

Шестёркин Дмитрий Геннадьевич

**Эффективность фитомелиорации
в повышении плодородия чернозёма южного и
урожайности зерновых культур
в Поволжье**

06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

Научный руководитель – **Денисов Евгений Петрович**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: **Шабает Анатолий Иванович**,
член-корреспондент РАСХН, доктор
сельскохозяйственных наук, профессор,
ГНУ НИИСХ Юго-Востока
заместитель директора по научной работе

Никишанов Александр Николаевич,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»
зав. кафедрой «Мелиорация, рекультивация
и охрана земель»

Ведущая организация – ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» (Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации).

Защита состоится 24 декабря 2013 года в 12 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.06 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410056, г. Саратов, ул. Советская 60, в ауд. 325

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.
e-mail:dissovet01@sgau.ru

Автореферат разослан 20 ноября 2013 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Маштаков Дмитрий Анатольевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. При современной традиционной системе земледелия в условиях дефицита техногенных средств повышения плодородия почвы отмечаются её устойчивая деградация и снижение урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе пшеницы. Кроме того, в последнее время возникла проблема с качеством зерна этой культуры.

Интенсивная обработка почвы приводит к разрушению структуры, снижению водопроницаемости и усилению водной эрозии. В Правобережье Саратовской области более чем 63 % пахотных земель относятся к склоновым типам агроландшафтов, которые подвержены в той или иной степени водной эрозии (Шабаев А.И.). Это определяет особенности ведения хозяйства, выбор культур и сортов, специальных севооборотов, применение дифференцированных приёмов мелиорации, технологии бережливого земледелия с минимальной обработкой почвы.

В Саратовской области эрозии подвержено более 50 % пашни. При этом теряется большое количество почвенной влаги, гумуса, азота, доступного фосфора и обменного калия.

Выход из создавшегося положения кроется в биологизации и адаптации систем земледелия к природным ландшафтам, при этом основным фактором выступают фиторесурсы. Биологизация земледелия, где важным элементом считается фитомелиорация, основана на широком использовании растений и особенно многолетних трав. Фитомелиоранты в силу своей способности обогащать почву органическим веществом при произрастании их на поле в течение 4–5 лет и более в сочетании с минимальной обработкой значительно улучшают структуру почвы, повышают содержание в ней гумуса, уменьшают сток и снижают последствия эрозионных процессов.

Данная работа является продолжением идей развития систем фитомелиорации, что и обуславливает её научно-теоретическую и практическую актуальность.

Степень разработанности темы. В настоящее время приёмы использования фиторесурсов для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур недостаточно полно изучены с целью решения проблемы восстановления плодородия почв. Основы использования растений, в том числе и многолетних трав, для повышения устойчивости агроландшафта и повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий, отражены в трудах И.С. Шатилова (1969), А.Н. Каштанова (2008), А.А. Жученко (1990), А.И. Шабаева (2004), Г.Г. Решетова (2008) и др. Важно исследовать эффективность последствий применения фитомелиорантов при выращивании яровой и озимой пшеницы с использо-

ванием удобрений и минимальной обработки почвы. Этот вопрос практически не изучен.

Цель работы – дать теоретическое обоснование и разработать фитомелиоративные приёмы восстановления плодородия смытых чернозёмов южных и повышения урожайности яровой и озимой пшеницы в зернотравяном звене севооборота с насыщением зерновых культур до 50 % при минимальной обработке почвы.

Задачи исследований:

- определить поступление свежего органического вещества, биологического азота, фосфора и калия в почву с пожнивно-корневыми остатками фитомелиорантов;
- выявить влияние фитомелиорантов на изменение органического вещества чернозёма южного;
- исследовать изменение агрофизических свойств чернозёма под влиянием фитомелиорантов;
- изучить формирование запасов продуктивной влаги под зерновыми культурами в весенний период в травяном звене севооборота по вариантам опыта;
- проанализировать изменение агрохимических свойств чернозёма при посеве яровой и озимой пшеницы на фоне различных фитомелиорантов;
- установить влияние фитомелиорантов на засорённость посевов последующей культуры – яровой пшеницы;
- определить действие фитомелиорации на урожайность яровой и озимой пшеницы в звене зернотравяного севооборота: многолетние травы – яровая пшеница – озимая пшеница – озимая пшеница;
- рассчитать биоэнергетическую и экономическую эффективность использования фитомелиорантов при возделывании яровой и озимой пшеницы.

Научная новизна исследований. Теоретически обоснована роль фитомелиоративных приёмов в сохранении и воспроизводстве плодородия смытых чернозёмов южных. Доказано преимущество различных нетрадиционных многолетних бобовых (лядвенец рогатый) и небобовых (свербига восточная и щавель кормовой) трав на поступление в почву органического вещества в виде пожнивно-корневых остатков по сравнению с однолетними культурами и воздействие их на содержание гумуса и питательных веществ в почве при 4-летнем мелиоративном периоде. Разработаны приёмы улучшения структурного состояния почвы, снижения плотности и повышения пористости в конце фитомелиоративного периода по сравнению со старопахотной почвой (контролем). Обоснованы особенности формирования запасов продуктивной влаги к моменту посева яровой пшеницы после фитомелиорантов, увеличение в 2–3 раза содержания нитратного азота и доступного фос-

фора в почве после изучаемых бобовых трав по сравнению с небобовыми. Установлено влияние фитомелиорантов на снижение засорённости последующих зерновых культур. Выделен кострец безостый как один из самых эффективных фитомелиорантов в подавлении сорняков. Убедительно доказана достоверность увеличения урожайности яровой пшеницы после фитомелиорации на 41,4–76,4 % после бобовых трав, после свербиги и щавеля – на 2,2–16,3 %. Урожайность озимой пшеницы повысилась соответственно на 42,2–59,4 и 2,8–9,4 %. Для улучшения водно-физических свойств почвы при использовании в качестве фитомелиорантов небобовых трав необходимо вносить под зерновые, посеянные после их распашки, минеральные азотные удобрения. Это позволяет повысить урожайность яровой пшеницы на 41,2–43,3 %, а озимой – на 22,8–39,9 %, т. е. до уровня бобовых предшественников. Рассчитана энергетическая и экономическая эффективность при возделывании зерновых культур и фитомелиорантов.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретически обоснованно положительное влияние фитомелиорации на сохранение и воспроизводство плодородия смытого чернозёма южного. Практическая значимость заключается в конкретных рекомендациях по использованию бобовых и небобовых трав в зернотравяных звеньях полевых севооборотов с насыщением их зерновыми культурами до 50 % с целью получения урожайности зерна яровой пшеницы 2,9–3,2 т/га, озимой пшеницы после яровой – 2,5–3,0 т/га и озимой пшеницы в повторном посеве 2,2–2,3 т/га без применения чистого пара при минимальной обработке почвы. После небобовых предшественников (костреца безостого, свербиги восточной и щавеля кормового) для получения 3,0–3,5 т/га зерна яровой и озимой пшеницы необходимо вносить азотные удобрения 70 кг д. в./га в два приёма – до посева и в подкормку.

