

На правах рукописи

**МИНИКАЕВ
РОГАТЬ ВАГИЗОВИЧ**

**УПРАВЛЕНИЕ ФАКТОРАМИ ПЛОДОРОДИЯ И
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В
АГРОЛАНДШАФТАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Усть-Кинельский – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»)

Научный консультант: **Шайхутдинов Фарит Шарипович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: **Хайбуллин Мухамет Минигалимович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой почвоведения, ботаники и селекции растений

Шашкаров Леонид Геннадьевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Заслуженный работник сельского хозяйства
Чувашской Республики, ФГБОУ ВО
«Чувашская государственная
сельскохозяйственная академия», профессор
кафедры земледелия, растениеводства, селекции
и семеноводства.

Нафиков Макарим Махасимович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ДПО «Татарский институт
переподготовки кадров агробизнеса»,
заведующий кафедрой управления бизнесом и
информационных систем

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита состоится «26» сентября 2018 г. в 11⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03 в ФГБОУ ВО Самарская государственная сельскохозяйственная академия по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2; тел/факс (84663) 46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Самарская государственная сельскохозяйственная академия и на сайте www.ssaa.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2018 г.

Ученый секретарь

Зудилин Сергей Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. На современном этапе развития сельского хозяйства в России особую значимость приобрела проблема перехода к инновационным методам в земледелии.

Одной из актуальных задач сельскохозяйственных науки и практики остается совершенствование систем обработки почвы, а также снижение энергетических и экономических затрат на ее проведение.

В условиях северной части лесостепи среднего Поволжья, рациональное использование и воспроизводство плодородия почвы, а также сохранение запасов продуктивной влаги остается необходимым условием для оптимизации агроландшафтов и повышения продуктивности агроценозов.

Деградационные изменения функционирования почв привели к снижению их плодородия. За последние пятьдесят лет в республике Татарстан сельскохозяйственные угодья имеют устойчивую тенденцию увеличения площадей эродированных почв. В связи с этим, происходит снижение содержания гумуса в почве (на 0,85%), наряду с высокой распаханностью территории (77%).

Определенную роль в повышении урожайности культурного ценоза и придание ей еще большей устойчивости связано с совершенствованием технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Важнейшими элементами ее, являются севооборот и предшественники. Но, несмотря на это, в пределах нашей республики и страны в целом, происходит ослабление внимания к внедрению и освоению севооборотов.

Весьма значимая проблема у сельхозтоваропроизводителей – это высокие экономические вложения, требуемые на традиционные технологии возделывания полевых культур. Прямые затраты по традиционным технологиям могут достигать восемнадцати тысяч и более рублей на гектар. В большей степени такая высокая затратность технологий связана с существующей системой машин и орудий, которые характеризовались низкой производительностью и высокими потребностями трудовых и материальных ресурсов.

Неблагоприятное соотношение рыночных цен в России и низкой урожайности полевых культур в нашем регионе (1,5-2,0 т/га) диктует нам необходимость перехода на инновационные ресурсосберегающие технологии. Для обеспечения продовольственной безопасности, а также для выполнения обязательств по экспортным договорам следует повысить урожайность зерновых сельскохозяйственных культур до 3-3,5 т/га и при этом, сделать производство продукции растениеводства экономически выгодным.

В свете выше обозначенных проблем актуальным является разработка научных основ новых и изменения систем существующих севооборотов, поскольку в условиях многоукладной формы хозяйствования на селе севообороты должны иметь возможность быстрой замены культур, которые на данный момент пользуются спросом на рынке и потому экономически более выгодны.

При этом, разработка и внедрение современных агротехнических комплексов возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на минимальных и дифференцированных системах обработки почвы в севооборотах, применении комбинированных почвообрабатывающих орудий и посевных агрегатов, оснащенность хозяйств материально-техническими ресурсами требует изучения влияния их на почвенные процессы. Это позволит уменьшить производительные затраты и снизить себестоимость производимой продукции, улучшить плодородие почвы и сохранить окружающую среду, обеспечить рост урожайности и повышение качества продукции.

Диссертационная работа проводилась в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ Казанского государственного аграрного университета: номер регистрации ААА-А17-1170405005464-0.

Степень разработанности темы. В ранее приведенных исследованиях в условиях среднего Поволжья показано, что севооборот является главным элементом, базой научно обоснованных систем земледелия. В работах А.С. Салихова (1986; 1997; 2000; 2001; 2005; 2007; 2008), Р.С. Шакирова (1989; 2001; 2006), А.П. Пухачева (1988; 2001; 2005) доказаны преимущества ресурсосберегающих приемов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Перспективность широкого применения ресурсосберегающих приемов в земледелии Среднего Поволжья показана в научных работах В.А. Корчагина и др. (2006), Г.И. Казакова (2008), А.С. Салихова (2008), Т.Г. Хадеева и др. (2010), О.И. Горянина (2014; 2016).

При этом установлено, что без севооборотов нельзя применять дифференцированную систему обработки почвы, защиту от эрозии и повышения плодородия почвы, а также урожайности возделываемых культур (С.А. Воробьев, (1996), В.М. Дудкин и др. (1996), В.Г. Лошаков (1996), А.С. Салихов (1997; 2000; 2001; 2005; 2007; 2008), В.А. Корчагин и др. (2015).

Между тем, для условий Среднего Поволжья недостаточно изученным остается вопрос оценки влияния минимальной обработки почвы на агрофизические, биологические свойства почвы. Весьма ограничены сравнительные данные о влиянии поверхностных обработок на экономическую эффективность и продуктивность производства.

Цель и задачи исследований.

Цель работы – повышение эффективности выращивания основных полевых культур на серых лесных почвах Среднего Поволжья, основанное на стабилизации продуктивности зональных севооборотов, сохранении плодородия почв, окружающей среды и значительном снижении энерго и ресурсозатратности.

В процессе работы решались следующие задачи:

1. Изучить эффективность севооборотов с чистыми парами на серой лесной почве Среднего Поволжья.
2. Выявить взаимосвязь продуктивности основных полевых культур с агрофизическими, агрохимическими свойствами, водным режимом почвы, засоренностью посевов и биологической активностью почвы.

3. Исследовать влияние предшественников на продуктивность севооборота в условиях усиления агроклиматических рисков.

4. Изучить влияние применения различных способов основной обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства серой лесной почвы, засоренность посевов, фитосанитарное состояние растений и почвы, продуктивность агроценоза, энергетическую и экономическую эффективность возделывания культур зернопарового севооборота.

5. Разработать современные системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков и установить взаимосвязи урожайности основных полевых культур с агрофизическими, агрохимическими свойствами, водным режимом и климатическими условиями в северной части лесостепи Среднего Поволжья.

6. Изучить влияние интенсификации агротехнологий на возможность управления биологическими процессами почвы.

Научная новизна работы. Для условий лесостепи Среднего Поволжья при существенном изменении климата за последние три десятилетия на основе многолетних экспериментальных данных обоснована роль предшественников в стабилизации продуктивности агроценоза.

Научно обосновано на основе мониторинга продукционного процесса влияние различных способов основной обработки почвы на процессы уплотнения, сохранение потенциального и эффективного плодородия серой лесной почвы и продуктивность культуры зернового севооборота.

Для условий серых лесных почв обоснованы технологические приемы обработки почвы и посева культур зернопарового севооборота, с применением различных орудий, позволяющих формировать экономически выгодную систему земледелия и экспериментально подтверждена их высокая эффективность.

Выявлены особенности влияния системы обработки почвы на структуру популяции микробиоты почвы и процессы гумусообразования.

Результаты исследований могут быть эффективно использованы при разработке адаптивных ресурсосберегающих технологий возделывания основных полевых культур для повышения продуктивности.

Теоретическая и практическая значимость. Для условий серых лесных почв Среднего Поволжья теоретически обоснованная система обработки почвы в типичных севооборотах за счет управления биологическими факторами плодородия при низкой энергоемкости и высокой экологической безопасности. Применение разработанной автором системы обработки почвы в сельскохозяйственном производстве Среднего Поволжья позволяет стабильно получать урожайность зерновых культур до 3,5 т/га. Управление биологическими факторами в системе обработки почвы отличаются экологической безопасностью и низкой энергоемкостью. Рекомендуемые приемы обработки почвы легко вписываются в существующие севообороты и технологии, при этом не требуют кардинальной замены машин для возделывания сельскохозяйственных культур, затрат ручного труда.

Актуальность технологии возрастает в засушливые годы, препятствуя потере почвенной влаги.

Внедрение результатов исследований. Реализация ресурсо и энергосберегающих технологических приемов обработки серой лесной почвы и посева сельскохозяйственных культур зернопарового севооборота приводит: к снижению расхода топлива и затрат труда – в 1,5-2 раза, к повышению рентабельности производства – на 40%, к замедлению процесса дегумификации и уплотнения почв.

Разработанные агротехнологии основных зерновых культур обеспечивают повышение урожайности яровой пшеницы на 15-20 %, ярового ячменя на 15-23 %.

Переход на ресурсо и энергосберегающие технологии возделывания основных зерновых культур в ООО «Саба» Сабинского муниципального района Республики Татарстан с 2005 по 2016 годы на площади 10000 га позволит получить технико-экономический эффект в размере 8,865 млн.руб.

От внедрения этой же технологии в ООО «Ак Барс Кайбицы», расположенной в Предволжской зоне Республики Татарстан технико-экономический эффект составил в размере 5,24 млн. руб.

Результаты исследований по теме минимализации основной обработки почвы получил широкое распространение в ООО «Ак Барс Пестрецы» Пестречинского муниципального района Республики Татарстан. В процессе внедрения получен технико-экономический эффект в размере 10,4 млн. руб.

По результатам полученных данных разработанные рекомендации одобрены на Научно-техническом совете МСХ и П Республики Татарстан, использованы при разработке системы земледелия (2013; 2014 гг.) и продолжают внедряться в сельскохозяйственных предприятиях Республики Татарстан.

Материалы диссертации применяются в процессе обучения студентов, магистров и аспирантов по агрономии в Казанском ГАУ, а также в Татарском институте переподготовки кадров и агробизнеса.

Объект и предмет исследований. Объекты исследований: полевые культуры, серая лесная почва.

Предмет исследований – энерго и ресурсосберегающие приемы в земледелии Среднего Поволжья.

Методология и методы исследований. Теория и методология проводимых исследований основана на анализе научных публикаций отечественных и зарубежных исследователей по данной проблематике.

Программа исследований предусматривала: закладку и проведение полевых опытов, лабораторных исследований почвенных и растительных образцов, статистическую обработку экспериментальных данных и анализ полученных результатов, а также экономическую и энергетическую оценку технологий.

