

*На правах рукописи*

**БАРАКИНА Евгения Евгеньевна**

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА  
ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЗАПАДНОГО  
ПРЕДКАВКАЗЬЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Специальность 03.02.13 – почвоведение

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2011

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет» в 2008-2011 гг.

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Терпелец Виктор Иванович**

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Цховребов Валерий Сергеевич**

доктор сельскохозяйственных наук  
**Тишков Николай Михайлович**

Ведущая организация: **ГНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко»**

Защита диссертации состоится « 27 » декабря 2011 г. в 11 час. на заседании диссертационного совета Д 220.038.04 при ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», с авторефератом - на сайтах <http://www.vak.ed.gov.ru> и <http://www.kubsau.ru>

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**В.Н. Слюсарев**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Западное Предкавказье, занимающее равнинную часть Краснодарского края, является уникальным природным объектом Южного Федерального округа Российской Федерации. В почвенном покрове региона преобладают высокоплодородные сверхмощные и мощные кубанские черноземы. Однако, их интенсивное использование привело к дисбалансу между потенциальным и эффективным плодородием, о чем свидетельствует снижение запасов гумуса и ухудшение его качественного состава, обеднение азотом, фосфором, калием, кальцием, подкисление, загрязнение тяжёлыми металлами и, следовательно, нарушение экологического равновесия в системе «почва - растение» (В.Ф. Вальков и Ю.А. Штомпель, 1996; В.И. Терпелец, 1999; Н.Ф. Коробской, 2002; Н.Г. Малюга, 2002, 2008; В.Н. Слюсарев, 2008 и др.).

Для решения сложного комплекса экологических проблем в регионе необходимым условием является изучение и разработка научно-обоснованных приемов воспроизводства и повышения плодородия почв, эффективного использования удобрений в сочетании с другими средствами химизации земледелия при различных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте, обеспечивающих повышение их урожайности и качества с одновременным удовлетворением природоохранных требований. Научные исследования проводились в соответствии с планом комплексной научно-исследовательской работы по агроэкологическому мониторингу ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (номер государственной регистрации 01.2.006 06 825).

**Цель и задачи исследований.** Целью исследований является выявление особенностей агроэкологического состояния плодородия чернозёмов выщелоченных равнинного агроландшафта Западного Предкавказья при различных технологиях возделывания озимой пшеницы и сахарной свеклы для разработки наиболее эффективных приемов воспроизводства их плодородия и повышения продуктивности агроценоза.

В связи с поставленной целью выполнялись следующие основные задачи:

1. Дать современную оценку агроэкологического состояния плодородия чернозёма выщелоченного равнинного агроландшафта.
2. Исследовать влияние различных агротехнологий на изменение гумусного состояния, биологической активности, содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов исследуемой почвы.
3. Изучить влияние плодородия чернозёма выщелоченного на урожайность озимой пшеницы и сахарной свеклы, возделываемых различными технологиями.
4. Определить экономическую и биоэнергетическую эффективность различных технологий возделывания озимой пшеницы и сахарной свёклы с учетом сохранения и воспроизводства плодородия почв.

**Научная новизна результатов исследований.** Проведён комплексный агроэкологический мониторинг по изучению и научному обоснованию влияния

различных технологий возделывания озимой пшеницы и сахарной свёклы на изменение агроэкологического состояния чернозёма выщелоченного равнинного агроландшафта и даны рекомендации по воспроизводству его плодородия и повышению продуктивности агроценоза в Западном Предкавказье.

**Практическая ценность.** Сельскохозяйственным предприятиям разного экономического потенциала центральной зоны Краснодарского края даны научно-обоснованные рекомендации по воспроизводству плодородия чернозёма выщелоченного при возделывании на них альтернативными технологиями озимой пшеницы и сахарной свеклы с экономически оправданным уровнем урожайности.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Возделывание сельскохозяйственных культур различными технологиями на чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья способствует изменению агроэкологического состояния его плодородия.

2. Интенсификация технологий возделывания озимой пшеницы и сахарной свёклы способствует повышению содержания и запасов гумуса и увеличению биологической активности исследуемой почвы, особенно, при безотвальной системе основной обработки почвы. Содержание гумуса в пахотном слое чернозёма выщелоченного увеличилось при возделывании культур на всех технологиях, в сравнении с экстенсивной, на 0,16-0,48 %.

3. Однократное внесение высоких доз органических удобрений не способствовало повышению содержания гумуса до расчетных величин в условиях агроэкологического мониторинга.

4. Длительное применение органических и минеральных удобрений в сочетании с различными системами обработки почвы и защиты растений в условиях полевого севооборота незначительно влияет на изменение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в пахотном слое чернозёма выщелоченного, за исключением валового содержания цинка..

**Апробация работы.** Материалы исследований были доложены на ежегодных научных конференциях Кубанского государственного аграрного университета (2008-2011 гг.); III и IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение АПК», г. Краснодар, 2009 и 2010 гг.; на Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных вузов России, г. Орёл, 2010 г.; Международной научно-практической конференции «Макро- и микроэлементы в питании и продуктивности растений», г. Краснодар, 2010 г.; V международной научно-практической конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов», г. Краснодар, 2011 г.

**Публикации результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 10 научных работ общим объемом более 2,3 печатных листа, в том числе одна статья в журнале, рекомендованном ВАК.

**Структура и объем диссертации:** Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, рекомендаций производству, списка литературы из 210 наименований, в т.ч. 14 иностранных авторов и изложена на 157 страницах

компьютерного текста. Работа включает 46 таблиц, 9 рисунков и 19 приложений.

**Личный вклад автора.** Автору принадлежит 90% выполненной работы. Соискателем, под руководством научного руководителя, выполнены следующие виды работ: разработана программа и методика исследований; обоснованы теоретические положения диссертационной работы, проведены полевые исследования почв, выполнен большой запланированный объем аналитических работ; проанализирован и статистически обработан экспериментальный материал; сделаны выводы и предложения производству.

Автор искренне признателен за содействие и помощь в выполнении работы сотрудникам кафедр почвоведения, фитопатологии, энтомологии и защиты растений, общей биологии и экологии Кубанского ГАУ профессорам Н.Ф. Коробскому, В.Н. Слюсареву, А.В. Бузоверову, доцентам Л.Г. Мордалёвой, И.Ф. Высоцкой, старшему преподавателю Т.В. Швец.

Особую благодарность автор адресует научному руководителю, заведующему кафедрой почвоведения, профессору В.И. Терпельцу.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### **1. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ (обзор литературы)**

Анализ многочисленных литературных источников по исследуемой теме показал, что при длительном сельскохозяйственном использовании почв изменяются их гумусное состояние (Д.С. Орлов, 1990; Н.Г. Малюга, 1997; В.И. Терпелец, В.Г. Живчиков, 1999; Н.М. Тишков, 2005), биологическая активность (О.В. Енкина, 1999; Н.Ф. Коробской, 2002 Д.Г.; Звягинцев, 2005), свойства (В.С. Цховребов, 2003; В.Н. Слюсарев, 2007) повышается их загрязненность тяжелыми металлами (С.И. Колесников, 2000; Э.А. Александрова и др., 2001; В.Д. Жуков, 2005; Н.Г. Гайдукова, 2008; Ю.Н. Водяницкий, 2008; Н. А. Кошеленко, 2009) и, в целом, значительно изменяется плодородие. Почва, в результате снижения плодородия, не способна выполнять полноценно свои экологические функции (А. А. Околелова, 2006; Г. В. Мотузова, О.С. Безуглова, 2007). Исходя из этого, большое значение приобретает комплексная оценка в агроландшафтах агроэкологического состояния плодородия почв, и разработка мероприятий по его воспроизводству (В.И. Кирюшин, 2005).

Поэтому для повышения продуктивности агроценозов, сохранения и воспроизводства плодородия почв необходимо проводить мониторинговые исследования в агроландшафтах при возделывании сельскохозяйственных культур.

## 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в лабораторных и полевых условиях с 2008 по 2011 годы. Полевые исследования проводились в условиях длительного многофакторного опыта агроэкологического мониторинга на опытном поле учхоза «Кубань», анализ отобранных образцов почвы – в научно-исследовательской лаборатории кафедры почвоведения Кубанского государственного аграрного университета. Научные исследования проводились в типичном для Центральной зоны Краснодарского края 11-польном зернотравяно-пропашном севообороте.

Объектом исследований являлись: чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый и культуры звена севооборота – озимая пшеница (ОП) сорта «Фортуна» по предшественнику сахарная свёкла (СВ) гибрида «Крета».