Методология и методы исследования базируются на современных исследованиях практической мелиорации и частных методиках проведения полевых и лабораторных экспериментов. Используются системный подход, методы анализа и синтеза, индукции и дедукции, обобщения, наблюдения, сравнения, классификации. Расчёты и обработку результатов выполняли методом математической статистики с применением пакетов прикладных программ Statistica 7.0 и Microsoft Excel.

Положения выносимые на защиту:

- сравнительная оценка влияния фитомелиорантов на агрофизические и агрохимические свойства чернозёма южного;
- особенности накопления весенних запасов продуктивной влаги перед посевом яровой пшеницы после различных фитомелиорантов;
- возможность создания бездефицитного баланса гумуса и питательных веществ в почве на посевах яровой и озимой пшеницы после фитомелиорантов;

- значение фитомелиорации в снижении сорной растительности в посевах яровой и озимой пшеницы;
- особенности формирования урожайности яровой и озимой пшеницы под влиянием многолетних трав как фитомелиорантов;
- энергетическая и экономическая оценка использования фитомелиорации при возделывании культур в зернотравяном севообороте.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждена многолетним периодом исследований, опробированностью и корректностью используемых методик, необходимым объемом проведённых анализов, замеров, наблюдений, обработкой экспериментального материала математическими методами дисперсионного и вариационного анализов, проверкой результатов исследований.

Результаты исследований были доложены на внутривузовских, всероссийских и международных научно-практических конференциях (г. Саратов, 2011, 2012, 2013 гг.). Результаты внедрены в СХПК «Дружба» Ровенского района и ООО «Агро-Гис Балаково» Балаковского района Саратовской области на площади 720 га.

По результатам исследований опубликовано 5 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Общий объём публикаций 1,8 печ. л., в том числе 1,0 печ. л. лично автора.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, восьми глав, выводов и предложений производству. Работа изложена на 162 страницах компьютерного текста, содержит 75 таблиц, 37 приложений. Список литературы включает в себя 305 источников, в т. ч. 14 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во «Введении» описываются актуальность, степень разработанности темы, цель, задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследований, положения, выносимые на защиту, достоверность полученных результатов, апробация результатов исследований, публикации, структура и объём диссертации.

В первой главе «Обзор литературы» выполнен анализ информационно - аналитических исследований по деградации почвы и приемах ее предупреждения с использованием фитомелиорантов. Основным процессом деградации почвы является водная эрозия. В Правобережье Саратовской области более чем 63 % пахотных земель относятся к склоновым типам агроландшафтов, которые подвержены в той или иной степени водной эрозии (А.И. Шабаев, 1985). К другим деградациям почвы относят дегумификацию (А.И. Шабаев, 1985; Д.П. Гостищев, М.И. Пушко, 1999; В.И. Воронин, 2000; В.Д. Иванов, Е.В. Кузнецова, 2003; М.П.

Чуб, И.Ф. Медведев, Н.В. Потатурина, 2003), деструктуризацию (Н.А. Фомина 2005), декарбонизацию (А.И. Подколзин, С.Н. Шкабарда, 2008), переуплотнение (П.К. Иванов, Л.И. Коробова, 1969) и так далее.

Наряду с органическими удобрениями, сидератами, соломой важное место в борьбе с деградацией почвы занимают многолетние травы. Их высокая фитомелиоративная способность позволяет восстанавливать нарушенные угодья, резко снизить эрозионные процессы, повысить плодородие почв и урожайность последующих культур в севообороте (И.А. Трофимов, З.Ш. Шамсутдинов, Л.С. Трофимова, Э.З. Шамсутдинова, 2010).

Используя природный потенциал растений, многолетние травы восстанавливают эффективное плодородие почв при минимальных затратах, используя энергию солнца в процессе фотосинтеза (Р.Ф. Хасанова, М.Б. Суюндукова, Ф.Р. Ахметов, Э.Ф. Сальманова, 2008).

Во второй главе «Условия, схема и методика проведения исследований» описываются опыты, которые проводились на опытном поле Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова в Саратовском районе на смытых чернозёмах южных.

Почвы – чернозём южный смытый среднемощный, среднесуглинистый по гранулометрическому составу. Из-за смытости имеет низкое содержание гумуса по Тюрину: в слое 0–0,2 м – 3,06–3,20 %, в слое 0,2–0,4 м – 3,00–3,10 %.

Плотность сложения почвы в пахотном горизонте изменяется от 1,20 до 1,37 т/см³, в подпахотном – от 1,36 до 1,47 т/см³, в более глубоких слоях достигает 1,47–1,63 т/м³.

В пахотном слое наименьшая влагоёмкость (НВ) не превышала 28,1 % от массы сухой почвы, а в более глубоких горизонтах она равнялась 20,0–21,8 %.

Климат района проведения опыта – умеренно жаркий, умеренно засушливый. В целом 2010 г. выдался аномально жарким и острозасушливым. ГТК не превышал 0,39. Вегетационные периоды 2011 и 2012 гг. характеризовались как теплые и засушливые, ГТК не превышал 0,69–0,70. В целом погодные условия 2011 и 2012 гг. были мало благоприятными для формирования зерна яровой пшеницы, 2013 г. отличался большим количеством осадков, ГТК за вегетацию яровой пшеницы – 1,6.

Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1 – вико-овсяная травосмесь (контроль); 2 – люцерна синяя; 3 – эспарцет песчаный; 4 – лядвенец рогатый; 5 – кострец безостый; 6 – свербига восточная; 7 – щавель кормовой. Опыт проводили в четырехкратной повторности. Площадь делянок 100 м². Размещение делянок рендомизированное.

Исследовали влияние различных широко распространённых и нетрадиционных бобовых и небобовых многолетних кормовых трав на плодородие почвы и урожайность яровой и озимой пшеницы в звене зернотравяного севооборота: многолетние травы – яровая пшеница – озимая пшеница – озимая пшеница. Ежегодно многолетние травы распахивали и ежегодно после них высевали яровую и озимую пшеницу. Влияние удобрений на урожайность зерновых культур изучали методом

расщеплённых деленок. Азотные удобрения под яровую и озимую пшеницу в дозе 70 кг д. в./га вносили в два приёма – под обработку почвы и подкормку.

Изучали последствие многолетних трав при посеве зерновых культур в течение 2010–2013 гг. После распашки трав весной высевали яровую пшеницу сорта Фаворит нормой 3,5 млн всхожих зерен на 1 га. После ее уборки поле обрабатывали дисковой бороной Catros и высевали озимую пшеницу Саратовская 17. После уборки озимой пшеницы проводили минимальную обработку почвы дисковой бороной и повторно высевали озимая пшеница.