Основные положения, выносимые на защиту:

- черный пар на фоне NPK-удобрений, внесенных из расчета на получение зерна 3 т/га, особенно в засушливые годы обеспечивает

формирование урожая зерна озимой ржи на уровне 2,98 т/га, а по гороху на зерно только 1,67 тонн на гектар;

- ресурсосберегающие технологические системы обработки серой лесной почвы и посева культур зернопарового севооборота, базирующиеся на комбинированных орудиях и агрегатах поверхностной обработкой почвы, способствовали экономии ГСМ в 2 раза.(10 л/га);

- зависимость урожайности культур зернопарового севооборота при применении разных способов основной и технологических систем поверхностной обработки пашни и посева, характеризующиеся наибольшей взаимосвязью с абиотическими факторами в период роста и развития растений от агрофизических, агрохимических свойств почвы, засоренности посевов;

- показатели экономической и энергетической эффективности рекомендуемых агротехнологий.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены и представлены в материалах региональных, всероссийских, международных научно-практических конференций Казанского ГАУ (Казань, 1990, 1991, 1992,1994, 1997, 2001, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015), Татарского НИИ сельского хозяйства (Казань, 2001, 2006, 2010), Марийского ГУ (Йошкар-Ола, 2008, 2009, 2010), Самарского НИИ сельского хозяйства (Самара, 1993), Иркутской ГСХА (Иркутск, 2011), а также на выездном расширенном заседании бюро Секции механизации, электрификации и автоматизации отделения сельскохозяйственных наук российской академии наук в г. Казань (Казанский ГАУ, 2015); “International Conference on Conservation Agriculture: Strategies for the Promotion and Uptake in the Central and West Asia, and North Africa Region” (Konya, 2017).

Научные исследования поддержаны именными премиями Республиканского конкурса «Пятьдесят лучших инновационных идей для Республики Татарстан» за проект «Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур с минимальной обработкой почвы и по системе No-till в условиях Республики Татарстан» (Казань, 2005).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 55 научных работ, в том числе 15 статей в журналах, рецензируемых ВАК Российской Федерации, 3 учебных пособия и 5 патентов.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 505 страницах печатного текста. Работа состоит из введения, 7 глав, выводов и предложений производству, иллюстрирована 77 рисунками, содержит 108 таблиц и 123 приложения. Список литературы включает 411 наименований, в том числе 20 на иностранном языке.

Личный вклад автора. Автор принимал участие в патентном поиске, разработке схем и закладки полевых стационарных опытов, проведении полевых и лабораторных исследований, анализе и обобщении полученных экспериментальных данных, их математической обработке, внедрении результатов исследований в сельскохозяйственное производство.

Автор выражает благодарность профессору Салихову А.С., доцентам Сайфиевой Г.С. и Манюковой И.Г., научному консультанту Шайхутдинову Ф.Ш., а также сотрудникам кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции за содействие и помощь в подготовке диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведен анализ отечественной и зарубежной литературы, отражающий эволюцию формирования учения о севооборотах, об обработке почвы, представлены современные, актуальные направления, совершенствования систем основной обработки почвы и технологий в Среднем Поволжье.

Во второй главе рассмотрены почвенно-климатические условия региона и методика проведения исследований.

Почва опытного участка серая лесная среднесуглинистая перед закладной стационарных опытов № 1 и 3 характеризовалась такими показателями: пахотный слой имеет мощность 20-22 см, характеризуется следующими показателями: рН солевой вытяжки равна 5,6-5,7, гидролитическая кислотность составляет 5,07 мг/экв., сумма поглощенных оснований – 26,79 мг/экв. Степень насыщенности основаниями равна 86,39 %. Содержание гумуса колеблется в пределах 3,35-3,59 %, подвижных фосфора и калия, соответственно, 93-156 и 78-109 мг на 1000 г почвы. Содержание легкогидролизуемого азота составляет 182 мг на 1000 г почвы. Серые лесные почвы являются типичными для территории республики и занимают 36,1 % от всей площади пашни, в Предкамской зоне они являются преобладающими и составляют 59,8 %.

Светло-серая лесная почва стационарного опыта № 2 в пахотном слое содержит гумуса в слое 0-10 см – 2,26 %, в слое 10-20 см – 2,02 % (по Тюрину), подвижных фосфора – 100-103 мг/кг и калия – 110-113 мг/кг, рН_{сол.} – 5,4-5,5.

Исследования, проведенные в течение 23 лет (1988-2015 гг.), характеризовались различными гидротермическими условиями, при этом: 1991, 1992, 1995, 2001, 2002, 2009, 2011, 2012, 2014, 2015 годы были засушливыми и жаркими; 1998, 1999, 2010, 2013 годы сильно засушливыми и жаркими, а 1989, 1990, 1994, 1997, 2000, 2002, 2004 годы оптимально увлажненными и теплыми, удовлетворительной увлажненностью и теплыми метеоусловиями отмечались 1988, 1993, 1996, 2000, 2003, 2006, 2007, 2008 годы. Отмеченное позволило оценить разные агротехнологии выращивания основных полевых культур более полно в различных погодных условиях.

Исследования по теме диссертации проводили на 3-х стационарных опытах.

Опыт № 1: Управление факторами почвенного плодородия в условиях агроклиматических рисков (1988-2004). Опыт был заложен совместно с профессором А.С. Салиховым.

Объектом исследования являлись следующие звенья севооборотов:

- чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница;
- вико-овсяная смесь – озимая рожь – яровая пшеница;

- горох на зерно – озимая рожь – яровая пшеница.

Каждое звено севооборота изучалось на двух фонах минеральных удобрений: на среднем – $N_{20}P_{115}K_{63}$ и на повышенном – $N_{30}P_{185}K_{106}$. Дозы минеральных удобрений определялись расчетно-балансовым методом (Каюмов М.К., 1981) на планируемый уровень урожайности – 2,5 и 3 т зерна с га.

Опыт № 2: Ресурсосберегающие системы обработки почвы в полевом севообороте (2005-2011 гг.).

Схема опыта включала варианты:

1. ТТ (контроль) – использована традиционная технология обработки почвы при основной, традиционной и предпосевной обработках.

2. ТТ+ДД – использовали традиционную для республики Татарстан основную обработку почвы, однако для посева применяли посевной комплекс Джон-Дир.

3. M_o +ДД – минимальную обработку почвы проводили осенью, используя агрегат Рубин, а посевные работы осуществлялись посевным комплексом Джон-Дир

4. M_b +ДД – минимальную обработку почвы проводили весной используя агрегат Рубин, посевные работы осуществлялись посевным комплексом Джон-Дир

5. 2М+ДД – минимальную обработку почвы проводили осенью и весной, используя агрегат Рубин, а посевные работы осуществлялись посевным комплексом Джон-Дир

6. ДД – использована технология нулевой обработки почвы и прямой посев посевным комплексом Джон Дир.

С целью выявления влияния различных приемов обработки почвы на рост и развитие основных полевых культур исследования проводили в парозерновом звене севооборота. Чередование культур в севообороте: ячмень (2005), яровой рапс (2006), яровая пшеница (2007), яровой рапс (2008), яровая пшеница (2009), ячмень (2010), горохо-ячменная смесь на зеленый корм (2011). Удобрения вносили на планируемый уровень урожайности, дозы которых были рассчитаны балансовым методом (Каюмов М.К., 1981).

Опыт № 3: Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков (2011-2015 гг.).

Опыт заложен в целях оптимизации системы обработки почвы путем минимизации основной обработки. Почва на участке серая лесная, стационарный опыт заложен в 2011 году в двух закладках в севообороте. Чередование культур в севообороте: сидеральный пар – озимая пшеница – рапс – яровая пшеница – ячмень.

Схема опыта:

1. Лушение стерни проводилось на 6-8 см на следующий день после уборки предшественников луцильником ЛДГ-3. Через 4 недели после лушения стерни проводилась отвальная вспашка на глубину 23-25 см плугом ПН-4-35. Этот вариант «лушение + вспашка» принят за контроль.

2. Мелкая обработка на глубину 10-12 см проводилась агрегатом КСН -3 с чередованием периодической через один год безотвальной обработки почвы на

глубину 23-25 см. Это вариант - «Мелкая обработка с безотвальным рыхлением через один год».

3. Мелкая обработка на глубину 10-12 см агрегатом проводилась КСН -3 с чередованием периодически через два года безотвальной обработки почвы на глубину 23-25 см. Это вариант – «Мелкая обработка с безотвальным рыхлением через два года».

4. Постоянная мелкая обработка осуществлялась на глубину 10-12 см агрегатом КСН-3 (Вариант «Мелкая, постоянная»).

5. Поверхностная обработка проводилась на глубину 6-8 см дисковыми боронами БДТ-3 с чередованием периодического через один год безотвального рыхления на глубину 23-25 см (Вариант – «Поверхностное, безотвальное рыхление через один год»).

6. Поверхностная обработка, произведенная на глубину 6-8 см дисковыми боронами БДТ-3 с чередованием периодического через два года безотвального рыхления на глубину 23-25 см (Вариант – «Поверхностное, безотвальное рыхление через два года»).

7. Поверхностная обработка производилась на глубину 6-8 см дисковыми боронами БДТ-3 с чередованием периодического через три года безотвального рыхления на глубину 23-25 см (Вариант – «Поверхностное, безотвальное рыхление через три года»).

8. Вариант – «Нулевая обработка (прямой посев)».

Опыты № 2 и 3 заложены методом систематических повторностей, № 1 рендомизированным размещением вариантов. Повторность – трехкратная, учетная площадь в опыте № 1 – 600 м², № 2 – 30000 м² и № 3 – 108 м².

В опытах проводились следующие учеты и наблюдения: структурно-агрегатный состав почвы – способом сухого просеивания по методу Н.И. Савинова (А.Ф.Вадюнина, 1986); плотность почвы – методом цилиндров по С.И.Долгову, ГОСТ 27593-88; влажность почвы – термостатно-весовым методом в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26951-86; подвижных соединений фосфора и калия – по методу Кирсанова, ГОСТ 26204-91 Содержание гумуса в почве была определена по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), рН солевой вытяжки – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), гидролитическую кислотность почвы определяли по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-84).

Для определения засоренности посевов сорными растениями проводили учет сорняков два раза в период вегетации растений (фаза кущения до обработки гербицидами и фаза колошения), используя количественный метод кафедры «Земледелия и методики опытного дела» Московской сельскохозяйственной академии (Доспехов и др., 1987).

Численность имеющихся в почве физиологических и экологотрофических групп микроорганизмов определяли два раза: перед посевом и перед уборкой исследуемых культур (повторность 3-х кратная).

Развитие и распространенность болезни рассчитывали по формуле:

$$ИРБ = \sum(ab) \cdot 100 / NK.$$

Фитосанитарное состояние почвы исследовали, используя метод флотации (Торопова и др., 2000).

