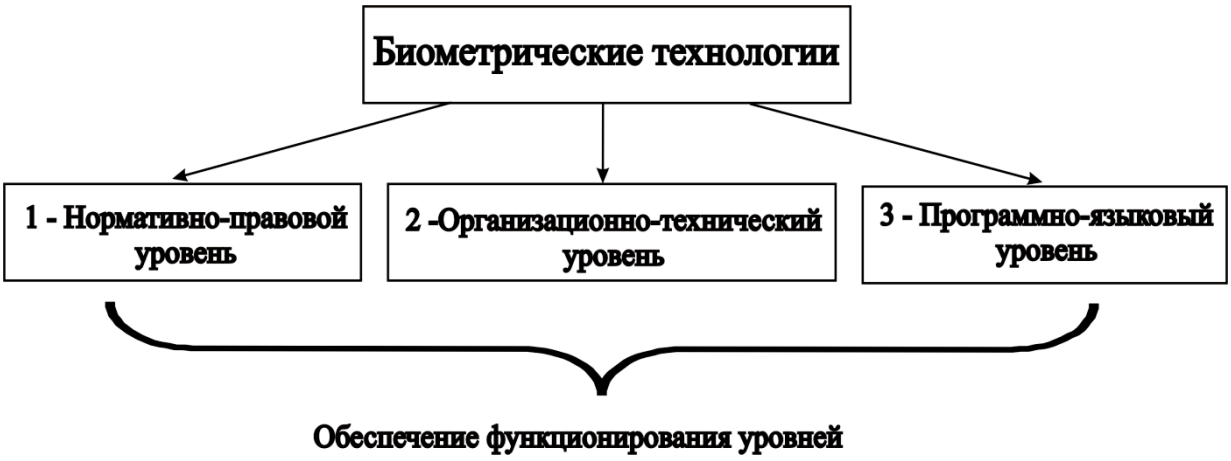


Рисунок 1 – Уровневое распределение биометрических технологий

Обеспечение функционирования предлагаемых уровней заключается в следующем:

1. Анализ построения биометрической системы.
2. Выявление уязвимости биометрических параметров.
3. Анализ системных угроз:
   - несанкционированное применение биометрии;
   - некорректное использование компьютерно-аппаратных устройств;
   - ошибки пользователей и администраторов;
   - несанкционированное применение или подделка параметрических характеристик биометрии и антропометрии;
   - нанесение ущерба биометрии физическим способом.
4. Оценка уже существующего уровня допуска к информационным ресурсам.
5. Разработка биометрической политики, направленной на целостность информационных ресурсов.
6. Формирование требований к применению различной биометрии.
7. Разработка перспективных биометрических проектов.
8. Гибкий и жесткий контроль за применением биометрических параметров.

Биометрической системе, как сложной системе, присущи определенная избыточность, адаптивность, отказоустойчивость и живучесть. Биометрическая живучесть подразумевает свойство системы адаптироваться к условиям функционирования допуска к информационным ресурсам, противостоять воздействиям. Наличие функционирования живучести и ее обеспечение позволяет снизить затраты на средства биометрии и повысить защиту информации в целом.

Механизмы обеспечения функционирования живучести представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Механизмы обеспечения функционирования живучести биометрической системы

Исходя из рисунка 2, можно сделать вывод, что поддержание функционирования живучести биометрической системы основывается на следующих показателях:

1. Мультифакторная применимость биометрии, которая опирается на применение нескольких биометрических параметров в виде их суммы (рис. 3). Таким образом, если хоть один из параметров выходит из системы, функционируют другие, что повышает живучесть.

Рисунок 3 – Суммирование биометрических параметров

2. Наличием единоличных биометрических параметров.

Единоличные биометрические параметры принадлежат только одному человеку, их подделка без физического насилия невозможна, что тоже поддерживает живучесть системы по заданным требованиям. Разработка требований для функционирования биометрической системы основывается на модели, представленной на рисунке 4.

Рисунок 4 – Модель функционирования биометрической системы по требованию

Выбор требований основан на основных характеристиках y_n.

Выбор первой характеристики y_1 производится из множества M – существующих биометрических характеристик S (рисунок 5).

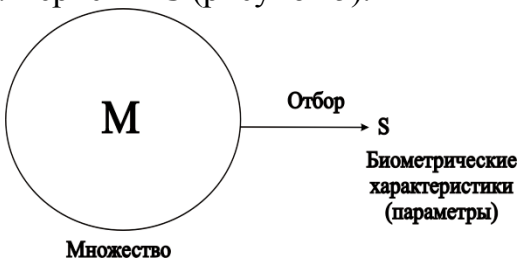


Рисунок 5 – Выбор биометрической характеристики (параметра)

S – не должен повторять (быть идентичным) характеристики других пользователей (личностей), отсюда требование:

$$S_1 \neq S_n \quad (1)$$

Вторая характеристика y_2 – распознаваемость K, то есть совпадение предъявляемой $K_{пред.}$ и $K_{заявл.}$, заявленной в базу данных. Отсюда требование:

$$K_{пред.} = K_{заявл..} \quad (2)$$

Третья характеристика y_3 – точность распознавания Q, то есть вероятность Q должна быть высокой, поэтому требование будет следующим:

$$Q \to 1 \quad (3)$$

Четвертая характеристика y_4 – предлагается в виде оценки сложности (невозможности) подделки μ, то есть вероятность подделки минимальна, исходя из этого требование формулируется:

$$\mu << 1 \quad (4)$$

По разработанным требованиям (табл. 1) можно производить оценку функционирования системы, конструирования, живучести.

Таблица. Оценка функционирования системы

N	Характеристики				Требования			
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_1	y_2	y_3	y_4
1	S	K	Q	μ	$S_1 \neq S_n$	$K_{пр.} = K_{з..}$	$Q \to 1$	$\mu << 1$
2	Произв.	Сравнение	Вероят.	Вероят.	100%	100%	70%	80%

3. Эшелонированное применение биометрических параметров.

Поскольку информационные ресурсы имеют различную степень защиты, которая зависит от категорийности сегментов, входящих в защищаемые информационные ресурсы, очевидно, что чем больше количество применений биометрических характеристик, тем меньше вероятность несанкционированных действий (НСД). Предлагается структурно расположить биометрические рубежи аутентификации, рисунок 6.

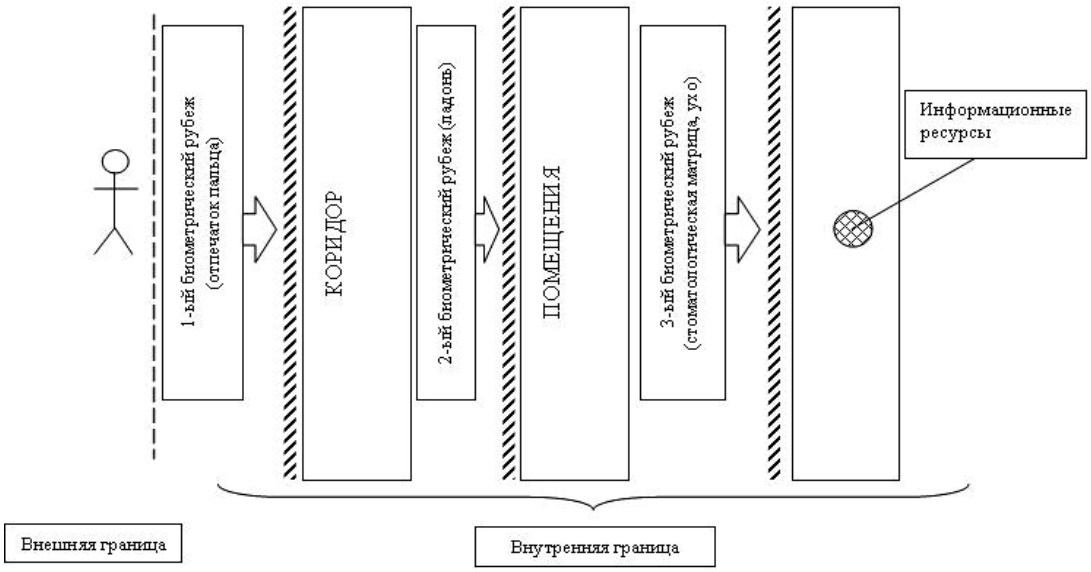


Рисунок 6 – Эшелонированное использование биометрических характеристик (параметров)

Однако для надежного функционирования биометрической системы, поддержания её высокой живучести необходимы дополнительно классические приёмы, такие как:

- техническая надежность устройств и элементов биометрической системы;
- гибкость системы с возможностью наращивания биометрических характеристик;
- расширенная и ранняя диагностика функционирования системы.

Все это в совокупности (рисунок 2) позволяет поддерживать живучесть биометрической системы и защищать информационные ресурсы с заданными требованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трошков А.М., Трошков М.А. Защита кодированной биометрической информации на основе свойств структуры металл-окисел-полупроводник ротовой полости человека // Сборник научных трудов III НПК «Российская цивилизация: прошлое, настоящее и будущее». Ставрополь: «ООО Мир данных», 2010. – 410 с.

2. Горденко Д.В., Резеньков Д.Н., Сапронов С.В. Нормированный след полинома в процедурах поиска и локализации ошибок в модулярных кодах // Вестник СевКавГТИ. – 2010. – № 10. – С. 72-73.

3. Трошков А.М. Аутентификация пользователя по фрагментам биометрического параметра – передней поверхности ушной раковины слухового анализатора. // Сборник научных трудов IIмежрегиональной НПК (часть 2). Москва – Ставрополь: МГУПИ, изд. «Мысль», 2009. – 240 с.

4. Трошков А.М., Трошков М.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012617031 «Информационная система аутентификации личности по биометрическим характеристикам». Заявка № 2012614575. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 6 августа 2012.

5. Трошков А.М., Трошков М.А., Горденко Д.В., Кондрашов А.В. Эшелонированная биометрическая защита. // Электронный журнал «Исследования в области естественных наук». – ноябрь, 2012. [Электронный ресурс]. URL: http://science.snauka.ru/2012/11/3019.

6. Трошков А.М., Трошков М.А., Павлюк Д.Н. Концепция проектирования биометрической системы для управления допуском к информационным ресурсам // Вестник СевКавГТИ. – 2012. – Вып. 13. – 224 с.

УДК 378.147:574 (470.630)

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОППЛЕРОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И КОРМЛЕНИЯ ЭЛИТНОГО КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

А.М. Трошков
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь**, troshkov1954@mail.ru

А.В. Кондрашов
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь**, kondalex77@mail.ru

Д.В. Горденко
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», **Россия, г. Ставрополь**, dimongord@mail.ru

Рассматривается способ оптимизации кормления элитных пород КРС, основанный на ультразвуковой допплерографии (УЗДГ) с оценкой состояния пищевода с помощью специального ультразвукового датчика, прикрепленного на ошейники крупного рогатого скота.

Ключевые слова: ультразвуковая допплерография, спектрограмма, кодирование, усредненные пиковые значения, элитные породы крупного рогатого скота.

THE APPLICATION OF ULTRASONIC DOPPLEROGRAPHY FOR ASSESSMENT OF THE STATE AND FEEDING OF ELITE CATTLE IN AGRIBUSINESS

Troshkov A.M., Kondrashov A.V., Gordenko D.V.

Optimization of feeding of elite breeds of cattle, based on an ultrasonic dopplerografiya with an assessment of a condition of a gullet by means of the special ultrasonic sensor attached on collars is considered.

Keywords: Ultrasonic dopplerografiya, spectrogram, coding, average peak values, elite breeds of cattle.

Ультразвуковая допплерография (УЗДГ) - метод оценки состояния магистральных сосудов с помощью специального ультразвукового датчика, при этом исследования позволяют выявить нарушения движения и косвенно судить об изменении стенок сосудов. Метод УЗДГ основан на изменении частоты ультразвуковых волн, отраженных от движущихся частиц. Этот метод еще называют "слепым", так как сам сосуд при этом исследовании не виден. *Дуплексное сканирование магистральных артерий головы (ДС МАГ)* - метод, позволяющий провести не только анализ кровотока (направление и скорость), но в полной мере оценить состояние стенки сосуда. Ультразвуковой сканер, основываясь на принципе эхолокации, в реальном времени строит пространственное двухмерное изображение просвета и стенки сосуда, при этом просвет сосуда может быть показан как вдоль, так и поперек. *Триплексное сканирование*в дополнение к дуплексному методу использует также режимы цветного допплера: на экране монитора дополнительно появляется цветное изображение движения крови в сосудах, по которому также можно судить о направлении движения крови, скорости и т.д. Дуплексное и триплексное сканирование также называют "визуализирующими" методами, так как сочетание различных режимов исследования позволяет совершенно точно определить диаметр и ход движения, а также объем (рисунок 1).

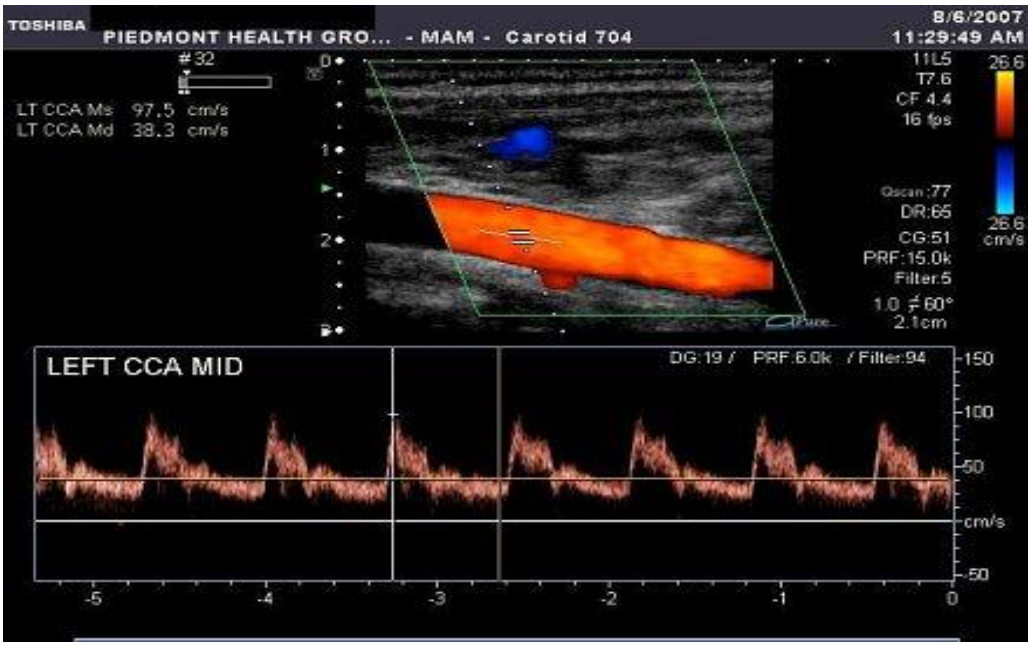


Рисунок 1 – Визуализация движения по сосуду

Ультразвук имеет свойство отражаться при прохождении через границы между тканями. Изменения фиксируются на датчике и формируются в изображение. С помощью этого эффекта стало возможным изучение движения различного вида пищи, а также состояния её проходимости по пищеводу крупного рогатого скота. Потребность в корме у дойных коров зависит от живой массы и уровня продуктивности. Нетрудно заметить, что при увеличении уровня продуктивности затраты корма на единицу продукции снижаются. Для получения высокой продуктивности очень важно правильно организовать кормление коров на протяжении всей лактации, особенно в первый период после отела. Особое внимание следует обратить на доброкачественность кормов.

В рационах для коров необходимо учитывать содержание сухого вещества. В зимних рационах при ограниченном скармливании сочных кормов количество сухого вещества из расчета на 100 кг живой массы животного не должно превышать 3,0–3,5 кг. Так например, корове живой массой 500 кг можно максимально скармливать в сутки при насыщении рациона сеном и соломой 17,5 кг кормов в переводе на сухое вещество. В пастбищный период, а также зимой, если в рационе много сочных кормов, потребление сухого вещества крупным рогатым скотом возрастает до 4 кг на каждые 100 кг живой массы. Для учета количества сухого вещества в рационе можно пользоваться следующими нормативами: в 1 кг грубых и зерновых кормов содержится 0,85 кг сухого вещества, кормовых корнеплодов – 0,1; картофеля – 0,2; силоса – 0,2-0,3; сахарной свеклы – 0,22-0,24; жмыха – 0,9 кг.

В стойловый период среднеупитанной корове можно включить в рацион 15-20 кг силоса и 6-12 кг грубых кормов. Общее количество сочных кормов не должно превышать 10-12 кг в расчете на 100 кг живой массы животного, сена необходимо давать 1-1,5 кг на 100 кг живой массы. Свеклу, как молокогонный корм, желательно задавать корове на получаемое молоко: кормовую свеклу в количестве 1-1,5 кг на каждый килограмм молока, но не более 40 кг в день, а сахарную – 0,5-0,8 кг, но не свыше 15 кг на голову в сутки. При скармливании свеклы рацион становится легкопереваримым. В итоге и другие корма усваиваются лучше, и как результат — увеличивается удой.

Корова живой массой 450-500 кг должна поедать за день следующее количество зеленых кормов в зависимости от суточного удоя:

Суточный удой, кг	Количество корма, кг
до 8	40-45
10-12	45-55
14-16	55-65
18-20	60-70

Таким образом, разделим кормление коров на два типа: стойловый и выпас на пастбищах (рисунок 2).

а

б

Рисунок 2 – Кормление коров: а - стойловое, б - пастбищное

Современные информационные технологии и элементы микропроцессорной техники, микроэлектроники, позволили предложить схемотехническое решение, которое возможно вмонтировать в специализированный ошейник животного с небольшим аккумулятором на энергосберегающем эффекте с подзарядкой от солнечной батареи, установленной тоже на ошейнике. Структурная схема такого устройства представлена на рисунке 3.

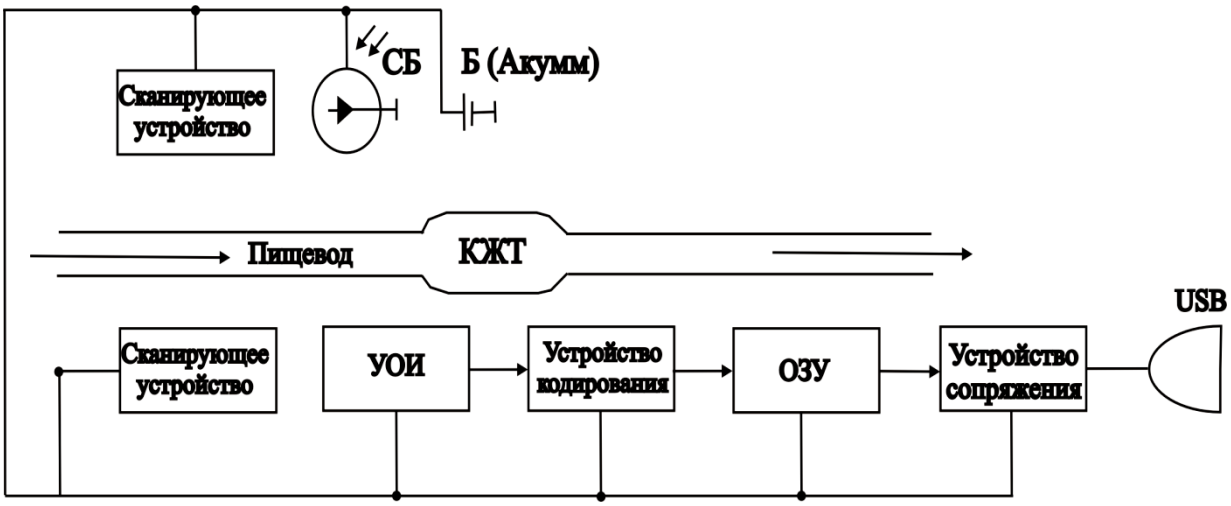


Рисунок 3 – Структурная схема УЗДГ для сканирования пищевода

Схема работает по алгоритму, представленному на рисунке 4.

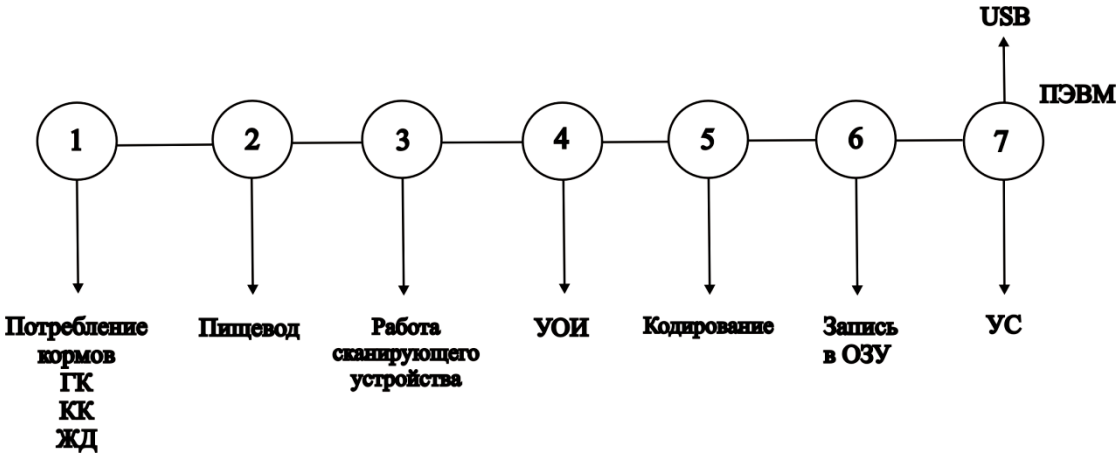


Рисунок 4 – Алгоритм работы схемотехнического решения

Спектрография работы устройства представлена на рисунке 5.