Схема опыта была представлена частью выборки из полной схемы многофакторного полевого опыта (4x4x4)x3 и включала 14 вариантов из 48 имеющихся в опыте вариантов (табл. 1). В опыте изучались четыре фактора: А – уровень плодородия, В – система удобрений, С – система защиты растений, D – система основной обработки почвы.

Наблюдения, учет и анализы проводились на 14 вариантах - агротехнологиях с условным их названием агротехнологий: 000 (экстенсивная технология), 111 (беспестицидная), 222 (экологически допустимая), 333 (интенсивная) – на трех изучаемых системах основной обработки почвы (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>), и 113 (биологизированная), 200 (экологическая) – на рекомендуемой обработке почвы (D<sub>2</sub>).

Площадь делянки – общая – 105 м<sup>2</sup> (4,2 м x 25,0 м), учетная для озимой пшеницы – 34 м<sup>2</sup> (2,0 м x 17,0 м), для сахарной свеклы – 47,6 м<sup>2</sup> (2,8 м x 17 м). Повторность опытов трехкратная, расположение делянок систематическое.

Отбор почвенных образцов проводился из всех делянок опытного поля в середине вегетации растений: озимой пшеницы в слоях 0-20, 20-40, 40-60 см и сахарной свеклы в слоях 0-30, 30-60 см.

Виды и методы выполненных анализов почв: общий гумус по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова (ГОСТ 26213-91); легкоокисляемые формы гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации ГИЗР; расчет запасов и баланса гумуса; сумма обменных оснований по методу Каппена-Гильковица (ГОСТ 27821-88); гидролитическая кислотность по методу Каппена (ГОСТ 26212-91); расчет емкости катионного обмена и степени насыщенности почвы основаниями; рН водной и солевой суспензии электрометрическим методом (ГОСТ 26213-84); плотность сложения методом режущего кольца объемом 50 см<sup>3</sup> (ГОСТ 5180-84); валовое содержание тяжелых металлов по методике ЦИНАО; подвижные формы тяжелых металлов в ацетатно-аммонийной вытяжке атомно-абсорбционным методом; потенциальная дыхательная способность почвы по методу В.И. Штатнова; активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов по методу С.А. Федорова определялась по фенофазам развития культур.

Таблица 1 – Схема опыта в годы исследований

Индекс техно-логии	Фактор опыта			
	А – уровень плодородия почвы	В – система удобрений	С – система защиты растений	Д – система основной обработки почвы
0001 0002 (контроль) 0003	A <sub>0</sub> – исходный уровень	B <sub>0</sub> – без удобрения	C <sub>0</sub> – без средств защиты	D <sub>1</sub> – безотвальная СС – Двух- трехкратное дискование.
1111 1112 1113	A <sub>1</sub> – средний уровень 200 т/га навоза + 200 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	B <sub>1</sub> – минимальная норма СС – N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> + 30 т/га навоза ОП - N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>20</sub> + N <sub>30</sub>	C <sub>1</sub> – биологическая система защиты растений от вредителей и болезней	Безотвальная обработка на 30 – 32 см ОП – Двухкратное дискование на 10 – 12 см
2221 2222 2223	A <sub>2</sub> – повышенный уровень 400 т/га навоза + 400 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	B <sub>2</sub> – средняя норма СС – N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + 60 т/га навоза ОП - N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub> + N <sub>30</sub>	C <sub>2</sub> – интегрированная система защиты растений от сорняков	D <sub>2</sub> – отвальная зональная (рекомендуемая) СС – Двух- трехкратное дискование.
1132	A <sub>1</sub> – средний уровень 200 т/га навоза + 200 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	B <sub>1</sub> – минимальная доза СС – N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> + 30 т/га навоза ОП - N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>20</sub> + N <sub>30</sub>	C <sub>3</sub> – химическая система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков	Отвальная вспашка на 30 – 32 см ОП – Двухкратное дискование на 10 – 12 см
2002	A <sub>2</sub> – повышенный уровень 400 т/га навоза + 400 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	B <sub>0</sub> – без удобрения	C <sub>0</sub> – без средств защиты	D <sub>3</sub> – отвальная с глубоким рыхлением СС – Двух- трехкратное дискование.
3331 3332 3333	A <sub>3</sub> – высокий 600 т/га навоза + 600 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	B <sub>3</sub> – высокая норма СС – N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub> + 120 т/га навоза ОП - N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>80</sub> + N <sub>30</sub>	C <sub>3</sub> – химическая система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков	Отвальная вспашка на 30 – 32 см ОП – Отвальная вспашка на 18 – 22 см

В первом году исследований, с целью определения изменения агроэкологического состояния плодородия по профилю чернозема выщелоченного на опытной делянке (вариант 0002, контроль) был заложен полнопрофильный разрез, отобраны образцы почв из всех генетических горизонтов, и определены вышеуказанные и следующие дополнительные виды анализов: гранулометрический анализ по методу Н.А. Качинского (ГОСТ 12536-79); ускоренное определение состава гумуса минеральных почв методом М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой; плотность твердой фазы пикнометрическим методом (ГОСТ 5180-84); общая порозность и влажность завядания растений методом расчета (ГОСТ 28268-89); максимальная гигроскопическая влажность методом А.В. Николаева (ГОСТ 28268-89); наименьшая влагоемкость по методу В.Е. Кабаева.

Кроме того, определялись и учитывались следующие показатели:

1. Учет урожая: озимой пшеницы – путем обмолота учетной площади делянки комбайном «Сампо-500», сахарной свеклы – путем уборки свеклоподъемником с ручной очисткой корнеплодов и последующим определением качества урожая (совместно с кафедрой растениеводства).
2. Биоэнергетическая эффективность технологий возделывания.
3. Экономическая эффективность изучаемых агроприемов рассчитывалась с использованием методик, разработанных в Кубанском ГАУ.
4. Статистическая обработка результатов исследований проводилась дисперсионным методом по Б.А. Доспехову, регрессионный анализ по Е.А. Дмитриеву при помощи компьютерной обработки данных в программах Excel и Statistica 6.

### **3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ**

В геоморфологическом отношении территория исследований входит в южную часть Азово-Кубанской низменности Западного Предкавказья и представляет собой аллювиально-аккумулятивную равнину с покровом лессовидных пород значительной мощности, залегающих на сплошном горизонте разнозернистых песков (Е.С. Блажний, 1958; Н.Е. Редькин, 1968; В.Ф. Вальков и др., 1996).

Климатические условия Западного Предкавказья в большей степени определяются его географическим положением: близостью Черного и Азовского морей на юго-западе и западе, высокими хребтами Кавказских гор на юге, открытостью севера и северо-востока территории для холодных потоков воздуха с Восточно-Европейской равнины. Климат исследуемого региона умеренно континентальный с мягкой малоснежной зимой, умеренно жарким летом, высокой суммой положительных температур и значительной продолжительностью безморозного и вегетационного периодов.

Азово-Кубанская низменность сложена четвертичными отложениями, представленными лессовидными карбонатными глинами и суглинками, являющимися почвообразующими породами для черноземов Западного Предкавказья.

### **4. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР (результаты исследований)**

#### **4.1. Характеристика чернозема выщелоченного агроэкологического мониторинга**

Чернозем выщелоченный является наиболее распространенным подтипом черноземов на опытном поле агроэкологического мониторинга и в южной части Азово-Кубанской низменности Западного Предкавказья. Эти почвы в Краснодарском крае занимают 240,7 тыс. га (3,2 % от общей площади), из них

под сельскохозяйственными угодьями занято 213,5 тыс. га, в том числе, под пашней – 160,2 тыс. га.

Черноземы выщелоченные отличаются от других подтипов черноземов региона вымытостью карбонатов кальция из их гумусового горизонта (А+АВ) вследствие большего увлажнения. По гранулометрическому составу чернозем выщелоченный является легкоглинистым иловато-пылеватым (табл. 2).

Содержание физической глины в гумусовом слое составляет 60,5-63,9%, содержание ила от 37,7 до 39,9%. Распределение фракций механических элементов по профилю относительно равномерное.

Чернозем выщелоченный характеризуется слабо- и среднеуплотненным сложением. Плотность его верхней метровой толщи не превышает 1,41 г/см<sup>3</sup>, пористость общая не опускается ниже 48,2%. Из-за наличия в этой части профиля гидролитической кислотности (2,1-3,6 м.-экв. на 100 г почвы ) и выщелоченности углекальциевых солей этот подтип чернозема относится к почвам слабонасыщенным основаниями.