Фенологические наблюдения и анализ элементов структуры урожая осуществлялись по методике Госсортсети (1985); учет урожая проводили методом сплошной уборки учетной площади делянки комбайном Сампо-500, Дон-1500, определение содержания азота и сырого протеина в зерне – титрометрическим методом по Кьельдалю, ГОСТ 134964-93

Расчет экономической эффективности изучаемых технологических приемов почвы проводили, используя технологические карты, нормативные затраты и закупочные цены в годы исследования.

Энергетическую эффективность рассчитали, используя методику ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе (Васин, Зорин. 2003).

Анализ почвенных и растительных образцов выполнялись в лабораториях ФГБНУ «Татарский НИИСХ», ФГУ ЦАС «Татарский» и ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ».

Результаты учетов и наблюдений обрабатывались методом дисперсионного, корреляционного анализов на ЭВМ (программа AGROS ver.2.09).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе анализируется сравнительная эффективность звеньев севооборотов с чистым и занятым паром.

Установлено, что для изучаемых предшественников озимой ржи (пар черный, вико-овсяная смесь на зеленую массу, горох на зерно) наиболее рыхлым сложением пахотного слоя почвы до посева отличался пар черный – 1,14 г/см³, в результате неоднократного рыхления почвы в течении лета. Повышение плотности перед посевом было по занятым парам – 1,15-1,19 г/см³.

Весной к началу возобновления вегетации ржи плотность сложения почвы менялась в обратном направлении. Уплотнённый верхний слой почвы по чистому пару составлял – 1,24 г/см³, а по занятым парам, однако и незначительно, плотность слоя снизилась до 1,22. Этому способствуют растительные остатки, остающиеся после занятого пара. За летний период плотность пахотного слоя увеличилась по всем вариантам, но с разной интенсивностью. Уплотнение почвы по чистому пару и после гороха происходило сильнее, меньше по викоовсяной смеси.

За годы исследований запасы продуктивной влаги в слое 0-10 см сравнительно больше были по черному пару. В 0-100 см слое закономерность сохранялась. К возобновлению весенней вегетации озимой ржи продуктивной влаги в метровом слое сохранилось больше на 14,1-19,0 мм, чем на занятых парах. При колошении эта разница в пользу черного пара составила 15,0-11,9 мм.

Наилучшее сороочищающее действие озимой ржи на обоих фонах питания оказывал черный пар.

Питательный режим почвы за период наблюдений в исследованиях изменялся, так в верхнем слое почвы в фазу кущения по чистому пару по обоим фонам удобрений нитратов содержалось больше – 58,1-75,2 мг/кг, а по занятым парам, соответственно, 41,1-65,4 мг/кг. В весенний период наблюдалось увеличение количества нитратов в нижнем слое почвы, что связано с вымыванием их осенними осадками и весенними талыми водами. В последующем соотношение количества нитратов по слоям пахотного горизонта не происходило. Потребление нитратов растениями шло, соответственно, их росту и развитию.

Содержание подвижных форм фосфора в пахотном слое соответствовало низким значениям на весь вегетационный период. Содержание подвижных форм этого элемента по вариантам было мало заметно. Отличие отмечалось на варианте с гороховым паром, где наблюдалось большее потребление подвижного фосфора, в особенности интенсивнее на повышенном фоне удобрений.

Содержание обменного калия в пахотном слое почве по вариантам опыта за период исследований менялось незначительно.

Средние данные многолетних исследований (1988-2004 гг.) показали, что наименьшее поражение растений озимой ржи корневыми гнилями наблюдалось при посеве по черному пару, а наибольшее – по вико-овсяной смеси.

При одинаковом распространении бурой ржавчины (100 % на всех вариантах опыта) более высокий процент развития болезни наблюдался при посеве ржи по вико-овсяной смеси.

При возделывании озимой ржи относительно благоприятные условия для роста и развития складывались по черному пару, поэтому урожайность зерна во все годы исследований была выше на этом варианте опыта (табл.1).

Средняя урожайность за 17 лет по черному пару составила: на фоне NPK – 3,94 т/га, NPK – 3,71 т/га; по вико-овсяному пару: на фоне NPK – 3,67 т/га, NPK – 3,49 т/га; по гороху, соответственно, 3,32 и 3,18 т/га.

Изучение последствий различных паров на урожайность яровой пшеницы позволило констатировать значимость черного пара на обоих фонах питания (табл.2).

Расчеты экономической эффективности показали, что более высокий уровень рентабельности на обоих фонах удобрений обеспечивает возделывание озимой ржи по занятому пару (вико-овсяная смесь), 30,3-43,7 %. При выращивании озимой ржи по чистому пару рентабельность снижается на 1,7-2,0 %.

Показатели экономической эффективности согласуются с показателями энергетической эффективности. Наибольший коэффициент превращения энергии на обоих фонах удобрений отмечено по предшественнику вико-овсяная смесь на зеленый корм – 1,89-1,91.

В четвертой главе анализируется влияние ресурсосберегающей системы обработки светло-серой лесной почвы на агрофизические, агрохимические свойства, засоренность посевов, развитие и распространенность болезней и вредителей основных полевых культур, а также на биоту почвы и продуктивность в звене зернопарового севооборота.

Таблица 1 – Урожайность зерна озимой ржи в зависимости от предшественников и фонов удобрений, т/га

Годы	Предшественник (фактор А)						НСР ₀₅ А	НСР ₀₅ В	НСР ₀₅ А	НСР ₀₅ В
	Средний фон (NPK на 2,5 т зерна с га, фактор В)			Повышенный фон (NPK на 3,0 т зерна с га, фактор В)						
	Пар черный	Вико-овсяная смесь на зеленую массу	Горох на зерно	Пар черный	Вико-овсяная смесь на зеленую массу	Горох на зерно				
1988	3,44	3,29	3,12	3,83	3,68	3,55	2,3	2,14	1,63	1,39
1989	2,42	2,31	2,13	2,92	2,84	2,68	2,9	1,02	2,05	0,35
1990	4,12	3,93	4,06	4,45	4,24	4,33	0,76	2,17	0,54	1,25
1991	2,03	1,79	1,76	2,49	2,00	1,94	1,97	1,36	1,39	0,79
1992	4,08	3,87	3,81	4,29	4,01	3,93	0,24	0,31	0,17	0,18
1993	4,17	3,91	3,85	4,37	4,15	4,02	0,45	0,21	0,32	0,12
1994	4,25	3,94	3,91	4,48	4,21	4,13	0,25	0,20	0,18	0,11
1995	3,05	2,89	2,91	3,28	3,09	3,00	0,11	0,14	0,08	0,08
1996	4,50	4,15	4,19	4,64	4,43	4,38	0,09	0,12	0,06	0,07
1997	4,80	4,63	4,55	4,92	4,75	4,59	0,08	0,16	0,05	0,09
1998	2,89	1,80	1,55	2,98	1,82	1,67	0,13	0,13	0,09	0,08
1999	2,05	1,92	1,80	2,15	1,98	1,82	0,13	0,16	0,09	0,09
2000	4,21	4,01	3,92	4,47	4,15	4,07	0,10	0,12	0,07	0,07
2001	4,48	4,20	4,14	4,63	4,47	4,20	0,13	0,07	0,09	0,04
2002	4,40	4,17	4,03	4,55	4,36	4,13	0,10	0,08	0,07	0,05
2003	4,33	4,12	3,96	4,49	4,28	4,06	0,09	0,10	0,07	0,06
2004	4,05	3,92	3,90	4,16	4,03	3,96	0,14	0,09	0,10	0,05
В среднем за 1988-2004	3,71	3,49	3,18	3,94	3,67	3,32				

Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от звеньев севооборота и фонов питания, т/га

Годы	Средний фон (NPK на 2,5т. зерна с га, фактор B)			Повышенный фон (NPK на 3,0 т. зерна с га, фактор B)			НСР ₀₅ 1 порядка	НСР ₀₅ для предшественника	НСР ₀₅ для фона
	Пар чистый-озимая рожь	Вико-овсяная смесь на зелёный корм– озимая рожь	Горох на зерно – озимая рожь	Пар чистый-озимая рожь	Вико-овсяная смесь на зелёный корм– озимая рожь	Горох на зерно – озимая рожь			
1989	1,69	1,69	1,67	1,85	1,80	1,80	0,05	0,04	0,07
1990	3,80	3,64	3,76	4,08	3,88	3,71	0,15	0,11	0,07
1991	1,74	1,63	1,60	2,0	1,98	1,97	0,08	0,05	0,06
1992	3,46	3,28	3,21	3,66	3,41	3,39	0,11	0,08	0,06
1993	3,51	3,36	3,33	3,69	3,38	3,36	0,12	0,08	0,04
1994	4,46	4,27	4,19	4,59	4,36	4,25	0,04	0,03	0,04
1995	3,20	3,12	3,10	3,35	3,21	3,18	0,09	0,06	0,04
1996	3,73	3,58	3,49	3,85	3,70	3,64	0,11	0,08	0,03
1997	4,28	4,12	4,07	4,65	4,42	4,29	0,13	0,09	0,04
1998	2,24	2,06	1,97	2,30	2,23	2,07	0,14	0,10	0,03
1999	2,10	2,03	1,89	2,19	2,09	1,94	0,10	0,07	0,06
2000	3,26	3,12	3,0	3,43	3,35	3,29	0,06	0,04	0,04
2001	4,31	4,17	4,05	4,40	4,28	4,19	0,13	0,09	0,05
2002	4,27	4,12	3,98	4,44	4,35	4,29	0,05	0,4	0,05
2003	3,99	3,85	3,79	4,06	3,89	3,81	0,09	0,06	0,07
2004	4,05	3,82	3,76	4,40	4,29	4,17	0,22	0,15	0,07
В среднем за 1989-2004 гг.	3,33	3,24	3,18	3,56	3,41	3,32			

Экспериментально доказано влияние различных технологий обработки почвы на плотность ее сложения и структурообразование. В почве первого и второго вариантов опыта с зяблевой вспашкой во все годы исследований выявлено наиболее рыхлое сложение почвы перед посевом изучаемых культур плотность почвы в слое 0-10 см составила 1,06-1,14 г/см³ и в слое 10-20 см – под ранними зерновыми культурами она колебалась в пределах 1,22-1,26 г/см³. Более высокая плотность почвы, как в слое 0-10 см, так и в слое 10-20 см обнаружена в варианте технологии с нулевой обработкой почвы, и составила 1,23 и 1,33 г/см³, соответственно.

В течение вегетации исследуемых культур показатели плотности сложения почвы в верхнем слое 0-10 см и на вариантах применения технологий

с минимальными обработками и традиционной зяблевой вспашкой отличались незначительно. Если на вариантах применения с традиционной технологии благоприятное сложение почвы в слое 0-10 см поддерживалось за счет осенней вспашки и весеннего боронования, то на вариантах с минимальной обработки за счет равномерного распределения корневой системы и поступления пожнивных остатков и измельченной соломы.