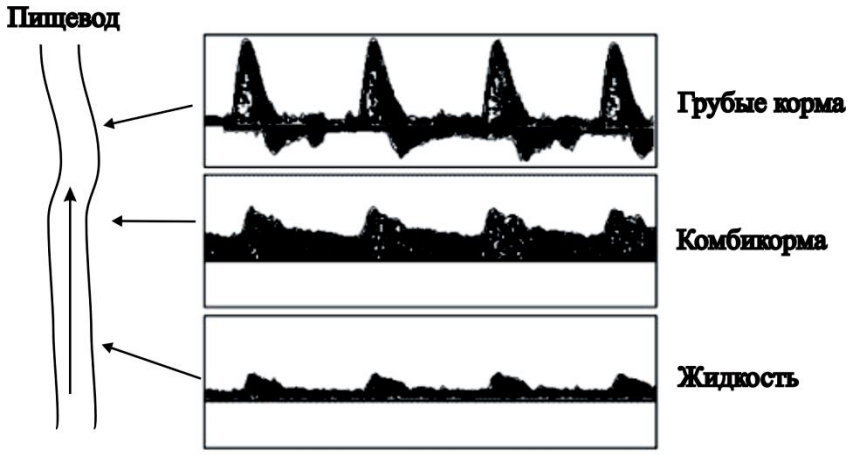
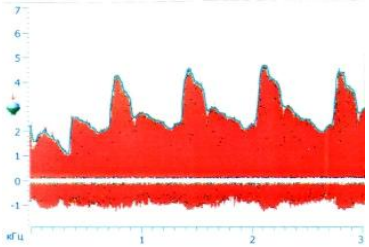
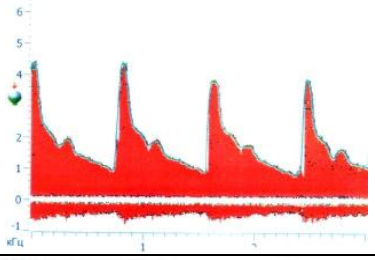
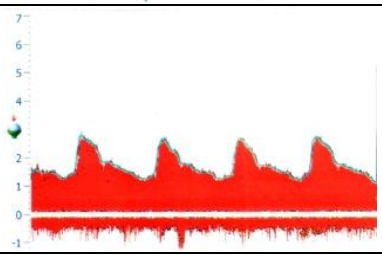
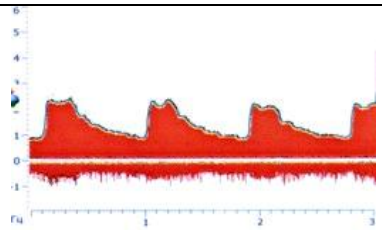
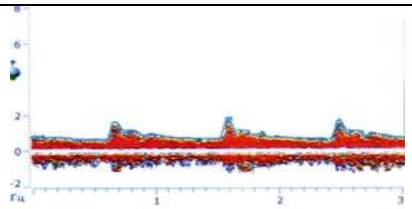
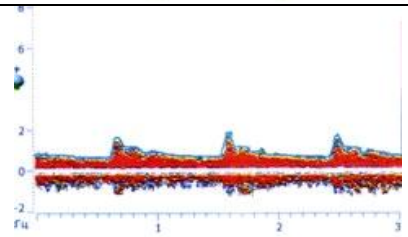


Рисунок 5 – Спектрография пищевода коровы

Лабораторные исследования при кормлении приведены на графиках ниже:

	На графике № 1 представлена спектрограмма потребления корма в стойле животноводческой фермы. Корма грубые, потребление фиксируется устройством ультразвуковым с графическим отображением (УЗДГ).
	На графике № 2 отображена спектрограмма УЗДГ потребления корма коровой на свободном выпасе в поле. Корм грубый.
	На графике № 3 представлена спектрограмма УЗДГ потребления комбикорма на свободном выпасе в поле с кормушками.

	На графике № 4 отображена спектрограмма потребления коровами комбикорма с фиксацией с помощью УЗДГ.
	На графике №5 представлена спектрограмма УЗДГ потребления коровой жидкости на свободном выпасе.
	На графике №6 снятая спектрограмма УЗДГ потребления коровой жидкости во время стойлового содержания.

Анализ графиков 1-6 позволил сформировать зоны пиковых значений потребления различных кормов (рисунок 6).

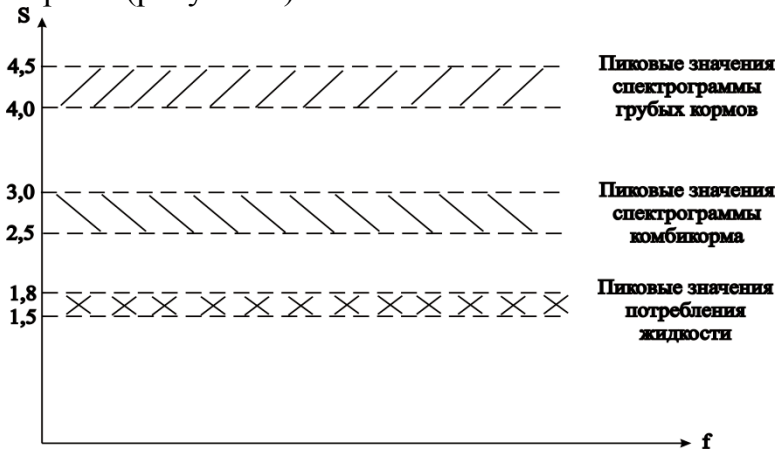


Рисунок 6 – Зоны различных пиковых значений при употреблении пищи КРС

Из рисунка 6 видно, что пиковые значения спектрограмм при кормлении различными видами корма отличаются амплитудными значениями при 4,0-4,5 – употребление грубых кормов, 2,5-3,0 – употребление комбикорма, 1,5-2,0 – употребление жидкости. Исходя из этого, предлагается временна́я диаграмма, представленная на рисунке 7.

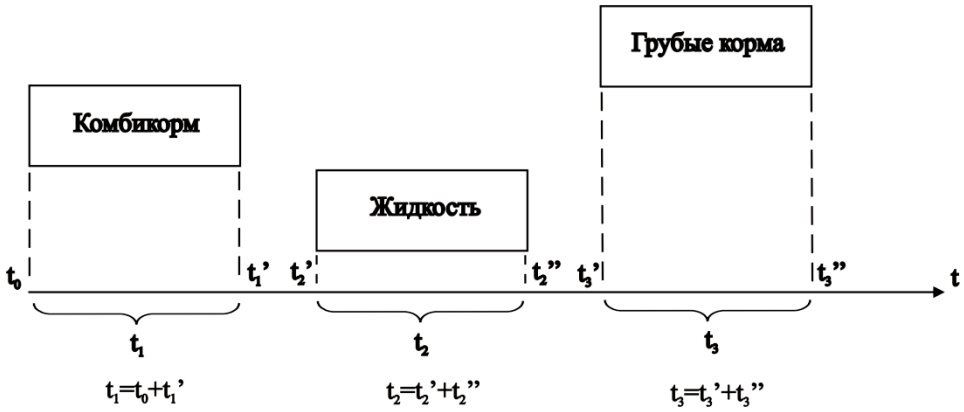


Рисунок 7 – Временная диаграмма цикла употребления различных кормов

Далее временные циклы употребления кодируются в пакеты (рисунок 8).

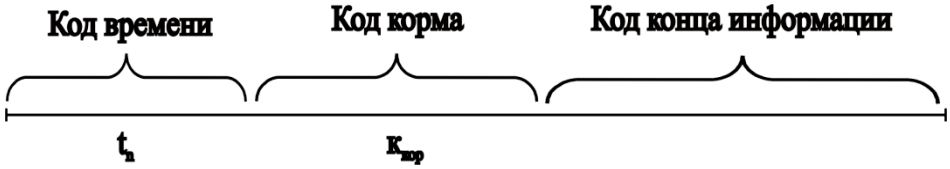


Рисунок 8 – Кодирование в пакеты

Кодирование происходит двузначным кодом по основанию 4, например

Кодированная информация поступает в ОЗУ и через устройство сопряжения (УС) подключается к ПЭВМ через USB или остается в ОЗУ и считывается после окончания дня в АРМ зоотехника. С учетом кодирования цикл кормления можно определять в любой момент времени из цифровой информационной части (рисунок 9).

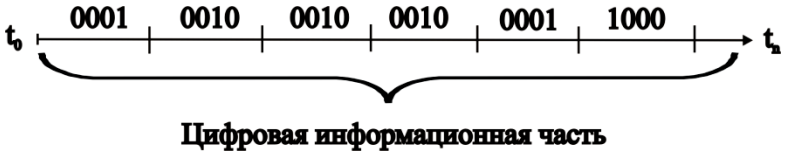


Рисунок 9 – Цифровая информационная часть

Зная временные отсчеты кормления животного и классификацию корма, предлагается рассчитывать массу (г, кг) за отсчет времени или в точке времени:

$$m = \rho \cdot \frac{\sum_{1}^{n} h_s}{n} \cdot k \cdot j, \qquad (1)$$

где ρ – удельный вес корма, $\frac{\sum_{1}^{n} h_s}{n}$ – усредненные амплитудные пики, j – ширина заполнения пищевода, k – длина отсчета за период времени.

Таким образом, по формуле (1) вычисляется m – масса корма. Кроме этого, если проанализировать спектральные составляющие, то можно определить состав корма.

Если составить специализированную программу для АРМ зоотехника, то повышается эффективность анализа цикла продуктивности или отклонений от цикла функционирования племенного животноводства. Кроме того, уменьшается время постоянного присутствия специалистов, высвобождаются человеко-часы, а с помощью информационных технологий улучшается контроль за качеством племенной работы, увеличивается информационная база для оперативного принятия решений.

ЛИТЕРАТУРА

Трошков А.М., Трошков М.А. Многофакторные биометрические характеристики – база создания ключей для несимметричной системы шифрования информационных ресурсов сервисных технологий // «Актуальные вопросы социальной теории и практики». Сборник научных трудов. – Ставрополь, НОУ ВПО СКСИ, 2011. – С. 327-330.

УДК 87.53.80

РЕСУРСНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ ОТХОДАМИ

В.С. Гусарова

кандидат биологических наук, доцент кафедры общей экологии, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», **Россия,г. Ульяновск,** *verik2@mail.ru*

Рассматриваются пути поощрения потребителей и производителей продукции, стимулирующие сокращение излишков продукции, переход на экологическую упаковку и вовлечение отходов в переработку. Приводятся различные примеры ресурсного подхода у утилизации

Ключевые слова: отходы, стимулирование, ресурсный подход.

RESOURCE APPROACH TO WASTE MANAGEMENT

Gusarova V.S.

The ways to encourage consumers and producers of production, which to encourage the reduction of surplus production, the transition to an ecological packaging and involvement of waste recycled are discussed. Various examples of the resource approach in recycling are presented.

Keywords: waste, incentives, resource-based approach.

В существовании современной цивилизации актуальным является вопрос утилизации отходов, назрела необходимость внедрить в массовое создание такое понимание серьезности проблемы отходов, которое сделало бы её первостепенной для решения. Согласно определению федерального закона «Об отходах производства и потребления» от 18.12.2006 № 232-ФЗ отходами производства и потребления следует считать остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства. Если конечной целью поставить достижение чистоты на всей территории России, то необходимо вспомнить, что отход – это ресурс, изначально им являвшийся и поэтому предназначенный для вовлечения в круговорот получения вещества, энергии, денежных средств.

Рассмотрим подходы вовлечения отходов в ресурсные потоки. Данные подходы объединяют население и как потребителей продукции, и как производителей – продукции и будущих отходов, предприятия, занимающиеся сбором и переработкой отходов в ресурс, органы исполнительной и законодательной власти субъектов РФ. С позиции ресурсного подхода складирование отходов на свалках или их консервация на полигонах являются временным скоплением больших объемов несортированных ресурсов. Для эффективности вовлечения отходов в ресурс в цепи передвижения отходов необходимо сводить к минимуму несортированное массовое скопление отходов в одном месте, например на свалках.

Необходимо вспомнить, что способы воздействия могут иметь разную полярность: наказание как метод жёсткого пресечения уже свершившегося нежелательного события и поощрение как метод стимулирования положительного результата. Для того чтобы из отхода вновь сделать ресурс необходимо направить его в переработку в виде исходного сырья для продукции. Скорости потоков вовлечения отходов в ресурсные базы и эффективность этих потоков также зависят и от используемого метода вовлечения отхода в поток. Способы вовлечения представлены в таблице 1.

Рассмотрим эффективность приведённых в таблице способов воздействия через показатель скорости достижения результата. Здесь также уместно задаться вопросом, какой метод эффективен сегодня лично для вас – стимулирование или запрет, Очевидно, что такой же метод будет эффективен сегодня и для всех вовлечённых в схему лиц. Эффективность вопросов стимулирования и поощрения в очистке территорий проверена на практике в разных странах мира. Так, согласно опубликованным данным известного практика в

деле обращения с отходами Г.П. Сапожниковой, Бразильский город Куритиба с населением в 1,6 млн жителей достиг эффективности в ресурсном подходе по обращению с отходами через использование поощрительного способа [1]. В городе перерабатывается около 70% бумаги, 60% пластика, металла и стекла. Скорость вовлечения данных объёмов отходов в оборот составила три года. За данный срок количество мусора, поступающего на свалки Куритибы, сократилось на 70% по объему, а по весу - на 30%. Положительные результаты были достигнуты за счёт привлечения к работе малоимущего населения, которое меняет 6 пакетов с отходами на пакет с едой. Еженедельно в каждом из 54 бедных районов получают еду 102 тыс. человек, и каждый месяц это позволяет собрать 400 тонн отходов. Кроме того, благодаря просветительской работе в школах, учащиеся учат родителей сортировать мусор и выносить его в специальные зеленые ящики на колесах. В городе, кроме дворников, примерно 1000 человек с тележками на общественных началах собирают мусор [1].

Таблица 1. Способы вовлечения отходов в потоки ресурсов

Объекты воздействия	Способы воздействия законодательной и исполнительной власти	
	Стимулирование	Наказание
Потребители (население)	***Обмен*** «отходов» на продукцию, денежные средства	***Штраф*** за захламление территории, загрязнение окружающей среды
Производители	***Залоговая цена*** через включение в цену товара стоимости будущей утилизации части неиспользованной продукции или упаковки ***Налоговые льготы*** для экологически чистых производств, производителей экопродукции, биоупаковки.	***Запреты в законодательстве*** на использование вредных способов производства, на производство продукции в трудно утилизируемой упаковке и т.д.

Обращаясь к таблице 1, следует отметить, что ввод в действие следующего способа вовлечения отхода в ресурсный цикл – залоговой цены – возможен после появления соответствующего федерального закона. Опыт введения залоговой цены как инструмента ответственности производителя за будущий отход рассмотрим на примере Германии. В 2002 г. немецкое правительство одобрило план по сбору и переработке жестяных банок и пластиковых бутылок, и в 2003 г. все производители в стране стали взимать 0,2 евро за жестяные банки и небольшие бутылки и около 0,37 евро за более крупную тару [1], т.е. возмещение покупателям денежной суммы производится после того, как они возвращают использованную посуду. В Германии действует система приема тары через фандоматы («pfand» — «залог»): при сдаче алюминиевой банки в фандомат человек получает «бон» - специальный талон, на который можно приобрести продукты. Средства от залоговой цены в Германии, например на стеклянные бутылки, распределяются следующим образом: 85% идет на организацию сбора тары, а 15% - непосредственно на саму переработку. Скорость достижения 90%-го участия населения в селективном сборе отходов Германии составила 30 лет. В начале 70-х гг. в школах и детских садах детей начали учить раздельному сбору, контейнеры появились в начале девяностых годов XX века. Анонсировано опубликованы данные о запуске линий по переработке отходов в автомобильное топливо в США и Англии (Лондон и город Акрон в штате Огайо).

Экономическая эффективность должна стать основной движущей силой в вопросе перехода к ресурсному подходу в обращении с отходами. Так, утилизация пластика в наше время может выйти на большие объёмы в связи с тем, что, кроме вторичной переработки его в иные пластиковые изделия, очень выгодным является получение исходных продуктов – нефти и продуктов её переработки. Рассмотрим предложения данных технологий в России. Томским НЭКБ «Базальт»предлагаетсяустановка альтернативных источников топлива «Аист-200», которые способны перерабатывать любые органические соединения: топочные газы, промышленный мусор, бытовые и сельскохозяйственные отходы, различные виды пластика, опилки, древесину, уголь, торф, навоз, фекалии и производить дизельное топливо, синтетическое моторное топливо, а также тепловую и электрическую энергию. Приводимые характеристики показывают, что установка способна переработать за 1 час 3 $м^3$ органики и произвести 200 л/час бензина [2].

Правовые механизмы интенсификации деятельности по переработке отходов и создания чистой благоприятной среды проживания могут быть осуществлены через введение

федерального закона об обязанности самого производителяпринимать обратно или оплачивать переработку будущего мусора (тара, упаковка, часть самой продукции). Введение правового механизма отразится на стоимости продукции в сторону её повышения. Дальнейшую схему возможного развития процесса может отобразить следующим образом:

Схема 1. Повышение стоимости продукции → конкуренция между производителями, переходящими на экологическую упаковку, которая не нуждается в дорогостоящей переработке (быстрое разложение, природный состав), с производителями использующих прежнюю тару, нуждающуюся в переработке и утилизации → переход всех производителей на экологически чистую и быстро разлагаемую упаковку вследствие дешевизны её переработки. В данной схеме ведущую роль играет использование биоразлагаемых материалов. Экологический анализ вариантов продукции одного назначения, но разного состава приведём на примерах следующих изделий: подгузники биоразлагаемые содержат кукурузный крахмал, одноразовые - содержат наполнители, не подлежащие переработке, тканевые - не содержат наполнителей; одноразовая пластиковая посуда должна пройти специальную переработку, одноразовая посуда из картона или биоматериалов разлагается сама за быстрый срок.

Схема 2. Повышение стоимости продукции → внедрение экономически выгодных схем переработки мусора в топливо (бензин) производителями продукции → перенаправление отходов в поток ресурсов.

Схема 3. Повышение стоимости продукции → невыгодность производить захламляющие излишки продукции.

В настоящее время для подготовки населения к необходимым переменам в укладе жизни общества – переводу отходов в разряд ресурсов, необходимо формирование желания самого общества включаться в этот процесс и не взваливать всё бремя решения задач на властные структуры. Чтобы не растянуть данный процесс на десятилетия, необходимо активно пользоваться современными коммуникативными средствами: социальной рекламой, всероссийскими акциями, оповещением о них через службы СМИ и Интернет, обращениями духовных властей страны всех религиозных направлений, публичными заявлениями властей о подобных мероприятиях, просвещением и экологическим образованием. Яркий пример замены захламляющих отходов на экологически приемлемые варианты был продемонстрирован в 1998 г. во время Олимпийских игр в Японии, где для участников и гостей было изготовлено 1 млн экологически чистых тарелок из жмыха яблок – отхода производства яблочного сока. Эффективность ресурсного подхода зависит и от того, во что будут вложены научно-технические, денежные, духовные средства. В вопросе охраны окружающей среды и экологическом образовании назрел вопрос смены парадигмы: стимулирование чистоты вместо борьбы с загрязнением.

Подводя общие итоги изложенных и обобщённых в данной работе фактов, можно сформулировать следующие подходы:

1. Применение методов эффективного поощрения сортировки и передачи отходов в переработку для потребителей.

2. Применение методов стимулирования для производителей через вынужденность использования экологической упаковки, уменьшение производства излишней продукции. Вынужденность является следствием введения нормативно-правового акта и конкуренции с производителями, использующими экологическую упаковку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожникова Г.П. Конец «мусорной цивилизации»: пути решения проблемы отходов. / под ред. С.Л.Новицкого. – М.: АОН «Семейный центр «Три поколения», 2010. – 108с.

2. Способ многоступенчатого разложения твёрдого топлива окислением и устройство для его осуществления: пат. 2459144 C1 Российская Федерация: МПК F23B 30/06, C10J 3/00, F27D 3/08 / Зотов С.Н., Дзюба В.Н., Жерняк С.В., заявитель и патентообладатель ООО «АИСТ-Т». - №2011103553/05. заявл. 01.02.2011, опубл. 20.08.2012, Бюл. № 23 – 6 с. : ил.

УДК 621.43

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

С.В. Козлачков

изобретатель, инженер-соискатель, преподаватель УЭТК Сочинского государственного университета, **Россия, г. Сочи**, qwer63@bk.ru

Представлены результаты исследования и разработки конструкции устройств с четырехтактным свободнопоршневым двигателем внутреннего сгорания, которые могут быть использованы в теплоэнергетических установках, при утилизации бытовых отходов на втором этапе после газификации в сверхадиабатическом режиме.

Ключевые слова: четырехтактный свободнопоршневой двигатель внутреннего сгорания; теплоэнергетические установки; бытовые отходы; газификация в сверхадиабатическом режиме; пиролиз

MODERN DECISION ON CONVERSION HOME DEPARTURE

Kozlachkov S.V.

The Presented results of the study and development to designs device with fours tactical liberally piston engine of internal combustion, which can be used in heat energy installation, when salvaging home departure, on втором stage, after reception of the combustible gas under raised warm-up mode.

Keywords: fours tactical liberally piston engine of internal combustion; the heat energy installation; the home waste; the combustible gas under raised warm-up mode; combustion without access of the air.

Введение. Сегодня, используя сложившиеся технологии, человечество имеет разнообразнейшую структуру всевозможных отходов бытового и промышленного происхождения. Эти отходы, постепенно накапливаясь, превратились в настоящее бедствие. Правительства развитых стран начинают все большее внимания уделять вопросам охраны окружающей среды и поощряют создание соответствующих технологий. Развиваются системы очистки территорий от мусора и технологии его сжигания. Однако есть достаточно много причин считать, что технологии сжигания мусора являются тупиковыми. Уже в настоящее время затраты на сжигание 1 кг мусора составляют 65 центов. Если не перейти на другие технологии ликвидации отходов, то затраты будут расти. При этом следует иметь в виду, что необходимы такие новые технологии, которые со временем могли бы обеспечить, с одной стороны, потребительские запросы населения, а с другой стороны, сохранность окружающей среды.

В настоящее время такие технологии уже появились. Появилась принципиальная возможность не только существенно снизить затраты на ликвидацию отходов, но и получить при этом экономический эффект.