Чернозем выщелоченный относится слабогумусным видам, так как содержание гумуса в пахотном слое его составляет 3,2% (табл. 3). Для этой почвы характерно постепенное уменьшение гумуса с глубиной и аккумуляция его в глубоких горизонтах почвы, что определяет значительную мощность (150 см) её гумусового горизонта. Благодаря большим запасам гумуса в почвенной толще чернозем выщелоченный региона обладает сравнительно высоким потенциальным плодородием.

В составе гумуса верхнего метрового слоя исследуемой почвы наблюдается закономерность: преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами, основная часть гуминовых кислот прочно связана с кальцием, что придает им и гумусу большую устойчивость к процессам минерализации и наличие большого количества нерастворимого остатка (до 50,3 %), прочно связанного с минеральной частью почвы.

#### **4.2. Изменение гумусного состояния чернозёма выщелоченного при возделывании озимой пшеницы и сахарной свеклы различными технологиями**

Исследованиями установлено, что минимализация системы основной обработки и интенсификация технологии возделывания озимой пшеницы способствовали увеличению содержания гумуса в пахотном слое чернозёма выщелоченного. Наибольшее содержание гумуса в верхних слоях исследуемой почвы наблюдалось практически при использовании всех агротехнологий с применением безотвальной системы основной обработки почвы. Это объясняется тем, что безотвальный способ основной обработки почвы, приближая почву к естественным условиям, способствует гораздо более значительному накоплению органического вещества. При вспашке с оборотом пласта растительные остатки запахиваются в нижний слой почвы, а подпахотный слой выносится наверх.

Таблица 2 – Гранулометрический состав, физические и физико-химические свойства чернозема выщелоченного равнинного агроландшафта агроэкологического мониторинга

Горизонт, глубина, см	Содержание механических фракций, %				Плотность, г/см <sup>3</sup>		Пористость общая, %	Сумма поглощенных оснований м.-экв. на 100 г почвы	Гидролитическая кислотность	Степень насыщенности основаниями, %	pH <sub>H2O</sub>
	1-0,05 мм	0,05-0,001 мм	менее 0,001 мм	сумма менее 0,01мм	сложения	тв. фазы					
A <sub>пах</sub> , 0-20	2,8	57,3	39,9	63,9	1,23	2,66	53,8	34,8	2,8	92,6	6,5
A <sub>20-59</sub>	3,8	56,9	39,3	62,4	1,34	2,71	50,6	36,6	3,6	91,0	6,5
AB <sub>1</sub> , 59-112	3,2	57,7	39,1	61,3	1,41	2,72	48,2	37,0	2,1	94,6	6,6
AB <sub>2</sub> , 112-150	3,9	58,4	37,7	60,5	1,44	2,70	46,7	31,9	-	100,0	6,9

Таблица 3 – Содержание и состав гумуса чернозема выщелоченного равнинного агроландшафта агроэкологического мониторинга

Горизонт, глубина, см	Гумус		Общий углерод, %	Углерод гумусовых веществ (числитель - % к массе почвы, знаменатель - % от общего углерода)						C <sub>ГК</sub> / C <sub>ФК</sub>
	%	т/га		извлекаемых 0,1M Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + 0,1n NaOH	гуминовые кислоты			фульво-кислоты	остаток	
					всего	свободные и связанные с R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	связанные с Са			
A <sub>пах</sub> , 0-20	3,21	78,96	1,86	<u>1,01</u> 50,2	<u>0,74</u> 36,8	<u>0,12</u> 6,0	<u>0,62</u> 30,8	<u>0,27</u> 13,4	<u>1,00</u> 49,8	2,74
A <sub>20-59</sub>	2,80	146,32	1,62	<u>0,89</u> 49,7	<u>0,59</u> 33,0	<u>0,09</u> 5,0	<u>0,50</u> 28,0	<u>0,30</u> 16,7	<u>0,90</u> 50,3	1,97
AB <sub>1</sub> , 59-112	2,00	149,46	1,16	<u>0,62</u> 50,4	<u>0,34</u> 27,6	<u>0,03</u> 2,4	<u>0,31</u> 25,2	<u>0,28</u> 22,8	<u>0,61</u> 49,6	1,21
AB <sub>2</sub> , 112-150	1,53	83,72	0,87	<u>0,46</u> 52,9	<u>0,20</u> 23,0	<u>0,02</u> 2,3	<u>0,18</u> 20,7	<u>0,26</u> 29,9	<u>0,41</u> 47,1	0,77

Технология возделывания озимой пшеницы также оказывает влияние на процессы гумусонакопления (рис. 1а). При экстенсивной технологии (000) с использованием всех систем основной обработки почвы на фоне низкой продуктивности растений и ограниченном поступлении в почву растительных остатков, почвенные микроорганизмы испытывают недостаток в углероде и азоте, что приводит к использованию ими органического вещества почвы, поэтому содержание гумуса в этом случае минимально. Под влиянием вносимых удобрений наибольшее увеличение содержания гумуса в пахотном горизонте наблюдается при тройных дозах вносимых удобрений, а отличий между одинарной и двойной дозами практически нет.

Аналогичные закономерности повышения содержания гумуса при возрастании интенсификации технологии возделывания озимой пшеницы отмечены и в слое 20–40 см (рис. 1б).

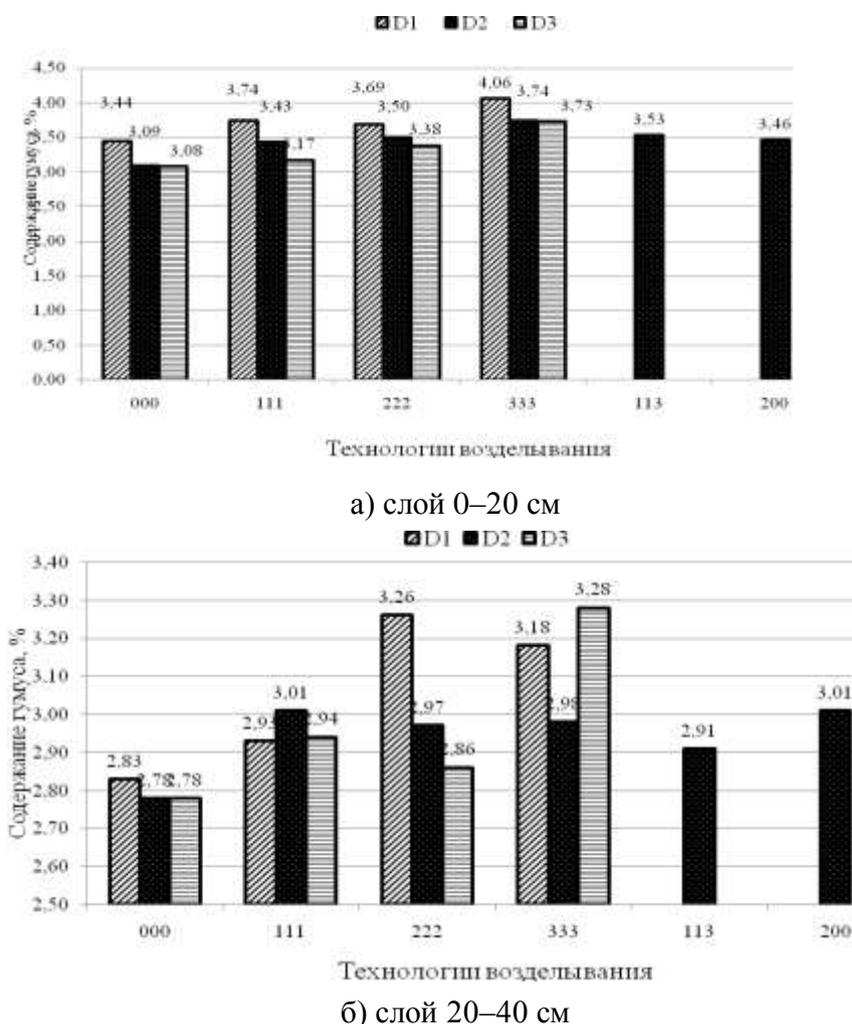


Рисунок 1 – Содержание гумуса (%) чернозёма выщелоченного под озимой пшеницей сорта «Фортуна», 2008-2010 гг.

Таким образом, безотвальная обработка почвы под культуры сплошного сева является более перспективной по сравнению с отвальной, так как обеспечивает более благоприятное соотношение процессов минерализации и гумификации органических веществ.