Для наблюдений и исследований были использованы общие методические указания для проведения полевого опыта (Ревут И.Б., 1964; Роде А.А., 1970; Доспехов Б.А., 1987; Кирюшин Б.Д. 2004, 2005).

В процессе исследований вели наблюдения:

- за влажностью почвы полевым термостатно-весовым методом с отбором проб почвенным буром АМ-16;
- за плотностью почвы в полевых условиях с использованием бура Н.А. Качинского методом режущих колец послойно через 0,1 м до глубины 0,6 м;
- за структурностью почвы сухим рассеиванием;
- за степенью водопрочности структурных агрегатов методом П.И. Андрианова;
- за наступлением фенологических фаз глазомерно на смежных участках опыта;
- за содержанием нитратного азота дисульфифеноловым методом с помощью реактива Лунге – Грисса;
- за обменным калием по Масловой;
- за нитрификационной способностью почвы согласно «Методическим указаниям» (М., 1984);
- за подвижными формами фосфора по Мачигину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205–84;
- за обменными основаниями Ca^{2+} и Mg^{2+} согласно МРТУ № 46-15-67;
- за обменным натрием по ГОСТ 26950–86;
- за гумусом по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213–84;
- за количеством пожнивно-корневых остатков по Н.З. Станкову;
- за урожайностью зеленой массы многолетних трав методом учетных площадок площадью 0,50 м²;
- за урожайностью зерновых культур методом пробных снопов с площадок 0,50 м².

Экспериментальные данные обрабатывали методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов на компьютере по Б.А. Доспехову (1985).

В третьей главе «Влияние фитомелиорации на органическое вещество почвы» показано, что при увеличении содержания органического вещества и отсутствии обработки почвы при возделывании многолетних трав снижается минерализация гумуса и сохраняется структура почвы. Это улучшает водопроницаемость, уменьшает сток воды с полей, смыв, увеличивает весенние запасы влаги в почве и способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Количество пожнивно-корневых остатков многолетних трав. Многолетние травы в среднем за годы исследования оставляли после себя органических пожнивно-корневых остатков от 9,0 до 10,6 т/га. После люцерны их оставалось наибольшее количество – 12,6 т/га. Это в 3 раза больше, чем после вико-овсяной травосмеси. Эспарцет уступал люцерне по этому показателю на 26,2 %; лядвенец рогатый – на 23,0 %; кострец безостый – на 31,0 %; свербига восточная – на 21,5 %; щавель кормовой – на 28,6 %. Однако небобовые культуры превосходили вико-овсяную смесь по этим показателям соответственно в 2,0; 2,3 и 1,8 раза.

Наибольшее количество азота, поступающего в почву с пожнивными остатками, отмечено у бобовых культур. Оно составило 174–253 кг/га. В остатках небобовых трав содержание азота было намного ниже и оно колебалось от 47 до 69 кг/га, т. е. в 3–5 раз меньше. Меньше всего биологического азота было в пожнивно-корневых остатках вико-овсяной смеси – всего 45 кг/га. Это в 3–5 раз меньше, чем в остатках бобовых трав, и в 1,5 раза меньше, чем в остатках небобовых трав.

Люцерна содержала в пожнивно-корневых остатках до 82 кг/га фосфора, или в 3 раза больше, чем после вико-овсяной смеси. Эспарцет, лядвенец и кострец оставляли фосфора в почве 43–54 кг/га, что больше по сравнению с вико-овсяной смесью в 2 раза. Меньше всего оставляли в почве фосфора свербига восточная и щавель кормовой – почти столько же, что и вико-овсяная смесь. Различие с контролем составило 6,3–16,9 %.

Изменение содержание гумуса в почве под воздействием фитомелиорации. В среднем за 2010–2012 гг. после распашки бобовых многолетних трав содержание гумуса было больше, чем на контроле на 0,13–0,19 %, а после распашки небобовых – на 0,07–0,11 %. Возделывание всех фитомелиорантов создавало в почве бездефицитный баланс гумуса.

Наибольший коэффициент гумификации пожнивно-корневых остатков отмечен у бобовых фитомелиорантов – 21,0–27,2 %. У костреца безостого он составил 19,0 %, у щавеля кормового – 13,3 %, у свербиги восточной – 10,6 %. Из органиче-

ского вещества бобовых культур гумуса образуется в 2–3 раза больше, чем из биомассы семейства гречишных и капустных растений. Это подтверждается экспериментальными данными и данными литературных источников (Лебедева Т.Б., 1980; Сафонов А.Ф., 2004).

В четвертой главе «Водно-физические свойства почвы» анализируются основные физические параметры плодородия.

Структура почвы. В среднем за 2010–2012 гг. на контроле после вико-овсяной смеси количество агрономически ценных агрегатов не превышало 60,9 %. После многолетних бобовых трав оно составило 72,1–73,1 %, а после небобовых трав – 67,3–68,5 %. Это на 11,2–12,2 и 6,4–7,6 % больше, чем после вико-овса.

Коэффициент интенсивности структурообразования после бобовых многолетних трав был выше, чем на контроле после однолетних трав на 55,9–93,2 %, а после небобовых – на 20,4–76,1 %. Коэффициент интенсивности структурообразования под бобовыми травами был выше, чем под небобовыми на 17,1–35,5 %. Под бобовыми травами интенсивность структурообразования наиболее высокая.

Степень водопрочности после многолетних трав может быть оценена как хорошая. Она изменялась в пределах 40–54 %. После вико-овсяной смеси она снижалась до 38–40 %, т. е. до удовлетворительного состояния.

Плотность почвы. До распашки многолетних трав плотность почвы в пахотном слое была выше, чем после вико-овсяной смеси (таблица 1). В среднем после бобовых трав плотность пахотного слоя равнялась 1,30 г/см³. Это выше, чем после вико-овсяной смеси на 0,08 г/см³, или на 6,2 %. После небобовых трав плотность в этом слое не превышала 1,27 г/см³, т. е. была меньше, чем после вико-овсяной смеси на 0,05 г/см³, или на 4,1 %.

Таблица 1 – Плотность почвы по вариантам опыта до распашки фитомелиорантов, г/см³

Фитомелиорант	Слой почвы, м							
	0–0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5–0,6	0–0,3	0,3–0,6
1. Вико-овсяная смесь	1,15	1,22	1,29	1,40	1,41	1,42	1,22	1,41
2. Люцерна синяя	1,28	1,32	1,34	1,32	1,33	1,36	1,31	1,34
3. Эспарцет песчаный	1,28	1,34	1,37	1,39	1,40	1,44	1,33	1,41
4. Лядвенец рогатый	1,20	1,28	1,29	1,36	1,39	1,40	1,26	1,38
5. Кострец безостый	1,18	1,22	1,28	1,39	1,43	1,42	1,23	1,41
6. Свербига восточная	1,28	1,29	1,35	1,39	1,42	1,44	1,31	1,42
7. Щавель кормовой	1,26	1,28	1,33	1,40	1,41	1,43	1,29	1,41

НСР_{0,5} = 0,027; F_{ϕ} = 8,12; F_T = 3,93.