Способ утилизации бытовых отходов пиролизом известен достаточно недавно. Он может стать дешевым и не отравляющим окружающую среду приемом обеззараживания отходов. Технология пиролиза заключается в необратимом химическом изменении мусора под действием температуры без доступа кислорода. По степени температурного воздействия на вещество мусора пиролиз как процесс условно разделяется на низкотемпературный (до 900°С) и высокотемпературный (свыше 900°С).

Низкотемпературный пиролиз - это процесс, при котором размельченный материал мусора подвергается термическому разложению. При этом процесс пиролиза бытовых отходов имеет несколько вариантов: пиролиз органической части отходов под действием температуры в отсутствии воздуха; пиролиз в присутствии воздуха, обеспечивающего неполное сгорание отходов при температуре 760°С; пиролиз с использова-

нием кислорода вместо воздуха для получения более высокой теплоты сгорания газа; пиролиз без разделения отходов на органическую и неорганическую фракции при температуре 850°С и др. Повышение температуры приводит к увеличению выхода газа и уменьшению выхода жидких и твердых продуктов. Преимущество пиролиза по сравнению с непосредственным сжиганием отходов заключается прежде всего в его эффективности с точки зрения предотвращения загрязнения окружающей среды. С помощью пиролиза можно перерабатывать составляющие отходов, неподдающиеся утилизации, такие как автопокрышки, пластмассы, отработанные масла, отстойные вещества. После пиролиза не остается биологически активных веществ, поэтому подземное складирование пиролизных отходов не наносит вреда природной среде. Образующийся пепел имеет высокую плотность, что резко уменьшает объем отходов, подвергающихся подземному складированию. При пиролизе не происходит восстановления (выплавки) тяжелых металлов. К преимуществам пиролиза относятся и легкость хранения, и транспортировки получаемых продуктов, а также то, что оборудование имеет небольшую мощность. В целом процесс требует меньших капитальных вложений. Установки или заводы по переработке твердых бытовых отходов способом пиролиза функционируют в Дании, США, ФРГ, Японии и других странах. Активизация научных исследований и практических разработок в этой области началась в 70-х годах XX столетия, в период "нефтяного бума". С этого времени получение из пластмассовых, резиновых и прочих горючих отходов энергии и тепла путем пиролиза стало рассматриваться как один из источников выработки энергетических ресурсов. Особенно большое значение придают этому процессу в Японии.

Высокотемпературный пиролиз. Этот способ утилизации ТБО, по существу, есть не что иное, как газификация мусора. Технологическая схема этого способа предполагает получение из биологической составляющей (биомассы) отходов вторичного синтез-газа с целью использования его для получения пара, горячей воды, электроэнергии. Составной частью процесса высокотемпературного пиролиза являются твердые продукты в виде шлака, т. е. непиролизуемые остатки. Технологическая цепь этого способа утилизации состоит из четырех последовательных этапов: отбор из мусора крупногабаритных предметов, цветных и черных металлов с помощью электромагнита и путем индукционного сепарирования; переработка подготовленных отходов в газофикаторе для получения синтез-газа и побочных химических соединений - хлора, азота, фтора, а также шкала при расплавлении металлов, стекла, керамики; очистка синтез-газа с целью улучшения его экологических свойств и энергоемкости, охлаждение и поступление его в скруббер для очистки щелочным раствором от загрязняющих веществ: соединений хлора, фтора, серы, цианидов; сжигание очищенного синтез-газа экологичным методом для получения пара, горячей воды или электроэнергии. Известна комбинированная технология переработки шлаковых и зольных отвалов ТЭЦ с добавлением части ТБО. Этот метод высокотемпературного пиролиза переработки отходов основан на комбинации процессов в цепи: сушка-пиролиз-сжигание электрошлаковая обработка. В качестве основного агрегата предполагается использовать рудно-термическую электропечь в герметичном варианте, в которой будут расплавляться подаваемые шлак и зола, выжигаться из них углеродные остатки, а металлические включения осаживаться. Электропечь должна иметь раздельный выпуск металла, который в дальнейшем перерабатывается, и шлака, из которого предполагается изготовлять строительные блоки или гранулировать с последующим использованием в строительной индустрии. Параллельно в электропечь будут подаваться ТБО, где они газифицируются под действием высокой температуры расплавленного шлака. Количество воздуха, подаваемого в расплавленный шлак, должно быть достаточным для окисления углеродного сырья и ТБО. Разработана экологически чистая технология высокотемпературной (плазменной) пе-

реработки ТБО. Технологическая схема этого производства не предъявляет жестких требований к влажности исходного сырья - бытовых отходов в процессе предварительной подготовки, морфологическому и химическому составам и агрегатному состоянию. Конструкция аппаратуры и технологическое обеспечение позволяет получить вторичную энергию в виде горячей воды или перегретого водяного пара с подачей их потребителю, а также вторичной продукции в виде керамической плитки или гранулированного шлака и металла. По существу, это и есть вариант комплексной переработки ТБО, их полной экологически чистой утилизации с получением полезных продуктов и тепловой энергии из "бросового" сырья - бытового мусора.

Высокотемпературный пиролиз является одним из самых перспективных направлений переработки твердых бытовых отходов с точки зрения как экологической безопасности, так и получения вторичных полезных продуктов синтез-газа, шлака, металлов и других материалов, которые могут найти широкое применение в народном хозяйстве. Высокотемпературная газификация дает возможность экономически выгодно, экологически чисто и технически относительно просто перерабатывать твердые бытовые отходы без их предварительной подготовки, т. е. сортировки, сушки и т. д.

Традиционные свалки непереработанных муниципальных отходов не только портят ландшафт, но и представляют потенциальную угрозу здоровью людей. Загрязнение происходит не только в непосредственной близости от свалок, в случае заражения грунтовых вод загрязненной может оказаться огромная территория.

Описание технологии. Метод термической переработки горючих отходов основан на использовании нового физического явления — фильтрационного горения в сверхадиабатических режимах, при которых температура в зоне реакции существенно превышает адиабатическую температуру горения. Целенаправленное использование сверхадиабатических режимов для проведения процессов газификации открывает широкие возможности для утилизации разного рода горючих отходов с высокой энергетической эффективностью, экологической чистотой и относительно невысокими затратами. Предлагаемые технологии термической переработки основаны на двухстадийной схеме. На первой стадии перерабатываемый материал подвергается паровоздушной газификации в сверхадиабатическом режиме горения. Получаемый при этом энергетический продукт-газ, содержащий водород H_2, окись углерода CO и в ряде случаев углеводороды или другие органические соединения, сжигается на второй стадии в запатентованном экологичном свободнопоршневом силовом агрегате с увеличенным КПД и получением тепловой и электрической энергии. Газификацию осуществляют в реакторе-газификаторе шахтного типа при реализации сверхадиабатического режима горения в «плотном» слое.

Свободнопоршневые двигатели применяют в различных отраслях промышленности, на транспорте и в энергетике. Основные преимущества свободнопоршневого двигателя внутреннего сгорания в сравнении с традиционным, кривошипно-шатунным механизмом, в том, что рабочий цикл в таком двигателе очень короткий, сравнительно низкая температура выхлопных газов, и др. А за счёт небольшого количества подвижных частей КПД генератора при степени сжатия 30:1 стремится к 50% — это близко к КПД электрохимического генератора. А при увеличении степени сжатия (кстати, регулируемой) эффективность может быть ещё выше. К тому же установка оптимизируется для работы от водорода до дизельного топлива.

Интерес к свободнопоршневым двигателям (СПД) в качестве технологических установок для различных отраслей народного хозяйства вызван их проверенными временем и практикой преимуществами:

- организация и условия протекания рабочего процесса в СПД обеспечивают высокие КПД и динамические показатели при отсутствии дымления (образования сажи);

- многотопливность, возможность применения низкосортных, синтетических и альтернативных топлив;

- динамическая уравновешенность, отсутствие вибраций и фундамента;

- простота, надежность и технологичность конструкции;

- низкие затраты при эксплуатации и ремонте;

- высокие пусковые качества при низких температурах;

- благоприятная тяговая характеристика;

- возможность отключения одного или нескольких СПД без остановки остальных;

- возможность повышения давления наддува и максимального давления сгорания;

- удобство компоновки в пространстве, модульный принцип компоновки.

Часть полезной мощности, вырабатываемой в двигателе, преобразуется в гидронасосе в энергию давления рабочей жидкости, которая может использоваться затем для привода системы газораспределения, а также другого рабочего оборудования. Часть полезной мощности может использоваться в компрессоре для создания запасов сжатого воздуха, а также в линейном электрогенераторе для выработки электроэнергии. Сжатый воздух затем используется, например, для запуска силового агрегата. Воздушный компрессор может быть трансформирован в насос, используемый для перекачки продукт-газа.Данный силовой агрегат имеет все преимущества четырехтактного двигателя с кривошипно-шатунным механизмом (КШМ) и свободен от присущих ему недостатков: наличие КШМ и связанные с ним потери энергии, а также все преимущества свободнопоршневого: малые габариты и вес, простота конструкции, а следовательно, низкие затраты на производство, ремонт и обслуживание, повышение мощности двигателя за счет возможности изменения степени сжатия в зависимости от изменения объема камеры сгорания при различных циклах; свобода от недостатков, свойственных свободнопоршневым двухтактным силовым агрегатам: обычно несовершенные системы питания и газораспределения.

Наиболее целесообразно и эффективно применение агрегата на втором этапе утилизации и экологически чистой переработки горючих отходов, при использовании процесса пиролиза, для преобразования энергии продукт-газа, полученного на первой стадии процесса переработки: газификации в сверхадиабатическом режиме - в тепловую, электрическую или иную энергию.

Технологии, использующие процесс газификации. Газификации низкосортных углей и угольных отходов с получением энергетического газа. Переработка изношенных шин и резинотехнических изделий с получением металлокорда, порошка окиси цинка, нефтеподобногопиролизного масла и горючего газа.

Переработка древесных отходов и отходов целлюлозно-бумажной промышленности (в т.ч. лигнина) с получением энергетического газа и пиролизных смол.

Утилизация нефтеотходов и нефтешламов.

Сжигание твердых бытовых отходов.

Сжигание ила биологической очистки канализационных стоков.

*Преимущества по сравнению с методами прямого сжигания.*Процесс термической переработки горючих отходов с получением тепловой и электрической энергии перед прямым сжиганием имеет следующие преимущества:

процесс газификации имеет высокий энергетический КПД (до 95%), позволяющий перерабатывать материалы с малым содержанием горючих составляющих (с зольностью до 90%) или с высокой влажностью (до 60%);

низкие линейные скорости газового потока в реакторе и его фильтрация через слой исходного перерабатываемого материала обеспечивают крайне низкий вынос пы-

левых частиц с продукт-газом, что дает возможность значительно сократить капитальные затраты на газоочистное и энергетическое оборудование;

в некоторых случаях, когда необходимо проводить очистку газовых выбросов от соединений серы, хлора или фтора, пыли, паров ртути, очищать продукт-газ оказывается проще, чем дымовые газы, благодаря низкой температуре, меньшему объему и более высокой концентрации загрязнителей; кроме того, сера присутствует в продукт-газе в восстановленных формах (H_2S, COS), которые много проще поглотить, чем SO_2;

при газификации происходит частичное разложение азотсодержащих органических соединений в бескислородной среде, что дает меньшее количество окислов азота в дымовых газах;

сжигание газа в свободнопоршневых двигателях – наиболее чистый способ сжигания из всех известных; за счет высокой полноты сгорания дымовые газы содержат чрезвычайно мало окиси углерода и остаточных углеводородов;

сжигание в две стадии позволяет резко уменьшить образование диоксинов (полихлорированныхдибензодиоксинов и дибензофуранов), поскольку даже при наличии хлора подавляется появление в дымовых газах ароматических соединений (предшественников диоксинов) и обеспечивается низкое содержание пылевых частиц (катализаторов образования диоксинов в дымовых газах);

зола, выгружаемая из реактора, имеет низкую температуру и практически не содержит недогоревшего углерода;

при утилизации некоторых видов отходов имеется возможность извлечения из продукт-газа товарных материалов для последующей переработки (например, нефти и др.);

предлагаемая схема переработки легче вписывается в имеющуюся промышленную инфраструктуру, например, продукт-газ может подаваться в имеющуюся топку для замены части кондиционного топлива;

обезвреживание ряда промышленных отходов, в том числе лакокрасочных отходов, отходов полимеров, отработанных фильтров, промасленных опилок и ветоши, отходов химического производства;

экологически чистое сжигание больничных отходов непосредственно в больницах;

сжигание биомассы для получения энергии.

Конструкция аппаратуры и технологическое обеспечение позволяет получить вторичную энергию в виде горячей воды или перегретого водяного пара с подачей их потребителю, а также вторичной продукции в виде керамической плитки или гранулированного шлака и металла. По существу, это и есть вариант комплексной переработки ТБО, их полной экологически чистой утилизации с получением полезных продуктов и тепловой энергии из "бросового" сырья - бытового мусора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент EP 0280200, МПК F 02B71/04. Power aggregate/ Sampo,Matti, Iso-Hiisi SF-14200 Turenki / FI (Германия) - № 88102393.1; Заяв. 18.02.1988; Опуб. 31.08.1988. Бюл. № 35; Приоритет 25.02.1987– 17 с.

2. Патент РФ 2084662, МПК F O2B71/00. Свободнопоршневой двигатель-компрессор/ МВТУ им. Н.Э. Баумана, Стрелков В.П.(РФ) - № 95105671/06; Заяв. 12.04.1995; Опуб. 20.07.1997. Бюл. №14; Приоритет 12.04.1995 – 15 с.

3. Патент № 121526, МПК F O2B71/00. Силовой агрегат/ Козлачков С.В. (РФ); 27.10.2012. Бюл. № 30; Приоритет 11.03.2012 – 9 с.

4. Манелис Г.Б. Способ переработки горючих отходов, основанный на газификации в сверхадиабатическом режиме // Всероссийский симпозиум по горению и взрыву". – Черноголовка, 2000.

УДК 504.53.062.4

ПРОБЛЕМЫ СТЕПНЫХ РЕК КУБАНИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЧНОГО ИЛА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Мамась Н.Н.

кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологи и экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Резюме: В степной зоне Краснодарского края текут малые реки, которые в наибольшей степени подверглись заилению и зарастанию, основными причинами которых являются распахивание водосборных площадей и перегораживание речных русел плотинами. Ил - замечательное органическое удобрение, способное увеличивать плодородие почвы. Применение сапропеля в качестве удобрения улучшает механическую структуру почв, влагопоглотительную и влагоудерживающую способность, аэрацию, увеличивает содержание в почве гумуса, активирует почвенные процессы, способствует самоочищению от болезнетворных грибков и вредных микроорганизмов.

Ключевые слова: степные реки, речной ил, сапропель, органическое вещество, плодородие почв.

PROBLEMS OF STEPPE RIVERS KUBAN AND PERSPECTIVES APPLICATION RIVER SLUDGE FOR IMPROVING SOIL FERTILITY

Mamas N.N.

In the steppe zone of the Krasnodar region flowing small rivers, which are most subjected to siltation and overgrown, due mainly to plowing watersheds and river channels shielding dams. Sludge - excellent organic fertilizer that can increase soil fertility. Sapropel application as fertilizer improves the mechanical structure of the soil, desiccant and water holding capacity, aeration, increases the humus content in the soil, it activates soil processes, helps cleanse itself of pathogenic fungi and harmful microorganisms.

Keywords: steppes of the river, river silt, sapropel, organic matter, soil fertility

В степной зоне Краснодарского края текут малые реки, которые в большинстве своём только на карте воспринимаются как речной объект, а на местности им характерны множественные заболоченные или заиленные участки. Реки Понура, Челбас, Кирпили являются малыми реками степной зоны края, они в наибольшей степени подверглись заилению и зарастанию, основными причинами которых являются распахивание водосборных площадей и перегораживание речных русел плотинами. Наличие многочисленных плотин и трубчатых переездов превратило реки в цепочки прудов с низкой проточностью, а поступление в них поверхностного стока привело к заилению водоемов. В результате распаханность водосборов повышает поверхностный сток, который обогащается мелкоземом и ведет к заилению рек. Большинство предложений по улучшению состояния рек посвящено снижению поверхностного стока с помощью укрепления берегов. Самым эффективным считается посадка древесных форм, которые задерживают осадки, снижают ветровую эрозию, а корни деревьев укрепляют почву и задерживают поверхностные стоки.

Сегодня в один миг остановить поверхностный сток невозможно, и поэтому остро стоит вопрос о помощи речным системам с очисткой русел. Если же цель будет достигнута, то появится новая проблема с массой органики, которую извлекут со дна.

Современная техника чистит русло и поднимает со дна скопления ила и сапропеля. Ил - замечательное органическое удобрение, богатое калием, азотом и фосфором, что важно для восстановления плодородия почв. Ил улучшает физические качества песчаных почв. Органические составные части ила редко превышают 20%.

Ил 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, богатая сравнительно азотом и минеральными веществами. Ил образуется в стоячей или медленно текущей воде при свободном доступе воздуха и света и при участии богатой органической жизни.

Сапропель — это многовековые донные отложения ила в пресных водоёмах, которые сформировались из отмершей водной растительности, остатков живых организмов, планктона, а также частиц почвенного перегноя и содержат большое количество органических веществ, гумуса в коллоидном состоянии. При разработке, добыче и переработке сапропеля следует учитывать, что для каждого вида сапропеля требуется определенная методика добычи и дальнейшей переработки.

На Американском континенте сапропелевые отложения приурочены к району Больших озёр (Канада и США). Особенно интенсивное образование сапропелей происходит в озёрах средней полосы Европы и Азии. В Западной Европе ресурсы сапропеля сильно истощены. Водоёмы, содержащие сапропели, были характерны для Германии, Польши, стран Скандинавии и в меньшей мере - для Франции и Великобритании. Многочисленные сапропелевые месторождения встречаются в Литве, Латвии, Белоруссии и Украине, а Российская Федерация, располагая запасами сапропеля в 2,6 млрд тонн, занимает одно из ведущих мест в мире.

Сотрудниками кафедры общей биологии и экологии проводились замеры иловых отложений на реке Ея в станицах Новопокровской, Калниболодской и Незамаевской (2004 г.), где слой ила достигал 30-75 см. Для степных рек Краснодарского края отмечена малая глубина водоемов, их насыщенность биогенными веществами, что способствует высокой зарастаемости водной растительностью. В среднем водной растительностью покрывается 35-40% суммарной площади зеркала водоемов на степных реках, достигая иногда 50-70%. В летний период отмечаются вспышки развития водорослей, обилие которых варьирует от 6-550 млн клеток на $м^2$ с биомассой от 2.1 до 66 мг/л. Преобладают синезеленые, эвгленовые и диатомовые водоросли.

В вегетативный период водная растительность выполняет роль биологического фильтра, поглощает из воды и донных отложений биогенные элементы и другие растворенные соединения. При отмирании водная растительность становится источником вторичного загрязнения водоема. Разложение остатков растительности сопровождается большим потреблением растворенного кислорода. В застаивающемся водоеме вода темно-бурая с запахом сероводорода.

Вода степных рек мутная, что объясняется разными факторами: наличием взвешенных частиц, ила, органических веществ, а в некоторых местах и загрязнителей. Мутность и прозрачность воды могут изменяться также в зависимости от наличия в ней живых организмов. Прозрачность воды, определяющая продуктивность фитопланктона и бентоса, имеет прямое отношение к продуктивности экосистемы реки, заметно колеблется и достигает 30-40 см. В местах схода ливневых вод, стоков с полей, бытовых и промышленных стоков прозрачность воды падает, повышается эвтрофикация, зарастание рогозом, тростником, заиление, что нередко является причиной изменения режима руслового потока.

Отмечено, что направление ветра часто имеет решающее влияние на образование в водоёмах ила. Ил образуется в частях озер, открытых действию ветра; кислый же перегной - в частях озер, защищенных от ветра. Состав ила весьма разнообразен: черный ил образуется в тихих заливах наших побережий; копрогеновый черный ил образуется в прудах, содержащих много органических частиц и сапротрофных животных и растений; бурый или зеленовато-серый ил образуется из диатомовых водорослей, раковин молюсков и других растительных и животных остатков по берегам замкнутых озер и морей; наконец, ил, образующейся в тихой, прозрачной воде, содержит много плавающих растений и богатую животную жизнь. Ил используется в качестве удобрения с древних времен. Одни из самых плодородных земель в мире расположены в долине реки Нил. Частые разливы этой реки оставляют после себя больше количество ила. Геродот писал, что земли, удобренные таким образом, давали урожай пшеницы, в 100 раз превышающий количество первоначально засеянного зерна. Египетские хлеборобы получают по три хороших урожая в год, используя ил реки Нил. Как известно, вся плодородная почва долины Нил состоит из отложений речного ила.

Ил и сапропель – это органические вещества, которые в зависимости от состава можно использовать:

1) в сельском хозяйстве для улучшения плодородия почв;
2) в цветоводстве для наполнения клумб;
3) как добавка в корм для бычков;
4) в лечебных целях при кожных заболеваниях.

Первое направление его применения - это земледелие. Мелкодисперсный ил забивает поры почвы и только в комплексе с подстилочным навозом даст реальный результат в сельскохозяйственном использовании. Ил состоит из минеральных частиц, из остатков животных и растений и из выделений животных. Часто он содержит примеси диатомовых водорослей, раковины сухопутных молюсков и кремнистые иглы. Этим ил отличается существенно от кислого гумуса и, в противоположность последнему, после осушения может дать богатый урожай.

Сотрудниками кафедры общей биологии и экологии КубГАУ были проведены исследования микрофлоры ила реки Кубани. Пробы отбирались на расстоянии 1 м от берега реки в городе Краснодаре и за городом в ст. Елизаветинской. Исследования микрофлоры проб ила показывают, что илы включают в основном представителей аммонифицирующих, аминоавтотрофных, сульфатредуцирующих и тионовых микроорганизмов. Методом прямого счета было установлено, что в одном грамме ила в среднем содержится 108 клеток. Согласно полученным данным, в иле реки Кубани зимой наименее интенсивно протекают процессы минерализации органических соединений, что обусловлено доминирующим составом аминоавтотрофных микроорганизмов (например, *Bacillus, Pseudomonas, Amphibacillus* и др.).