Сахарная свёкла, являясь культурой пропашной и одновременно более

требовательной к содержанию в почве органического вещества, имеет более низкие показатели содержания гумуса в верхних горизонтах по сравнению с озимой пшеницей (рис. 2 а).

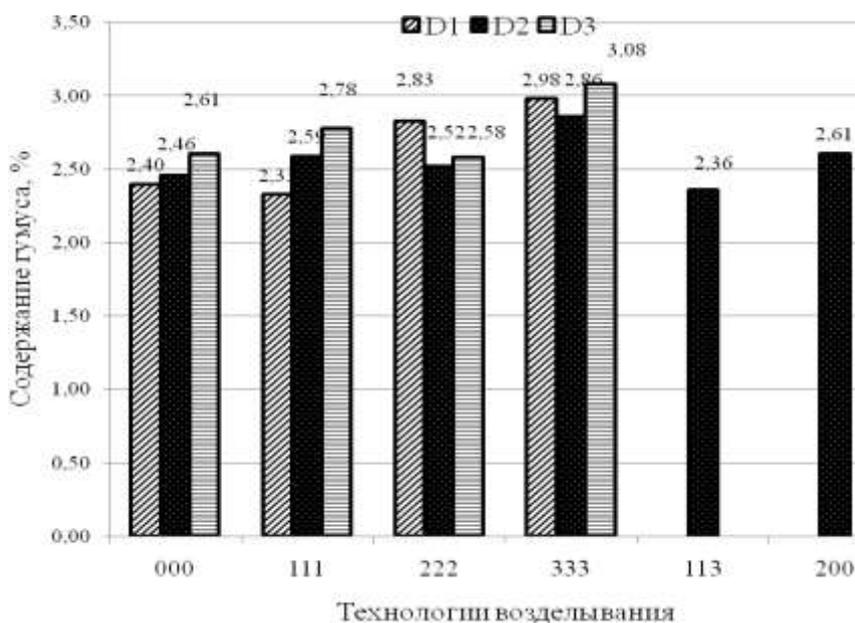
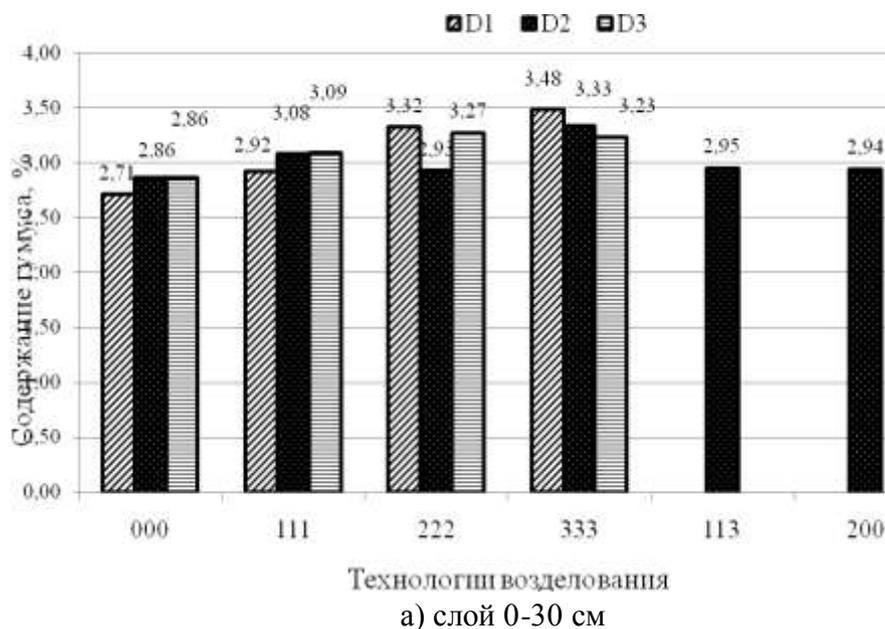


Рисунок 2 – Содержание гумуса (%) в чернозёме выщелоченном под сахарной свёклой, 2007-2009 гг.

Интенсификация агротехнологий под обеими культурами способствовала усилению процессов гумификации. Внесение органических и минеральных удобрений незначительно повысило содержание гумуса в почве, что, в свою очередь, оказало влияние на урожайность озимой пшеницы. Соответственно, увеличилось и количество пожнивных остатков в

почве, что способствовало дальнейшему усилению процессов гумусообразования.

Внесение высоких доз органических удобрений для создания повышенного (фактор А<sub>2</sub>) и высокого (фактор А<sub>3</sub>) уровня плодородия не способствовало повышению содержания гумуса в исследуемой почве до расчетных величин.

Установленная корреляционная связь (табл. 4) между факторами опытов и содержанием гумуса в пахотном слое чернозема выщелоченного показывает, что при возделывании озимой пшеницы наибольшую долю влияния оказывал уровень плодородия почвы (фактор А), при возделывании сахарной свеклы – система применения удобрений (фактор В).

Таблица 4 – Регрессионная зависимость содержания гумуса в чернозёме выщелоченном от факторов агротехнологий

Культура, слой, годы исследований	Свободный член уравнения	Доля влияния (числитель, %) и коэффициенты регрессии (знаменатель) по факторам				Множественный коэффициент корреляции
		А	В	С	Д	
Озимая пшеница, 0-20 см, 2008-2010	3,59	$\frac{37,92}{0,50}$	$\frac{2,82}{0,038}$	$\frac{19,54}{0,28}$	$\frac{30,92}{-0,55}$	0,86
Сахарная свёкла, 0-30 см 2007-2009	2,64	$\frac{23,04}{0,27}$	$\frac{64,48}{0,75}$	$\frac{10,94}{-0,15}$	$\frac{3,81}{0,19}$	0,89

Расчеты баланса гумуса показали, что под озимой пшеницей без внесения органических удобрений при использовании экстенсивной (000) и беспестицидной (111) в агротехнологиях складывался отрицательный баланс гумуса (табл. 5). Однако, наибольший дефицит гумуса отмечался при использовании отвальной системы основной обработки почвы. Применение органических и минеральных удобрений (222 и 333) на фоне всех систем обработки способствовало положительному балансу гумуса, хотя показатели прихода органического вещества превысили расход несущественно.

При возделывании сахарной свёклы всеми исследуемыми агротехнологиями и при всех системах обработки почв наблюдался отрицательный баланс гумуса и он существенно превышал дефицит гумуса под озимой пшеницей. Это объясняется не только высокой потребностью корнеплодов свёклы в органическом веществе, но и почти полным отсутствием при её возделывании корне-поживных остатков, способствующих накоплению гумуса.

Таблица 5 – Баланс гумуса в пахотном слое чернозёма выщелоченного при возделывании озимой пшеницы (числитель) и сахарной свёклы (знаменатель)

Индекс технологии	Гумус	Урожайность	Накопление гумуса	Минерализация гумуса	Баланс гумуса (+, -)
	%	т/га			
0001	<u>3,44</u>	<u>4,42</u>	<u>1,121</u>	<u>1,273</u>	<u>-0,152</u>
	2,71	36,3	0,189	1,744	-1,555
1111	<u>3,74</u>	<u>6,56</u>	<u>1,578</u>	<u>1,731</u>	<u>-0,153</u>
	2,92	47,3	0,243	2,081	-1,838
2221	<u>3,69</u>	<u>7,77</u>	<u>1,880</u>	<u>1,867</u>	<u>+0,013</u>
	3,32	47,2	0,241	1,888	-1,647
3331	<u>4,06</u>	<u>8,45</u>	<u>2,044</u>	<u>2,028</u>	<u>+0,016</u>
	3,48	47,9	0,235	1,915	-1,680
0002	<u>3,09</u>	<u>4,66</u>	<u>1,153</u>	<u>1,342</u>	<u>-0,189</u>
	2,86	39,2	0,188	1,883	-1,695
1112	<u>3,43</u>	<u>6,78</u>	<u>1,640</u>	<u>1,789</u>	<u>-0,149</u>
	3,08	49,1	0,235	2,159	-1,924
2222	<u>3,50</u>	<u>7,96</u>	<u>1,923</u>	<u>1,909</u>	<u>+0,014</u>
	2,93	49,1	0,251	1,964	-1,713
3332	<u>3,74</u>	<u>8,61</u>	<u>2,080</u>	<u>2,065</u>	<u>+0,015</u>
	3,33	49,2	0,251	1,968	-1,717
1132	<u>3,53</u>	<u>8,29</u>	<u>2,077</u>	<u>2,053</u>	<u>+0,024</u>
	2,95	48,9	0,235	2,154	-1,919
2002	<u>3,46</u>	<u>6,43</u>	<u>1,557</u>	<u>1,699</u>	<u>-0,142</u>
	2,94	47,9	0,229	2,077	-1,848
0003	<u>3,08</u>	<u>4,85</u>	<u>1,174</u>	<u>1,397</u>	<u>-0,223</u>
	2,86	39,5	0,189	1,897	-1,708
1113	<u>3,17</u>	<u>6,67</u>	<u>1,614</u>	<u>1,760</u>	<u>-0,146</u>
	3,09	49,3	0,236	2,169	-1,933
2223	<u>3,38</u>	<u>7,83</u>	<u>1,895</u>	<u>1,879</u>	<u>+0,016</u>
	3,27	49,1	0,251	1,964	-1,713
3333	<u>3,73</u>	<u>8,54</u>	<u>2,067</u>	<u>2,048</u>	<u>+0,019</u>
	3,23	49,2	0,252	1,968	-1,716
НСР <sub>05</sub>	<u>0,45</u> 0,33	<u>0,72</u> 8,07	-	-	-