Наименьшая плотность почвы наблюдалась под лядвенцом рогатым – 1,26 г/см³ и под кострецом безостым – 1,23 г/см³. Это больше, чем под вико-овсяной смесью всего на 3,2 и 0,8 %. Наибольшей плотность почвы была под эс-

парцетом, свербигой и люцерной – 1,31–1,33 г/см³, т. е. больше, чем после вико-овсяной смеси на 7,3–9,0 %. В подпахотном слое плотность почвы под всеми травами была близкой к равновесной и составила 1,41–1,42 г/см³. Исключение отмечено у люцерны и лядвенца рогатого, где плотность снизилась на 6,0–7,6 %, или на 0,03–0,07 г/см³. Видимо, можно считать, что как в пахотном, так и в подпахотном горизонте плотность почвы за некоторым исключением была близка к равновесной.

После распашки многолетних трав плотность почвы заметно снизилась, особенно в верхнем слое 0–0,1 м. Если до распашки трав в среднем в этом горизонте она составляла 1,25±0,051 г/см³, то после нее она уменьшилась до 1,07±0,022 г/см³. Коэффициенты вариации не превышали 2,1 и 4,1 %. После распашки в верхнем слое плотность уменьшилась на 0,18 г/см³, или на 16,8 %.

В слое 0,1–0,2 м до распашки трав плотность в среднем составляла 1,29±0,041 г/см³, а после распашки – 1,17±0,025 г/см³. Коэффициенты вариации не превышали 2,6 и 3,1 %. В среднем в пахотном слое до распашки плотность почвы не превышала 1,29±0,037 г/см³, а после распашки – 1,15±0,022 г/см³, т. е. снизилась на 0,14 г/см³, или на 12,2 %.

Снижение плотности на глубине 0,2–0,3 м не превышало 0,12 г/см³, или 9,9 %. В подпахотном горизонте плотность почвы была практически одинаковой. Исключение составил вариант с люцерной.

После распашки многолетних трав перед посевом яровой пшеницы весной 2011 г. плотность почвы в пахотном слое 0–0,3 м не превышала после люцерны 1,12 г/см³, после лядвенца рогатого – 1,13 г/см³, после эспарцета песчаного – 1,18 г/см³, после небобовых трав – 1,14–1,16 г/см³ (таблица 2).

Таблица 2 – Плотность почвы после распашки фитомелиорантов перед посевом яровой пшеницы весной 2011 г., г/см³

Фитомелиорант	Слой почвы, м							
	0–0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5–0,6	0–0,3	0,3–0,6
1. Вико-овсяная смесь	1,16	1,23	1,28	1,39	1,40	1,41	1,22	1,40
2. Люцерна синяя	1,07	1,14	1,16	1,33	1,34	1,35	1,12	1,34
3. Эспарцет песчаный	1,05	1,21	1,27	1,37	1,40	1,45	1,18	1,41
4. Ляденец рогатый	1,04	1,15	1,20	1,36	1,38	1,39	1,13	1,38
5. Кострец безостый	1,09	1,18	1,21	1,42	1,42	1,44	1,16	1,43
6. Свербига восточная	1,08	1,17	1,19	1,38	1,40	1,41	1,15	1,40
7. Щавель кормовой	1,06	1,14	1,23	1,36	1,41	1,43	1,14	1,40

НСР_{0,5} = 0,027; F_{ϕ} = 8,12; F_{τ} = 3,93.

После многолетних трав в пахотном слое она колебалась в 2011 г. в слое 0–0,3 м в пределах 1,12–1,18 г/см³. Коэффициент вариации составлял 2,9 %. Средняя плотность по вариантам – 1,16±0,034 г/см³. В среднем после бобовых трав она составила 1,14 г/см³, а после небобовых – 1,15 г/см³. Различие с контролем – соот-

ветственно 0,08 и 0,07 г/см³, что меньше вероятной средней ошибки единичного наблюдения (0,034 г/см³).

Пористость почвы. Аналогично плотности почвы изменялись общая пористость и пористость аэрации под всеми многолетними культурами.

Под люцерной до распахки трав, где почву не обрабатывали в течение 3 лет, по слоям пористость изменялась соответственно в пределах 50,4–52,6 и 49,6–51,1 %. В среднем в пахотном слое пористость под люцерной была ниже, чем на контроле на 3,3 %, а в подпахотном горизонте – выше на 2,7 %. Аналогичным изменением общей пористости было под другими многолетними культурами.

В пятой главе «Влияние многолетних трав на запасы влаги в почве» показано, что улучшение водно-физических свойств почвы в первую очередь отражалось на величине весенних запасов влаги в ней (таблица 3).

Таблица 3 – Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом яровой пшеницы в среднем за 2011–2013 гг., мм

Фитомелиорант		Слой почвы, м			
		0–0,3	0–0,5	0,5–1,0	0–1,0
1. Вико-овсяная смесь	мм	36,7	67,7	57,6	125,3
	%	100	100	100	100
2. Люцерна синяя	мм	57,6	87,8	68,9	156,7
	%	156,9	129,7	119,6	125,1
3. Эспарцет песчаный	мм	56,3	80,4	63,9	144,3
	%	153,4	118,7	110,9	115,2
4. Лядвенец рогатый	мм	51,2	78,1	66,3	144,4
	%	139,6	115,4	115,1	115,2
5. Кострец безостый	мм	61,6	93,3	68,7	162,0
	%	167,8	137,8	119,3	129,3
6. Свербига восточная	мм	50,3	76,6	62,9	139,5
	%	137,1	113,1	109,2	111,3
7. Щавель кормовой	мм	51,8	77,3	61,4	138,7
	%	141,1	114,2	106,6	110,7

Для слоя 0,3 м НСР_{0,5} = 3,321; F_{ϕ} = 54,25; F_T = 3,93.

Для слоя 0,5 м НСР_{0,5} = 6,245; F_{ϕ} = 16,75; F_T = 3,93.

Для слоя 0,5–1,0 м НСР_{0,5} = 5,550; F_{ϕ} = 7,23; F_T = 3,93.

Для слоя 0–1,0 м НСР_{0,5} = 7,606; F_{ϕ} = 24,37; F_T = 3,93

В среднем за годы исследований (2011–2013 гг.) продуктивной влаги в метровом слое почвы по вариантам опыта было 147,6±9,7 мм. Коэффициент вариации – 6,6 %. Это выше, чем на контрольном варианте после вики с овсом на 22,3, или на 17,8 %.

