

на правах рукописи

Аюпов Денис Энисович

**АДАПТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ СЕВООБОРОТОВ ЛЕСОСТЕПИ
ЗАВОЛЖЬЯ**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Автореферат

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Усть-Кинельский - 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Научный руководитель: **Морозов Владимир Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Официальные оппоненты: **Новоселов Сергей Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», профессор кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений.

Богомазов Сергей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, заведующий кафедрой общего земледелия и землеустройства.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

Защита диссертации состоится «20» декабря 2017 года в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03 на базе ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2; тел./факс 8-(846-63)-46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» и на сайте www.ssaа.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2017 г.

**Ученый секретарь
диссертационного совета**

Троц Наталья Михайловна

1. Общая характеристика работы

Актуальность. В земледелии Среднего Поволжья озимой пшенице принадлежит наибольший вклад в накоплении зерновых ресурсов, реализации продукции растениеводства на рынке, финансовой выручке и укреплении экономики зернопроизводящих хозяйств. Озимая пшеница, благодаря биологическому свойству озимости, обладает преимуществом в использовании агроклиматических ресурсов позднеосеннего и ранневесеннего периодов, что делает ее менее уязвимой от засухи. Между тем высокий генетический потенциал современных сортов озимой пшеницы используется не в полной мере (Глуховцев В.А., 2009; Шевченко С.Н., 2009; Тупицын Н.В., 2013).

Урожайность и валовые сборы озимой пшеницы неустойчивы по годам. Большие партии зерна не соответствуют высоким требованиям качества. Затраты средств технологических ресурсов в крупнотоварных предприятиях Ульяновской области в технологии озимой пшеницы выросли с 7,6 тыс. рублей на 1 га посева в 2011 году до 12,7 тыс. рублей на 1 га в 2016 году. На полях преобладает зерновая монокультура, что не позволяет проектировать агротехнически выдержанные севообороты. Возникает необходимость изучения и подбора парозанимающих культур в севооборотах для озимой пшеницы в сочетании чистых и занятых паров, регулирования органического вещества с максимальным использованием возобновляемых биогенных ресурсов воспроизводства плодородия почвы и оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем.

Представленная работа являлась составной частью общей тематики научно-исследовательских работ кафедры земледелия и растениеводства «Биологизация севооборотов, воспроизводство биогенных ресурсов и регулирование плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья», № госрегистрации – 01201157938.

Степень разработанности проблемы. Изучением проблемы совершенствования приемов технологии озимой пшеницы занимались многие ученые в разных регионах страны: Ю.Ф. Курдюков (2001); М.М. Сабитов (2001); В.А. Потушанский (2003); А.И. Грабовец (2007); А.В. Алабушев, (2009); А.И. Шабаетов (2009); А.А. Асмус (2009); В.Н. Тупицын (2009), А.М. Шпанев (2009); М.С. Овчаренко (2009); Е.В. Березовский (2009); А.В. Кислов (2012); А.Н. Пичугин (2013), Ю.В. Гордеева (2013), О.И. Власова (2014), А.К. Агафонов (2015), А.Г. Кочмин (2015), Ю.Я. Спиридонов (2017) и др.

Проведенные исследования отражают актуальные теоретические и методологические вопросы по возделыванию озимой пшеницы. Выявлено, что в условиях Заволжья лучшим предшественником выступает чистый пар. Однако при этом неизбежны экологические

последствия, что делает необходимым изучение адаптивных предшественников. Система биологизации земледелия предполагает необходимость диверсификации структуры посевных площадей, расширения набора зернобобовых культур в т.ч. предшественников озимой пшеницы.

Цель работы: разработать и обосновать адаптивные приемы технологии озимой пшеницы при биологизации севооборотов лесостепи Заволжья.

Задачи исследований:

1. Изучить динамику агрофизических свойств чернозема выщелоченного в зависимости от технологии возделывания озимой пшеницы;

2. Определить режим влажности почвы и водопотребление озимой пшеницы в севооборотах;

3. Изучить состав и структуру сорного компонента агрофитоценоза озимой пшеницы и определить вклад предшественников, обработки почвы и систем удобрения в регулирование засоренности полей;

4. Выявить условия формирования урожайности озимой пшеницы и качества зерна при ее возделывании в севооборотах;

5. Оценить вклад средств защиты растений от болезней в формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы;

6. Дать агроэнергетическую и экономическую оценку возделывания озимой пшеницы в зависимости от изучаемых приемов.

Научная новизна. Впервые в условиях лесостепи Заволжья изучена возможность использования в качестве предшественника озимой пшеницы люпина, а также люпина с горохом в двухкомпонентном агроценозе, обоснованы системы обработки почвы и фоны питания в паровых звеньях, оценен вклад средств защиты растений от болезней в формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы.