В иловых пробах, отобранных вблизи г. Краснодара, обнаружено повышенное содержание сульфатредуцирующих бактерий (104 кл/г), осуществляющих диссимиляционное восстановление сульфатов или серы до сероводорода. Следует отметить, что сульфатредуцирующие микроорганизмы попутно окисляют органические соединения с образованием ацетата либо CO_2. Аэробные хемолитотрофные сероокисляющие (тионовые) бактерии обнаружены в иле численностью до 102 кл/г. Как правило, сероокисляющие микроорганизмы поддерживают популяцию гетеротрофных бактерий-спутников, растущих за счет продуктов их метаболизма. Качественный состав микрофлоры проб ила в зимний сезон представлен следующими родами: *Bacillus, Amphibacillus, Micrococcus, Microbacterium*. В малом количестве вверх по течению до города были обнаружены микромицеты: *Mucor sp., Cladosporium sp.*

Высокую чувствительность к пестицидам показывают многие виды беспозвоночных животных, в частности многие ракообразные (речной рак, бокоплавы и др.). Поэтому по присутствию этих организмов и их численности можно судить о чистоте водоема. Напротив, зоопланктон способен накапливать значительные количества ядохимикатов.

Для получения органической добавки ил, получаемый при очистке прудов и канав, свозят летом и осенью на поля и складывают там в небольшие кучи, перемешивая его для ускорения разложения с известью или золой или переслаивая с хлевным навозом. Весной кучи разбрасываются равномерно по всей удобряемой площади, заборaниваются и, наконец, для лучшего смешения с почвой последняя заблаговременно до высева семян неглубоко вспахивается.

Технология добычи сапропеля не только экологически безопасна для водоема, но и полезна: при добыче сапропеля водоемы «омолаживаются», что способствует развитию как водоема, так и окружающей его среды. Однако неконтролируемый забор ила пагубно влияет на реку и окружающую среду. Если проводятся такие несанкционированные работы, то это влияет на само русло реки и влияет негативно на водные живые ресурсы. Практически все виды сапропеля и ила (за исключением кремнеземистых, розового цвета, встречающихся в южных регионах) очень полезны для огородов и могут использоваться как органическое удобрение, если вблизи водоемов нет промышленных предприятий, отравляющих окружающую среду. Сапропель - удобрение длительного действия (до 10 лет), и его избыток не губителен для растений. Наиболее чистый сапропель находится в местах, где водится рыба, есть водоросли, цветковые растения, ракообразные. Чтобы закисные формы железа перешли в окисные, требуется ил поместить на воздух. Только через год выветривания ил можно использовать. О наличии солей тяжелых металлов может сказать анализ в почвенно-химической лаборатории.

Речной и озерный илы в сельском хозяйстве используются как органические удобрения с высоким содержанием фосфора, но довольно низким азота и калия. Благодаря органике, они оказывают хорошее действие на песчаные почвы, а поскольку в них содержится изрядное количество песка, то и на тяжелых почвах эта добавка сказывается неплохо. Песок делает глину более проницаемой.

Ил используется в сельском хозяйстве также как компостер для сложноорганических субстанций, таких как отходы древообрабатывающей промышленности (кора, опилки...), естественно с добавлением соответствующей микрофлоры. После внесения такого удобрения почва будет склонна к закислению, поэтому осенью нужно добавить золы (за неимением доломитовой муки в меньших количествах).

Ил надо проморозить и просушить как следует до сыпучего состояния, чтобы произошло улучшение физического состояния почвы, а потом можно вносить в почву, под огурцы или бахчу можно сделать грядки типа навозных. Можно использовать как грунт в цветоводстве.

Известны и другие направления использования сапропеля и продуктов его переработки: при проходке туннелей и бурении нефти в качестве абсорбента; как наполнитель при производстве резины, а также как компонент в эмульсиях и как добавка к пище для рогатого скота. В народной медицине известен способ применения придонной речной органики при почесухе (пурриго).

Ил - ценный материал, улучшающий качество почвы и питание растений, способствующий устойчивости к неблагоприятным условиям и ускорению роста. Но применение илов требует знания их состава и условий образования. Наилучшим из илов является озерный, или сапропель. Он - и грунт, и ценное органическое удобрение, и антисептик. Недаром издавна в нашей стране славились огородники Ростова

Великого, использовавшие сапропель из озера Неро. Хорош болотный ил. По содержанию азота он превосходит навоз, в компостах хорошо нейтрализует фекалии и делает их безопасными. Речной ил можно использовать только из тех рек, в которые не поступают вредные стоки. В подсушенном виде его хорошо применять под картофель (5 кг/м^2), можно вместе с навозом. Ил из придорожных канав лучше не применять, так как в него могут попадать бензин, солярка, автомасла и другие вредные вещества. Лучший способ применения таких илов - через компост годичного выдерживания и с хорошим известкованием.

В сельском хозяйстве сапропель применяют как удобрение после промерзания –вода при этом отделяется, структура становится сыпучей. Особенно эффективно его применение на кислых и лёгких песчаных и супесчаных почвах для увеличения содержания гумуса в почвах: доза под зерновые культуры 30-40 т/га, под овощные, картофель и кормовые корнеплоды 60-70 т/га, а также для приготовления компостов.

Применение сапропеля в качестве удобрения улучшает механическую структуру почв, влагопоглотительную и влагоудерживающую способность и аэрацию, дает увеличение в почве гумуса, активирует почвенные процессы. Сапропелевое удобрение способствует мобилизации почвенного состава, приводит к самоочищению от болезнетворных грибков и других 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; витамины группы B, E, C, D, P, каротиноиды, многие ферменты, например, каталазы, пероксидазы, редуктазы, протеазы. Действие органического вещества продолжается в среднем 5 лет.

Таким образом, при накоплении органического осадка реки мелеют, что вызывает целый ряд негативных экологических последствий:

- прекращение родникового питания;
- увеличение испаряемости с поверхности прудов, особенно при зарастании тростниковыми сообществами, которые в 3 раза увеличивают потери воды;
- загрязнение речных вод биогенными элементами и пестицидами при стоке с полей, где применяются минеральные удобрения;
- эвтрофикация, которая сопровождается снижением количества кислорода и гибелью рыбы.

Отсутствие очистных сооружений и ливневки, свалки мусора на берегах в населенных пунктах, отсутствие навозохранилищ и стоки животноводческих комплексов ведут к увеличению стока загрязняющих веществ и количества патогенов. На влажных территориях способны размножаться кровососущие насекомые, переносчики инфекционных заболеваний. Чистка русла земснарядами позволит углубить русло и снизить испарение речной воды, а также получить ценное удобрение или добавку к компостам.

ЛИТЕРАТУРА

Белюченко И.С., Мамась Н.Н. Оценка состояния речных систем степной зоны края и предложения по улучшению их экологической ситуации // Экологические проблемы Кубани. – 2005. – № 30. – Краснодар: Изд-во КГАУ, 2005. – С. 198-207.

Высоцкая И.Ф., Мамась Н.Н. Современное состояние малых рек Азово-Кубанской низменности // Сб. статей VIII Международной научно-практической конференции «Экология и Жизнь».- Пенза, 2005. - С. 182-184.

Мельникова Т.Н, Комлев А.М. Водоносность рек Северо-Западного Кавказа. – Майкоп: Изд-во «Качество», 2003. – 132 с.

УДК 311.2:[631.879.42:504.53.06

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ В КАЧЕСТВЕ МЕЛИОРАНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Л.Б. Попок

доцент кафедры общей биологии и экологии, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Ю.Н. Помазанова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей биологии и экологии, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Рассматриваются вопросы организации сбора, подготовки к анализу и статистической обработки опытных данных. В основу положены технологические приемы компьютерной обработки данных вегетационных и полевых экспериментов с использованием инструмента статистического анализа в электронных таблицах MS EXCEL и специализированного пакета прикладных программ STATISTICA, как наиболее доступных и не требующих значительных временных затрат для освоения.

Ключевые слова: компьютерная обработка экспериментов, входные данные, описательная статистика, графический анализ, выяснение взаимосвязей, поиск закономерностей, дисперсионный анализ, регрессионный анализ, корреляционный анализ.

STATISTICAL ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATA USE OF COMPLEX COMPOST AS MELIORANTS AGRICULTURAL LAND

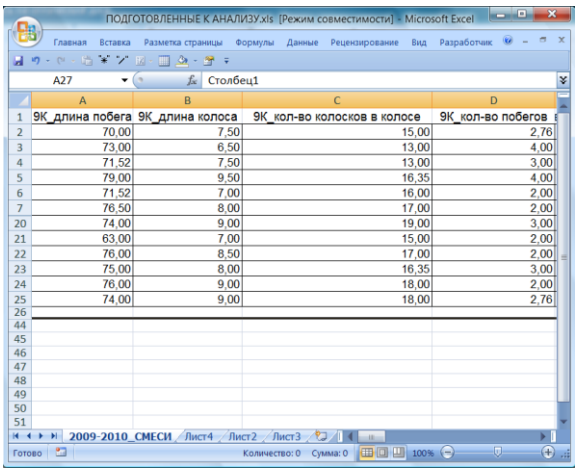
Popok L.B., Pomazanova Y.N.

Questions of the collection, preparation for analysis and statistical processing of the experimental data are presented. It is based on processing methods of computer processing vegetation and field experiments using a statistical analysis tool in MS EXCEL spreadsheets and specialized software package STATISTICA, the most accessible and do not require a considerable amount of time to master.

Keywords: computer processing experiments, the input data, descriptive statistics, graphical analysis, identifying relationships, search for patterns, the dispersion analysis, regression analysis, correlation analysis.

Цель работы – статистическая обработка данных экспериментальных опытов, проводимых на кафедре общей биологии и экологии Кубанского ГАУ по изучению эффективности использования компостов, полученных на основе фосфогипса и различных органических отходов производства (навоз крупного рогатого скота, птичий помет, опилки, осадки сточных вод, рисовая шелуха, перегной, дефекат), а также нефтепродуктов, серы и кальция. В качестве оцениваемых параметров были выбраны как состояние почвы (физико-химические ее свойства), так физиологические и биометрические характеристики растений. Кроме того, ставилась задача анализа последействия внесения в почву таких смесей.

Подготовка входной таблицы. Чтобы подготовить удобную для анализа таблицу, например, пригодную для сравнения показателей по типу распределения, средней величине, вариабельности и т.д., целесообразно в названии каждой переменной отобразить вариант опыта и время его проведения. Например, К - контроль, 1 - первый вариант, 2 - второй вариант, 3 - третий вариант и т.д. Точно так же можно закодировать и временные различия данных. Например, цифрой 9 помечать показатели опытов, полученные в 2009 году, а цифрой 10 – в 2010 году (рис. 1).



	A	B	C	D
1	9К_длина побега	9К_длина колоса	9К_кол-во колосков в колосе	9К_кол-во побегов
2	70,00	7,50	15,00	2,76
3	73,00	6,50	13,00	4,00
4	71,52	7,50	13,00	3,00
5	79,00	9,50	16,35	4,00
6	71,52	7,00	16,00	2,00
7	76,50	8,00	17,00	2,00
20	74,00	9,00	19,00	3,00
21	63,00	7,00	15,00	2,00
22	76,00	8,50	17,00	2,00
23	75,00	8,00	16,35	3,00
24	76,00	9,00	18,00	2,00
25	74,00	9,00	18,00	2,76

Рис. 1. Пример заполнения данных для статистической обработки

Проверка качества данных и анализ выбросов. После создания компьютерной таблицы первым делом необходимо проверить качество данных: просмотреть опечатки, разделительные знаки, которые должны отделять в десятичном числе целую часть от дробной (точка или запятая).

Если обнаружены "подозрительные" артефактные значения, то необходимо принять обоснованное решение об их выбраковке. Для локализации и устранения выбросов удобно пользоваться графическим способом. Для этого необходимо в пакете *STATISTICA* выделить входные данные и построить график *Boxplot.* (Графики/Графики входных данных/Точечный блок/Среднее/CE/CD) (рис. 2).

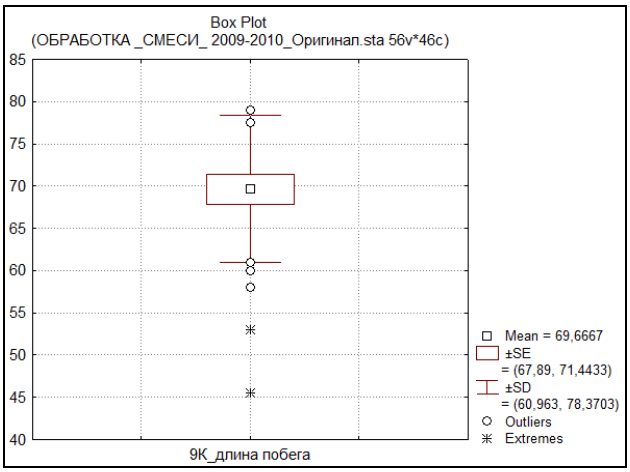
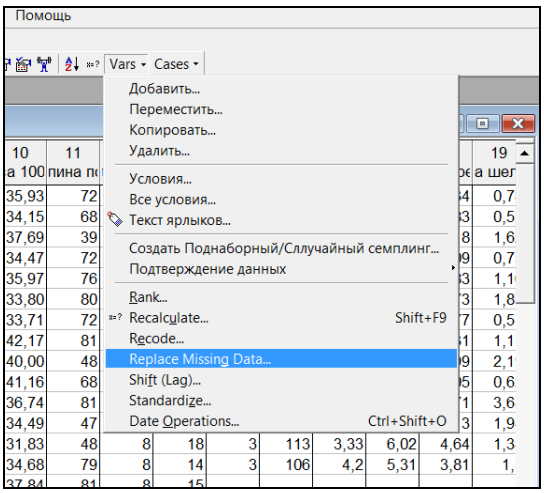
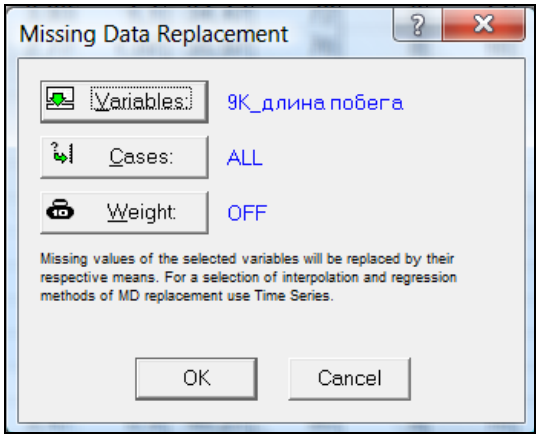


Рис. 2. Графический анализ выбросов

На графике, построенном для переменной «9К_ длина побега» видно, что экстремальными значениями являются 45,5 и 53 (рис. 2). Их следует исключить из совокупности, а пустые значения заменить средними.

Аналогичным образом проверяется вся совокупность данных. Создание новой входной таблицы, в которой выпавшие значения будут заменены средними, лучше всего проводить в программе STATISTICA. Для этого необходимо экспортировать данные из формата EXCEL в систему STATISTICA, выбрать в меню пункт Vars/ReplaceMissingData, указать необходимый диапазон данных и нажать кнопку OK. Программа автоматически заменит пропуски средними значениями соответствующих переменных. После исключения выпадающих значений первичные статистические параметры вычисляются заново.





Для визуализации описательных статистик можно построить статистические графики типа "ящиков с усами" (*Техника Box&WhiskerPlot)* (рис. 3). "Ящичковые" диаграммы дают исследователю общее представление о распределении переменной: на них можно отобразить среднее значение, интервал среднее значение плюс-минус стандартное отклонение, доверительный интервал.

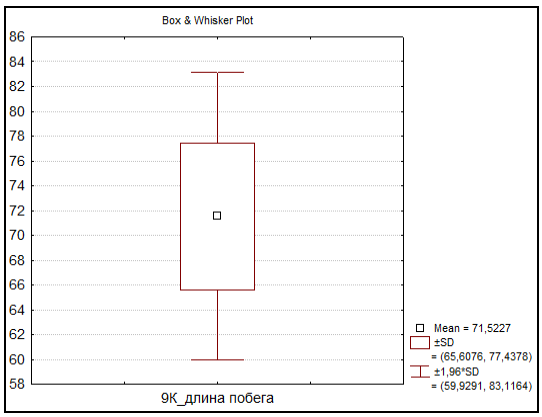


Рис. 3. Пример построения графика в технике Box&WhiskerPlot

Большую роль в предварительном статистическом анализе данных играет построение гистограмм распределения, по которым можно проверить, подчиняется ли наблюдаемая случайная величина некоторому закону распределения, в частности нормальному (рис. 4)**.**

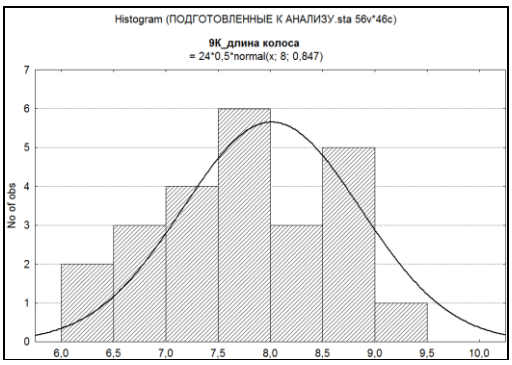
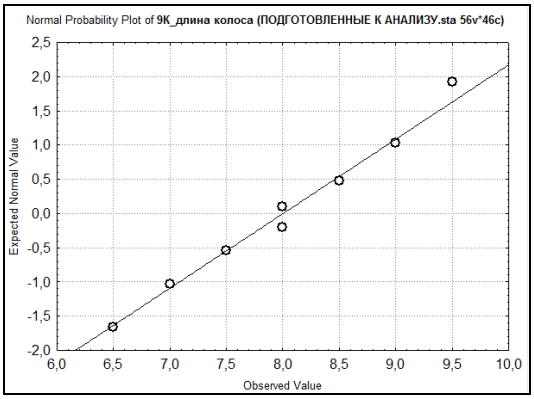


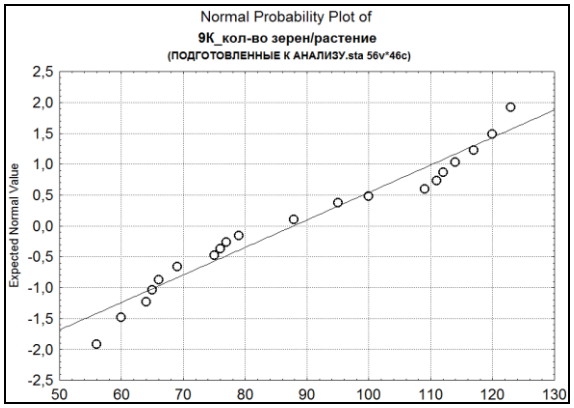
Рис. 4. Гистограмма распределения Длины колоса (см) в контрольном опыте

На графике, как правило, указываются критерии Колмогорова-Смирнова и Лиллифорса с соответствующими им уровнями значимости, по которым можно судить о степени приближения к нормальному закону распределения.Отклонение от нормального распределения считается существенным при значении $p<0,05$; в этом случае для соответствующих переменных следует применять непараметрические тесты. В рассматриваемом примере по распределению «Длины колоса (см)» в контрольном опыте значение $p>0,8$, то есть вероятность ошибки является не значимой, поэтому можно считать, что значения переменной достаточно хорошо подчиняются нормальному закону.

Для проверки гипотезы нормальности с помощью пакета прикладных программ STATISTIKA используется также визуальный тест «график нормальных вероятностей» [Normalprobabilityplot (NPP)]. Согласно данному тесту, идеально нормальным будет распределение, для которого точки, соответствующие наблюдаемым значениям, лежат точно на линии теоретической зависимости (как в случае с «Длиной колоса») (рис. 5)**.** Для тестирования выборки на нормальный закон с помощью этого метода необходимо последовательно указать: Графики/Графики входных данных/График вероятности/Нормальная вероятность.



а)



б)

Рис. 5. Тест на нормальный закон распределения данных
«9К_длина колоса» (а) и «9К_количество зерен/на растение» (б)

Предположение о нормальном законе распределения используется во многих статистических методах обработки информации: в регрессионном анализе при установлении зависимостей между случайными величинами, в дисперсионном анализе при проверке статистических гипотез, поэтому при обработке данных рекомендуется обязательно его проверять.

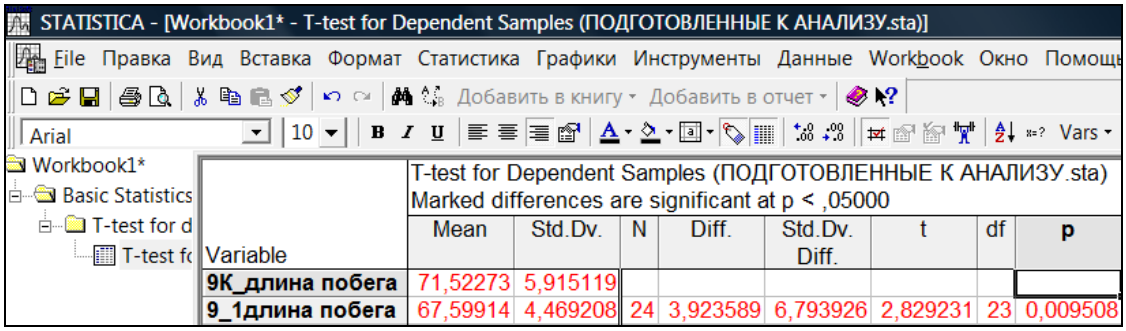
Одной из наиболее часто встречающихся задач при обработке данных является оценка достоверности отличий между двумя и более рядами значений. При этом используются ранее вычисленные статистики. При сравнении средних значений признака говорят о достоверности (недостоверности) отличий средних арифметических, а при сравнении изменчивости показателей − о достоверности (недостоверности) отклонений сигм (дисперсий) и коэффициентов вариации.