К концу вегетационного периода растений под яровыми зерновыми культурами почва в слое 0-10 см переуплотнялась, значительно превышая параметры оптимальной и равновесной плотности. К моменту уборки в слое 0-10 см она достигла 1,26, в слое 10-20 см – 1,48 г/см³.

Содержание агрономически ценных агрегатов сравнительно больше в почве вариантов с минимальной обработкой почвы. На контрольном варианте их содержится в слое 10-20 см 57,3 %, а в варианте минимальной обработки – 73,2 %.

Преимущество минимализации обработки почвы перед вспашкой на 20-22 см в улучшении ее структурно-агрегатного состава возможно связано со следующим:

- 1) Сокращением количества проходов сельскохозяйственных машин в процессе возделывания культур, уменьшением деформации почвы и толщины обрабатываемого слоя;
- 2) Отсутствием влияния плуга на нижнюю часть пахотного слоя, в которой идет процесс восстановления структуры почвы;
- 3) Концентрацией корневых и пожнивных остатков и накоплением в их верхней половине пахотного слоя и возрастанием микробиологической активности и гумусонакопления в нем.

Результаты исследования показали, что в сравнении с исходными данными (2004 г.) при минимальных обработках почвы имеет место тенденция увеличения содержания гумуса верхней части пахотного слоя – 0-10 см на 0,04 %, в нижней его части (слое 10-20 см) на 0,02 %. Существенное снижение содержания гумуса происходит в слое 0-10 см (до 0,03 %), в слое 10-20 см на 0,01 %, при применении традиционной технологии основной обработки почвы (рис.1).

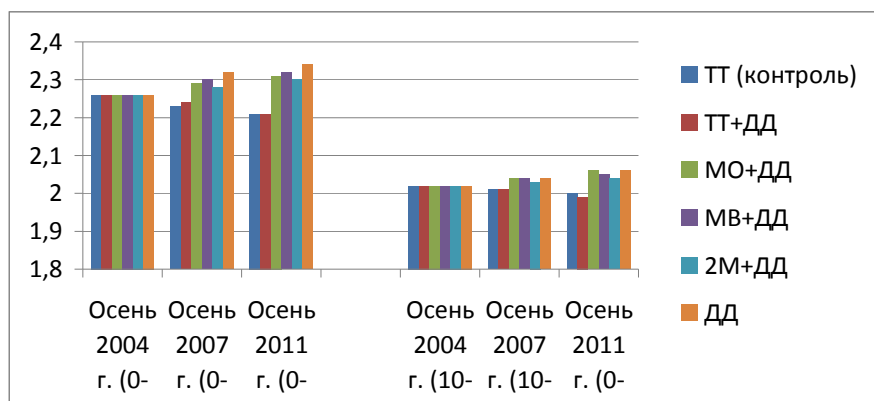


Рис. 1 Изменение содержание гумуса в зависимости от приемов обработки почвы

Наблюдения за содержанием продуктивной влаги, как в метровом слое, а также в слое 0-20 см свидетельствуют о том, что во все годы исследований перед посевом наибольшее количество доступной для растений влаги было на вариантах технологий с минимальной обработкой почвы и она варьировала от 96,1 до 197,2 мм, что на 10,8-13,6 % больше чем на контроле.

В течение вегетационного периода яровой пшеницы количество продуктивной влаги на вариантах применения технологий с минимальными обработками ($M_0+ДД$, $M_B+ДД$, $2M+ДД$) было больше по сравнению с вариантами с осенней вспашкой ($ТТ$, $ТТ+ДД$), что объясняется большим накоплением растительных остатков в верхнем слое почвы при минимальной обработке почвы и мульчирующего их эффекта, что уменьшает потерю влаги из почвы. Так, перед уборкой в почве варианта с поверхностной обработкой почвы ($M_0+ДД$) запасы продуктивной влаги в слое почвы составили 0-100 см 90,0 мм, а в почве варианта $ТТ$ (традиционная технология с вспашкой) – 76,5 мм (запасы воды – 90-60 мм считаются плохими, 90-130 мм – удовлетворительными). Следовательно, при поверхностной обработке запасы влаги увеличились.

Изучение использования воды растениями яровой пшеницы показало уменьшение коэффициента водопотребления на вариантах традиционной технологии ($ТТ$) и при двукратной минимальной обработке ($2M+ДД$), что составило 7,2 и 7,3 мм/ц, соответственно. Максимальный показатель коэффициента водопотребления растений имело место на варианте с весенней минимальной обработкой ($M_B+ДД$) – 8,7 мм/ц, что превышает контроль на 1,5 мм/ц.

По результатам исследований среднее содержание нитратного азота, в пахотном слое перед посевом в почве вариантов опыта с минимальной обработкой составило 53,0 мг/кг, что соответствует низкой степени обеспеченности. Отвальные обработки способствовали усилению окислительных процессов и интенсивному накоплению нитратного азота, особенно в слое 0-10 см, что составило 94,5 мг/кг.

В почве вариантов опыта с традиционной технологией создаются более благоприятные условия для нитрификации, из-за оптимальной влажности, температуры, аэрации и потому увеличилось содержание нитратного азота в почве, что достигло на вариантах с традиционной технологией в слое 0-10 см 89,1 мг/кг, в слое 10-20 см – 52,4 мг/кг, соответственно.

К концу вегетационного периода запасы подвижного азота в почве снижаются. Наиболее интенсивное снижение азота имело место при зяблевой вспашке, что связано с лучшей аэрацией в почве и мощной корневой системы растений.

Содержание подвижного фосфора в почве по вариантам опыта значительно варьировало. Так, перед посевом в слое 0-10 см оно колебалось от 62,1 мг/кг при прямом посеве до 105,2 мг/кг в варианте с традиционной технологией.

К концу вегетации снижалось содержание подвижного фосфора на всех вариантах опыта. Разница в содержании его в слое 0-10 см при осенней минимальной обработке достигла 53,3 % от величины подвижного фосфора на

начало вегетации. Потребление фосфора было более интенсивным в варианте с нулевой обработкой почвы в слое 10-20 см, так как характеризуется большей увлажненностью. Потому, растения были лучше обеспечены им и поглощали больше фосфора в течение всей вегетации.

Поверхностная осенняя и весенняя предпосевные обработки почвы способствовали значительному накоплению подвижного калия (112,4 мг/кг) к ко времени посева. В течение вегетации имело место снижение его во всех вариантах опыта. Наибольшее содержание его в слое 0-10 см наблюдается на контроле (100,6 мг/кг), в слое 10-20 см, наоборот, более высокое содержание его было в вариантах минимальных обработок почвы.

Изучение микробиологической активности почвы показало динамичность ее в течении вегетации растений, что связано с динамичностью микрофлоры.

В годы с повышенной увлажненностью в ризосфере зерновых культур наблюдалось уменьшение численности гетеротрофов в вариантах опыта с зяблевой вспашкой. Численность же диазотрофов в фазе восковой спелости при нулевой обработке в 2 раза превышала таковую при других способах обработки почв. Одновременно в этом варианте опыта наблюдается резкое уменьшение численности бактерий, которые используют минеральный азот. Отмеченное связано с тем, что к концу вегетации у растений снижется потребность в азоте и она сильно проявляется в варианте с нулевой обработкой почвы. При других же технологиях обработки почвы она усилилась, что связано с формированием в этих вариантах опыта более высокого урожая. Следовательно, где выше урожайность, там и потребность в азоте выше.

Несколько иную картину наблюдали при анализе содержания в почве микромицетов, которые являются очень чувствительными к уплотнению почвы. В течение вегетационного периода создание благоприятных условий для их роста и развития зависит от глубины обработки почвы: в слое почвы 10-20 см в вариантах с традиционной обработкой их количество увеличивалось, а в вариантах с минимальной обработкой имело место их снижение.

Наблюдения за фитосанитарным состоянием почвы и посевов показали, что перед закладкой опыта (осенью 2004 г.) участок характеризовался сильной засоренностью и потому экономический порог вредоносности по сорнякам был превышен на всех вариантах изучаемых технологий. Степень засоренности посевов сорняками, в том числе и многолетними, колебалась от средней – 16,0 шт./м² до сильной – 122 шт./м².

Обработка посевов гербицидами нового поколения (Секатор, Пума-супер, Фуроре-супер) способствовало почти полностью избавиться от овсюга, что в свою очередь значительно уменьшило засоренность посевов.

В целом за годы исследований количество семян сорных растений уменьшилось. Однако, в вариантах опыта с отвальной вспашкой (ТТ, ТТ+ДД) максимальное количество семян сорняков наблюдалось в слое почвы 10-20 см, а при минимальных обработках почвы (Мо+ДД, Мв+ДД, 2М+ДД, ДД) максимальной засоренностью отличалась верхняя часть пахотного слоя (0-10 см).

Примечательно, что в вариантах опыта с традиционной осенней вспашкой засоренность посевов овсягом была выше, а многолетними сорняками – меньше. Многолетние сорняки представлены преимущественно корнеотпрысковыми – вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis*) и осотом полевым (*Sonchus arvensis*), а малолетники представлены – чистецом однолетним (*Stachys annua*), дымянкой лекарственной (*Fumaria officinalis*), овсягом обыкновенным (*Avena fatua*), редькой дикой (*Raphanus raphanistrum*).

На посевах ячменя и рапса наибольшей засоренностью отличался вариант прямого посева (ДД), а на посевах яровой пшеницы – вариант с весенней минимальной обработкой (Мв+ДД). Относительно меньшей засоренностью характеризуются посева варианта с традиционной вспашкой (ТТ). Большая засоренность посевов варианта с нулевой обработкой почвы связано с тем, что оставшиеся на поверхности почвы (0-10 см), семена сорняков быстро и дружно прорастали, а при отвальной вспашке они попадали в слой почвы 10-20 см, и потому не прорастали, и долго сохранялись.

Мониторинг развития и распространенности корневых гнилей в посевах зерновых культур позволил установить, что к фазе полной спелости в зависимости от способов основной обработки почвы были поражены все растения (распространенность – 100 %), только в разной степени. В различных вариантах опыта наименьшим развитием корневой гнили на яровой пшенице отмечается контроль (ТТ) – 24,7-29,7 %, а наибольшим вариант прямого посева (ДД) – 32,5-32,6 %.