Практическая значимость и реализация результатов исследования.

Полученные данные позволяют на научной основе обосновать технологию озимой пшеницы применительно к условиям лесостепи Заволжья и увеличить производство зерна при снижении его себестоимости.

Внедрение разработанных приёмов технологии возделывания озимой пшеницы обеспечит получение урожая зерна на уровне 4,0-6,0 т/га с высокой экономической окупаемостью затрат (условно чистый доход 10,5-22,3 тыс. руб./га, уровень рентабельности 60-120 %).

Рекомендуемая технология возделывания озимой пшеницы прошла производственную проверку в ООО «Агрофирма Приволжье» Старомайнского района Ульяновской области в 2014-2015 гг. на площади 300 га.

Положения, выносимые на защиту:

- в условиях лесостепи Заволжья в качестве предшественника озимой пшеницы наряду с чистым паром следует использовать горох, люпин, люпин в смеси с горохом, что позволит расширить набор культур и получать не менее 3,28 - 3,62 т/га зерна пшеницы;

- комбинированная обработка почвы в севообороте улучшает ее водно-физические свойства, снижает засоренность и повышает урожайность и качество зерна озимой пшеницы в сравнении с минимальной обработкой почвы;

- органоминеральная система удобрений солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$ по экономической эффективности превосходит использование повышенных доз минеральных удобрений – $N_{60}P_{45}K_{45}$.

- применение комплексной защиты растений от болезней, включающей протравливание семян и внесение фунгицидов по вегетации, повышает урожайность озимой пшеницы на 0,69 - 1,06 т/га и уровень рентабельности.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается достаточным объемом экспериментов, выполненных с применением современных апробированных методик, технических средств и лабораторного оборудования, дисперсионного анализа полученных данных и производственной проверкой.

Апробация работы. Основные материалы диссертации были доложены на следующих научных конференциях: Международная научно-практическая конференция в ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина» (2014, 2015, 2016 гг.). Результаты исследований опубликованы в 11 научных трудах, 6 из которых размещены в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Личный вклад автора. Автор в течение трёх лет [2013 - 2015 гг.] лично провёл научные полевые опыты. Разработал схемы и методику полевых опытов, программу исследований. Математическая обработка экспериментальных данных, обобщение, научное обоснование полученных результатов осуществлено автором лично. Лично провёл наблюдения и написал диссертацию.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, выводов, рекомендаций производству и приложений. Работа изложена на 180 страницах компьютерного текста,

содержит 31 таблицу, 14 рисунков и 23 приложения. Список литературы включает 242 источника, в том числе 9 зарубежных авторов.

2. Условия и методика проведения исследований

Климат лесостепной зоны Среднего Поволжья умеренно континентальный с отчетливо выраженными сезонами года. Переходные сезоны года – весенний и осенний – сжаты.

Годовая сумма осадков по многолетним данным Октябрьского метеопоста 420 мм. Основная масса осадков приходится на теплый период (60%). Самые влажные месяцы – июнь, июль, август. Вегетационный период 2012 - 2013 гг. оказался для озимой пшеницы малоблагоприятным: сильные морозы в начале декабря без снежного покрова, засушливые условия в самый критический период развития отрицательно сказались на урожайности. Метеоусловия 2014 года для роста и развития озимой пшеницы оказались вполне благоприятными, несмотря на засушливый период май-июнь (ГТК = 0,62). В 2015 году метеоусловия были менее удовлетворительными, вследствие засушливого весеннего периода (ГТК за май-июнь = 0,46).

Для решения поставленных задач нами было проведено 2 полевых опыта.

Опыт 1. Эффективность приемов биологизации озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Поволжья.

Исследования проводились на многолетнем стационарном 3-х факторном полевом опыте в 4-х севооборотах развернутых во времени и пространстве (фактор А) на фоне двух вариантов основной обработки почвы (фактор В): 1. комбинированная; 2. минимизированная, и двух фонов удобрения (фактор С): 1. Солома + N₃₀P₃₀K₃₀ (фон средний); 2. Солома + N₆₀P₄₅K₄₅ (фон повышенный). Удобрения рассчитывались на запланированную урожайность озимой пшеницы 4,0 - 4,5 т/га по чистому пару и 3,0 - 4,0 т/га по занятым парам: горох, люпин, горох + люпин.

Стационарный полевой опыт подразумевает изучение 4-х 6-польных севооборотов: зернопаровой, зернотравяной с кострцом, зернотравяной с люцерной и зернотравяной со смесью люцерны и кострца. Объектом наших исследований являлась озимая пшеница в паровых звеньях: 1) чистый пар – озимая пшеница; 2) горох – озимая пшеница; 3) люпин – озимая пшеница; 4) горох + люпин – озимая пшеница.