Для проведения статистического теста, необходимо выдвинуть две статистические гипотезы. Нулевая гипотеза: различий между (двумя) выборками нет. Альтернативная гипотеза: различия между (двумя) выборками есть. Данные должны быть организованы в виде таблицы со строками-наблюдениями и столбцами-признаками.

Если данные параметрические, проводят *параметрический тест Стьюдента*(модуль *Basicstatisticsandtables:AnalysisStartupPanel*...). Причем здесь есть одна тонкость. Если сравниваемые переменные были получены на разных объектах (например, пробы для оценки биомассы растений отбирались в разных вариантах опыта), мы будем использовать тест Стьюдента для независимых переменных (...*t-testforindependentsamples,* в окошке *Inputfile*нужно выбрать *Eachvariablecontainsdataforonegroup).* Если пары сравниваемых характеристик были получены на одном объекте (например, содержание фосфора в почве оценивалась до постановки опыта и после него на одном и том же участке по одинаковому количеству проб почвы), мы будем использовать тест Стьюдента для зависимых переменных (...*t-testfordependentsamples, Display:Detailedtableofresults*).

Если же мы имеем дело с непараметрическими данными, то необходимо провести *непараметрический тест Вилкоксона*(модуль *Nonparametrics/Distrib.: AnalysisStartupPanel*(вкладка *Nonparametricstats*) *Wilcoxonmatchedpairstest*).

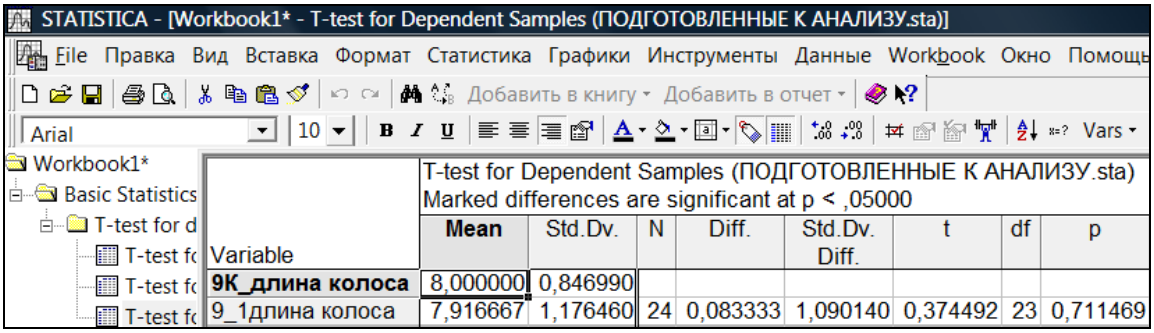
В любом случае указывают пару сравниваемых переменных и нажимают *OK*. На экране появится таблица, содержащая значения статистических характеристик выборок (рис. 6, 7)**.**



T-test for Dependent Samples (ПОДГОТОВЛЕННЫЕ К АНАЛИЗУ.sta)
Marked differences are significant at p < ,05000

Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
9К_длина побега	71,52273	5,915119						
9_1длина побега	67,59914	4,469208	24	3,923589	6,793926	2,829231	23	0,009508

Рис. 6. Сравнение средних величин длины побега в контрольном и 1-м вариантах опыта



T-test for Dependent Samples (ПОДГОТОВЛЕННЫЕ К АНАЛИЗУ.sta)
Marked differences are significant at p < ,05000

Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
9К_длина колоса	8,000000	0,846990						
9_1длина колоса	7,916667	1,176460	24	0,083333	1,090140	0,374492	23	0,711469

Рис. 7. Сравнение средних величин длины побега в контрольном и 1-м вариантах опыта

Нас будет интересовать значение параметра *p-value*(или просто *p*) – это вероятность статистической ошибки первого рода (вероятность найти несуществующую закономерность). Если *p-value*меньше 0,05, мы должны принять альтернативную гипотезу о существовании различий между выборками. Обязательным этапом в анализе опытных данных является дисперсионный анализ, который позволяет оценить, влияет или не влияет один или несколько регулируемых в опыте факторов на результативную переменную. В случае экспериментов с компостами регулируемыми факторами могут быть дозы внесения органических или неорганических отходов в приготовленную смесь. Для проведения дисперсионного анализа специальным образом готовится входная таблица, где по столбцам (строкам) указываются значения анализируемого показателя в соответстствии с вариантом опыта, а по строкам (столбцам) повторности. Например, входная таблица для проведения дисперсионного анализа влияния органоминерального удобрения, приготовленного на основе различных доз куриного помета и фосфогипса (доза фосфогипса при этом оставалась без изменения).на показатели роста овса (длина ростка, см) имеет следующий вид (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние органоминерального удобрения на показатели роста овса

Варианты опыта	1	2	3	Среднее
Контроль (почва)	2,3	2,5	2,1	2,3
2т/га кур.пом.+5 т/га ФГ	3,8	4,1	3,9	3,9
4 т/га кур.пом. +5 т/га ФГ	3,7	4,3	4,2	4,1

Влияние исследуемого фактора определяется по величине значимости критерия Фишера, которая находится в таблице *Дисперсионныйанализ* на пересечении строки*Междугруппами*и столбца *p-значение.* В случаях, когда p-значение <0,05, критерий Фишера значим, и влияние исследуемого фактора можно считать доказанным. Реализовать дисперсионный анализ удобно и в формате *EXCEL*(рис. 8)**,** *и в формате STATISTICA***.** В последнем случае на закладке *Статистика панели* инструментов необходимо открыть модуль Анализ вариантов. В выпавшем окне загрузить метод *Группировка и однофакторный дисперсионный анализ (One-way ANOVA*), в поле *Specilicationmethod* выберите *Quctspicsdialog*и нажмите ОК. После двух щелчков *ОК*появится таблица результатов (*Descriptivestatisticsandcorrelationsbygroups– Results*), в которой необходимо выбрать кнопку *All_effects*. В появившемся окне будут рассчитаны основные статистики, включая *F*-статистику Фишера и *p*-значение.

В нашем случае он значительно меньше значения 0,05. Таким образом, принимается гипотеза о влиянии регулируемого фактора (доза куриного помета в органоминеральном удобрении) на результативный признак (длину ростка). Другими словами, изменчивость результативного признака, обнаруженная в опытах, есть действие влияния регулируемого фактора.

Следующим этапом анализа данных является корреляционный анализ. Его задача состоит в том, чтобы определить характер связи между сопряженными признаками, убедиться в статистической достоверности найденного количественного значения связи и подвергнуть эти данные регрессионному анализу, который позволит установить аналитические формулы, отображающие взаимосвязи признаков.

При решении задачи по выявлению влияния отходов на качество почвы и характеристики сельскохозяйственных культур в качестве результативных переменных регрессионного анализа можно брать продукционные параметры (масса зерен в колоске, масса 1000 зерен, масса растения и т.д.). В качестве зависимых – остальные

биометрические характеристики растений или параметры качества почвы (содержание питательных веществ, химико-физические свойства). Особый интерес представляет второй случай. Так как наша основная цель создать такие условия, в которых растения усваивали бы максимальное количество питательных веществ в соответствующей фазе развития в зависимости от их биологической продуктивности и других вегетационных факторов и давали бы высокие урожаи.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Варианты опыта	1	2	3	Среднее		
2	Контроль (почва)	2,3	2,5	2,1	2,3		
3	2т/га кур. пом.+5 т/га ФГ	3,8	4,1	3,9	3,9		
4	4 т/га кур. пом.+5 т/га ФГ	3,7	4,3	4,2	4,1		
5							
6	Однофакторный дисперсионный анализ						
7							
8	ИТОГИ						
9	*Группы*	*Счет*	*Сумма*	*Среднее*	*Дисперсия*		
10	Строка 1	3,000	6,900	2,300	0,040		
11	Строка 2	3,000	11,800	3,933	0,023		
12	Строка 3	3,000	12,200	4,067	0,103		
13							
14							
15	Дисперсионный анализ						
16	*Источник вариации*	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-Значение*	*F критическое*
17	Между группами	5,807	2,000	2,903	52,260	0,000	5,143
18	Внутри групп	0,333	6,000	0,056			
19							
20	Итого	6,140	8,000				

Рис. 8. Выходная таблица дисперсионного анализа

Разумеется, для проведения регрессионного анализа, необходимо правильно спланировать опыт. Например, в каждом варианте опыта должны параллельно фиксироваться параметры растений и соответствующие им параметры почвы. В случае построения адекватной регрессионной модели зависимости продукционных параметров растений от физико-химических показателей почвы, можно регулировать дозы вносимого в почву фосфогипса и органических отходов для получения оптимально качественного и высокого урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С. Методическое пособие по статистической обработке данных экологического мониторинга / И.С. Белюченко, О.А. Мельник, Ю.Ю. Петух, Л.Б. Попок, Л.Е. Попок, Е.В. Терещенко, Л.Н. Ткаченко − Краснодар: изд-во Кубанский ГАУ, 2010.– 60с.

2. Белюченко И.С. Экологический практикум: Учебно-методическое пособие / И.С. Белюченко, Л.Б. Попок – Краснодар, изд. Кубанского ГАУ, 2010. – 293 с.

3. Мельник О.А. Использование отходов промышленного и сельскохозяйственного производства для улучшения свойств почвы. Экол. Вестник Сев. Кавказа. – Т. 5. – № 3. – 2009.

4. Славгородская Д.А., Белюченко И.С., Мельник О.А. Влияние фосфогипса на физические характеристики чернозёма обыкновенного (на примере ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края // Международная научно-практическая конференция «Инновации в теории и практике обращения с отходами» 5 – 6 ноября 2009 г. Пермь. ПГТУ, 2009.

5. Шеуджен А.Х. Удобрения, почвенные грунты и регуляторы роста растений. / А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, В.В. Прокопенко. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 404 с.

Секция 6
Пути к снижению загрязнения водных и сухопутных систем различными отходами

УДК 628.4.038

ПУТИ К СНИЖЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ И СУХОПУТНЫХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНЫМИ ОТХОДАМИ

Л.Н. Ткаченко
старший преподаватель кафедры общей биологии и экологии, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru
Ю.Н. Помазанова
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей биологии и экологии, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», **Россия, г. Краснодар**, bioeco@inbox.ru

Рассматриваются возможные направления в решении проблем накопления отходов и вопросов обеспечения экологической безопасности, целью которых являются сохранение благоприятной окружающей среды, ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности. Отмечена возможность применения сложных компостов для повышения плодородия почвы.
Ключевые слова: отходы производства и потребления, обращение с отходами, переработка, использование отходов, компосты.

WAY TO REDUCE POLLUTION OF WATER AND LAND SYSTEMS WITH THE HELP VARIOUS WASTE

Tkachenko L.N., Pomazanova Y.N.

Some possible ways of solving the problem of accumulation of waste, questions ensure environmental safety with purpose the preservation of favorable environment are presented. The possibility of using complex compost to improve soil fertility are noted.
Keywords: waste production and consumption, waste management, recycling, using of waste, composts.

В последние годы во всем мире увеличивается негативное воздействие отходов на окружающую среду. Ежегодное увеличение объемов образующихся отходов, которые нарастают темпами, опережающими их переработку и обезвреживание, является на сегодняшний день актуальной проблемой не только для России, но и для всего мира. В настоящее время во всех городах мира ежегодно образуется примерно 1,3 млрд т толькоТБО. По оценкам экспертов Всемирного банка, в 2025 г. этот показатель увеличится до 2,2 млрд т. Такие загрязнители природной среды, как твердые отходы, в т.ч. пластиковые и другие виды упаковки, выбросы парниковых газов и озоноразрушающих веществ, являются побочные продукты урбанизации и роста благосостояния.

В нашей стране каждый год образуется около 7 млрд т твердых отходов, однако вторичной переработке подвергается лишь небольшая доля ТБО – 4-5%. Средний уровень использования вторичного сырья примерно в 2-2,5 раза ниже, чем в западных странах. Основную часть отходов подвергают захоронению, вывозят на несанк-

ционированные свалки или сжигают, хотя они содержат значительное количество вторичных ресурсов, которые можно эффективно перерабатывать или вторично использовать в народном хозяйстве.

Экономика современной России характеризуется высокой природоемкостью. Промышленность по-прежнему ориентируется на первичные ресурсы как на основное сырье, вторичные остаются символом второсортного сырья, которое применяют лишь тогда, когда не хватает первичного, т.е. работает простая схема жизненного цикла продукции: добыча – переработка – употребление – отходы. В результате практически все регионы нашей страны загрязнены разнообразными отходами, которые, в свою очередь, оказывают разрушительное воздействие на окружающую среду и здоровье человека; ежегодно под свалки и полигоны твердых бытовых отходов официально отводится около 10 тыс га земли.

Вопросы обеспечения экологической безопасности, являющиеся составной частью национальной безопасности государства, приобретают в последнее время все более острый характер и привлекают все больше внимания со стороны российского общества, органов государственной власти. Стратегическими целями стали сохранение благоприятной окружающей среды, в том числе ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности, продиктованные в «Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденные президентом РФ 30 апреля 2012 г.

Основное внимание в Основах государственной политики в области экологического развития уделено вопросам экологического обращения с отходами. Для этого предполагается: организовать раздельный сбор мусора, ввести жесткие санкции за его складирование в неустановленных местах, запретить захоронения отдельных видов отходов, которые могут быть вторично использованы, что приведёт к сокращению числа несанкционированных свалок, созданию отрасли по переработке отходов.

Выполняя поручения президента, Правительство РФ уже в октябре 2012 г. одобрило разработанную Минприроды России государственную программу «Охрана окружающей среды на 2012-2020 гг.». В сфере обращения отходов программа направлена на внедрение новой системы нормирования, основанной на принципах наилучших доступных технологий, снижения административных барьеров и создания экономических стимулов при обращении с отходами, на совершенствование законодательства. В течение 2012 г. одобрен ряд законопроектов, разработанных Минприроды России, и приняты поправки в ФЗ по многим аспектам. Продолжается обсуждение сферы вопросов правового регулирования обращения с отходами, которые затрагивают такие аспекты, как право собственности на отходы, лицензирование, нормирование, контроль и надзор, паспортизация и государственный учет, ответственность и др.

По мнению многих экспертов, и с этим нельзя не согласиться, законодательное и нормативно-правовое обеспечение в области обращения с отходами не отвечает новым экономическим условиям и современным научным представлениям о рациональном использовании сырьевых и материальных ресурсов. Существующая законодательная база не позволяет стимулировать хозяйствующих субъектов, осуществляющих внедрение малоотходных технологий, и хозяйствующих субъектов, занятых в сфере обращения с отходами, а также принимать адекватные меры к лицам, наносящим ущерб окружающей среде несанкционированным размещением отходов.

О модернизации ряда положений Федерального закона № 89-ФЗ говорилось на совещании в Совете Федерации 20 июня 2012 г. В результате Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 25 июня 2012 г. № 93-ФЗ внес изменения в 37 федеральных законов. Так, теперь лицензированию подлежит только деятельность по обезвреживанию и размещению отходов I-IV классов опасности.

Отмена бюрократической по своей сути процедуры лицензирования деятельности по сбору и использованию отходов I-IV классов опасности открывает очень широкие возможности для практического применения использованных материалов и изделий, считающихся отходами, особенно для крупнотоннажных отходов III-IV классов опасности (шлаков, шламов, строительных отходов, грунтов из котлованов и т.п.), не представляющих реальной угрозы для человека. Отмена указанного лицензирования легализует использование малоопасных отходов, что практически всегда осуществлялось, но до принятия закона № 93-ФЗ было незаконным, например, использование старых автопокрышек (по ФККО IV класс опасности) в качестве бордюра цветников. Все это способствует сокращению объемов захоронения на свалках и других объектах размещения отходов различных материальных субстанций, образовавшихся в результате производственной или иной деятельности и считающихся отходами (Бабина, 2012).

Определенные опасения вызывает отмена лицензирования (при отсутствии каких-либо иных инструментов регулирования) деятельности по использованию токсичных для человека отходов I-II классов опасности. Обсуждаемое развитие системы возмещения вреда вместо сверхлимитных платежей может привести к миллионным суммам (стоимость нанесения вреда окружающей среде). Если госорганы получат специальную установку на предъявление исков о возмещении вреда, какую они сейчас имеют в отношении привлечения к административной ответственности, то, по мнению аналитиков, нарушение экологического законодательства станет разорительным для предприятий.

Для стимулирования природопользователей на переход к новым улучшенным технологиям и активное участие в природоохранных мероприятиях предлагается увеличить плату за загрязнение окружающей среды в сфере обращения с отходами. Считается, что действующая система платежей за размещение отходов не способствует снижению общего объема образования отходов, особенно V и IV классов опасности, которые в основном размещаются на полигонах. Это объясняется отсутствием стимулов у природопользователей отдавать эти отходы на обезвреживание и переработку, так как тарифы по этим видам услуг значительно (в тысячи раз) превышают плату за размещение отходов. С другой стороны, высокие тарифы на прием отходов для захоронения на полигонах могут способствовать увеличению числа несанкционированных свалок, сокрытию фактического образования отходов на предприятиях, привести к серьезному ухудшению экономического состояния налогоплательщиков.

Новый подход к расчету платежей за размещение отходов должен способствовать развитию индустрии переработки и обезвреживания отходов, увеличению объемов отходов, вовлекаемых в хозяйственный оборот. Успех реализации системы управления отходами во многом зависит от совмещения интересов органов власти, охраны природы и населения. Сделать производство безотходным невозможно так же, как невозможно сделать безотходным и потребление. Запасы некоторых малоликвидных отходов, даже при современном спаде производства в России, продолжают

накапливаться, ухудшая экологическую ситуацию городов, районов, поэтому решение проблемы переработки ТП и БО приобретает в последнее время первостепенное значение. Кроме того, в связи с грядущим постепенным истощением природных источников сырья (нефти, каменного угля, руд для цветных и черных металлов), снижением плодородия почв для всех отраслей народного хозяйства приобретает особую значимость использование всех видов промышленных и бытовых отходов.

Многие развитые страны успешно решают все эти задачи, и опыт по обращению с отходами в Японии, Германии, Франции, Швейцарии для нас будет полезен. Так, в Германии сегодня действует разработанная в 2005 г. стратегия устойчивого управления ТБО «Цель 2020» как руководство для специалистов в области обращения с отходами. Главной целью является создание к 2020 г. высокоэффективной системы переработки ТБО, которая позволила бы полностью исключить складирование неподготовленных отходов на полигонах, включая комбинации различных технологических методов, позволяющих эффективно перерабатывать и использовать ТБО. В Китае в связи с ростом отходов важным приоритетом 12-го пятилетнего плана развития является строительство новых предприятий по их переработке. С 2008 г. действует закон о содействии рециркуляционной экономике, направленной на максимальную утилизацию всех видов промышленных отходов, а также на экономное использование в производстве всех ресурсов, включая земельные.

В нашей стране над разработками новых технологий по переработке отходов производства и потребления работают многие научные и производственные организации, имеется большая база методов по обезвреживанию и использованию отходов. Так, исследования показали, что возможна 95% переработка ТБО с предшествующей сортировкой. Но степень внедрения новых и уже существующих методов использования отходов в качестве вторичных источников сырья, получения удобрений за счет большой доли органических веществ остается низкой. Здесь необходима поддержка государства для развития отходоперерабатывающей отрасли.

Научные разработки сотрудников кафедры общей биологии и экологии КубГАУ направлены на создание сложных компостов из органических и минеральных отходов для повышения плодородия почвы, что для нашего края в настоящее время является особенно актуальным. Изучение особенностей дисперсных систем отходов – навоз КРС, свиней, куриный помет, осадки сточных вод, дефекат, древесные опилки, фосфогипс, галиты, зола и другие, а также природных органических и минеральных веществ выявило возможность объединения отходов с различными свойствами в сложный компост. Исследования показали, что внесение сложных компостов в почву способствует формированию и активности микробоценозов, оказывает влияние на технологию севооборота, на продуктивность растений, качество продукции, служит источником мелиорации для загрязненных нефтью почв (Белюченко, 2011).

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. Бабина Ю.В. Изменение условий лицензирования и определения объектов надзора // Экология производства. – 2012. - № 8. – С. 6-9.

УДК 64.066.462

ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. УЛЬЯНОВСКА

У.П. Зырянова

кандидат биологических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Ульяновский филиал Академии при президенте РФ, **Россия, г. Ульяновск**, ulyana1503@mail.ru

В связи с назревшей на современном этапе экономического развития проблемой перехода к интегрированной системе управления отходами основным механизмом комплексной модернизации местной инфраструктуры обращения с отходами является актуализация Генеральной схемы очистки муниципального образования «город Ульяновск», учитывающей современные тенденции развития сферы обращения с отходами в странах ЕС и Российской Федерации.

Ключевые слова: нормативы отходов, генеральная схема, экономический механизм, сбор и транспортирование отходов.

ORGANIZING ACTIVITIES IN WASTE MANAGEMENT IN ULYANOVSK CITY

Zyryanova U.P.

In connection with the urgent at the present stage of economic development of transition to the integrated waste management system the main mechanism of a complex modernization of local infrastructure for waste treatment is the actualization of the General scheme of purification of municipal formation «the town of Ulyanovsk», takes into account modern tendencies of development of the sphere of circulation of waste management in the countries of the EU and the Russian Federation.

Key words: the normatives of waste, the General scheme, the economic mechanism, collection and transportation of waste.

Введение. В муниципальном образовании «город Ульяновск» функционирует система обращения с отходами, регулируемая Генеральной схемой очистки территории, утверждённой Главой города 27 марта 2009 года (далее – Генеральная схема) [1], и Порядком обращения с бытовыми и промышленными отходами на территории данного муниципального образования, утверждённым постановлением Главы города Ульяновска от 15.04.2008 № 2704 [2]. В соответствии с «Методическими рекомендациями о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации», утвержденными постановлением Госстроя России от 21.08.2003 № 152 [3] генеральная схема очистки разрабатывается в составе генерального плана города на срок до 5 лет с выделением первой очереди мероприятий. Возникла необходимость совершенствования системы санитарной очистки города Ульяновска.