Следует отметить, что во все годы исследований урожайность культур севооборота была выше на контрольном варианте при традиционной технологии с осенней вспашкой (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность основных сельскохозяйственных культур в зависимости от разных технологических систем обработки почвы и посева (сред. за 2005-2011 гг. т/га)

Культуры	Варианты, технологии					
	ТТ (контроль)	ТТ+ДД	Мо+ДД	Мв+ДД	2М+ДД	ДД
Ячмень (2005-2007 гг.)	2,54	2,49	2,30	2,40	2,45	2,40
Рапс (2006, 2008 гг.)	1,63	1,56	1,49	1,34	1,51	1,29
Яровая пшеница (2007-2009 гг.)	4,56	3,50	3,36	3,25	3,48	2,99
Горохо-ячменная смесь на зеленую массу (2009-2011 гг.)	12,7	12,1	10,9	10,6	13,3	10,0
т. к.ед/га	2,03	1,94	1,74	1,69	1,83	1,60

Более высокая урожайность в вариантах технологий с традиционной осенней вспашкой (ТТ, ТТ+ДД), а также двукратной минимальной обработкой (2М+ДД), по сравнению с однократной (Мо+ДД, Мв+ДД), достигнута за счет

большого количества продуктивных стеблей на 1 м², что выявлено анализом структуры урожая (табл.3).

При применении изучаемых технологий существенная прямая зависимость выявлена между урожайностью зерна яровой пшеницы и массой зерна с 1 колоса и количеством продуктивных стеблей.

Относительно низкая урожайность рапса, в наибольшей степени, объясняется погодными условиями в 2013 году.

В среднем за годы исследований наименьшие производственные затраты, полученные при применении современных технологических систем обработки почвы и посева, не смогли улучшить экономические показатели из-за низкой урожайности как яровых зерновых, а также и рапса на семена.

Сравнительно наибольший уровень рентабельности при возделывании яровых зерновых культур достигнут на контрольном варианте – 33,9-36,6 %, наименьшие показатели ее получены при минимальной весенней обработке почвы (Мв+ДД) и прямом посеве (ДД) – 22,0-26,5 % и 22,9-25,6 %.

В опытах выявлено, что все изученные технологии энергетически эффективные, за исключением варианта с нулевой обработкой почвы (ДД) на посевах рапса. Коэффициент энергетической эффективности – 0,98.

В пятой главе даны результаты влияния оптимизации системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков на свойства серой лесной почвы, засоренность посевов, зараженность почвы и растений болезнями, продуктивность и экономическую эффективность исследуемых культур.

Плотность сложения почвы является агрономически важным ее показателем.

В наших опытах установлена зависимость плотности сложения почвы от способов ее основной обработки (табл.4).

Таблица 4 – Плотность сложения почвы в слое 0-20 см весной при разных технологических системах обработки почвы по средним данным 2011-2015 гг. г/см³

Культуры, поля	Технологии обработки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Сидеральный пар	1,13	1,13	1,13	1,15	1,12	1,14	1,16	1,22
Озимая рожь	1,24	1,28	1,30	1,31	1,30	1,31	1,32	1,35
Рапс	1,18	1,22	1,24	1,21	1,21	1,20	1,24	1,26
Яровая пшеница	1,18	1,18	1,19	1,20	1,19	1,19	1,21	1,23
Ячмень	1,20	1,20	1,22	1,22	1,21	1,22	1,23	1,27
Среднее	1,19	1,20	1,22	1,22	1,21	1,21	1,23	1,27

Плотность сложения почвы на всех вариантах находилась в пределах оптимальных значений для роста и развития исследуемых культур – 1,0-1,3 г/см³.

По мере естественного оседания почвы, воздействия осадков и других факторов почва на посевах озимой ржи постепенно уплотнялась и к весеннему возобновлению вегетации плотность сложения в слое 0-20 см, в зависимости от способов рыхления, варьировала от 1,24-1,32 г/см³. На варианте прямого посева почва уплотнялась выше оптимальных показателей.

Согласно изменению плотности почвы, менялась и ее твердость. Так, твердость почвы перед посевом озимой ржи в верхнем слое почвы (0-10 см) по первому варианту и вариантам мелкого и поверхностного рыхления составила 9,8-16,2 кг/см², а по нулевой обработке – 17,1 кг/см². Более резко отличались показатели в слое 10-20 см, что составило 18,3 кг/см² по вспашке и 31,7 кг/см² по нулевой обработке.

Наибольшая твердость почвы в севообороте была в варианте с постоянной поверхностной (БДТ-3) и нулевой обработкой – 16,2-17,1 кг/см² в слое 0-10 и 30,5-31,7 кг/см² в слое 10-20 см.

Аналогичная закономерность наблюдалась при определении плотности почвы на посевах других исследуемых культур.

В течение вегетации в почве всех вариантов опыта ее твердость повышалась и к уборке везде практически становилась одинаковой. Следовательно, показатели твердости и плотности сложения серой лесной почвы коррелирует между собой. Показатель прямой корреляционной зависимости $r=0,73$.

Строение пахотного слоя почвы также изменяется в зависимости от способов ее обработки. Так перед посевом озимой ржи общая скважность почвы в пахотном слое по вспашке составила 50,3 %, по постоянной мелкой и поверхностной, соответственно, 44,0-45,6 %, а при нулевой обработке – 41,8 %.

Минимализация обработки почвы способствовала снижению общей скважности в пахотном слое почвы и на остальных исследуемых культурах.

Снижение общей скважности почвы происходит, главным образом, за счет уменьшения некапиллярной ее скважности.

В целом, следует отметить, что при вспашке создается более благоприятное соотношение величины между капиллярной и некапиллярной скважностью.

Перед уборкой у всех изучаемых культур наблюдалось снижение общей скважности по всем вариантам опыта за счет увеличения капиллярной и уменьшения некапиллярной скважности. Однако, полученные величины находились в пределах оптимальных параметров для серых лесных почв (47-56 %).

В опытах установлено, что способы обработки почвы оказывают большое влияние на её водный режим, что зависит от способности почвы впитывать и удерживать влагу выпадающих осадков.

По вариантам обработки почвы наибольшие запасы продуктивной влаги перед посевом в метровом слое почвы под озимой рожью и другими исследуемыми культурами накопились по мелкому рыхлению (КСН-3) – 168,0-185,0 мм; по поверхностной обработке (БДТ-3) – 161,7-176,8 мм; по вспашке 162,7-173,6 мм и по нулевой обработке – 160,3-170,0 мм. Из двух способов

обработки агрегатами КСН-3 и БДТ-3 преимущество имеет мелкая обработка КСН-3 через 1 год, так как во все фазы развития изучаемых культур показатели влажности по этому варианту оказались выше, чем по вспашке, поверхностной и нулевой обработке.

Под влиянием различных способов обработки почвы засорённость посевов изучаемых культур изменилась по-разному (табл.5).

Таблица 5 – Изменение засоренности посевов под влиянием способов основной обработки (фаза выхода в трубку, шт/м²)

Культуры, поля	Технологии обработки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Озимая рожь	31	30	33	37	32	35	40	47
Яровой рапс	5	3	4	8	6	8	9	14
Яровая пшеница	4	7	8	6	8	7	6	12
Ячмень	8	9	11	10	11	14	15	18

В фазе выхода в трубку зерновых культур, стеблевание рапса замена вспашки на постоянную мелкую обработку (КСН-3), на поверхностную обработку агрегатом (БДТ-3), а также нулевая обработка способствовала увеличению засорённости. Мелкая обработка в сочетании с периодическим безотвальным рыхлением через 1,2 года способствовала удержанию засорённости посевов изучаемых культур практически на уровне вспашки. Поверхностная обработка в сочетании с периодическим безотвальным рыхлением через 2 года увеличила количество сорных растений, в том числе увеличилась в два раза засоренность многолетними сорняками. Наибольшая степень засоренности отмечена при нулевой обработке. По сравнению со вспашкой на всех культурах количество сорных растений увеличилось от 8 до 16 шт./м², а количество многолетних сорняков увеличилось в три раза.

Таким образом, периодически безотвальное рыхление через 1 и 2 года на фоне мелкой и поверхностной обработки, хотя и снижало количество сорняков, но их было все равно больше, чем при вспашке.

Различные способы обработки почвы почти не влияли на засорённость изучаемых культур. В структуре сорняков из малолетних сорных растений преобладала дымянка лекарственная – *Fumaria officinalis* (L.), марь белая – *Chenopodium album* (L.), горец вьюнковый – *Poligonum convolvulus* (L.), щирица запрокинутая – *Amaranthus retroflexus*, пикульник красивый – *Galeopsis spesiosa*, подмаренник цепкий – *Galium aparine* (L.), фиалка полевая – *Viola arvensis* (L.) и др.

Таким образом, при замене вспашки на поверхностные и мелкие обработки и при их сочетании с глубокими безотвальными рыхлениями при предпосевной подготовке почвы под озимую рожь сравнительно более эффективна в борьбе с засоренностью мелкая обработка агрегатом КСН-3 на фоне глубоких безотвальных рыхлений.

Запасы семян в почве подтверждают разницу в засоренности. Определение семян сорняков в пахотном слое показало, что на пятый год после

выявления исходного содержания семян сорняков, заметна их дифференциация в пахотном слое. По вспашке семена сорных растений распределены более равномерно в пахотном слое, а в вариантах с мелкой и поверхностной и их сочетания с глубокими безотвальными рыхлениями, а также при нулевой обработке происходит дифференциация семян сорняков по слоям почвы, т.е. большая часть их накапливается в верхнем слое почвы.

Основной болезнью зерновых культур в производственных посевах является корневая гниль. Пораженность растений корневыми гнилями перед уборкой составила по вспашке у озимой ржи – 40,1 %; яровой пшеницы – 23,1 % и ячменя – 21,2 %. По мелкой обработке агрегатом КСН-3 соответственно: 48,2; 26,2 и 23,4 %, а по поверхностной – 49,7; 27,1 и 27,3 %. Наибольшая пораженность посевов корневой гнилью отмечена на варианте с нулевой обработкой – 56,2 % у озимой ржи, 32,5 % яровой пшеницы и ячменя. Накопленные и не минерализованные пожнивные остатки являются источниками инфекции.

Аналогичная закономерность по зараженности почвы фитопатологическими грибами отмечалась на посевах рапса.

При использовании различных способов основной обработки почвы, несмотря на засушливые условия ряда мест, получен сравнительно высокий для Предкамской зоны Среднего Поволжья урожайность зерновых культур: озимой ржи, яровой пшеницы и ячменя (табл.6).

Таблица 6 – Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способов основной обработки почвы, т/га (2012-2015 гг.)

Культуры, показатели	Способы обработки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Озимая рожь	3,15	3,48	3,26	3,05	3,31	3,19	2,81	2,71
Яровой рапс	1,13	0,90	0,91	0,92	0,88	0,87	0,85	0,81
Яровая пшеница	3,03	3,28	3,21	2,78	2,87	2,96	2,74	2,53
Ячмень	3,27	3,51	3,23	3,02	3,34	3,16	2,92	2,85
Урожайность зерновых культур	3,15	3,42	3,23	2,95	3,17	3,10	2,82	2,69
Продуктивность севооборота, т.к.ед/га	13,0	13,62	12,96	11,92	12,64	12,36	11,35	10,85

Сравнительно высокая урожайность озимой ржи сформировалась по мелкой обработке на фоне с периодическим глубоким рыхлением – 3,19-3,48 т/га, по вспашке 3,15. Постоянная мелкая обработка снизила урожайность на – 0,1 т/га.