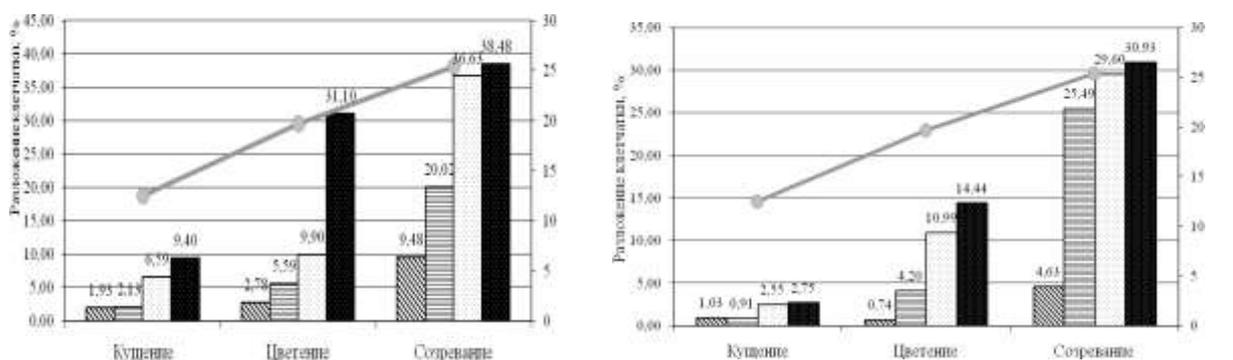
#### 4.3. Биологическая активность чернозёма выщелоченного в зависимости от технологий возделывания сельскохозяйственных культур

При разработке научных основ агроландшафтного земледелия система агроэкологического мониторинга должна включать микробиологические параметры, особенно, биологическую активность почв. Нами исследованы одни из показателей биологической активности потенциальная дыхательная способность (ПДС) и активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов чернозёма выщелоченного.

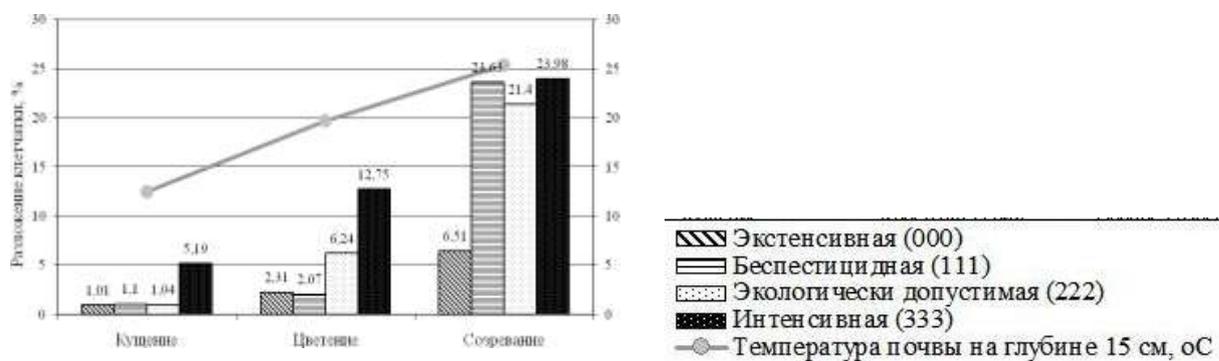
При возделывании озимой пшеницы на всех технологиях с использованием системы безотвальной обработки почвы ( $D_1$ ) наблюдалось повышение показателей ПДС на 1,1-14,5 % в сравнении с рекомендуемой обработкой ( $D_2$ ), но наибольшая биологическая активность чернозёма выщелоченного была отмечена при возделывании данной культуры по экологически допустимой технологии (2221). На агротехнологиях с использованием глубокой отвальной обработки почвы отмечено значительное снижение этого показателя на 2,6 – 22,4 %.

При возделывании сахарной свёклы наибольшая биологическая активность наблюдалась при экологически допустимой (2223) и интенсивной технологиях (3333) с применением отвальной обработки почвы.

В результате исследований интенсивности разложения клетчатки по фенофазам озимой пшеницы установлено, что наибольшая степень интенсивности разложения отмечена в фазу созревания на всех агротехнологиях и системах основной обработки почвы и максимальная активность целлюлозоразрушения наблюдалась при интенсивной технологии (333) с использованием безотвальной обработки почвы, а при возделывании сахарной свёклы при интенсивной технологии возделывания, но рекомендуемой отвальной зональной обработки почвы (рис. 3).



а) Безотвальная (почвозащитная)  $D_1$  б) Отвальная зональная (рекомендуемая)  $D_2$



в) Отвальная с глубоким рыхлением  $D_3$

Рисунок 3– Интенсивность разложение клетчатки в чернозёме выщелоченном под озимой пшеницей, возделываемой различными технологиями (2010 г.)

#### 4.4. Содержание и баланс тяжелых металлов в черноземе выщелоченном агроэкологического мониторинга

Тяжёлые металлы (ТМ) в высоких концентрациях являются опасным загрязнителем почв, понижающих их биологическую активность, снижающих урожайность и ухудшающих качество сельскохозяйственных культур. Для сравнительной оценки валового содержания и подвижных форм ТМ нами приведены максимальные значения (табл. 6).

Таблица 6 – Динамика валового (числитель) и подвижного (знаменатель) содержания тяжёлых металлов в чернозёме выщелоченном при возделывании озимой пшеницы, мг/кг почвы в слое 0 – 20 см, 2010 год

Индекс технологии	Mn	Cu	Zn	Co	Pb	Cd
0001	<u>506,3</u> 93,66	<u>25,5</u> 0,14	<u>54,3</u> 0,81	<u>10,8</u> 0,21	<u>5,65</u> 0,82	<u>0,311</u> 0,085
1111	<u>502,5</u> 105,82	<u>25,2</u> 0,16	<u>52,7</u> 0,93	<u>10,4</u> 0,27	<u>6,41</u> 0,76	<u>0,326</u> 0,089
2221	<u>512,7</u> 97,86	<u>26,3</u> 0,14	<u>56,7</u> 1,39	<u>10,9</u> 0,26	<u>4,95</u> 0,78	<u>0,367</u> 0,080
3331	<u>516,1</u> 104,3	<u>25,8</u> 0,17	<u>55,0</u> 1,24	<u>10,6</u> 0,32	<u>6,95</u> 0,96	<u>0,340</u> 0,092
0002	<u>515,2</u> 93,62	<u>25,9</u> 0,15	<u>55,5</u> 0,82	<u>10,8</u> 0,26	<u>4,98</u> 1,16	<u>0,362</u> 0,094
1112	<u>507,2</u> 107,82	<u>23,1</u> 0,17	<u>48,3</u> 0,98	<u>10,4</u> 0,24	<u>7,39</u> 1,42	<u>0,331</u> 0,096
2222	<u>507,8</u> 94,24	<u>24,4</u> 0,15	<u>53,4</u> 1,21	<u>10,4</u> 0,19	<u>6,12</u> 1,74	<u>0,325</u> 0,101
3332	<u>502,9</u> 114,88	<u>25,8</u> 0,17	<u>56,1</u> 1,65	<u>10,3</u> 0,29	<u>6,98</u> 1,24	<u>0,394</u> 0,108
0003	<u>503,1</u> 106,24	<u>22,2</u> 0,14	<u>45,4</u> 0,79	<u>10,4</u> 0,25	<u>7,67</u> 1,30	<u>0,295</u> 0,105
1113	<u>508,4</u> 77,84	<u>24,6</u> 0,12	<u>54,2</u> 0,46	<u>10,6</u> 0,15	<u>5,82</u> 1,00	<u>0,378</u> 0,074
2223	<u>512,4</u> 93,78	<u>25,7</u> 0,15	<u>56,6</u> 0,90	<u>10,6</u> 0,25	<u>5,10</u> 1,64	<u>0,392</u> 0,099
3333	<u>511,8</u> 95,96	<u>24,4</u> 0,16	<u>52,2</u> 1,61	<u>10,4</u> 0,26	<u>6,89</u> 1,82	<u>0,271</u> 0,120
<b>ПДК</b>	<u>1500</u> 140	<u>50</u> 3	<u>50</u> 23	<u>50</u> 5	<u>32</u> 6	<u>3</u> 0,2