В среднем за годы исследований наибольший запас продуктивной влаги к посеву яровой пшеницы в метровом слое почвы отмечен после люцерны и костреца безостого – 156,7 и 162,0 мм.

После люцерны влаги было больше, чем после эспарцета и лядвенца на 12,4 мм, или на 8,6 %, и больше, чем после свербиги восточной и щавеля кормового на 17,2 и 18,0 мм, или на 12,3 и 12,9 %. После костреца безостого запас весенней влаги был выше, чем после эспарцета и лядвенца на 17,7 мм, или на 12,3 %. Свербига и щавель кормовой уступали кострецу безостому на 22,5 и 23,3 мм, или на 16,1 и 16,8 %.

Наибольший запас доступной влаги в метровом слое почвы после распашки многолетних трав сформировался за все годы исследований после люцерны синей и костреца безостого.

В среднем за годы исследований в посевах озимой пшеницы в звене многолетних трав – яровая пшеница запасы влаги в слое 0–1,0 м не превышали $138,3 \pm 8,8$ мм. Это на 12,7 %, или на 15,6 мм, больше, чем в звене вико-овсяная смесь – яровая пшеница.

Наибольшее количество влаги весной в озимой пшенице отмечено в звене с многолетними бобовыми травами и кострецом безостым – 142,5–146,9 мм (таблица 4). Это превышало контрольный вариант на 16,5–19,7 %.

Таблица 4 – Запасы продуктивной влаги в почве весной в посевах озимой пшеницы в среднем за годы исследований, мм

Фитомелиорант		Слой почвы, м			
		0–0,3	0–0,5	0,5–1,0	0–1,0
1. Вико-овсяная смесь	мм	33,3	62,3	60,4	122,7
2. Люцерна синяя	мм	39,1	77,6	69,2	146,9
3. Эспарцет песчаный	мм	40,1	73,3	69,2	142,5
4. Лядвенец рогатый	мм	38,3	75,1	68,8	143,9
5. Кострец безостый	мм	43,1	74,2	68,7	142,9
6. Свербига восточная	мм	37,9	66,5	59,2	125,6
7. Щавель кормовой	мм	35,6	65,9	62,3	128,1

Для слоя 0,3 м $НСР_{0,5} = 2,0$; $F_{\phi} = 23,27$; $F_T = 3,93$.

Для слоя 0,5 м $НСР_{0,5} = 2,82$; $F_{\phi} = 38,99$; $F_T = 3,93$.

Для слоя 0,5–1,0 м $НСР_{0,5} = 2,50$; $F_{\phi} = 31,52$; $F_T = 3,93$.

Для слоя 0–1,0 м $НСР_{0,5} = 2,93$; $F_{\phi} = 114,60$; $F_T = 3,93$.

Наименьшие запасы весенней влаги в озимых наблюдались после свербиги и щавеля – 125,6–128,1 мм. Это практически одинаково с контрольным вариантом (звено вико-овсяная смесь – яровая пшеница). Различие составило всего 2,4–4,4 %. По сравнению с люцерной этот показатель был ниже на 21,3 и 18,8 мм, или на 16,9 и 14,7 %. На второй год после распашки многолетних трав в посевах озимой

пшеницы отмечалось увеличение запасов влаги весной по сравнению с однолетними предшественниками.

В шестой главе «Влияние фитомелиорантов на питательный режим почвы и засоренность посевов» анализируется питательный режим почвы.

Питательный режим. Многолетние травы заметно изменяли питательный режим последующих культур. В среднем за 2011–2013 гг. содержание нитратов после бобовых трав было больше, чем на контроле (вико-овсяная травосмесь) на 7,0–8,1 мг/кг почвы, а после фитомелиорантов другого семейства – на 0,7–1,2 мг/кг (таблица 5). В среднем количество нитратного азота в почве после бобовых трав превышало контроль в 2,5 раза, а после небобовых трав – на 18,5 %.

Таблица 5 – Количество питательных веществ в почве перед посевом яровой пшеницы в среднем за 2011–2013 гг., мг/кг

Фитомелиорант	Нитратный азот	Доступный фосфор	Обменный калий
1. Вико-овсяная смесь	5,4	10,6	290
2. Люцерна синяя	13,5	21,7	311
3. Эспарцет песчаный	12,5	20,2	310
4. Лядвенец рогатый	12,4	19,6	311
5. Кострец безостый	6,6	15,4	302
6. Свербига восточная	6,1	15,6	302
7. Щавель кормовой	6,5	16,9	304

Доступного фосфора в среднем за годы исследований перед посевом яровой пшеницы после бобовых трав было на 9,0–11,1 мг/кг больше, чем после вико-овсяной смеси, и больше после небобовых культур на 4,8–6,3 мг/кг.

Среднее содержание фосфора в первом случае равнялось $20,5 \pm 0,9$ мг/кг, а во втором случае – $16,0 \pm 0,7$ мг/кг. Коэффициенты вариации не превышали 4,3 и 4,1 %. После бобовых трав фосфора было на 28,1 % больше, чем после небобовых.

Количество обменного калия после трав по всем вариантам опыта было практически одинаковым.

В среднем за годы исследований оно составило 305 ± 4 мг/кг. Коэффициент вариации 1,2 %. На контроле обменного калия было меньше, чем после фитомелиорантов на 12 мг/кг, или на 4,1 %.

В среднем за годы исследований весной в посевах озимой пшеницы нитратного азота на контроле было 3,5 мг на 1 кг почвы. После бобовых трав в среднем по вариантам его содержание повысилось до $9,7 \pm 0,6$ мг/кг, а после небобовых трав его содержалось $5,0 \pm 0,3$ мг/кг, или почти в 2 раза меньше, чем после бобовых. Коэффициенты вариации составили 6,2 и 6,0 %.

В посевах озимой пшеницы на 2-й год после распашки фитомелиорантов по сравнению с контролем (вико-овсяная смесь) нитратного азота было в 2,8 раза и на 42,8 % больше (таблица 6).

Таблица 6 – Количество питательных веществ в почве весной в посевах озимой пшеницы в среднем за годы исследований, мг/кг

Фитомелиорант (после многолетних трав на второй год)	Нитратный азот	Доступный фосфор	Обменный калий
1. Вико-овсяная смесь	3,5	5,5	293
2. Люцерна синяя	10,7	15,3	309
3. Эспарцет песчаный	9,2	14,7	304
4. Лядвенец рогатый	9,9	14,5	303
5. Кострец безостый	5,3	10,6	301
6. Свербига восточная	4,5	10,5	300
7. Щавель кормовой	5,1	10,2	299

В среднем за годы исследований весной в посевах озимой пшеницы количество доступного фосфора после бобовых фитомелиорантов было больше, чем на контроле на 9,0–9,8 мг/кг, а после небобовых – на 4,7–5,1 мг/кг.