Поверхностные обработки с периодическим глубоким рыхлением обеспечивали урожайность значительно ниже, чем с мелкими обработками. Достоверное снижение урожайности наблюдалось по поверхностной обработке, проведенной четыре года подряд, разница от контроля составила – 0,34 т/га.

Нулевая обработка (прямой посев) обеспечила полученные 2,71 т, что на 0,44 т ниже, чем контроль и на 0,48-0,77 т/га, чем по мелкой обработке на фоне с периодическим рыхлением.

Низкая урожайность ярового рапса можно объяснить в наибольшей степени из-за засушливых условий вегетации 2013 года. Данные структуры урожая подтверждают о превосходстве зяблевой вспашки при возделывании рапса на семена (число растений перед уборкой 138 шт./га, стручков на 1 растение 41,4 шт., тогда как по мелкой и поверхностной обработке 109-110 растений на м² и число стручков – 29,2-34,3 шт.). Сравнительная низкая урожайность всех зерновых культур на варианте с прямым посевом объясняется резким увеличением засоренности многолетними сорняками.

В среднем за три года, урожайность зерновых и продуктивность севооборота в зависимости от изучаемых способов обработки почвы изменялась значительно и составила 2,85-3,51 т/га.

За годы исследований наименьшие производственные затраты в варианте прямого посева зерновых культур, что составляет в среднем 12297 руб./га. Не смотря на этом варианте опыта из-за более низкой урожайности относительно других вариантов опыта получен низкий экономический эффект. В варианте сочетания мелкой обработки с рыхлением через год экономический эффект возделывания зерновых культур был выше контроля. При этом условно-чистый доход увеличился на 2424 руб./га и уровень рентабельности повысился на 26 % по сравнению с контролем.

Определение экономической эффективности применения различных способов основной обработки почвы под яровой рапс при возделывании на семена позволило установить, что лучшие результаты были достигнуты на вариантах с нулевой и мелкой обработками. Условно чистый доход увеличился на 180-440 руб./га (11,2-13,0 %) и уровень рентабельности на 8,1-9,2 %, относительно контроля.

В шестой главе анализируются возможности управления биологическими факторами в системе обработки почвы, сравнительное изменение динамики численности основных активных групп микроорганизмов в почве вариантах опыта показывает, что использование технологии с минимальными приемами обработки почвы и посев по нулевой обработке не приводят к ухудшению микробиологической деятельности.

Аэробные гетеротрофы в почве динамичны и их численность в течение вегетации у зерновых культур при отвальной обработке колебалась от 1,2 до 48,7 млн. КОЕ/г, при безотвальной обработке – от 1,1 до 58,7 млн. КОЕ/г.

Варианты с минимальной обработкой почвы характеризуются большей численностью микромицетов в вариантах с и однократной минимальной обработкой (Мо + ДД, Мв + ДД).

К фазе полной спелости изучаемых культур на всех вариантах опыта их численность снижается, что по-видимому, связано с активностью сформированной корневой системы культуры, поскольку при этом выделяется максимальное количество корневых экссудатов в ризосферу.

Если численность аэробных бактерий была минимальной (до 30,5 млн. КОЕ/г) в фазу кущения на варианте с двойной минимальной обработкой (2М + ДД), то количество актиномицетов увеличилось в ризосфере зерновых в фазу кущения при минимальной обработке (Мо + ДД). При этом оно составило 2,6 млн. КОЕ/г, а при отвальной обработке (ТТ) всего лишь 0,5 млн. КОЕ/г.

Численности свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов изменялась таким образом: на всех вариантах увеличивалось их количество к фазе кущения. В почве вариантов с минимальной обработкой, особенно при двойной минимальной обработке (2М + ДД), их численность была максимальной (13,7 млн. КОЕ/г). Аналогичная закономерность прослеживается и на рапсе.

Следует подчеркнуть, в вариантах опыта с применением технологии с минимальной обработкой почвы и прямого посева максимальная микробиологическая активность под культурами наблюдалась в верхней части пахотного слоя (0-10 см), тогда как на вариантах со вспашкой резкой дифференциации по активности микроорганизмов в пахотном слое (0-10 см) и (10-20 см) не обнаружено, то есть их активность и в верхней и в нижней частях пахотного слоя была примерно одинаковой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Агрофизические свойства наиболее положительно сложились при возделывании озимой ржи на вико-овсяному пару. Вместе с этим наблюдается снижение плотности пахотного слоя (возобновлением весенней вегетации на 0,03 г/см³, перед уборкой на 0,04 г/см³), твердости почвы – соответственно на 3,4 и 2,9 г/см³, водопроницаемость ее увеличилась на 8,5 и 3,3 мм/час.

2. Подтверждено, что перед посевом озимой ржи лучшее увлажнение почвы обеспечивает чистый пар. В слое почвы 0-10 см содержится 16,9 мм; 0-100 см – 105 мм, что на 2,0-2,7 и 7,5-22,3 мм больше, чем по занятым парам, при этом весной данное превосходство практически нивелируется.

3. Лучшее качество посева, равномерность заделки семян – 91,9 %, полевая всхожесть – 85,4-88,4 %, интенсивный рост и получение сравнительно высокой урожайности (3,7-3,9 т/га) по чистому пару на расчетных фонах удобрений достигнуто благодаря равномерной заделке семян (91,9 %), хорошей их всхожести (85,4-88,4%) и более интенсивному росту и развитию озимой ржи.

Однако следует подчеркнуть, что, урожайность озимой ржи по занятым парам не уступает урожайности по чистому пару в годы с оптимальным увлажнением.

4. Лучшую рентабельность показали севообороты с занятыми парами, особенно если в парах была использована вико-овсяная смесь. При этом достигнуты наивысший уровень рентабельности 30,3-43,7 % и наибольший коэффициент превращения энергии (1,89-1,91) на обоих фонах питания.

5. При применении современных технологических систем обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур в период вегетации изучаемых культур наблюдались наилучшие показатели агрофизических свойств почвы при традиционной технологии обработки почвы – осенней зяблевой вспашке на 20 см с оборотом пласта после уборки предшественника и посевом комбинированным агрегатом «Джон Дир». Плотность сложения почвы не отличалась от показателей, полученных при вспашке, и составила 1,06-1,14 г/см³ на глубине 0-10 см и 1,22-1,40 г/см³ на глубине 10-20 см. Приблизительные показатели в агрофизических свойствах наблюдались при минимальной обработке осенью и перед посевом агрегатом «Рубин».

6. Отмечается на вариантах с ресурсосберегающей технологией в течение всего периода исследований повышение содержания гумуса. Максимальное накопление органического вещества в почве в слое 0-10 см наблюдалось на варианте с нулевой обработкой и составило 0,08 %. Также накопление гумуса отмечалось в варианте с весенней предпосевной обработкой агрегатом «Рубин» (0,06 %). Для этих вариантов характерно сохранение стерни, что препятствует эрозии, так как меньше нарушает естественный процесс почвообразования. Более высокое содержание водопрочных структурных агрегатов в пахотном слое почвы наблюдалась при минимизации обработки почвы. На контрольном варианте содержание водопрочных структурных агрегатов составило 57,3 %, а вариант с двойной минимальной обработки показал содержание водопрочных структур равную 73,2 %.

7. Нулевая обработка посевным комплексом «Сид Хок» способствовала наибольшим запасам продуктивной влаги в пахотном слое почвы перед посевом культуры. По сравнению с зяблевой вспашкой в слое почвы 0-10 см под посевами содержалось влаги больше на 38 % (ячмень), на 6 % (яровая пшеница) и на 7 % (горохо-ячменная смесь). В течение вегетации запасы продуктивной влаги и в пахотном, и в метровом слое были выше при использовании технологий с минимальной обработкой агрегатом «Рубин» и прямого посева. Перед уборкой горохо-ячменной смеси на зеленую массу в варианте с нулевой обработкой в слое 0-100 см запас влаги составил 142,3 мм, что на 39,7 мм или 38,6 % больше, чем при традиционной вспашке.

8. Мобилизация доступного азота увеличивается при зяблевой вспашке. Это объясняется тем, что при вспашке происходят изменения в тяжелосуглинистой почве. А именно изменяются агрофизические свойства, состав и структура гумусового горизонта. Азот в нитратной форме во второй половине вегетации растения в слое почвы 0-10 см показал большее содержание в вариантах с минимальной обработкой почвы. Это объясняется не глубокой заделкой азотных удобрений. Осенние поверхностные обработки почвы на глубину 8-10 см создали благоприятные условия фосфорного питания на глубину вспашки. Динамика содержания подвижного калия была положительна на всех вариантах опыта в поверхностном слое почвы.

9. При зяблевой обработке наблюдалась наименьшая засоренность посевов (16-69 шт./м²) и более слабое поражение яровых зерновых культур корневыми гнилями (11,8-29,9 %). Наиболее положительный эффект в борьбе с

засоренностью посевов дала поверхностная обработка с весенней предпосевной обработкой почвы.

10. При относительно слабой взаимосвязи продуктивности культур севооборота на изучаемых способах основной обработки почвы с агрофизическими, агрохимическими свойствами почвы, засоренностью посевов, урожайность изучаемых культур при минимальных обработках резко не снижалась, по сравнению с контролем, а наибольшее значение при минимальных обработках отмечено на варианте 2М + ДД – 1,83 т.к. ед./га. Сравнительная низкая продуктивность севооборота (1,6 т.к. ед./га) на варианте с нулевой обработкой связано с большей засоренностью.

11. Все изучаемые варианты при возделывании основных полевых культур рентабельны. Более высокий уровень рентабельности достигнут на вариантах – ТТ; ТТ + ДД и составил в зависимости от культуры от 28,0-38,9 до 47,0-48,0 %.

Изучаемые технологии являются энергетически эффективными за исключением варианта с нулевой обработкой почвы на посевах рапса.

12. Минимализация обработки почвы при выращивании сельскохозяйственных культур в зернопаровом севообороте, основанные на замене вспашки мелкой и поверхностной обработками не приводит к переуплотнению серых лесных почв. Плотность почвы в течение вегетации находится в пределах оптимальных значений (0-10 см – 1,12-1,19 г/см³, 0-20 см – 1,18-1,38 г/см³).

Мелкая обработка агрегатом (КСН-3) на фоне безотвального рыхления через 1 год способствовала накоплению продуктивной влаги на 2,5-12,0 мм больше, чем по вспашке, засоренность была на уровне контроля (в зависимости от возделывания культур от 3 до 30 шт./м²).