Полученные данные свидетельствуют, что содержание валовых и подвижных форм ТМ в изучаемой почве в два раза меньше, чем предельная допустимая концентрация (ПДК) в исследуемой почве. Исключение составляет валовое содержание цинка, которое на 4,4 – 13,4 % превышает ПДК. Однако, количество его подвижных форм значительно меньше ПДК.

#### 4.5. Урожайность и качество озимой пшеницы и сахарной свеклы при возделывании их различными технологиями

С увеличением интенсивности технологий возделывания озимой пшеницы значительно увеличивается её урожайность (рис. 4). Однако, при возделывании указанных культур по экологически допустимой (222) и интенсивной технологиям возделывания при всех системах основной обработки почвы прибавка урожая была минимальной. Наименьшая урожайность культур была получена при экстенсивной технологии (0001, 0002, 0003). Причем различие в урожайности между этими технологиями не всегда существенны. Следовательно, на экологически допустимой технологии (2221, 2222, 2223) комплекс всех изучаемых факторов практически достиг оптимума для зональных условий возделывания и дальнейшая интенсификация агротехнологий малоэффективна.

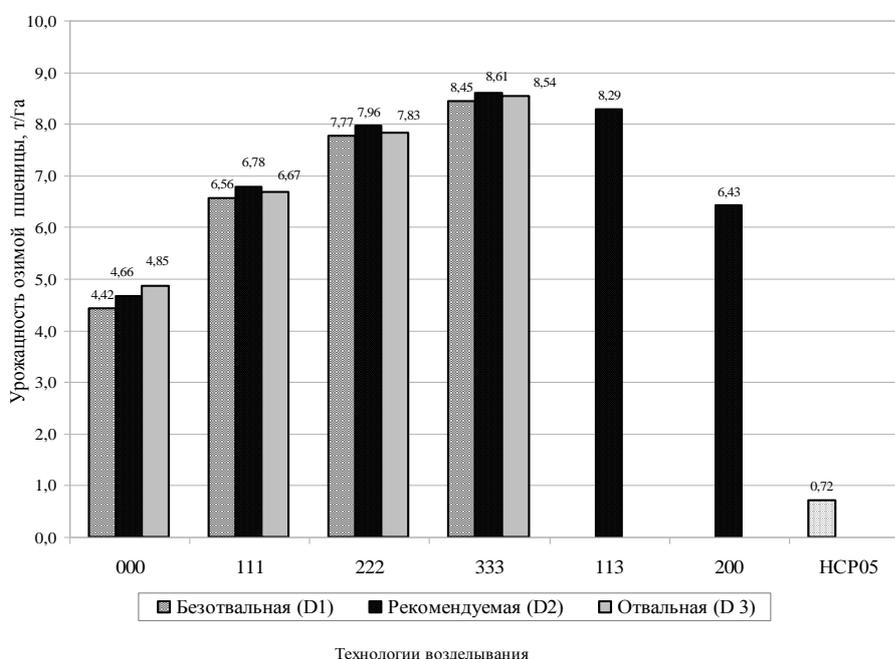


Рисунок 4 – Урожайность озимой пшеницы сорта «Фортуна» при различных технологиях возделывания, 2008 – 2010 гг.

При интенсификации технологий возделывания озимой пшеницы происходит улучшения качества зерна, в частности содержание белка и клейковины в зерне.

При анализе урожайности сахарной свёклы следует, что три агротехнологии, особенно при использовании системы отвальной обработки почвы имеют небольшие различия в данном показателе (рис. 5).

Исследуемые факторы положительно влияли на урожайность озимых культур, но максимальное действие оказывает система применения удобрений (фактор В), затем система защиты растений (фактор С).

Колебания урожайности сахарной свёклы обусловлено погодными условиями, что подтверждается данными 2007 года (заморозки в начале вегетации данной культуры и засуха во время формирования корнеплодов)

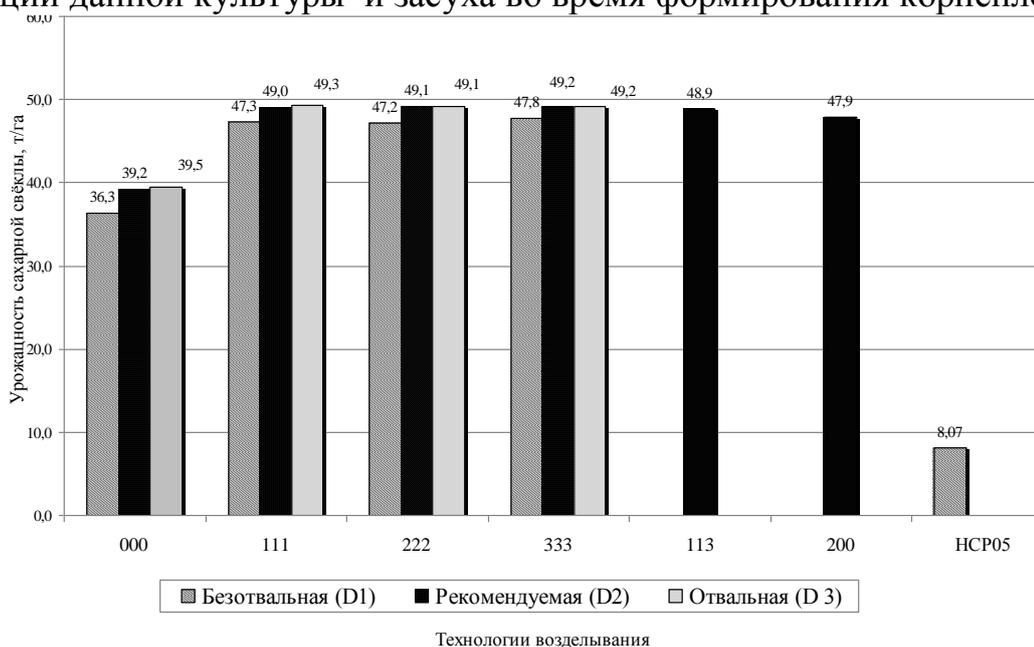


Рисунок 5 – Урожайность сахарной свёклы гибрида «Крета» при различных технологиях возделывания, 2007-2009 гг.

Интенсификация технологий сахарной свёклы снижает содержание сахара в корнеплодах (17,4 – 18,7 %). Однако, в связи с увеличением урожайности сбор сахара с га заметно возрастает (6,79 – 8,66 т/га).

## 5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

### 5.1. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур

При интенсификации технологий возделывания озимой пшеницы наблюдалось увеличение приращении энергии. Наибольший данный показатель отмечалось при интенсивной технологии (3332) – 190,55 Гдж (табл.7). В связи с наименьшими затратами при использовании экстенсивной технологии (0001, 0002, 0003) отмечался наибольший коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии

С биоэнергетической точки зрения наиболее целесообразно возделывать сахарную свёклу по беспестицидной технологии возделывания с использованием рекомендуемой и отвальной обработок почв (1112 и 1113), составляющей 166 ГДж. Наибольшее приращение энергии и наименьшие её затраты были также получены при экстенсивной технологии возделывания (0001, 0002, 0003) этой культуры на что указывает коэффициент чистой эффективности (5,28-5,74).