В среднем по вариантам опыта фосфора после бобовых культур было $14,8 \pm 0,3$ мг/кг, а после небобовых $10,4 \pm 0,2$ мг/кг.

Коэффициенты вариации – 2,0 и 1,9 %. Различие в содержании фосфора между бобовыми и небобовыми травами было 42,3 %, а между ними и контролем – в 2,7 и 1,9 раз.

Содержание обменного калия по вариантам опыта различалось незначительно и составило в среднем 303 ± 4 мг/кг. Коэффициент вариации равнялся 1,3 %. Различие с контролем – 10 мг/кг, или 3,4 %.

На третий год после распашки многолетних трав содержание питательных веществ в почве снизилось, но оставалось выше старопахотной почвы (контроль).

Засоренность. В среднем за 2011–2013 гг. общая засоренность после вико-овсяной травосмеси составила 9,3 шт./м² (таблица 7).

Многолетних сорняков от общей засоренности было 38,7 %; ранних яровых – 41,9 %; яровых поздних – 17,2 %; зимующих – 2,2 %.

После люцерны общее количество сорняков снизилось в среднем на 52,7 %; многолетних – на 52,8 %. Удельный вес многолетних сорняков после этого предшественника составил 38,6 %; зимующих – 43,2 %; ранних и поздних яровых – по 9,1 %. Преобладали зимующие и многолетние сорняки.

После эспарцета всех сорняков было больше, чем после вико-овсяной смеси на 33,3 %. Количество многолетних сорняков снизилось на 13,9 %.

Удельный вес многолетних сорняков – 50 %; зимующих – 35,5 %; ранних яровых – 6,5 %; поздних – 8,0 %. Как и в случае с люцерной, после эспарцета преобладали многолетние и зимующие сорняки.

Таблица 7 – Засоренность яровой пшеницы по вариантам опыта
в среднем за 2011–2013 гг.

Фитомелиорант	Количество сорняков						
	малолетних, шт./м ²			многолетних		всего	
	ранних яровых	поздних яровых	зимующих	шт./м ²	%	шт./м ²	%
1. Вико-овсяная смесь	3,9	1,6	0,2	3,6	100	9,3	100
2. Люцерна синяя	0,4	0,4	1,9	1,7	47,2	4,4	47,3
3. Эспарцет песчаный	0,4	0,5	2,2	3,1	86,1	6,2	66,7
4. Лядвенец рогатый	0,4	0,6	2,1	2,4	66,7	5,5	59,1
5. Кострец безостый	0,1	0,1	0,2	0,7	19,4	1,1	11,8
6. Свербига восточная	1,3	1,4	2,9	2,4	66,7	8,0	86,0
7. Щавель кормовой	1,4	1,6	3,2	2,3	63,9	8,5	91,4

Для общей засорённости $НСП_{05} = 1,12$; $F_{\phi} = 60,53$.

Для многолетних сорняков $НСП_{05} = 0,95$; $F_{\phi} = 9,47$.

Для зимующих сорняков $НСП_{05} = 0,83$; $F_{\phi} = 20,51$.

Аналогичный видовой состав сорняков отмечен и после лядвенца рогатого. Удельный вес многолетних сорных растений не превышал 43,6 %; зимующих – 38,2 %; ранних яровых – 7,3 %; поздних – 10,9 %.

После лядвенца рогатого общее число сорняков было меньше, чем на контроле на 40,9 %, а многолетних – на 33,3 %. Преобладали зимующие и многолетние сорняки.

Наименьшая засоренность была после костреца безостого. Общее количество сорняков в этом случае снизилось по сравнению с контролем на 88,2 %, а многолетних – на 80,6 %. По сравнению с люцерной общее количество сорняков было меньше на 75,0 %, а многолетних – на 58,8 %. Удельный вес многолетних сорняков здесь составил 63,6 %, зимующих – 18,2 %; поздних и ранних яровых сорняков – по 9,1 %.

После костреца общая засоренность снизилась в 8,5 раза, многолетниками – в 5 раз, ранними яровыми – в 10 раз, а поздними – в 2,6 раза.

После свербиги восточной всех сорняков было меньше на 14,0 %, чем на контроле, а многолетних – на 33,3 %. Удельный вес многолетних сорняков составил в этом случае 30 %; зимующих – 36,3 %; ранних яровых – 16,2 %; поздних – 17,5 %.

Аналогичное изменение засоренности было и после щавеля кормового. Общее количество сорняков после щавеля уменьшилось по сравнению с контролем на 8,6 %, многолетних – на 36,1 %. Удельный вес многолетних сорняков не пре-

вышал 27,1 %; зимующих – 37,6 %; ранних яровых – 16,5 %; поздних яровых – 18,8 %. Преобладали зимующие сорняки.

Таким образом, наиболее чистыми от сорняков были поля после костреца безостого. В значительной мере подавляли сорняки бобовые многолетние травы и меньше всего – многолетние травы из семейства капустных и гречишных.

В седьмой главе «Урожайность зерна яровой и озимой пшеницы» приводятся урожайные данные яровой и озимой пшеницы по годам исследования.

В среднем за годы исследований урожайность яровой пшеницы, посеянной по пласту бобовых многолетних трав, превышала контрольный вариант (вико-овсяная смесь) на 41,4–76,4 %, а после небобовых трав – на 16,3 % (таблица 8). После бобовых трав пшеница сформировала в среднем 2,97 т/га зерна, а после небобовых – 1,91 т/га, что больше, чем после вико-овсяной смеси на 66,8 и 7,3 %. Урожайность пшеницы после бобовых трав была больше, чем после небобовых на 55,5 %.

Таблица 8 – Урожайность зерна яровой пшеницы после распашки многолетних трав в среднем за 2011–2013 гг.

Фитомелиорант	Урожайность зерна, т/га		Отклонение от контроля			
			без удобрений		с удобрениями	
	без удобр.	с удобр.	т/га	%	т/га	%
1. Вико-овсяная смесь (контроль)	1,78	1,87	–	–	–	–
2. Люцерна синяя	3,14	3,24	1,36	76,4	1,37	73,3
3. Эспарцет песчаный	2,84	2,91	1,06	41,4	1,04	55,6
4. Лядвенец рогатый	2,95	3,01	1,17	65,7	1,14	60,9
5. Кострец безостый	1,83	2,68	0,05	2,8	0,81	43,3
6. Свербига восточная	2,07	2,68	0,29	16,3	0,81	43,3
7. Щавель кормовой	1,82	2,64	0,04	2,2	0,77	41,2

$НСР_{05} = 0,24$; $F_{\phi} = 70,04$; $F_T = 3,93$.

Из бобовых культур наибольшее влияние на урожайность пшеницы оказывала люцерна. Она превышала другие травы по этому показателю на 34,1–42,0 %. Это объясняется лучшим пищевым режимом и особенно большим содержанием азота в почве, которое обеспечивала люцерна. Такое положение подтверждается опытами с внесением азотных удобрений под яровую пшеницу перед посевом (30 кг д.в./га) и в подкормку (40 кг д.в./га).