13. Сравнительно высокая урожайность зерновых культур сформировалась по мелкой обработке (КСН-3) на фоне с периодическим глубоким рыхлением. Прибавка урожая по сравнению со вспашкой составила – 0,24-0,33 т/га. Полученные урожайные данные ярового рапса на семена 1,13 т/га по вспашке, 0,85-0,90 т/га по мелким обработкам еще раз подтверждают превосходство глубокой обработки.

14. При возделывании основных сельскохозяйственных культур более рентабельной была мелкая обработка агрегатом КСН-3, себестоимость ниже на 444-881 руб./т, уровень рентабельности выше на 9,2-24,1 %, по сравнению со вспашкой.

15. Технологии с минимальными приемами обработки почвы и посев по нулевой обработке не приводит к ухудшению микробиологической деятельности и ферментативной активности почвы.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях изменения климата на серых лесных почвах северной части лесостепи Среднего Поволжья для повышения эффективности возделывания

основных сельскохозяйственных культур сельхозтоваропроизводителям рекомендуется:

- озимую рожь выращивать на относительно окультуренных по плодородию почвах с наименьшим засорением в звеньях севооборота, включающие в себя занятые пары с горохом или вико-овсяной смесью;

- замена традиционной зяблевой вспашки на ресурсосберегающие технологии, включающие в себе осеннюю поверхностную обработку и весеннюю предпосевную обработку почвы на 10-12 см комбинированным агрегатом «Рубин» и посевным комплексом Джон Дир, позволит выполнить полевые работы в сжатые сроки и сэкономить ресурсы;

- данная технология обработки почвы рекомендована при выращивании полевых культур. Она позволяет добиться более рентабельных посевов, при сохранении гумуса, снижении ветровой эрозии и поддержания структурности почвы;

- в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения озимые хлеба целесообразно размещать после чистого пара;

- адаптация сроков посева всех звеньев системы земледелия важный фактор внедрения нулевой обработки. Тщательная отработка технологической цепочки способствует ее успешной реализации;

- при основной подготовке серой лесной почвы в условиях региона под посев основных полевых культур вспашку целесообразно заменить мелкой обработкой КСН-3 или поверхностной обработкой агрегатом БДТ-3;

- в целях стабилизации агрофизических и агрохимических свойств почвы, динамику численности активных групп микробиоты, получения экологически чистой продукции шире использовать биологические средства: измельченную солому и ПКО зерновых и зернобобовых культур на удобрение, биопрепараты для обработки посевов полевых культур.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых ВАК РФ изданиях:

1. Миникаев, Р.В. Биологический режим серых лесных почв при различных системах обработки под ранние зерновые культуры / Р.В. Миникаев, А.Р. Валиев, И.Г. Манюкова, Г.С. Сайфиева // Вестник Алтайского ГАУ – 2016. – № 11 (145). – С. 26-33.

2. Миникаев, Р.В. Влияние некорневой подкормки препаратом ЖУСС-2 на эффективность работы клубеньковых бактерий на посевах сои / Р.В. Миникаев, Х.З. Каримов, Р.П. Ибатуллина // Агрохимический вестник. – 2015. – № 6. – С. 32-35.

3. Миникаев, Р.В. Влияние предпосевной обработки семян Ризоторфином на формирование урожайности различных сортов гороха в Предкамье Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, И.Н. Гайнанов, Р.И. Сафин // Зерновое хозяйство России, 2014. – № 2 (32). – С. 57-60.

4. Миникаев, Р.В. Влияние системы обработки на агроэкологическое состояние серых лесных почв Предкамской зоны Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, А.Р. Валиев, И.Г. Манюкова, Г.С. Сайфиева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1 (50). – С. 37-41.
5. Миникаев, Р.В. Внедрение ресурсосберегающих технологий – путь к высокой эффективности в земледелии / Р.В. Миникаев, Д.И. Файзрахманов, А.С. Салихов, Б.Г. Зиганшин, А.Т. Сабиров, Р.И. Сафин // Вестник Казанского ГАУ. – 2006. – № 1. – С. 4-10.
6. Миникаев, Р.В. Изучение приемов основной обработки почвы и удобрений при выращивании яровой пшеницы / Р.В. Миникаев, Л.З. Каримова, И.П. Таланов // Агрохимический вестник. – 2015. – № 6. – С. 11-14.
7. Миникаев, Р.В. Минимализация основной обработки почвы под озимую рожь в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, А.Р. Валиев, В.Ф. Мареев, И. Г. Манюкова, Г.С. Сайфиева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6 (45). – С. 121-124.
8. Миникаев, Р.В. Нулевая обработка почвы в Предкамье РТ / Р.В. Миникаев, А.Р. Валиев, И.Г. Манюкова, Г.С. Сайфиева, И.Р. Туктамышев // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 24-26.
9. Миникаев, Р.В. Прямой посев в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Г.Ш. Хисамова, Г.С. Сайфиева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (21). – С. 133-136.
10. Миникаев, Р.В. Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур с минимальной обработкой почвы и по системе No-till (без обработки почвы) в условиях Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Д.И. Файзрахманов, А.С. Салихов, Б.Г. Зиганшин, Г.С. Сайфиева // Вестник Казанского ГАУ. – 2008. – № 1 (7). – С. 114-119.
11. Миникаев, Р.В. Ресурсосберегающие приемы обработки почвы в технологиях возделывания полевых культур в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, А.Р. Валиев, И.Г. Манюкова, Г.С. Сайфиева, И.Р. Туктамышев, Г.Ш. Газизова // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 2 (32). – С. 26-30.
12. Миникаев, Р.В. Севообороты с чистым и занятым паром Татарстане / Р.В. Миникаев, Х.Х. Хабибрахманов // Земледелие. – 1997. – № 2. – С. 24-25.
13. Миникаев, Р.В. Урожайность яровой пшеницы при различных сроках и способах уборки / Р.В. Миникаев, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2 (20). – С. 148-153.
14. Миникаев, Р.В. Фитосанитарное состояние посевов в звене севооборота в зависимости от способов основной обработки серой лесной почвы / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, И.Г. Манюкова // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2 (50). – С. 47-51.
15. Миникаев, Р.В. Формирование системы точного земледелия в Республике Татарстан / Р.В. Миникаев, Р.И. Сафин, А.Р. Валиев, Б.Г.

Зиганшин, Н.И. Семушкин, Р.З. Набиуллин, Р.М. Низамов // Вестник Казанского ГАУ. – 2010. – № 2 (6). – С. 153-156.

В материалах международных конференций:

16. Миникаев, Р.В. Влияние ресурсосберегающих технологий обработки серой лесной почвы на ее водно-физические свойства, засоренность посевов, качество зерна и урожайность яровой пшеницы / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции. Мосоловские чтения. – Йошкар-Ола, 2008. – Вып. X. – С. 64-67.

17. Миникаев, Р.В. Влияние ресурсосберегающих технологий на фитосанитарное состояние почвы и посевов горохо-ячменной смеси / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения. Материалы Международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2009. – Выпуск XI. – С. 31-33.

18. Миникаев, Р.В. Влияние ресурсосберегающих технологий возделывания горохо-ячменной смеси на агрофизические свойства и пищевой режим серой лесной почвы Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева, А.М. Гафиятуллина // Роль аграрной науки в инновационном развитии агропромышленного комплекса. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию агрономического факультета – Казань, 2009. – С. 140-143.

19. Миникаев, Р.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания культур сплошного посева в Предкамье Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения. Материалы Международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2010. – Выпуск XII. – С. 279-281.

20. Миникаев, Р.В. Изменение фитосанитарного состояния почвы и посевов при ресурсосберегающих технологиях / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, И.Г. Манюкова, И.Р. Туктамышев // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства – Материалы международной научно-практической конференции Казанского ГАУ, посвященной 95-летию агрономического факультета, 2014. – С. 165-169.

21. Миникаев, Р.В. Минимализация основной обработки почвы под яровую пшеницу в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, И.Г. Манюкова, Г.С. Сайфиева, И.Р. Туктамышев // Биологические и экологические проблемы современного земледелия и роль аграрной науки в его развитии – Материалы международной научно-практической конференции Казанского ГАУ, посвященной памяти профессора Зиганшина А.А., 2015. – С. 106-109.

В других изданиях:

22. Миникаев, Р.В. Эффективность звеньев севооборотов с чистыми и занятыми парами на серой лесной почве Предкамья ТАССР / Р.В. Миникаев // Тезисы докладов. Республиканская научно-производственная конференция – Казань, 1990. – С. 47-50.

23. Миникаев, Р.В. Эффективность возделывания озимой ржи по различным предшественникам / Р.В. Миникаев // Тезисы докладов. Республиканская научно-производственная конференция – Казань, 1991. – С. 61-62.

24. Миникаев, Р.В. Продуктивность озимой ржи под различными парами в условиях Предкамья ТССР / Р.В. Миникаев // Пензенский сельскохозяйственный институт. – Пенза, 1991. – С. 111-114.

25. Миникаев, Р.В. Эффективность чистых и занятых паров в условиях серых лесных почв Предкамья ТССР // Р.В. Миникаев, Х.Х. Хабибрахманов // Тезисы докладов. Юбилейная научная конференция Казанского сельскохозяйственного института – Казань, 1992. – С. 72-74.

26. Миникаев, Р.В. Эффективность чистых и занятых паров на серой лесной почве Предкамья Татарстана / Р.В. Миникаев, Х.Х. Хабибрахманов, А.С. Салихов // Тезисы докладов. Научно-практическая конференция, посвященная 90-летию Самарского НИИСХ – Безенчук, 1993. – С. 35-37.

27. Миникаев, Р.В. Агротехническая оценка некоторых предшественников озимой ржи в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов // Тезисы докладов. Конференция, посвященная 75-летию агрономического факультета Казанского СХИ. – Казань, 1994. – С. 38-41.

28. Миникаев, Р.В. Влияние приемов основной обработки на агрофизические показатели серой лесной почвы и урожайность озимой ржи по различным предшественникам / Р.В. Миникаев, Р.З. Набиуллин, Р.В. Лотфуллин // Актуальные проблемы развития АПК на современном этапе (часть 1). Сборник научных работ агрономического факультета, посвященный 75-летию КГСХА. – Казань, 1997. – С. 29-32.

29. Миникаев, Р.В. Урожайность культур при биологизации системы земледелия в условиях серых лесных почв Предкамья РТ / Р.В. Миникаев, Р.З. Набиуллин, Р.В. Лотфуллин // Актуальные проблемы развития АПК на современном этапе (часть 1) Сборник научных работ агрономического факультета, посвященный 75-летию КГСХА. – Казань, 1997. – С. 44-46.

30. Миникаев, Р.В. Влияние основной обработки почвы и различных предшественников на урожай яровой пшеницы в условиях Предкамья РТ / Р.В. Миникаев // Технологические ресурсы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в современных системах земледелия. – Казань, 1999. – С. 57-59.