В связи с назревшей на современном этапе экономического развития проблемой перехода к интегрированной системе управления отходами основными задачами управления являются:

- максимальное использование селективного сбора ТБО с целью получения вторичных ресурсов и сокращения объема обезвреживаемых отходов;
- оптимальная эксплуатация полигонов ТБО с учетом последующей рекультивации территорий;

- строительство высокомеханизированных комплексных мусороперерабатывающих предприятий.

Разработка модернизированного варианта Генеральной схемы планируется в рамках муниципальной целевой программы «Охрана окружающей среды на 2011-2013 годы» в 2013 гг. путём внесения изменений и дополнений в указанную программу.

Материалы и методы исследования. Правильная организация системы сбора и утилизации отходов предполагает наличие сведений об обслуживающих объектах (благоустроенный или неблагоустроенный жилой фонд, этажность, численность населения, процент охвата населения планово-регулярной системой вывоза бытовых отходов и т.д.). Исходными данными для планирования количества подлежащих удалению отходов являются нормы накопления отходов.

Применение понятия *норм накопления* бытовых отходов, как исходных данных по существующему состоянию системы санитарной очистки, предусмотрено для разработки генеральной схемы очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации, что определено положением из МДК 7-01.2003 [3]. Понятие и применение норм накопления бытовых отходов также обусловлено требованием пункта 6.2. Санитарных правил содержания территорий населенных пунктов (СанПиН 42-128-4690-88). Однако точного определения в существующем на сегодняшний день законодательстве нет, как и нет единых утвержденных в России норм накопления отходов.

Ульяновск является одним из немногих муниципальных образований в стране, в котором отсутствует единая утверждённая норма накопления отходов от населения. Норма накопления отходов устанавливает рассчитанную по утверждённым методикам величину образующихся отходов на расчетную единицу (человек – для жилищного фонда; одно место в гостинице, 1 м^2 торговой площади для магазинов и складов и т.д.) в единицу времени (день, год). Нормы накопления определяют в единицах массы (кг) или в объеме (л, м^3) [5].

На сегодняшний день управляющими компаниями, ТСЖ, ЖСК и иными организациями, управляющими жилым фондом, необходимый объём услуг (т.е. количество контейнеров и график удаления отходов) определяется самостоятельно. Часть организаций, согласно существующим санитарным нормам, определяет для себя ежедневный график вывоза отходов и достаточное количество необходимых контейнеров. Другая часть, экономя денежные средства, а зачастую пуская их на другие цели, считает достаточным установку всего нескольких контейнеров и определяет график их вывоза «по заявкам». Как показывает практика, к моменту выполнения поступившей заявки контейнеры переполнены, а отходы складируются на прилегающей к площадке территории.

Установление и утверждение единой нормы накопления отходов для г. Ульяновска позволит определить объём отходов, образующихся от каждого дома, что делает возможным требовать от управляющих компаний обеспечения нормативного объёма услуг по сбору и вывозу отходов и, соответственно, чистоту на контейнерных площадках.

Результаты исследования. Годовая норма накопления отходов, устанавливаемая управляющими компаниями, ТСЖ, ЖСК и иными подобными организациями, составляет в среднем 1,25 м^3 в год на человека (по данным Комитета ЖКХ и благоустройства администрации г. Ульяновска). Ежегодный прирост отходов, подлежащих сбору и утилизации, в среднем на городского жителя составляет 1-3%. Данный нор-

матив был утвержден Комитетом ЖКХ для мэрии г. Ульяновска еще в 1998 году и с тех пор не пересматривался. Но учитывая неоднократные изменения, вносимые в нормативно-правовые акты и законодательные акты, такие как Градостроительный кодекс РФ, Жилищный кодекс РФ, ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также в связи с утверждением целевых программ в сфере жилищно-коммунального обслуживания на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, возникает необходимость пересмотра и уточнения объемной величины нормы накопления бытовых отходов. Кроме того, в городе с населением порядка 700 тыс. человек за неделю образуется более 5000 м^3 неучтенных бытовых отходов согласно результатам проверок контрольно-надзорных природоохранных органов.

В Ульяновской области ведется реестр объектов размещения отходов специализированными природоохранными службами, который входит в состав регионального кадастра отходовпроизводства и потребления Ульяновской области в соответствии с Порядком ведения регионального кадастра отходов производства и потребления Ульяновской области, утверждённым постановлением Правительства Ульяновской области от 18.10.2007 № 360 с учётом действующих нормативно-правовых и нормативно-технических актов федеральных органов власти в сфере обращения с отходами.

Таблица 1. Перечень объектов размещения ТБО на территории МО г. Ульяновск (по данным Госэконадзора Ульяновской области)

№ п/п	вид объекта/ лицензия	Место утилизации отходов	Наименование и адрес юр. лица	Объём накопленных отходов в т по годам		
				2009	2010	2011
1	Полигон, лицензия	с. Баратаевка	ООО «Центрэкотех»	175600,0	263590,0	761993,6
2	Полигон, лицензия	с. Красный Яр, 2 карты	ООО «Полигон»	28744,0	28744,0	130777,27
3	Полигон, лицензия	с.Б.Ключищи	ООО «Контракт плюс»	46989,8	103754,3	164 872,0
4	Ангар	с. Баратаевка	ООО «Приор»	417943,5		0
5	Хранилище пром. отх.	с. Баратаевка	ОАО «УАЗ»	0	7283,0	7519,55
6	Карта-накопитель №1	п. Мостоотряд	ОАО «УАЗ»	167417,0	167 417	167 417
7	Карта-накопитель №2	п. Мостоотряд	ОАО «УАЗ»	76054,5	76 054,5	76 054,5
8	Карта-накопитель №3	п. Мостоотряд	ОАО «УАЗ»	10800,0	11095	11095
9	Площадка-накопитель изношенных шин	п. Мостоотряд	ОАО «УАЗ»	4,0	14,93	11,37
10	Север.понижение	г.Ульяновск	ОАО «УАЗ»			0
11	Бетонир. приемок	г.Ульяновск	ОАО «УАЗ»	17,0	17	17
12	Склад тяж.солей	г.Ульяновск	ОАО «УАЗ»	218,0		0
13	Карта гидрошламоудаления	г.Ульяновск	ОАО «УАЗ»	20160	24996,5	25427,9
14	Площадка открытая	г.Ульяновск	ЗАО «Авиастар – СП»	843,02	1191,302	1191,3
15	Склад РСО	г.Ульяновск	ОАО «Гидроаппарат»	0,247	0,257	0,12
16	Склад нефтепродуктов	г.Ульяновск	ОАО «Гидроаппарат»	0,84	0,835	0,6
17	Склад шлама мин. масел	г.Ульяновск	ОАО «Гидроаппарат»	2,4	2,4	2,5
18	Склад гальвано-шлама	г.Ульяновск	ОАО «Гидроаппарат»	2,0	2	0,5
19	Крытая площадка	г.Ульяновск	ОАО «Гидроаппарат»	0,017	0,017	0,04
20	Прочие	г.Ульяновск	ООО «ЭКПРО»	10392,8	6463,113	22,15
21	Шламохранилище	г.Ульяновск	ОАО НПП «Искра»	0,89	239,23	230,64
			Всего:	251213,8	614810,9	1270578,5

30 сентября 2011 г. вышел Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 792 «Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра отходов», зарегистрированный в Минюсте РФ 16 ноября 2011г., рег.№ 22313, который признал недействующими Приказ МПР РФ от 02.12.2002 № 786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов». Приказ Минприроды РФ № 792 по состоянию на 01 января 2013 года не вступил в силу. Приказом № 792 полномочия по ведению регионального государственного реестра объектов размещения отходов возлагаются на территориальные органы Росприроднадзора.

В соответствии с данным приказом полномочия по ведению государственного реестра объектов размещения отходов регионального уровня будут переданы от Министерства лесного хозяйства, природопользования и экологии Ульяновской области в Управление Росприроднадзора по Ульяновской области. То есть учет движения отходов ведется как на региональном, так и на федеральном уровнях. Муниципальные органы власти выполняют функции по организации сбора, транспортирования и утилизации отходов производства и потребления.

На муниципальном уровне в настоящее время действует муниципальная целевая программа «Охрана окружающей среды города Ульяновска на 2011-2013 годы», утвержденная постановлением мэрии г. Ульяновска от 24 ноября 2010 г. № 6254 [6]. Если оценить показатели эффективности реализации данной программы, то под сомнение ставится самый первый показатель – снижение объема отходов на несанкционированных свалках на территории г. Ульяновска к 2013 году до нуля. Данный показатель вообще чрезвычайно относительный в силу того, что количество несанкционированных свалок, как и объем отходов на них, растет изо дня в день, и свести данный показатель к нулю ни теоретически, ни практически не представляется реальным. В связи с эти предлагается заменить данный показатель на более реальный: снижение количества отходов, поступающих на объекты размещения отходов, которые учитываются специализированными природоохранными службами.

Так, опираясь на данные таблицы 1, можно заметить, какими мощными темпами растет количество отходов производства и потребления на полигонах города – ежегодно увеличивается в 2-3 раза. На территории г. Ульяновска имеется сортировочный комплекс отходов, производительность которого составляет в среднем 180 тыс. т отходов в год. Эффективность отбора ценных фракций достигает 25-30% отходов, являющихся ценным вторсырьем, из которых ПЭТ-отходы составляют 11-13%, макулатура – 9-10%, металлолом– 3-4%, стеклобой – 2-3%. Также в комплексе осуществляется первичная переработка отходов с использованием измельчителя отходов пластмасс (дробилки) SLF-800 производительностью 70-250 кг/ч и вертикального гидравлического макулатурного пресса «Лидер 500». Тем не менее, учитывая экспоненциальный рост образующихся отходов от населения, можно сделать вывод, что данный единственный по городу мусоросортировочный комплекс не справляется с фактическими объемами поступающих отходов.

По данным таблицы 2 можно заметить высокий процент отходов, которые утилизируются сторонними организациями по отношению к отходам, которые поступа-

ют на городские объекты их размещения. Но данные результатов проверок и отчетов контролирующих органов показывают, что количество отходов, не учитываемых в природоохранных государственных органах власти и попадающих на несанкционированные свалки растет также экспоненциально.

Таблица 2. Объем утилизируемых отходов производства и потребления в г. Ульяновске, %

Год	Использовано	Обезврежено	Размещено
2008	47	10	43
2009	20	18	62
2010	36	14	50
2011	50	7	43

Таким образом, нами предлагается внести изменения в перечень показателей эффективности реализации существующей муниципальной целевой программы г. Ульяновска [6]. Кроме того, в проекте «Совершенствования Генеральной схемы очистки территории МО «город Ульяновск», который разработан проектной компанией по муниципальному заказу, также пересмотреть нормы накопления отходов и схемы сбора и утилизации отходов на территории города Ульяновска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генеральная схема очистки территории муниципального образования «город Ульяновск», утв. Главой г. Ульяновска от 27 марта 2009 года.

2. Порядок обращения с бытовыми и промышленными отходами на территории муниципального образования «город Ульяновск», утв. постановлением Главы г. Ульяновска от 15.04.2008 № 2704.

3. Методические рекомендации о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов РФ (МДК 7-01.2003), утв. постановлением Госстроя России от 21.08.2003 № 152.

4. Рекомендации по выбору методов и организации удаления бытовых отходов, утв. АКХ им. К. Д. Памфилова Минжилкомхоза РСФСР, 1985.

5. Санитарные правила содержания территорий населенных пунктов (СанПиН 42-128-4690-88).

5. Муниципальная целевая программа «Охрана окружающей среды города Ульяновска на 2011–2013 годы», утв. постановлением мэрии города Ульяновска от 24 ноября 2010 г. № 6254.

УДК 631.4:631.6.02

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА «ГУМИМАРИН» ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО В ДОНЕЦКОМ РЕГИОНЕ

В.А. Зуза
заведующий Донецким отделом плодородия почв, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

Я.А. Погромская
научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

С.Г. Зуза
старший научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

Ю.В. Ротач
научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

О.В. Качанова
младший научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское**, ddcnnc@ukr.net

Проведённые результаты исследования в условиях Донбасса показывают, что одним из приоритетных направлений является применение стимулятора роста «Гумимарин» об эффективности которого свидетельствует урожайность культур при разной технологии обработки почвы.

Ключевые слова: плодородие, почва, микроэлементное питание, стимулятор роста, агроландшафт, урожай.

EFFICIENCY APPLICATION OF GROWTHFACTOR "GUMIMARIN" DURING MINIMIZE OF TREATMENT OF BLACK EARTH OF USUAL DONETSK REGION

Zuza V.A., PogromskayaYa.A., Zuza S.G., Rotach Y.V., KachanovaO.V.

Conducted a study in the Donbass show that one of the priorities is the use of a growth stimulant "Gumimarin" which demonstrates the effectiveness of crop yields under different tillage.

Key words: fertility, soil, micro-nutrients and nutrition, growth, agrolandscape, harvest.

Введение. Антропогенные изменения почвы в условиях Юго-Востока Украины в основном являются следствием процессов эрозии и загрязнения. При этом наблюдается уменьшение мощности и качества плодородного слоя почвы. Эти процессы, которые взаимно дополняют друг друга, определяют глубокие изменения потенциального и эффективного плодородия почвы. К важным последствиям их воздействия на почвы относится изменение микроэлементного питания растений, особенно на эроди-

рованных почвах. В условиях современного процесса техногенного загрязнения почв [1, 2] это осложняется тем, что важные микроэлементы питания растений имеют близкие химические свойства с наиболее опасными тяжелыми металлами, или сами выступают в качестве загрязнителей почвы [3, 4]. Это определяет нарушение микроэлементного питания растений, что приводит к снижению продуктивности агроценозов и урожаев культур, а также провоцирует колебания уровня урожайности на фоне агрометеорологических условий [5], которые изменяются особенно интенсивно в последние годы, снижая качество сельскохозяйственной продукции.

На загрязнённых эродированных черноземах микроэлементы для растений играют особую роль. Это обусловлено потенциально большим значением для состояния собственно гумусовых веществ почвы, косвенно на деградацию пестицидов и состояние поглощающего комплекса почвы, на ферментативную активность почвы и степень загрязнения природных вод [6, 7, 8]. Многообразие связей микроэлементов с отдельными почвенными процессами напрямую связано с образованием их подвижных форм. Природа последних определяется качеством гуминовых кислот.

Гуминовые кислоты отличаются неоднородностью, поликомплексностью, и их следует рассматривать как однотипные молекулы в смеси переменного состава. Многообразие молекулярных форм гуминовых кислот определяется различной природой источников образования, механизмом биологических реакций, сопровождающих процесс их формирования, а также условиями их геохимической трансформации [6].

В современных условиях хозяйствования все более возрастает роль учета природных факторов в системе планирования урожаев. Это необходимо как для оценки риска вложения капитала в производство той или иной сельскохозяйственной культуры, так и для планирования урожайности исходя из имеющихся знаний и опыта. При этом одним из важных вопросов является применение микроэлементов в некорневом питании растений.

Сегодня имеющегося опыта недостаточно, так как в условиях загрязнения атмосферы промышленными выбросами, нарушения традиционных схем севооборотов культур, при дефиците органических удобрений для гармонизации применения микроэлементов необходимо учитывать по возможности все экологические факторы. При этом нормы применения микроэлементов должны быть привязаны не только к виду выращиваемых растений, но также и к экологическим факторам выращивания. Среди этих факторов важную роль играют свойства почвы, рельеф агроландшафта, технология обработки почвы. Гуминовые вещества различной природы, обогащенные микроэлементами, выполняют существенную функцию и могут действовать как дополнительный фактор некорневой подкормки растений.

Материалы и методы исследования. Выбранный для исследования район находится в центральной части промышленного региона Донбасса с наиболее типичными по своим геоморфологическим характеристикам элементами проявления эрозии.

Опытные участки размещались на территории Национального научного центра "Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского" в пределах склонов и плато в Ясиноватском районе Донецкой области. Характерными чертами опытов является то, что агрономическая составляющая выполнялась по единой схеме, а именно: удобрения вносились из расчета на вынос с планируемым урожаем исходя из текуще-

го содержания подвижных элементов питания в почве, дополнялись минимальной или нулевой обработками почвы с использованием сеялок прямого сева John Deere.

Согласно программе исследований изучалось влияние некорневой подкормки растений стимулятором роста «Гумимарин» [9] в условиях функционально упорядоченного агроландшафта на фоне дифференциации грунтовых экологических факторов действия. Некорневое питание растений стимулятором роста выполняли в вечернее время после 19^{00} часов с нормой рабочего раствора – 250 л/га в оптимальные периоды развития растений. Культуры в опытах: кукуруза и подсолнечник.

Таблица 1 - Схема вариантов опытов по некорневому питанию растений кукурузы и подсолнечника в литрах на гектар

№п/п	Варианты	Норма препарата
1	Контроль – препараты не использовались	-----
2	Некорневая подкормка «Гумимарин»	0,045
3	Некорневая подкормка «Гумимарин»	0,015

Способ размещения участков – простые повторения. Размер учетного участка по вариантам опытов - 25 $м^2$. Общая площадь опытов составляет 1,5 га. Повторность в опытах шестикратная. Грунт в опытах – чернозем обыкновенный малогумусный разной степени эродированности на лессовидных суглинках и глинах.

Исследовались эффекты некорневого питания растений в различных агроэкологических условиях методиками, которые предусматривают отбор образцов грунта в пределах опытных участков в слое 0-10, 10-20 см в разные периоды вегетации растений. В отобранных образцах почвы определялись агрохимические показатели: pH почвы [10], содержание подвижных форм фосфора [11], водорастворимых органических веществ в почве [12], учет урожая культур по участкам опытов [13].

Результаты исследования. Агрометеорологические условия являются одним из важных экологических факторов, определяющих развитие растений. Показатели температуры воздуха, почвы и характер распределения осадков имели критические значения относительно оптимальных для выращиваемых сельскохозяйственных культур. Главная особенность температурного режима воздуха заключалась в повышенных значениях температуры по сравнению со средними многолетними значениями. При этом средняя величина превышения за 11 месяцев составила +2,7^{o}С, что весьма существенно. Эти показатели температуры выше тренда температуры, которую мы наблюдаем в последние семь лет.

В условиях отсутствия промерзания почвы в зимний период улучшились условия для поглощения влаги осадков почвой. Это подчеркивает роль выпавших осадков в этот сезон года для формирования запасов влаги для периода вегетации культур. При среднем многолетнем объеме осадков в марте-августе 269,3 мм количество осадков в год составило 367 мм. Значительная часть осадков имела непродуктивный характер, что усилило проявления засухи.

Опыты по изучению влияния экологических факторов почвы закладывались в различных почвенных и ландшафтных условиях. Некорневое питание растений подсолнечника осуществлялось в вечернее время согласно единой схеме опытов в оптимальные фазы развития растений (3-6 пар листьев). Учет и анализ урожая подсолнечника (таблицы 2–5) обнаружили вариацию, которая обусловлена применяемым регулятором роста и тем, что запасы влаги необходимые для формирования урожая, в пе-

риод третьей декады мая для подсолнечника находились в метровом слое почвы на уровне 80-84%.

Таблица 2 – Параметрыурожая подсолнечника на плато с дисковой обработкой почвы (два прохода) УДА-3,1 в центнерах на гектар

№ п/п	Норма препарата, л/га	Урожай	+ц/га,%
1	Контроль	21,66	-------
2	Регулятор «Гумимарин»– 0,0045	20,13	-1,53 -7,06%
3	Регулятор «Гумимарин»– 0,0015	24,22	+2,56 +11,82%

Таблица 3 – Урожайность подсолнечника на южном склоне с основной обработкой почвы УДА-3,1 в центнерах на гектар

№ п/п	Норма препарата, л/га	Урожай	+ц/га %
1	Контроль	12,26	------
2	Регулятор «Гумимарин»– 0,0045	13,11	+0,85 +6,93%
3	Регулятор «Гумимарин»– 0,0015	13,38	+1,12 +9,14%

Таблица 4 – Урожайность подсолнечника на северном склоне при минимальной обработке почвы в центнерах на гектар

№ п/п	Норма препарата, л/га	Урожай	+ц/га %
1	Контроль	22,84	------
2	Регулятор «Гумимарин»– 0,0045	22,52	-0,32 -1,40%
3	Регулятор «Гумимарин»– 0,0015	22,51	-0,33 -1,44%

Таблица5 – Урожайность подсолнечника на плато при нулевой обработке почвы в центнерах на гектар

№ п/п	Норма препарата, л/га	Урожай	+ц/га %
1	Контроль	33,25	-----
2	Регулятор «Гумимарин»– 0,0045	36,34	+3,09 +9,29%
3	Регулятор «Гумимарин»– 0,0015	49,02	+15,77 +47,43%

В процессе формирования урожая дефицит влаги был главным фактором, который ограничивал действие некорневого питания растений. В то же время анализ совокупности полученных результатов позволил выявить существенные закономерности влияния обработки почвы на использование некорневого питания растений регулятором роста. При анализе показателей урожая, которые мы наблюдали в опытах с некорневым питанием растений, установлено, что реакция растений подсолнечника на полях

меняется слабо - к существенно положительной и связана с нормой использования регулятора роста и технологией обработки почвы.

В опытах с кукурузой изучалось воздействие на растения норм препаратов регулятора роста. Опыты выполняли в различных грунтовых условиях, что позволило исследовать эффекты воздействия экологических факторов с выраженной дифференциацией по параметрам. В то же время отсутствие повторений экологически значимых показателей на фоне резкого дефицита воды в почве не позволило установить однозначных закономерностей. Полученные урожаи культуры отличались большой вариацией как внутри отдельных повторений опытов, так и между опытами.

Относительно лучшие условия для развития кукурузы сформировались в условиях опыта на участке № 45. Более ранний посев, хорошая агротехника исполнения и один короткий дождь в июне позволили сформировать лучший урожай в опытах, которые изучаются. Более поздний посев кукурузы в опыте на участке № 129 уже попал в фон нарастающей температуры и испарения влаги, что автоматически проявилось в снижении урожайности зерна. Опыт, который был заложен на участке № 13-С, проводился в еще более жестких агрометеорологических условиях, что обусловило предельное снижение урожайности (таблица 6).