Таблица 7 – Биоэнергетическая эффективность различных технологий возделывания озимой пшеницы сорта «Фортуна» (числитель) и сахарной свёклы гибрида «Крета» (знаменатель)

Показатель	Индекс технологии											
	0001	1111	2221	3331	0002 (контроль)	1112	2222	3332	0003	1113	2223	3333
Урожайность, т/га	<u>4,42</u> 36,3	<u>6,56</u> 47,3	<u>7,77</u> 47,2	<u>8,44</u> 47,9	<u>4,66</u> 39,2	<u>6,78</u> 49,2	<u>7,95</u> 49,1	<u>8,60</u> 49,2	<u>4,85</u> 39,5	<u>6,67</u> 49,3	<u>7,83</u> 49,1	<u>8,54</u> 49,2
Выход энергии с 1 га, ГДж, всего	<u>119,04</u> 157,35	<u>176,77</u> 205,05	<u>209,37</u> 204,33	<u>227,26</u> 207,21	<u>125,51</u> 170,85	<u>182,62</u> 213,47	<u>214,21</u> 212,23	<u>231,58</u> 213,22	<u>130,59</u> 171,55	<u>179,81</u> 213,74	<u>210,93</u> 212,36	<u>230,15</u> 213,08
- в т.ч. с основной продукцией	<u>50,57</u> 131,62	<u>75,10</u> 171,33	<u>88,95</u> 171,24	<u>96,43</u> 173,41	<u>53,31</u> 142,64	<u>77,57</u> 178,74	<u>90,99</u> 178,07	<u>98,37</u> 178,31	<u>55,47</u> 143,55	<u>76,38</u> 178,14	<u>89,60</u> 178,19	<u>97,76</u> 178,25
побочной	<u>68,47</u> 26,25	<u>101,67</u> 34,84	<u>120,42</u> 34,15	<u>130,83</u> 34,77	<u>72,20</u> 28,23	<u>105,05</u> 35,46	<u>123,22</u> 35,08	<u>133,21</u> 35,52	<u>75,12</u> 28,85	<u>103,30</u> 35,91	<u>121,33</u> 35,42	<u>132,39</u> 35,23
Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	<u>15,70</u> 25,03	<u>24,81</u> 47,15	<u>30,36</u> 72,41	<u>41,02</u> 117,62	<u>15,70</u> 25,32	<u>24,97</u> 47,54	<u>30,52</u> 72,63	<u>41,03</u> 117,90	<u>17,01</u> 26,47	<u>26,09</u> 47,56	<u>31,55</u> 72,21	<u>42,22</u> 118,68
Приращение энергии, ГДж	<u>103,34</u> 132,58	<u>151,96</u> 158,34	<u>179,01</u> 133,36	<u>186,24</u> 90,51	<u>109,81</u> 145,84	<u>157,65</u> 166,39	<u>183,69</u> 141,54	<u>190,55</u> 96,76	<u>113,58</u> 145,62	<u>153,72</u> 166,34	<u>179,38</u> 140,75	<u>187,93</u> 95,11
Коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии	<u>7,58</u> 6,28	<u>7,12</u> 4,40	<u>6,90</u> 2,85	<u>5,54</u> 1,77	<u>7,99</u> 6,74	<u>7,31</u> 4,56	<u>7,02</u> 2,96	<u>5,64</u> 1,82	<u>7,68</u> 6,66	<u>6,89</u> 4,52	<u>6,69</u> 2,94	<u>5,45</u> 1,81
Коэффициент чистой эффективности	<u>6,58</u> 5,28	<u>8,12</u> 3,40	<u>5,90</u> 1,85	<u>4,54</u> 0,77	<u>6,99</u> 5,74	<u>6,31</u> 3,56	<u>6,02</u> 1,96	<u>4,64</u> 0,82	<u>6,68</u> 5,66	<u>5,89</u> 3,52	<u>5,69</u> 1,94	<u>4,45</u> 0,81
Выход основной продукции в расчете на 1 ГДж затраченной энергии, т	<u>0,28</u> 1,45	<u>0,27</u> 1,02	<u>0,25</u> 0,66	<u>0,20</u> 0,41	<u>0,29</u> 1,56	<u>0,27</u> 1,05	<u>0,26</u> 0,68	<u>0,20</u> 0,42	<u>0,28</u> 1,54	<u>0,25</u> 1,04	<u>0,25</u> 0,68	<u>0,20</u> 0,42

Таблица 8– Экономическая эффективность при различных технологиях возделывания озимой пшеницы сорта «Фортуна» (числитель) и сахарной свёклы гибрида «Крета» (знаменатель)

Показатель	Индекс технологии													
	0001	1111	2221	3331	0002 (контроль)	1112	2222	3332	1132	2002	0003	1113	2223	3333
Урожайность, т/га	<u>4,42</u> 36,3	<u>6,56</u> 47,3	<u>7,77</u> 47,2	<u>8,44</u> 47,9	<u>4,66</u> 39,2	<u>6,78</u> 49,2	<u>7,95</u> 49,1	<u>8,60</u> 49,2	<u>8,29</u> 48,9	<u>6,43</u> 47,9	<u>4,85</u> 39,5	<u>6,67</u> 49,3	<u>7,83</u> 49,1	<u>8,54</u> 49,2
Прибавка урожая к контролю, т с 1 га	<u>-0,24</u> -2,9	<u>1,90</u> 8,1	<u>3,11</u> 8,0	<u>3,78</u> 8,7	-	<u>2,12</u> 10,0	<u>3,29</u> 9,9	<u>3,94</u> 10,0	<u>3,63</u> 9,7	<u>1,77</u> 8,7	<u>0,19</u> 0,03	<u>2,01</u> 10,1	<u>3,17</u> 9,9	<u>3,88</u> 10,0
Средняя цена реализации 1 т зерна, руб., в ценах 2010 г.	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639	<u>4577</u> 1639
Стоимость валовой продукции, тыс. руб. на 1 га	<u>20,2</u> 59,5	<u>30,0</u> 77,5	<u>35,6</u> 77,4	<u>38,6</u> 78,5	<u>21,3</u> 64,2	<u>31,0</u> 80,6	<u>36,4</u> 80,5	<u>39,4</u> 80,6	<u>37,9</u> 80,1	<u>29,4</u> 78,5	<u>22,2</u> 64,7	<u>30,5</u> 80,8	<u>35,8</u> 80,5	<u>39,1</u> 80,6
Производственные затраты, тыс. руб. на 1 га	<u>11,4</u> 23,5	<u>17,6</u> 37,8	<u>23,4</u> 52,1	<u>29,5</u> 66,5	<u>11,9</u> 24,0	<u>18,1</u> 38,6	<u>24,4</u> 53,3	<u>30,6</u> 67,9	<u>21,3</u> 49,6	<u>14,3</u> 33,1	<u>12,7</u> 24,8	<u>19,4</u> 39,9	<u>26,0</u> 55,0	<u>32,7</u> 70,1
Себестоимость 1 т зерна, руб.	<u>2837</u> 712	<u>2951</u> 879	<u>3313</u> 1214	<u>3845</u> 1527	<u>2809</u> 673	<u>2937</u> 863	<u>3376</u> 1194	<u>3914</u> 1518	<u>2826</u> 1116	<u>2446</u> 760	<u>2880</u> 691	<u>3199</u> 890	<u>3653</u> 1232	<u>4212</u> 1567
Прибыль от реализации 1 т зерна, руб.	<u>1740</u> 927	<u>1626</u> 760	<u>1264</u> 425	<u>732</u> 112	<u>1768</u> 966	<u>1640</u> 776	<u>1201</u> 445	<u>663</u> 121	<u>1751</u> 523	<u>2131</u> 879	<u>1697</u> 948	<u>1378</u> 749	<u>924</u> 407	<u>365</u> 72
Рентабельность, %	<u>61,3</u> 130,2	<u>55,1</u> 86,5	<u>38,2</u> 35,0	<u>19,0</u> 7,3	<u>62,9</u> 143,5	<u>55,8</u> 89,9	<u>35,6</u> 37,3	<u>16,9</u> 8,0	<u>62,0</u> 46,7	<u>87,1</u> 115,7	<u>58,9</u> 137,2	<u>43,1</u> 84,2	<u>25,3</u> 33,0	<u>8,7</u> 4,6

## **5.2. Экономическая эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур**

Одной из наиболее эффективной была экологически допустимая технология (2221 и 2222), в которой применялась средняя норма органических и минеральных удобрений в сочетании с химическими средствами защиты посевов от сорняков на фоне повышенного почвенного плодородия при использовании безотвальной и рекомендуемой обработках почв. Эта технология обеспечивала получение высокой урожайности изучаемого звена севооборота и способствовала воспроизводству плодородия чернозёма выщелоченного. Анализ агроэкономических показателей возделывания озимой пшеницы различными технологиями показал, что наиболее экономически выгодной является экологическая технология (2002). Она не обеспечивает наибольший прирост урожайности, но сочетает в себе оптимальное соотношение между величиной затрат на производство и получаемым эффектом (выход продукции). При этом рентабельность составила 87,1%, производственные затраты 14,1 тыс. на га, прибыль от реализации 1 т зерна 2131 руб. (табл. 8).