31. Миникаев, Р.В. Биологизация систем земледелия / Р.В. Миникаев, Р.З. Набиуллин // Биологические и технологические аспекты повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Внутривузовский сборник. – Казань, 2000. – С. 46-49.

32. Миникаев, Р.В. Способы основной обработки серой лесной почвы при расчетных дозах минеральных удобрений / Р.В. Миникаев, Х.Х. Хабибрахманов, Р.З. Набиуллин // Тезисы докладов. Юбилейная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию агрономического факультета – Казань, 2001. – С. 24-25.

33. Миникаев, Р.В. Оценка экологического риска применения пестицидов в растениеводстве РТ / Р.В. Миникаев, Р.И. Сафин, Т.К. Никитина // Тезисы докладов. Юбилейная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию агрономического факультета. – Казань, 2001. – С. 31-33.

34. Миникаев, Р.В. Анализ экономической эффективности применения пестицидов при производстве зерна в РТ / Р.В. Миникаев, Р.И. Сафин, Т.К. Никитина // Материалы научно-практической конференции, посвященной 80-летию ТатНИИСХ – Казань, 2001. – С. 37-40.

35. Миникаев, Р.В. Новое в изучении дисциплины «Земледелие» на агрономическом факультете / Р.В. Миникаев, Р.З. Набиуллин // Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава КГСХА. – Казань, 2001. – С. 50-52.

36. Миникаев, Р.В. Влияние ресурсосберегающих технологий обработки серой лесной почвы на ее водно-физические свойства, засоренность посевов и урожайность ячменя / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева, Ф. Ямалов, И. Фазуллин, А. Габдрахимов, А. Ильясов // Молодые лидеры аграрного сектора России. Материалы региональной научно-практической конференции аспирантов и студентов – Казань, 2006. – С. 271-275.

37. Миникаев, Р.В. Некоторые результаты изучения различных технологий возделывания культур сплошного посева на светло-серой лесной почве Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева // Повышение эффективности растениеводства и животноводства – путь к рентабельному производству. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых – Казань, 2008. – С. 179-187.

38. Миникаев, Р.В. Изучение ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы с минимальной обработкой почвы в условиях Предкамья Республики Татарстан на вариантах ТТ, Мв+ДД, 2М+ДД / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева, Р. Габитов, Л. Гарифуллина // Достижения научно-исследовательской работы студентов в области агропромышленного комплекса. Материалы 66-й научной конференции агрономического факультета – Казань, 2008. – С. 32-37.

39. Миникаев, Р.В. Изучение ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы с минимальной обработкой почвы в условиях Предкамья Республики Татарстан на вариантах ТТ, ТТ+ДД, Мо+ДД / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева, Г. Хисамова, И. Сахапов // Достижения научно-исследовательской работы студентов в области агропромышленного комплекса. Материалы 66-й научной конференции агрономического факультета – Казань, 2008. – С. 185-189.

40. Миникаев, Р.В. Водно-физические свойства и пищевой режим почвы при ресурсосберегающих технологиях возделывания горохо-ячменной смеси /

Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и практики в современных условиях и пути их решения (посвященный памяти Р.Г. Гареева). Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых – Казань, 2009. – С. 262-266.

41. Миникаев, Р.В. Микробиологическая активность почвы и фитосанитарное состояние посевов при ресурсосберегающих технологиях возделывания горохо-ячменной смеси на серой лесной почве Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, Г.Ш. Хисамова, Э. Хайруллина // Студенческая наука – аграрному производству. Материалы студенческой (региональной) научной конференции. – Том 1. – Казань, 2010. – С. 178-181.

42. Миникаев, Р.В. Эффективность ресурсосберегающих технологий при возделывании яровой пшеницы / Р.В. Миникаев, А.С. Салихов, Г.С. Сайфиева, Г.Ш. Хисамова // Инновационные разработки молодых ученых – АПК России (посвященный памяти Р.Г. Гареева). Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых – Казань, 2010. – С. 310-314.

43. Миникаев, Р.В. Некоторые результаты изучения ресурсосберегающих технологий возделывания ячменя на серой лесной почве Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, В.Ф. Мареев, И.Г. Манюкова, Г.Ш. Хисамова // Инновационное развитие агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской научно-практической конференции – Казань, 2011. – С. 62-65.

44. Миникаев, Р.В. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы в условиях Предкамья РТ / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, В.Ф. Мареев, И. Г. Манюкова // Инновационное развитие агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской научно-практической конференции – Казань, 2011. – С. 59-62.

45. Миникаев, Р.В. Водно-физические показатели почвы при ресурсосберегающих технологиях возделывания ячменя на серой лесной почве Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, Г.Ш. Хисамова, И. Газизов, И. Миннегараев // Студенческая наука – аграрному производству. Материалы 69-ой студенческой (региональной) научной конференции. – Казань, 2011. – С. 153-156.

46. Миникаев, Р.В. Фитосанитарное состояние посевов и микробиологическая активность при ресурсосберегающих технологиях возделывания ячменя на серой лесной почве Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, Г.Ш. Хисамова, И. Туктамышев, Р. Фаттахов // Студенческая наука – аграрному производству. Материалы 69-ой студенческой (региональной) научной конференции. – Казань, 2011. – С. 285-288.

47. Миникаев, Р.В. Особенности агрофизических показателей почвы при ресурсосберегающих технологиях возделывания ячменя в Предкамье РТ / Р.В. Миникаев, И. Газизов, И. Туктамышев, Г.Ш. Хисамова, Г.С. Сайфиева // Сборник материалов республиканского конкурса научных работ студентов и аспирантов на соискание премии им. Н.И. Лобачевского – Казань, 2011. – С. 231-232.

48. Миникаев, Р.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания ячменя на серой лесной почве Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, Г.Ш. Хисамова // Ресурсосберегающие технологии производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции. Материалы научно-практического семинара, посвященного 75-летию со дня рождения профессора Хуснутдинова Шарифзяна Кадиловича. – Иркутск, 2011. – С. 68-73.

49. Миникаев, Р.В. Фитосанитарное состояние почвы и посевов при возделывании горохо-ячменной смеси в Республике Татарстан / Р.В. Миникаев, А.И. Нурмухаметова, Г.Х. Хусаинова, Г.Ш. Хисамова, Г.С. Сайфиева // Материалы 70-ой студенческой (региональной) научной конференции. Студенческая наука – аграрному производству. – Казань, 2012. – С. 131-134.

50. Миникаев, Р.В. Изучение агрофизических свойств серой лесной почвы при ресурсосберегающих технологиях возделывания горохо-ячменной смеси в условиях предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, И.Р. Замалиев, И.А. Шибалов, Г.Ш. Хисамова, Г.С. Сайфиева // Материалы 70-ой студенческой (региональной) научной конференции. Студенческая наука. – аграрному производству. – Казань, 2012. – С. 64-67.

51. Миникаев, Р.В. Особенности ресурсосберегающих технологий возделывания горохо-ячменной смеси на серой лесной почве Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, Г.Ш. Хисамова // Инновационное развитие агропромышленного комплекса – Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2012. – С. 82-86.

52. Миникаев, Р.В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность почвы и посевов горохо-ячменной смеси / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, Г.Ш. Хисамова // Инновационное развитие агропромышленного комплекса – Материалы Всероссийской научно - практической конференции, 2012. – С. 44-46.

53. Миникаев, Р.В. Влияние прямого посева на фитосанитарное состояние почвы и посевов в условиях Предкамья РТ / Р.В. Миникаев, А.И. Нурмухаметова, Г.Х. Хусаинова, И.Р. Туктамышев, Г.С. Сайфиева // Студенческий сборник (Студенческая наука – агропромышленному производству – Материалы 71-ой студенческой региональной научной конференции), 2013 г. – С. 24-26.

54. Миникаев, Р.В. Изменение пищевого режима почвы при ресурсосберегающих технологиях / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, Г.Ш. Хисамова, И.Р. Туктамышев // Инновационное развитие агропромышленного комплекса – Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2013 г. – С. 96-98.

55. Миникаев, Р.В. Влияние поверхностной обработки почвы на формирование урожая зерновых культур / Р.В. Миникаев, И.Р. Туктамышев, Г.С. Сайфиева // Студенческий сборник (Студенческая наука – агропромышленному производству – Материалы 72-ой студенческой региональной научной конференции), 2014. – С. 76-79.

Учебные пособия:

1. Практическое руководство по технологии возделывания яровой пшеницы / Р.В. Миникаев, М.Ф. Амиров, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.П. Таланов, И.А. Гайсин // Казань, 2011. – 47 с.

2. Картофель (Развитие картофелепродуктового подкомплекса АПК, возделывание, уборка и хранение) / Р.В. Миникаев, В.П. Владимиров, П.А. Чекмарев, С.В. Владимиров, М.Т. Гайнутдинов // Учебное пособие. Рекомендовано Министерством сельского хозяйства РФ в качестве учебного пособия для руководителей, агрономов хозяйств студентов, обучающихся по агрономическим специальностям, 2012. – 301 с.

3. Прикладные аспекты общей генетики / Р.В. Миникаев, Ф.З. Кадырова // Учебное пособие для бакалавров обучающихся по направлению «Агрономия», 2015. – 179 с.

Патенты:

1. Патент РФ на полезную модель № 128060 Ротационное орудие для поверхностной обработки почвы / А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, Р.В. Миникаев, А.Р. Хуснутдинов, Р.М. Низамов, Л.М. Хидиятов. Зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей РФ 22 ноября 2012 года. Заявитель и патентообладатель Казанский государственный аграрный университет.

2. Патент РФ на полезную модель № 140518 Ротационный культиватор / А.Р. Валиев, Н.К. Мазитов, Б.Г. Зиганшин, Р.М. Низамов, Л.З. Шарафиев, Н.Н. Хамидуллин. Зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей РФ 21 января 2014 года. Заявитель и патентообладатель Казанский государственный аграрный университет.

3. Патент на изобретение №2520124 ротационное орудие для поверхностной обработки почвы / А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин, Р.В. Миникаев, А.Р. Хуснутдинов, Р.М. Низамов, Л.М. Хидиятов. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 21 апреля 2014 года. Заявитель и патентообладатель Казанский государственный аграрный университет.

4. Патент РФ на изобретение №2536061 Способ определения механических микроповреждений зерна / Р.Р. Лукманов, А.В. Дмитриев Б.Г. Зиганшин, А.Р. Валиев, Р.И. Сафин, Р.В. Миникаев. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 21 октября 2014 года. Заявитель и патентообладатель Казанский государственный аграрный университет.

5. Патент РФ на изобретение № 2552364 Ротационный культиватор / А.Р. Валиев, Н.К. Мазитов, Б.Г. Зиганшин, Р.М. Низамов, Л.З. Шарафиев, Р.В. Миникаев, Н.Н. Хамидуллин. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 30 апреля 2015 года. Заявитель и патентообладатель Казанский государственный аграрный университет.