Таблица 6 – Середняя урожайность кукурузы при минимальной технологии обработки почвы в центнерах на гектар

№ п/п	Норма препарата, л/га	Участок		
		45	129	13-С
1	Контроль	31,56	21,98	12,08
2	Регулятор «Гумимарин»– 0,0045	32,03 +1,49%	23,76 +8,10%	9,96 -17,55%
3	Регулятор «Гумимарин»– 0,0015	31,57 +0,03%	23,86 +8,55%	11,71 -3,06%

Некорневая подкормка растений в опытах выполнялась при разной степени развития растений. Кукуруза на участках № 45 и № 13-С была выполнена регулятором «Гумимарин» в тот период, когда растения сформировали 6-7 пар листьев.

На участке № 129 растения кукурузы были обработаны в фазе развития трех пар листьев. При этом внешний вид растений свидетельствовал о дефиците доступных форм элементов питания, в частности фосфора. В слое почвы 0–20 см в этот период содержалось 12 мг/кг доступных форм фосфора по Мачигину. Наличие в препаратах микроэлементов доступных форм фосфора и калия и более ранняя подкормка растений, возможно, и обусловили лучшие эффекты от применения препаратов в некорневом питании на фоне дефицита их подвижных форм в почве. При этом мы также наблюдаем эффекты от применения микроэлементов в небольших дозах. В двух опытах (участк № 129 и № 13-С) на фоне меньшей нормы использования микроэлементов в некорневом питании наблюдается увеличение урожая до контрольных значений.

Такое распределение эффектов от применения меньшей нормы препарата «Гумиплан», которое мы наблюдаем в двух опытах, свидетельствует об эффективности защиты растений от воздействия засухи. Увеличение нормы применения препарата было чрезмерным в условиях жары и засухи, так как растения кукурузы не имели возможности включить в биохимические циклы большего количества микроэлемен-

тов, а наоборот, это еще больше угнетало растения, так как "энергия" растений тратилась на защиту от избыточного содержания микроэлементов.

Вывод. В условиях засушливого года на фоне интенсивной почвенной и воздушной засухи (ГТК вегетационного периода был на уровне 0,43-0,46 при средней многолетней норме 0,85) наблюдаются эффекты от применения «Гумиплана» на культурах подсолнечника и кукурузы. Эффекты имеют сложный характер и привязаны к параметрам почвенных показателей и технологий обработки почвы.

Из анализа результатов исследований следует, что в условиях сложившихся цен на сельскохозяйственном рынке применение препарата «Гумимарин» для некорневой обработки выгодно и является одним из приемов программирования урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Ю. В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенних ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
3. Ильин В. Б. Система показателей для оценки загрязнённости почвы тяжёлыми металлами // Агрохимия. – 1995. – № 1. – С. 94–99.
4. Соколов М. С. Возможности получения экологически безопасной продукции растениеводства в условиях загрязнения агросферы (экотоксикологический аспект). Сообщение 1. Важнейшие природные и ксенобиотические загрязнители: характеристики, источники, нормативы // Агрохимия. – 1995. – № 6. – С. 107-125.
5. Володько И.К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. –Минск: Наука и техника, 1983. – 192 с.
6. Жоробекова Ш. Ж. Макролигандные свойства гуминовых кислот. Фрунзе: Илим, 1987. – 196 с.
7. Чернышева Н. Н. Гуминовые вещества природных вод – возможный источник токсических веществ при водоподготовке / Н. Н. Чернышева, Л. Д. Свинцова, Т. М. Гиндуллина // Химия и технология воды. – 1995. – Т. 17 – № 6. – С. 601-608.
8. Анисимова М. А. Детоксицирующая способность гуминовых кислот по отношению к гербициду трифлуралину / М. А. Анисимова, И. В. Перминова, Г. Ф. Лебедева // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1079–1084.
9. Патент на корисну модель № 66665 Спосіб одержання стимулятору росту «Гумімарин». МПК (2011.01). A01N 65/00/ A01C 1/06 (2006/01). Власник: Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського».
10. ГОСТ 26423-85 Ґрунти. Методи визначення питомої електропровідності ґрунту, pH і щільного залишку водного витягу.
11. ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна.
12. ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973. –416 с.

УДК 631.816.3:661.162.6:547.992

ГУМИСОЛ-ПРИМА, ОСНОВАННЫЙ НА БИОГУМУСЕ (ВЕРМИКОМПОСТЕ) ПРОДУКТ, КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ РЕГУЛЯТОР РОСТА РАСТЕНИЙ

Я.А. Погромская
научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

В.А. Зуза
заведующий Донецким отделом плодородия почв, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

С.Г. Зуза
старший научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское**ddcnnc@ukr.net

Ю.В. Ротач
научный сотрудник, Донецкий отдел плодородия почв Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» УААН, **Украина, Донецкая область, г. Дзержинск, п. Новгородское,** ddcnnc@ukr.net

В.К. Перебейнос
заместитель директора по науке, ООО «Агрофирма «Гермес», **Украина, г Краматорск.**

Показана эффективность внекорневой подкормки ряда сельскохозяйственных культур препаратами на основе биогумуса (вермикомпоста) Гумисол-Прима. Характерным эффектом действия препаратов является стимуляция наращивания вегетативной массы и увеличение продуктивности растений. При этом внекорневое применение требует тщательного соблюдения сроков и соответствующих фенофаз.

Ключевые слова: биогумус, вермикомпост, регулятор роста растений, внекорневая обработка, кукуруза на зерно, урожай

BASED ON BIOHUMUS (VERMICOMPOST) PRODUCT HUMISOL PRIMA AS AN EFFECTIVE PLANT GROWTH REGULATOR

Pogromska I., Zuza V., Zuza S., Rotach Y., PerebeinosValentina.

It has been shown the effectiveness of using drugs Humisol-Prima drugs for unrooted feeding a number of crops. Humisol-Prima drugs are based on biohumus. Typical for these drugs is stimulation of increase vegetative mass of crops as well as an increasing plant productivity. While foliar use requires careful meet deadlines and phenophases of an application.

Key words: biohumus, vermicompost, plant growth regulators, foliar treatment, corn for grain harvest.

Введение. Биоразлагаемые органические отходы в сельском хозяйстве и животноводстве являются мощным сырьевым источником для получения специфических продуктов, пригодных для использования в растениеводстве, животноводстве и других отраслях. Из продуктов аэробной переработки органических отходов широкое применение получили препараты на основе вермикомпоста. Вермикомпосты (червекомпост, копролит, вермигумус или биогумус) – органические удобрения, получен-

ные в процессе компостирования органических остатков с участием дождевых червей, их гибридов и почвенной микрофлоры. ООО «Агрофирма «Гермес», расположенная в городе Краматорске Донецкой области на Украине, специализируется на разведении красного калифорнийского червя и получении с его помощью вермикомпоста. На основе вермикомпоста производится жидкий концентрат Гумисол, который обладает фунгицидными свойствами, являясь одновременно микроудобрением и экологически чистым биостимулятором роста и развития растений [1]. Способ производства Гумисола запатентован на Украине в 1997 году. На основе Гумисола разработан и внедрен в производство ряд специализированных препаратов. Нами было исследовано действие разновидностей препарата Гумисол-Прима в процессе внекорневой обработки для ряда сельскохозяйственных культур.

Цель исследований. Гумисол-Прима – это новый гуминовый продукт с повышенным содержанием органического азота, органического фосфора и калия, стимулированный микроэлементами в соответствии с потребностями различных сельскохозяйственных культур. Как известно, многие органические азотсодержащие соединения природного происхождения часто имеют ауксиноподобное действие, стимулирующее наращивание вегетативной массы. А фитогормональная экзогенная регуляция должна быть в резонансном отношении с эндогормональным состоянием растений. Так как каждой фенофазе культуры соответствует определенный гормональный статус растения и определенное соотношение гормонов, в частности, активирующих или рост вегетативной массы, или регенерационные процессы, то применение внекорневой подкормки должно соответствовать определенной фенофазе. Кроме того, фосфорорганические соединения и микроэлементы в действии по листу не являются физиологически пассивными [2, 3]. К тому же, любая внекорневая подкормка вызывает кратковременный стресс [4]. Поэтому, во избежание гормонального диссонанса и для ускорения выхода растений из временного стресса при внекорневом применении и, соответственно, для получения качественного прироста урожая, необходимо тщательное исследование эффектов воздействия препарата в соответствии с ботаническими и физиологическими особенностями культуры. Поэтому нами было проведено изучение влияния в различные фазы роста культур соответственно адаптированных препаратов Гумисол-Прима на люцерне (сорт «Серафима»), эспарцете (сорт «Песчаный»), яровом ячмене (сорт «Достойный»), кукурузе на зерно (сорт «Харьковская 329»), подсолнечнике (сорт «Ясон»).

Предмет и методы исследований.Район исследования находится в центральной части промышленного региона Донбасса. Почвы – черноземы обыкновенные. Программа исследований включает внекорневую обработку в разные фазы развития препаратом Гумисол-Прима 10 многолетних трав второго года вегетации, ячменя препаратом Гумисол-Прима 01, кукурузы на зерно – препаратом Гумисол-Прима 03 и подсолнечника - Гумисол-Прима 04. Норма внесения препарата - 1 л / га. Метод – полевые опыты [5].

Результаты и их обсуждение. *Многолетние бобовые.*Эспарцет и люцерну обрабатывали препаратом Гумисол-Прима 10 одновременно. Ранняя внекорневая обработка проведена в фазе развития у эспарцета 5-6 пар листьев и люцерны 6-7 пар листьев, поздняя – в фазе начала цветения эспарцета и до начала бутонизации люцерны. Уборка зеленой массы проведена в фазу цветения эспарцета и фазу синего бутона люцерны. В результате проведенных исследований максимальный прирост зеленой массы эспарцета получен от применения ранней, а люцерны - поздней обработки Гу-

мисолом-Прима 10 (табл. 1). При анализе содержания сухого вещества в зеленой массе установлено увеличение его при поздней обработке.

Таблица 1 – Урожайность и качество зеленой массы многолетних бобовых трав

Вариант	Высота растений, см		Зеленая масса, ц/га		Сухое вещество, кг/100 кг зеленой массы	
	эспарцет	люцерна	эспарцет	люцерна	эспарцет	люцерна
Без обработки	55,70	55,04	97,93	115,26	25,9	29,7
Ранняя обработка	65,12	58,90	134,01	125,75	26,0	28,6
Поздняя обработка	54,32	61,28	90,91	153,71	27,3	29,5
Двойная обработка (ранняя + поздняя)	62,88	57,60	118,92	126,49	27,1	30,1
$НСР_{0,5}$	3,12	3,49	21,91	25,37	1,1	1,1

В связи с погодными особенностями 2012г., которые заключались в сокращенном периоде накопления суммы эффективных температур, необходимых для цветения многолетних бобовых, и в повышенных среднесуточных температурах периода вегетации, провоцирующих сокращение сроков прохождения фенофаз. Кроме того, при разной продолжительности фенофаз и более раннем возобновлении весенней вегетации эспарцета (на 10 дней раньше люцерны) одновременная обработка культур соответствует различнымфенофазам их развития. При этом ранняя обработка, проведенная за 6-8 дней до начала цветения эспарцета, по физиологическому действию соответствует поздней обработке люцерны (также за 6-8 дней до начала цветения). Максимальный положительный эффект дали именно эти варианты. Это можно объяснить тем, что Гумисол-Прима 10 имеет фитогормоноподобное действие, заключающееся в стимуляции биосинтетических процессов, направленных на увеличение вегетационной массы. Обработка за 6-8 дней до начала цветения совпадает с физиологическим периодом активных биосинтетических процессов, способствует наращиванию биомассы и улучшению кормовой ценности урожая, увеличивая количество сухой массы на единицу массы зеленой. А применение препарата в фазу цветения вызывает гормональный конфликт. Поэтому внекорневая обработка препаратом Гумисол-Прима 10 требует тщательного соблюдения сроков применения в соответствии с фазами развития культур.

Ячмень яровой. Внекорневая подкормка ячменя осуществлялась препаратом Гумисол-Прима 01. Раннее опрыскивание проводилось в фазу начала кущения.позднее - в конце кущения. Показано, что обработка в фазу конца кущения существенно повышаетурожай культуры (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность ячменя

Вариант	Урожай, ц/га	Кормовые единицы, ц/га
Без обработки	10,90	12,98
Ранняя обработка	13,74	16,21
Поздняя обработка	16,55	19,53
Двойная обработка (ранняя + поздняя)	16,23	19,15
$НСР_{0,5}$	4,95	-

Обработка в фазу начала кущения повышает урожайность ячменя в рамках $НСР_{0,5}$ (прирост составляет 2,84 ц/га при $НСР_{0,5}$ = 4,95 ц/га). Двойная (ранняя + поздняя) обработка дает прирост урожая на уровне поздней. Таким образом, наиболее эф-

фективной является обработка ячменя препаратом Гумисол-Прима 01 в фазу окончания кущения.

Кукуруза на зерно. Ранняя внекорневая обработка кукурузы на зерно препаратом Гумисол-Прима 03 проведена в фазу развития и культуры 4-5 листьев, поздняя - 9-10 листьев. Показано, что оптимальным вариантом является применение ранней обработки (табл. 3). Повышается продуктивность растений и улучшается качество по биометрическим показателям (табл. 4).

Таблица 3 – Масса зерна из 100 растений кукурузы

Вариант	Масса, кг	Прирост, кг	Прирост, %
Без обработки	6,16	0	0
Ранняя обработка	10,70	4,54	73,7
Поздняя обработка	7,36	1,20	19,5
Двойная обработка (ранняя + поздняя)	8,22	2,06	33,4
$НСР_{0,5}$	2,29	-	-

Однако применение Гумисол-Примы 03 увеличивает влажность зерна кукурузы при уборке урожая, что может потребовать дополнительной просушки для повышения стойкости при хранении. Кроме того, внекорневая обработка препаратом снижает содержание общего азота и белка в зерне, наименее существенно - при ранней обработке. Хотя это снижение компенсируется увеличением продуктивности растений (табл. 4).

Таблица 4 – Качественные показатели урожая кукурузы

Вариант	Продуктивные растения, шт	Растения с двумя початками, шт	Ширина початка, см	Длина початка, см	Влажность зерна, %	Азот в зерне, %
Без обработки	54	9	3,40	17,89	12,40	2,14
Ранняя обработка	82	30	3,75	18,64	14,74	1,87
Поздняя обработка	71	14	3,55	18,10	15,20	1,64
Двойная обработка (ранняя + поздняя)	69	19	3,79	18,40	13,62	0,86
$НСР_{0,5}$	21	6	0,24	1,22	0,71	0,67

Наблюдение за динамикой роста растений кукурузы позволило сделать ряд выводов о механизмах действия препарата Гумисол-Прима 03 при внекорневой обработке кукурузы (табл. 5). Из таблицы 5 видно, что в первую неделю после ранней обработки возможно уменьшение высоты растений (72,64 см против 78 см в контроле при $НСР_{0,5}$5,31 см). Но через две недели после второй обработки высота растений варианта с ранней обработкой уже существенно превышает контроль (161,32 см против 155,03 см).

То есть, в первую неделю обработки препаратом наблюдается стрессовая ситуация, во время второго замера она преодолевается, и препарат работает уже в направлении стимуляции роста растений. На варианте с двойной обработкой при втором замере наблюдается наименьший прирост высоты растений относительно других вариантов. Это говорит о том, что данный промежуток между двумя обработками является недостаточным для адаптации растений. При этом наблюдается накладка стрессового состояния от первой обработки на действие второй. Прирост же высоты на варианте поздней обработки максимальный (93,1 против 77,03 см на контроле), что

свидетельствует об активации ростовых процессов при использовании препарата в поздние сроки. Именно за счет этого обработка в фазу 9-10 листьев, стимулируя прирост зеленой массы, приводит к торможению репродуктивных процессов, что определяет относительное снижение продуктивности растений и некоторое увеличение сроков созревания зерна, о чем свидетельствуют биохимические показатели урожая (табл. 4).

Таблица 5 – Влияние некорневой обработки препаратом Гумисол-Прима 03 на динамику роста растений кукурузы (в сантиметрах)

Вариант	Неделя после ранней обработки	Две недели после поздней обработки	Прирост высоты между замерами
Без обработки	78,00	155,03	77,03
Ранняя обработка	72,64	161,32	88,69
Поздняя обработка	80,93	165,46	84,53
Двойная обработка (ранняя + поздняя)	76,00	169,10	93,10
$НСР_{0,5}$	5,31	6,21	-

Таким образом, применение Гумисол-Примы 03 при внекорневой обработке кукурузы на зерно желательно в фазе 4-5 листьев. Также возможно позднее применения (9-10 листьев), которое является более целесообразным при выращивании кукурузы на зеленую массу. При двойной внекорневой обработке нужно урегулировать фазы применения и промежуток между обработками с последующим строгим их соблюдением.

Подсолнечник. Особенностями технологии выращивания подсолнечника в условиях опыта 2012 года является плотность посева, что составляет от 58 до 80 тыс. растений/га. При таких условиях максимальный прирост урожая (7,9 ц/га) и прирост массы семян с одного растения (49%) получены в варианте применения двойной внекорневой обработки (3-4 пары листьев + начало формирования корзинки) препаратом Гумисол-Прима 04 (табл. 6).

Таблица 6 – Урожайность подсолнечника.

Вариант	Урожай, ц/га	Прирост урожая		Масса зерна с 1 растения, г	Прирост массы зерна	
		ц/га	%		г/раст.	%
Без обработки	24,0	-	-	30,5	-	-
Ранняя обработка	25,3	1,3	5,3	36,8	6,3	20,6
Поздняя обработка	31,9	7,9	32,7	45,4	14,9	48,9
Двойная обработка (ранняя + поздняя)	27,3	3,3	13,7	41,4	10,9	35,8
$НСР_{0,5}$	10,2	-	-	-	-	-

Но по натурной массе и маслянистости семян подсолнечника максимально качественным является урожай, полученный при применении ранней обработки, а по содержанию белка – поздней (табл. 7). Применение Гумисол-Примы 04 в позднюю обработку, как на фоне ранней обработки, так и самостоятельно, несколько снижает качество семян подсолнечника. Это происходит за счет стимуляции ростовых процессов, что приводит к увеличению сроков созревания семян.

Однако повышение продуктивности растений при применении поздней обработки, а особенно на фоне ранней, позволяет получить экономически оправданный значительный прирост урожая и, соответственно, выход масла с единицы площади.

Таблица 7 – Качество семян подсолнечника

Вариант	Белок, %	Маслянистость,%	Натура зерна, кг/Гл зерна	Масло, кг/Гл зерна
Без обработки	22,87	48,10	423	203
Ранняя обработка	22,80	48,17	433	209
Поздняя обработка	22,92	48,05	418	201
Двойная обработка)	23,69	47,30	401	190

Выводы. Таким образом, показана эффективность препаратов Гумисол-Прима в условиях Донецкого региона. Применение их при внекорневой обработке культур, к которым препараты соответственно адаптированы, позволяет получить существенный положительный экономический эффект. Исследуемые препараты являются перспективными в зоне рискованного земледелия и по результатам проведенных исследований рекомендованы к включению в «Перечень пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к использованию в Украине». Общим для внекорневого применения препаратов серии Гумисол-Прима является стимуляция наращивания вегетативной массы культур и увеличение продуктивности растений. При этом их внекорневое использование требует тщательного выдерживания сроков внесения в соответствии с наступлением определенных фенофаз обрабатываемых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт производителя ООО "Агрофирма "Гермес". Электронный документ. – Режим доступа: http://www.humi-plus.com/ – Название с экрана.

2. Полевой В. В. Фитогормоны / В. В. Полевой. – Л, 1982. – 249с.

3. Башкатова Т. И. Участие фитогормонов в регуляции роста и развития двулетних растений на примере *Betavulgaris*связь с изменением концентрации сахаров// Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск. Электронный документ. – Режим доступа: e-mail:cell@sifibr.irk.ru – Название с экрана.

4. Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений: Учебное пособие студентов биологических факультетов вузов / Т. В. Чиркова. – СПб.: СПбГУ, 2002. – 244 с.

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1973. – 416 с.

УДК 630.237.4

ПРИМЕНЕНИЕ БИОГУМУСА ДЛЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Б.А. Мустафаев
кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, **Казахстан, г. Павлодар**
З.Е. Какежанова
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, **Казахстан, г. Павлодар**
А.Б. Кенжетаева
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, **Казахстан, г. Павлодар**, aselkenjetaeva@mail.ru

Внесение биогумуса положительно влияет на агрофизические и водные свойства почвы, особенно при его рациональном использовании; также положительную роль биогумус играет как органическое удобрение, при этом увеличивается содержание гумуса.
Ключевые слова: гумус, плодородие, продуктивность картофеля.

INFLUENCE OF USING OF BIOHUMUS FOR REPRODUCTION OF SOIL FERTILITY

Mustafayev B.A., Kakezhanova Z.E., Kenzhetaev A.B.

Adding of biohumus positive effect on agro-physical properties of these soils. This has a positive impact on water properties of the soil, especially its management, also biohumus has a positive role as organic fertilizer. This increases the humus content.
Keywords: humus, fertility, productivity of potato.

Территория Республики Казахстан отличается многообразием почв и сложнейшей структурой почвенного покрова. В результате деятельности человека на значительной территории республики почвенный покров претерпел существенные изменения. Эти изменения в зависимости от уровня культуры земледелия, разной деятельности и интенсивности использования, снижения запасов биомассы имеют самый различный характер и во многих случаях – негативный. В условиях всевозрастающего темпа техногенеза немаловажную роль в развитии сельскохозяйственной отрасли играет сохранение плодородия [1]. Невосстановляемое отчуждение питательных элементов с урожаем приводит к уменьшению содержания гумуса в почве. Более 100 лет назад создатель генетического почвоведения В. В. Докучаев объяснил, что состояние почв – это зеркало, в котором отражается не только физический, но духовный облик человека [2].