Внесение азотных удобрений в 2011 г. повысило урожайность пшеницы после вико-овсяной смеси на 11,8 %; после бобовых трав – в среднем с 2,78 до 2,93 т/га, или на 5,4 %, а после небобовых трав – с 1,63 до 2,49 т/га, или на 52,7 %.

При этом заметно изменялась урожайность по вариантам опыта. Без внесения удобрений коэффициент вариации урожайности равнялся 30,3 %, а с их внесением – 9,6 %. Это указывает на значительную роль азотных удобрений в повышении урожайности яровой пшеницы, особенно на вариантах с небобовыми предшественниками.

Отмечено повышение качества зерна пшеницы по сравнению с контролем, увеличение содержания клейковины на 11,8–18,3 %; белка – на 6,7–3,3 %.

В среднем за годы исследований азотные удобрения повысили урожайность зерна яровой пшеницы после вико-овсяной смеси на 5,0 %; после люцерны – на 3,2 %; после эспарцета – на 1,4 %; после лядвенца рогатого – на 2,0 %; после костреца безостого – на 46,4 %; после свербиги восточной – на 29,5 %; после щавеля – на 45,0 %. Прибавку урожайности от внесения азотных удобрений под яровую пшеницу после бобовых трав следует считать недостоверной, т. е. в пределах ошибки опыта (1,4–3,2 %). Достоверная прибавка урожайности получена от применения удобрений после небобовых многолетних трав (29,5–46,4 %).

В среднем за годы исследований урожайность озимой пшеницы, посеянной на второй год после распашки многолетних бобовых трав, составила 2,56–2,87 т/га, а после небобовых – 1,81–1,97 т/га, или больше, чем после вико-овсяной травосмеси на 42,2–59,4 и 2,8–9,4 % (таблица 9).

Таблица 9 – Урожайность озимой пшеницы после яровой в среднем за годы исследований

Фитомелиорант	Урожайность зерна, т/га		Отклонение от контроля			
			без удобрений		с удобрениями	
	без удобр.	с удобр.	т/га	%	т/га	%
1. Вико-овсяная смесь (контроль)	1,80	1,93	–	–	–	–
2. Люцерна синяя	2,87	3,24	1,07	59,4	1,31	67,9
3. Эспарцет песчаный	2,56	2,85	0,76	42,2	0,92	47,7
4. Ляденец рогатый	2,65	2,91	0,85	47,2	0,98	50,8
5. Кострец безостый	1,97	2,70	0,17	9,4	0,77	39,9
6. Свербига восточная	1,85	2,37	0,05	2,8	0,44	22,8
7. Щавель кормовой	1,81	2,50	0,01	0,5	0,57	29,5

$НСР_{05} = 0,28$; $F_{\phi} = 16,15$; $F_T = 3,93$.

В среднем по вариантам урожайность пшеницы после бобовых трав равнялась 2,69 т/га, а после небобовых – 1,87 т/га. На вариантах с бобовыми травами урожайность озимой пшеницы превышала варианты с небобовыми травами на 0,82 т/га, или на 43,8 %. Наибольшую урожайность зерна озимая пшеница сформировала на варианте после люцерны синей – 2,87 т/га. Эспарцет как предше-

ственник уступал люцерне на 10,8 %; лядвенец – на 7,7 %; кострец безостый – на 31,3 %; свербига восточная – на 35,5 %; щавель кормовой – на 36,9 %. Заметное снижение урожайности озимой пшеницы на вариантах с небобовыми культурами можно объяснить недостатком в почве питательных веществ и особенно азота. Внесение удобрений увеличило урожайность озимой пшеницы, особенно на вариантах с многолетними небобовыми травами.

В среднем по годам озимая пшеница без внесения удобрений сформировала урожайность после бобовых трав 2,69 т/га, а после небобовых – 1,87 т/га, а при внесении удобрений – 3,0 и 2,52 т/га, или на 11,5 и 34,7 % больше. Наибольшие прибавки от внесения азотных удобрений получены при посеве озимой пшеницы после яровой на вариантах с небобовыми предшественниками.

Повторный посев озимой пшеницы на третий год после распашки многолетних трав выявил аналогичное изменение урожайности по вариантам с различными предшественниками (таблица 10).

Таблица 10 – Урожайность повторных посевов озимой пшеницы

Фитомелиорант	Урожайность зерна, т/га		Отклонение от контроля			
			без удобрений		без удобрений	
	без удобр.	с удобр.	т/га	%	т/га	%
1. Вико-овсяная смесь (контроль)	1,32	1,44	–	–	–	–
2. Люцерна синяя	2,10	2,26	0,78	59,1	0,82	56,9
3. Эспарцет песчаный	2,01	2,17	0,69	52,3	0,73	50,7
4. Лядвенец рогатый	2,11	2,23	0,79	59,8	0,79	54,9
5. Кострец безостый	1,63	2,05	0,31	23,5	0,61	42,4
6. Свербига восточная	1,42	1,90	0,10	7,6	0,46	31,9
7. Щавель кормовой	1,37	1,89	0,05	3,8	0,45	31,2

$НСР_{05} = 0,038$; $F_{\phi} = 523,72$; $F_{\tau} = 3,93$.

После вико-овсяной смеси озимая пшеница, посеянная после озимой пшеницы в 2013 г., при минимальной обработке почвы дисковой бороной на глубину 8–10 см сформировала урожайность зерна 1,32 т/га.

После бобовых трав средняя урожайность зерна составила 2,07 т/га, а после небобовых предшественников – 1,47 т/га, или на 40,8 % меньше. Наибольшую урожайность озимая пшеница сформировала после люцерны – 2,10 т/га.

После эспарцета на третий год после распашки трав урожайность снизилась на 4,3 %; после лядвенца рогатого практически не изменилась. После костреца безостого она уменьшилась на 22,4 %; после свербиги – на 32,4 %; после щавеля – на 34,8 %.

Внесение удобрений способствовало повышению урожайности озимой пшеницы на контрольном варианте (старопашне) на 9,1 %; на варианте после люцер-

ны – на 7,6 %; на варианте после эспарцета – на 8,0 %; после лядвенца – на 5,7 %; после костреца безостого – на 25,8 %; после свербиги – на 33,8 %; после щавеля кормового – на 37,9 %.

В среднем прибавка урожайности от применения азотных удобрений составила на вариантах после бобовых трав 7,1 %, а на вариантах после небобовых предшественников – 32,5 %. Это хорошо объясняется восполнением азота в почве при внесении удобрений после небобовых предшественников. Таким образом, для улучшения водно-физических свойств почвы на вариантах с многолетними небобовыми травами следует применять в первую очередь азотные удобрения в дозах, рассчитанных на прибавку урожайности.