Для экономически средних и слабых хозяйств с целью получения экологически безопасной продукции, с учетом воспроизводства плодородия почв следует рекомендовать беспестицидную технологию возделывания озимой пшеницы при безотвальной и отвальной рекомендуемой обработках почв (1111, 1112). При этом рентабельность составляет более 55% при урожайности 6,56 – 6,78 т/га.

При возделывании сахарной свеклы экстенсивной технологией отмечалась наивысшая рентабельность, но данная технология является не способной обеспечить высокую урожайность и воспроизводство плодородия почв. Таким образом, наиболее эффективными как с агроэкономической, так и с экономической точек зрения являются экологическая (2002) и беспестицидная технологии (1112) при отвальной зональной обработке почв. Однако, учитывая урожайность сахарной свёклы и сбор сахара с га, воспроизводство плодородия почв, следует, что наиболее выгодная экологически допустимая технология (2222).

### **ВЫВОДЫ**

1. Длительное сельскохозяйственное использование чернозёма выщелоченного равнинного агроландшафта Западного Предкавказья способствовало изменению его плодородия. Интенсификация технологий возделывания озимой пшеницы и сахарной свёклы в условиях агроэкологического мониторинга способствовала повышению содержания и запасов гумуса в чернозёме выщелоченном, особенно, при безотвальной системе основной обработки почвы. Наибольшее положительное влияние на эти показатели оказал фактор уровня плодородия почвы.

При рекомендуемой системе обработки почвы содержание гумуса в слое 0-20 см увеличивалось при возделывании культур на всех технологиях в сравнении с экстенсивной (000): на вариантах беспестицидной (1112) – на 0,16-0,25 %, экологически допустимой (2222) – на 0,29 – 0,36 % и интенсивной (333) технологии на 0,37-0,48 %.

2. Интенсификация системы основной обработки почвы являлась ограничивающим фактором в увеличении содержания и запасов гумуса. Максимальные потери гумуса в пахотном слое чернозёма наблюдалось при возделывании сахарной свёклы в сравнении с озимой пшеницей (0,1 -0,18 %).

3. Отрицательный баланс гумуса при возделывании озимой пшеницы на чернозёме выщелоченном наблюдался при экстенсивной (0001, 0002, 0003) и беспестицидной (1111, 1112, 1113) технологиях на всех системах обработки почвы. Применение органических удобрений при экологически допустимой (2221, 2222, 2223) и интенсивной (3331, 3332, 3333) технологиях способствовало положительному балансу гумуса.

4. Внесение высоких доз органических удобрений для создания повышенного (400 т/га) и высокого (600 т/га) уровня плодородия чернозема выщелоченного не способствовало повышению содержания гумуса до расчетных величин, соответственно, 3,2-3,3% и 3,3-3,5% в условиях агроэкологического мониторинга.

5. Наибольшая биологическая активность черноземов наблюдалась при возделывании озимой пшеницы по экологически допустимой технологии с применением безотвальной обработки почвы (2221), при возделывании сахарной свёклы – по экологически допустимой (2223) и интенсивной технологиям с использованием отвальной обработки почвы (3333).

6. Длительное применение органических и минеральных удобрений в сочетании с различными системами обработки почвы и защиты растений при возделывании озимой пшеницы существенно не повлияли на содержание валовых и подвижных форм тяжёлых металлов в пахотном слое чернозёма выщелоченного, за исключением валового содержания цинка. Однако, количество их подвижных форм значительно меньше ПДК.

7. Наиболее эффективной при возделывании озимой пшеницы и сахарной являлась экологически допустимая технология. Для озимой пшеницы при использовании безотвальной (2221) и отвальной зональной (2222) обработках почвы, для сахарной свёклы – только отвальная обработка почвы (2222, 2223). В этих агротехнологиях применялась средняя норма органических и минеральных удобрений в сочетании с химическими средствами защиты посевов от сорняков на фоне повышенного почвенного плодородия. При этом обеспечивалось получение высокой урожайности изучаемого звена севооборота и способствовала воспроизводству плодородия чернозёма выщелоченного. Эффективной по своим экологическим и биоэнергетическим показателям является и беспестицидная технология (1112, 1113) при тех же системах основной обработки почвы.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для улучшения агроэкологического состояния плодородия черноземов выщелоченных Западного Предкавказья и получения высоких урожаев высококачественного зерна озимой пшеницы (около 8,0 т/га) и сахарной свеклы (более 49 т/га) рекомендуется применять экологически допустимую технологию (2222) их возделывания – вносить средние дозы минеральных удобрений и применять гербициды от сорняков на фоне отвальной зональной системы обработки почвы.

При возделывании озимой пшеницы в сельскохозяйственных предприятиях края с невысоким экономическим потенциалом, а также в санитарных зонах следует применять беспестицидную технологию (1111) при безотвальном способе обработки почвы. С этой целью необходимо вносить минимальные дозы минеральных удобрений под основную обработку почвы и весной в фазу кущения (в два раза меньше вышеуказанных) и применять биопрепараты для защиты растений от вредителей и болезней. Эта технология будет способствовать сохранению и воспроизводству плодородия черноземов и получению экологически чистой продукции при сравнительно высокой урожайности зерна (более 6,0 т/га).

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Швец, Т. В. Гумусное состояние чернозёма выщелоченного в агроэкологическом мониторинге равнинного агроландшафта Западного Предкавказья / Т.В. Швец, Е.Е. Баракина // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2011. – Вып. № 3. – С. 114-118.

### Статьи в других изданиях:

2. Терпелец, В. И. Структура почвенного покрова агроэкологического мониторинга Азово-Кубанской низменности / В.И. Терпелец, Е.Е. Баракина // Энтузиасты аграрной науки. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2009. – Вып. № 9. – С. 229-231.
3. Прочухан, Е. Е. Влияние способов обработки чернозёма выщелоченного на активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в почве посева озимой пшеницы / Е. Е. Прочухан, Л. Г. Мордалёва // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – Матер. 3-ой Всерос. конф. мол. ученых. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2009. – С. 125-127.
4. Прочухан, Е. Е. Изменение биологической активности чернозёма выщелоченного в агроценозе озимой пшеницы в зависимости от приёмов агротехники / Е. Е. Прочухан // Университет: наука, идеи и решения. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2010. – №1 – С.84-87.
5. Терпелец, В. И. Современное состояние почв равнинного и низменно-западного агроландшафтов в агроэкологическом мониторинге Западного Предкавказья / В. И. Терпелец, Е. Е. Прочухан, Ю.С. Плитинь // Энтузиасты

- аграрной науки. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2009. – Вып. № 9. – С. 229-231.
6. Прочухан, Е. Е. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы в чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья / Е. Е. Прочухан, Н. Ф. Коробской, Л. Г. Мордалёва // Мониторинг природных систем. – Материалы 4-ой Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза: «МНИЦ», 2010. – С. 105-109.
7. Баракина (Прочухан), Е. Е. Современная оценка плодородия чернозёма выщелоченного равнинного агроландшафта в агроэкологическом мониторинге Западного Предкавказья / Е. Е. Баракина // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – Матер. 4-ой Всерос. конф. мол. ученых. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2010. – С. 4-6.
8. Баракина, Е. Е. Качественная оценка чернозёма выщелоченного равнинного агроландшафта агроэкологического мониторинга в условиях Западного Предкавказья / Е.Е. Баракина, Ю. С. Плитинь // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – Матер. 4-ой Всерос. конф. мол. ученых. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2010. – С. 109-110.
9. Мордалёва, Л. Г. Активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в чернозёме выщелоченном в зависимости от плодородия, минерального питания и гербицидов на посевах сахарной свёклы / Л. Г. Мордалёва, Е. Е. Баракина // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. – Матер. V Международной научно-практ. конф. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2011. – С. 218-222.
10. Баракина, Е. Е. Баланс гумуса в чернозёме выщелоченном под различными сельскохозяйственными культурами в Западном Предкавказье/ Е. Е. Баракина // Наука Кубани. – Краснодар: ИТЦ «Кубань», 2011. – №1 – С. 27-31.