При сельскохозяйственном использовании в неудобряемых почвах гумусовые вещества подвергаются минерализации, и почва постепенно обедняется гумусом. По данным М. М. Кононовой, за 12–13 лет использования целинных почв происходят следующие потери гумуса: в дерново-подзолистой почве - до 40%, в черноземе – 7, в сероземе – 70% [3].

Существует различные методы восстановления гумуса в почве, такие как запахивание соломы озимых культур, внесение большого количества навоза, внесение азотных удобрений вместе с соломой и многое другое. Однако каждый из перечисленных методов достаточно трудоемок. Считается, что внесение соломы обеспечит

почву всеми отчужденными элементами и гумусом, однако процесс минерализации и разложения соломенных остатков проходит медленно, в особенности при нехватке влаги в летне-осенний период. В настоящее время существует инновационный метод удобрение полей – внесение биогумуса в качестве органического удобрения [4].

Биогумус (вермикомпост) – сыпучая, мелко гранулированная масса, с размерами гранул 0,1–3,0 мм, с влажностью 40–50 %, коричневого или черного цвета, не имеющая запаха, обладающая высокой влагоемкостью, не содержит патогенной микрофлоры, яиц и личинок гельминтов, цист патогенных простейших и семян сорняков, вредных примесей и не обладает токсичностью. Содержание N, P, K составляет соответственно 1,1–1,5; 0,9–1,2; 1,2%, органического вещества – от 30 до 50 %, pH 6,5–7,5. Питательные вещества находятся в биогумусе в виде соединений с гуминовыми кислотами и содержат все необходимые для растений макро- и микроэлементы, а также и биогенный кальций. Элементы для питания растений в биогумусе взаимодействуют с минеральными компонентами почвы и образуют сложные комплексные соединения. Биогумус – это не только гумусное удобрение, но и уникальное микробиологическое удобрение, содержащее в своем составе микробоценоз полезных почвенных микроорганизмов, создающих плодородие земель. Внесение его в почву нормализует развитие свойственных здоровой почве, микробных ассоциаций. Биогумус превосходит навоз и компосты по содержанию гумуса в 4–8 раз. Это его главное достоинство. Наряду с этим он обладает и другими ценными свойствами, такими как большая влагоемкость, влагостойкость, механическая прочность гранул, отсутствие семян сорных растений, наличие большого количества и более широкого спектра полезных микроорганизмов, ферментов, антибиотиков, гормонов роста для растений.

Исследования проводились на опытных участках, внесение различных доз удобрения проводилось под картофель по следующей схеме опыта:

1) контроль (без биогумуса);
2) N75P75K60;
3) 3 т/га биогумуса;
4) 5 т/га биогумуса;
5) 7 т/га биогумуса;
6) 9 т/га биогумуса.

Анализ данных по урожаю культуры показывает, что в отчетном году урожай имел сравнительно средние показатели. По всей вероятности, засушливость климата сказалась на урожайности, хотя работа была проведена на поливе (табл. 5).

Установлено, что урожайность картофеля на вариантах с внесением минеральных удобрений увеличилась на 22,2%, а при внесении биогумуса (1–9 т/га) – на 30,9–40,9% по сравнению с контролем. Это в абсолютных цифрах соответственно составляет 64 ц при внесении минеральных удобрений и 89–118 ц при внесении биогумуса. Однако наиболее существенная прибавка урожая наблюдается при внесении биогумуса 5 т/га – 110 ц. Дальнейшее увеличение дозы биогумуса под картофель не сопровождается повышением урожайности. По всей вероятности, это объясняется тем, что высокие температуры почвы и воздуха в критические периоды роста и развития растений негативно повлияли на физиологию.

Таблица 5 – Урожайность картофеля в зависимости от внесения минеральных удобрений и биогумуса

Варианты	Картофель		
	ц/га	прибавка	
		ц/га	%
Контроль	288	0	0
N75P75K60	352	64	22,2
Биогумус 1 т/га	377	89	30,9
Биогумус 3 т/га	387	99	34,3
Биогумус 5 т/га	398	110	38,1
Биогумус 7 т/га	403	115	39,9
Биогумус 9 т/га	406	118	40,9
НСР05		43	

Таким образом, внесением биогумуса можно создать оптимальное сложение пахотного слоя почвы по рациональному использованию влаги почвы и для наилучшего роста и развития культурных растений. При систематическом применении биогумуса в почве в изучаемых количествах в зонах исследования позволит приостановить процесс дегумификации почвы и улучшить условия минерального питания растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азимбай А. Б., Отаров К. М. // Отчет «Экологический мониторинг состояния агроценозов различных регионов Казахстана» / Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова. – Алматы, 2001. – 21 с.

2. Докучаев В. В. Сочинения. Библиография трудов. – М.: Издательство Академия наук СССР, 1961. – С. 17–25.

3.Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314 с.

4. Нурмухаметов Н. М. Солома и сидераты - важные средства повышения микробиологической активности почвы // Земледелие. – 2001.

УДК 631.6.619

ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ И ИХ РЕШЕНИЕ

И.Н. Алиев

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом технологий горного и предгорного садоводства, ФГБНУ «Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного садоводства», **Республика Кабардино-Балкария, г. Нальчик,** *aliev61@mail.ru*

З.Х. Хамарова

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом информационно-консультационного обслуживания, ФГБНУ «Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного садоводства», **Республика Кабардино-Балкария, г. Нальчик**

Статья посвящена проблеме рекультивации нарушенных земель в Кабардино-Балкарской республике. Приводятся сведения о нарушенных землях в республике. Объектами исследований служили деревья и кустарники, произрастающие в различных экологических условиях. В работе рассматриваются результаты многолетних научных исследований по восстановлению нарушенных земель, итогом которых является разработка концепции восстановления и системы практических приемов, адаптированных к специфике природно-климатических и экологических условий нарушенных земель Кабардино-Балкарии.

Ключевые слова: рекультивация, нарушенные земли, растения, эрозия, экологические условия, месторождение.

PROBLEMS OF BIOLOGICAL RECULTIVATION IN KABARDINO-BALKAR REPUBLIC, AND THEIR DECISION

Aliev I.N., Hamarova Z.H.

The article deals with land reclamation in the Kabardino-Balkar Republic. Provides information on disturbed lands in the country. We studied the trees and shrubs that grow in different environmental conditions. This paper deals with the results of years of scientific research on restoration of land, the result of which is the restoration and development of the concept of practical techniques, adapted to the specific climatic and environmental conditions of disturbed lands of Kabardino-Balkaria.

Keywords: restoration, disturbed land, plants, soil erosion, environmental conditions, the deposit.

Под воздействием хозяйственной деятельности человека и сил природы происходит нарушение земель в виде изменения их целостности и перемещения почвенного, напочвенного покрова и подстилающих горных пород, а также естественного режима грунтовых и поверхностных вод. Взаимосвязи между отдельными компонентами окружающей среды приводят к факту появления нарушенных земель, процессам эрозии и дефляции, что сопровождается изменением природных ландшафтов с образованием положительных и отрицательных форм рельефа. Влияние их на различные компоненты окружающей среды многообразно и выходит далеко за пределы занимаемой ими территории. Особое значение имеет взаимодействие нарушенных земель и растительных ценозов. В обоих случаях необходимо рассматривать как влияние нарушенных земель на растительные ценозы, так и обратное влияние ценозов на техногенные земли.В комплексе мер по стабилизации и улучшению экологической обстановки и повышению продуктивности сельского хозяйства защитное лесоразведение является самым эффективным, долговременно действующим мероприятием, а в ряде случаев – единственным средством.

На территории Кабардино-Балкарской республики (КБР) разведано и используется 53 различных объекта по добыче природного сырья, которые расположены по всему региону и занимают площадь 1035,4 га [1]. Это месторождения по добыче песка, песчано-гравийной смеси, глин, вулканического туфа, вулканического пепла и бентонитовых глин (рис. 1). Объектами наших исследований служили деревья и кустарники, произрастающие на этих участках, которые расположены в различных зонах и районах КБР.

Опытные участки расположены в 7 районах республики (Прохладненском, Урванском, Баксанском, Зольском, Чегемском, Черекском и Эльбрусском) и находятся в различных условиях: по природным зонам – в степной, предгорной, низкогорной, горно-степной; по типу местности – на равнине, в предгорье и горах; по типу климата – в континентальном и умеренно континентальном; по высоте над уровнем моря – от 150…200 до 1100…1300 м, на различных почвах; по норме осадков – от 300…350 до 600…700 мм/год; по коэффициенту увлажнения – от 0,6 до 1,4 и по среднегодовой изотерме – от + 3 до + 12°С.

- Песок
- Песчано-гравийная смесь
- Глина
- Вулканический туф
- Вулканический пепел
- Бентонитовая глина

Рисунок 1 – Объекты исследований по видам добываемого сырья

Задачи биологической рекультивации техногенных ландшафтов включают решение вопросов санитарно-гигиенических, охраны природы и др. Это вызвано необходимостью воспроизводства многих природных ресурсов, утраченных в процессе добычи полезных ископаемых. Сложность рекультивации заключается в том, что

приходится преодолевать многие неблагоприятные факторы, в том числе неблагоприятные породы. Кроме того, более сложного решения требует создание оптимальных форм рельефа и регулирование водного режима.

Рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды. Применение различных мелиоративных способов с целью улучшения лесорастительных свойств отвалов позволит резко расширить ассортимент древесных пород и кустарников в Кабардино-Балкарии. К рекультивации относятся следующие мероприятия:

- укладка на песчано-гравийные отвалы непроницаемого суглинистого горизонта и сверху смеси пород с потенциальным плодородием в оптимальном соотношении;
- нанесение на поверхность глинистых и известковых отвалов слоя песка, суглинка или гумусовой почвы мощностью до 15…60 см, с последующим формированием грунтосмесей;
- использование минеральных и органических удобрений;
- применение глубокой посадки, предварительного закрепления многолетними травами.

Выращивание защитных лесных насаждений в пределах каждого конкретного карьера или отвала должно сопровождаться общей организацией территории. Это позволит применять при лесовыращивании серийно выпускаемые машины и орудия, повышать качество лесокультурных работ и уровень агротехники, улучшить использование рекультивируемых площадей.

С учетом имеющегося опыта биологической рекультивации нарушенных земель в Российской Федерации и разнообразия техногенных ландшафтов КБР, подлежащих рекультивации, составлена обобщенная схема рекультивационных мероприятий, которая показывает, что более благоприятные породы нарушенных земель позволяют упростить мероприятия технического этапа, которые сводятся к полной или частичной планировке поверхности отвалов. Создание продуктивных лесных угодий возможно без улучшения свойств субстрата (рис. 2).

Нанесение потенциально плодородных пород дает возможность создать продуктивныесельхозугодья. При целевой разработке соответствующих рекомендаций нарушенные земли могут быть использованы для создания садов и огородов. Таким образом, рекультивация нарушенных земель в КБР преследует основную цель: по возможности нейтрализовать отрицательное влияние техногенных земель на окружающую среду, в первую очередь на граничащие с ними фитоценозы. Основной задачей при этом является подбор ассортимента видов, пригодных для данных конкретных условий. Наиболее пригодными для этих целей оказались многолетние травы, а подробное изучение процесса естественного зарастания дает возможность обоснованно подходить к подбору ассортимента древесных растений. Исследования по изучению состояния и роста растений достоверно подтверждают перспективность отдельных пород для биологической рекультивации отвалов. В наших условиях на всех горных породах лучше растут и развиваются тополя (бальзамический и белый), осина, вяз приземистый, облепиха крушиновая, шиповник, ивы (козья и остролистная), свидина и терн, в более влажных и затененных местах – ольха черная, ольха серая, ива трехтычинковая, лещина обыкновенная и другие.

Рекультивация имеет различные направления: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рыбохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, санитарно-гигиеническое, строительное.

Сельскохозяйственная рекультивация проводится на потенциально плодородных горных породах или на бедных грунтах после землевания – комплекса работ по снятию, транспортировке и нанесению плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород на неплодородные субстраты с целью их улучшения.

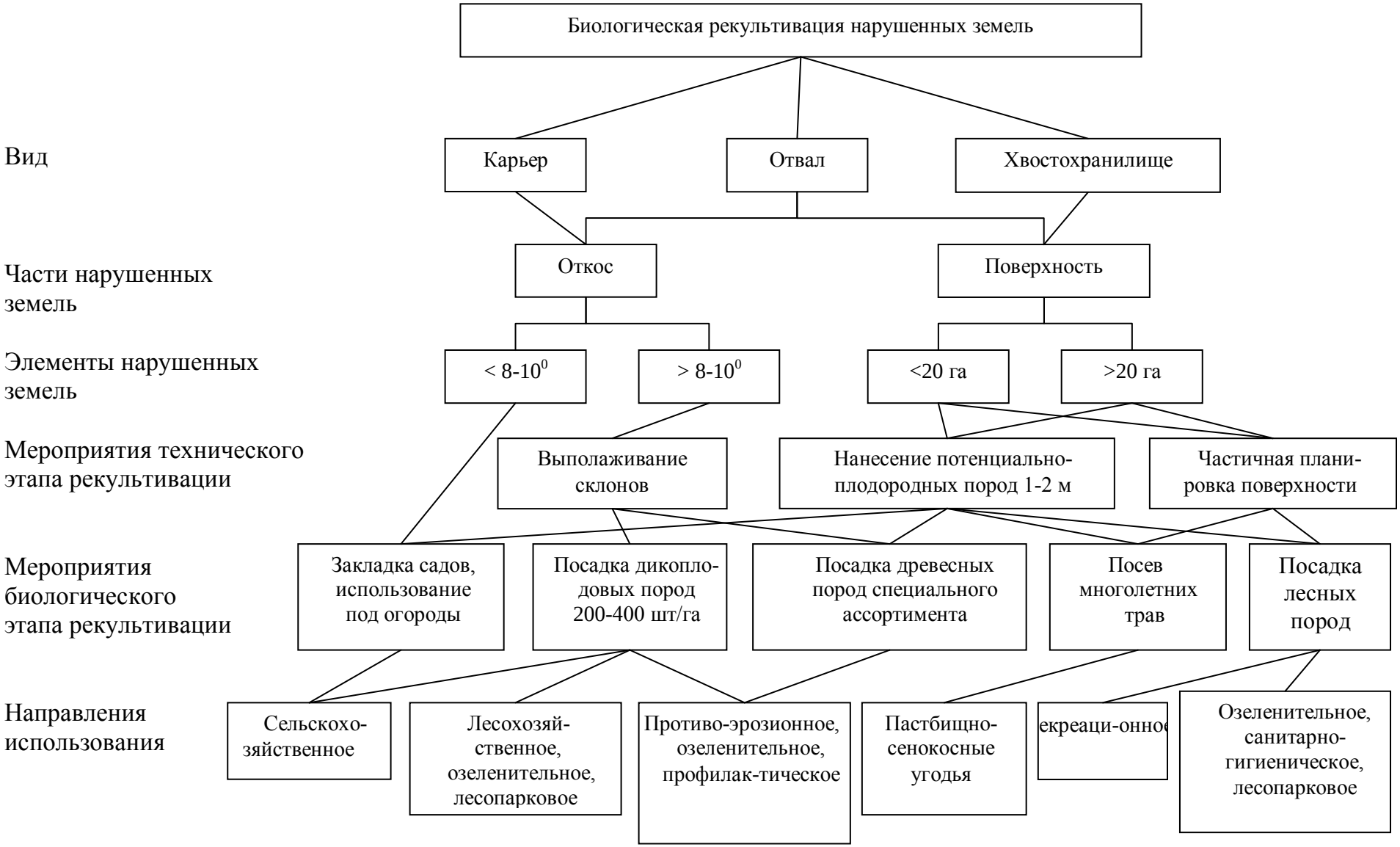


Рисунок 2 – Основные направления биологической рекультивации нарушенных земель КБР

Все работы, связанные с выращиванием лесных культур и зеленых насаждений, относятся к лесной рекультивации, в которой выделяются 4 направления: полезащитное, противоэрозионное, лесохозяйственное и лесопарковое. Полезащитные лесные полосы создают на поверхности отвалов, используемых в земледелии, при этом в основном применяются рекомендации для смежных зональных почв. Противоэрозионные лесные насаждения выращиваются в отработанных карьерах, на отвалах и смежных землях, подверженных дефляции и эрозии, непригодных для сельского хозяйства. Лесохозяйственная рекультивация (выращивание насаждений общего хозяйственного назначения, включая лесоэксплуатационные) возможна лишь на сравнительно плодородных горных породах или бедных грунтах после землевания в районах с благоприятными климатическими условиями. Лесопарковая рекультивация проводится в зеленых зонах населенных пунктов, при этом в местах активного отдыха населения возможно создание парков в сочетании с водоемами и различными постройками для аттракционов.

Сельскохозяйственная и лесная рекультивации проводятся в 2 этапа: технический и биологический. Технический этап (техническая рекультивация) включает подготовку земель для последующего целевого использования в народном хозяйстве. К нему относятся планировка, формирование откосов, землевание, строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений. Биологический этап – это комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны.

Обработка почвы на поверхности отвалов и откосов крутизной до 12^0 особых трудностей не вызывают. Для песчаных и известковых субстратов она может быть сплошной, полосной или бороздами [2]. Отвалы, сформированные из суглинистых и вулканических материалов рыхлого сложения и незаросшие естественной травянистой растительностью, могут быть назначены под выращивание лесных культур на площадях без предварительной подготовки почвы.

Для создания устойчивых лесных насаждений необходимо использовать местные породы деревьев и кустарников. Выбор главной породы в этих условиях зависит от целевого назначения – борьбы с ветровой и водной эрозией, эстетического и санитарно-гигиенического улучшения окружающей среды. Для этих целей предпочтение следует отдавать быстрорастущим и корнеотпрысковым породам, смешанным насаждениям. В схемах смешения должны присутствовать сопутствующие породы и кустарники. Оптимальная ширина междурядий – 2,5…3,0 м, расстояние между посадочными местами – 0,7…1,5 м. При создании насаждений из облепихи крушиновой возможно размещение 5х4 м, в дальнейшем происходит успешное зарастание за счет корневых отпрысков.

В качестве посадочного материала используются стандартные 1…2-летние саженцы и укоренённые черенки. Неукоренёнными черенками приживаются культуры тополей и ив по пониженным и хорошо увлажненным местам, у постоянных водотоков и участках с близким залеганием грунтовых вод.

Уход за лесными культурами заключается в рыхлении междурядий и в рядах. Количество уходов за насаждениями конкретизируется в каждом случае.

Исходя из лесорастительных условий преобладающих горных пород целесообразно на отвалах создавать насаждения древесных пород следующих назначений:

- на откосах всех отвалов крутизной более $8…10^0$ – только противоэрозионные насаждения;
- на поверхности и пологих склонах суглинистых и глинистых отвалов – насаждения общего хозяйственного назначения;
- на поверхности и пологих склонах известковых песчаных и песчано-гравийных отвалов – противоэрозионные насаждения.

При расположении отвалов в зоне населённых пунктов лучше создавать лесопарковые насаждения независимо от состава горных пород.

На основании проведённых исследований опытных участков нарушенных земель Кабардино-Балкарии рекомендуются следующие основные мероприятия по повышению эффективности их освоения:

1. Использовать предыдущий опыт рекультивации и освоения бросовых земель, имеющих идентичные условия с нарушенными землями.

2. Объединять усилия специалистов различного профиля и участие предприятий и организацией различных отраслей хозяйства – проектных, горнодобывающих, сельских, лесных и других при проведении указанных работ.

3. Учитывать взаимосвязь между горнотехническими и биологическими этапами рекультивации, формирование нарушенных земель должно увязываться с последующими видами и направлениями их использования.

4. Разрабатывать приемы складирования вскрышных работ.

5. Использовать для снятия, транспортировки и укладки плодородного слоя почвы механизмы, свободные от горных работ.

6. Улучшать строение, состав и свойства бедных горных пород путем перекрытия токсичных субстратов, формирования технических смесей, пескования, применения специальной агротехники, органических и минеральных удобрений.

7. Сочетать в комплексе сельскохозяйственную, лесохозяйственную и другие виды рекультивации, обеспечивающей закрепление и облесение отвалов, полное прекращение дефляции и водной эрозии.

8. Обращать серьезное внимание на разнообразные и специфические лесорастительные условия месторождений и их частей, определяющие агротехнику, ассортимент, методы и способы создания культурных насаждений и их назначение.

9. Подбирать древесные и кустарниковые породы, имеющие большое почвоулучшающее, противоэрозионное, санитарно-гигиеническое, рекреационное и эстетическое значение.

10. Выращивать смешанные насаждения, обладающие многосторонними преимуществами перед чистыми.

11. Вводить в состав насаждений плодово-ягодные виды растений.

12. Использовать породы, легко распространяющиеся естественным путем (семенами и корневыми отпрысками).

Необходимо принимать во внимание, что распространение растительности на нарушенных землях служит ясным и простым показателем их потенциальной способности произрастать в данных условиях. Это явление можно считать сигналом для облесения бросовых земель. При соответственно поставленном изучении растительного покрова можно делать некоторые заключения о производственной мощи каждого участка техногенного ландшафта, намечать те мероприятия, которые должны повысить производительность наличных растительных группировок и изменить их в направлении большего удовлетворения потребностей человека, а также подсказать состав и приёмы возделывания новых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сводный отчет о рекультивации земель, снятии и использовании плодородного слоя почвы в КБР за 2010 г. // Государственный земельный комитет РФ КБР. – Нальчик, 2011. – 2 с.

2. Терпелец В.И. Почвенно-агроэкологические основы рекультивации земель в условиях ЗападногоПредкавказья: автореф. дис. … докт. с.-х. наук. – Краснодар, 2001. – 45 с.

III МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«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.

Компьютерная верстка Л.С. Новопольцева

Подписано в печать 21.02.2013 г. Печать офсетная.
Формат 60×84/8. Усл. п.л. – 40,5, Тираж – 200 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