В восьмой главе «Энергетическая и экономическая эффективность возделывания зерновых культур после фитомелиорации» рассчитана эффективность возделывания озимой и яровой пшеницы в первый, второй и третий годы после фитомелиоративного периода. Коэффициенты энергетической эффективности после бобовых фитомелиорантов составили 5,45–5,83, а после небобовых – 4,08–4,53. Уровень рентабельности соответственно этим же вариантам опыта равнялся 131–135 и 76–85 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Фитомелиоранты оставляют после себя пожнивно-корневых остатков от 8,7 до 12,6 т/га. После бобовых культур их поступало в почву на 7,8–44,8 % больше по сравнению с небобовыми.

С пожнивными остатками бобовых фитомелиорантов в почву поступало азота до 174–253 кг/га; фосфора – до 42,8–81,9 кг/га; калия – до 120,9–188,7 кг/га, а после небобовых – соответственно до 47–69 кг/га; 29,7–53,9 и 42,6–175,7 кг/га.

2. Содержание гумуса на вариантах с бобовыми фитомелиорантами возросло на 0,18–0,19 %, а после небобовых – на 0,07–0,11 %.

3. После распашки бобовых фитомелиорантов агрофизические свойства почвы улучшались в большей степени, чем после небобовых. Под бобовыми травами количество агрономически ценных структурных агрегатов возросло на 11,2–12,2 %, а после небобовых – 6,4–7,6 %, степень водопрочности повысилась на 8,3–12,7 и 3,0–4,0 %.

4. Плотность почвы после распашки фитомелиорантов снизилась с 1,22 до 1,12–1,16 г/см³ по сравнению со старопахотной почвой, пористость – с 54,8 до 56,4 %, пористость аэрации – с 22,0 до 25,7–26,4 %.

5. Перед посевом яровой пшеницы в слое 0–0,5 м запасы продуктивной влаги возросли после бобовых трав на 18,7–29,7 %; после костреца безостого – на 37,8 %,

а после свербиги и щавеля – на 13,1–14,2 %. В метровом слое содержание доступной влаги увеличилось в первом случае на 15,2–25,1 %, а во втором – на 29,3 и 10,7–11,3 %.

6. После бобовых фитомелиорантов повышалось содержание азота, фосфора и калия соответственно на 7,6 мг/кг; 14,5 и на 15 мг/кг почвы. После небобовых многолетних трав по сравнению с контролем увеличение составило соответственно 2,4 и 10,0 мг/кг. Повышения количества обменного калия не наблюдалось.

7. Многолетние травы в значительной мере подавляли сорную растительность. В большей степени этим свойством обладал кострец безостый.

В среднем за годы исследований бобовые травы снизили засорённость на 33,3–52,7 %; в том числе многолетними сорняками на 14,0–52,8 %; зимующими – в 2 раза.

После костреца безостого засорённость снизилась на 90 %, т. е. поля были практически полностью очищены от сорняков. После небобовых трав общая засорённость снизилась на 10,6–14 %, в том числе многолетними сорняками на 33,3–36,1 %. Следует отметить увеличение количества однолетних яровых, поздних и зимующих сорняков.

8. После фитомелиорации урожайность яровой пшеницы по сравнению с вико-овсяной смесью возросла на 41,4–76,4 %, а после щавеля и свербиги – на 2,2–16,3 %. Урожайность озимой пшеницы, посеянной на второй год после фитомелиоративного периода, увеличилась на 42,2–59,4 и 2,8–9,4 %, а на третий год – на 52,7–59,8 и 3,8–23,5 %.

Отмечено повышение качества зерна пшеницы по сравнению с контролем, увеличение содержания клейковины на 11,8–18,3 %; белка – на 6,7–13,3 %.

9. Внесение удобрений способствовало повышению урожайности яровой пшеницы после небобовых трав на 41,2–43,3 %; озимой пшеницы, посеянной на второй год мелиоративного периода – на 22,8–39,9, а на третий год – на 31,2–42,4 %.

10. Использование многолетних трав в качестве фитомелиорантов энергетически и экономически выгодно. Коэффициент энергетической эффективности после бобовых трав составил 5,45–5,83, а после небобовых – 4,08–4,53. Уровень рентабельности – соответственно 131–135 и 76–85 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения плодородия почвы и получения дешевого зерна яровой и озимой пшеницы 3,0–3,2 т/га в условиях засушливого климата Поволжья на чернозёмах южных необходимо применять фитомелиоранты. Их целесообразно использовать в зернотравяном звене севооборота с посевом яровой пшеницы в пер-

вый год после мелиоративного периода и озимой пшеницы на второй и третий годы при минимальной обработке почвы дисковой бороной. Предпочтительнее использовать в качестве фитомелиорантов люцерну, эспарцет и лядвенец. При фитомелиоративных приемах с не бобовыми культурами (кострец, свербига и щавель) необходимо вносить под пшеницу минеральные азотные удобрения до 70 кг д.в./га в два срока – до посева и в подкормку.

Перспективы дальнейшей разработки темы:

Дальнейшее исследование вопросов фитомелиорации способствует разработке экономически выгодных агроприемов предотвращения различных деградаций черноземов в Поволжье.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендуемых ВАК РФ

1. *Шестёркин, Д. Г.* Перспективные кормовые культуры для чернозёмной зоны Поволжья / Е. П. Денисов, Д. А. Уполовников, Д. Г. Шестёркин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2012. – № 3. – С. 30–33.

2. *Шестёркин, Д. Г.* Фитомелиоративная характеристика многолетних трав как предшественников для зерновых культур в травяном звене полевого севооборота / Е. П. Денисов, К. Е. Денисов, Д. Г. Шестёркин, А. П. Солодовников // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2012. – № 5. – С.13–16.

3. *Шестёркин, Д. Г.* Многолетние травы как предшественники и фитомелиоранты зерновых культур / Е. П. Денисов, Д. Г. Шестёркин, Н. П. Молчанова, Р. З. Тугушев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2013. – № 11. – С.16–20.

Статьи в сборниках научных конференций

4. *Шестёркин, Д. Г.* Влияние многолетних трав на урожайность зерновых культур / Е. П. Денисов, Д. Г. Шестёркин, Р. З. Тугушев // Инновационные технологии в АПК : теория и практика. – Пенза, 2013. – С. 75–79.

5. *Шестёркин, Д. Г.* Перспективные культуры чернозёмной зоны Поволжья / Е. П. Денисов, Д. А. Уполовников, Д. Г. Шестёркин, Б.З. Шагиев // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 125-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова / ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – С. 275–276.

Подписано в печать 15.11.2013. Формат 60x84¹/₁₆.

Печ. л. 1,0. Тираж 100. Заказ №280/269.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»
410012, Саратов, Театральная пл., 1