Обработка почвы под чистый и занятые пары была следующей:

1 вариант: дискование на 10-12 см + рыхление плугами со стойками СИБИМЭ на 20-22 см;

2 вариант: дискование на 10-12 см + культивация КПИР-3,6 на 12-14 см.

После уборки парозанимающих культур проводили двукратное дискование БДМ 4x4 на глубину 8-10 см и 10-12 см с последующей предпосевной культивацией КПИР-3,6 на 6-8 см и посев сеялкой СЗ-3,6.

Посевная площадь делянки первого порядка 560 м², второго порядка – 280 м² и третьего порядка – 140 м². Делянки располагаются систематически в трехкратной повторности.

Опыт 2 . Эффективность средств защиты растений озимой пшеницы от болезней.

В схеме опыта изучались фунгицидные протравители, Иншур Перформ и Кинто Дуо (Фактор А). Методом расщепленных делянок наложен второй фактор в опыте – фунгициды по вегетации: Рекс Дуо и Абакус (Фактор В).

Схема опыта подразумевала изучение следующих вариантов:

1. Контроль; 2. Рекс Дуо 0,6 л/га; 3. Абакус Ультра 1,5 л/га; 4. Иншур Перформ 0,5 л/т; 5. Иншур Перформ 0,5 л/т + Рекс Дуо 0,6 л/га; 6. Иншур Перформ 0,5 л/т + Абакус Ультра 1,5 л/га; 7. Кинто Дуо 2,0 л/т; 8. Кинто Дуо 2,0 л/т + Рекс Дуо 0,6 л/га; 9. Кинто Дуо 2,0 л/т + Абакус Ультра 1,5 л/га.

Повторность трехкратная, площадь делянки первого порядка – 45x100 м (4500 м²), второго порядка – 15x100 м (1500 м²). Озимая пшеница (сорт Бирюза) размещалась по чистому пару, норма высева 5,5 млн. шт./га. При посеве вносилось 50 кг/га нитроаммофоски, весной проводилась подкормка аммиачной селитрой с нормой 100 кг/га.

Почва опытного участка – чернозем, выщелоченный, среднесиловый, среднесуглинистый.

Наблюдения, лабораторные анализы и учеты проводились по общепринятым методикам и ГОСТам, а также по методике Госсортиспытания: определение строения (сложения) пахотного слоя почвы – методом насыщения в цилиндрах, плотность сложения почвы (объемная масса) – с использованием цилиндра-бура (500 см³ для отбора образца почвы с ненарушенным сложением), структурно-агрегатный анализ - по методу Н. И. Саввинова фракционированием почвы в воздушно сухом состоянии (сухое просеивание), водопрочность структуры почвы на приборе И. М. Бакшеева, влажность почвы – термостатно-весовым методом, общая микробиологическая активность – методом аппликаций. Оценка уровня засоренности посевов осуществлялась количественно-весовым методом в два срока – в фазу весеннего кущения и колошения. Пораженность растений корневыми гнилями, септориозом, мучнистой росой и бурой ржавчиной - по

методике ВИЗР (1985). Качество зерна определяли в соответствии со стандартами: натура зерна по ГОСТ 10840-64; массовая доля клейковины – ГОСТ Р 54478-2011; качество клейковины – ГОСТ Р 54478-2011; содержание белка – ГОСТ 10846 – 91; масса 1000 зерен – ГОСТ 12042-80. Учет урожайности проводился сплошным методом. Статистическую обработку данных урожайности проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Экономическая эффективность результатов исследований рассчитывалась на основе технологических карт. Энергетическая оценка эффективности проводилась в соответствии с методикой Е.А. Базарова и др. (1983) и В.М. Володина (2000).

3. Результаты исследований

3.1. Динамика показателей плодородия почвы при биологизации технологии озимой пшеницы.

3.1.1 Агрофизические свойства почвы

Плотность почвы. Плотность пахотного слоя почвы определяет направленность применения технологических процессов при оптимизации физического состояния, а так же указывает на степень окультуренности или деградации.

При оценке влияния предшественников на плотность почвы пахотного слоя установлено, что виды пара не оказывали существенного влияния на данный показатель. При размещении озимой пшеницы по чистому пару плотность почвы в слое 0 – 30 см перед посевом составила 1,16 г/см³ независимо от обработки почвы, а при размещении ее после занятых паров 1,17 – 1,19 г/см³. В фазу возобновления вегетации плотность почвы по чистому пару возрастала до 1,24 – 1,29 г/см³, а по занятым парам до 1,26 - 1,30 г/см³, перед уборкой до 1,27 – 1,33 и 1,28 – 1,34 г/см³ соответственно.

Отмечена более высокая плотность почвы при минимальной обработке в сравнении с комбинированной системой в севообороте. В целом за весь период исследований плотность сложения почвы была оптимальной для возделывания озимой пшеницы, не выходя за рамки равновесного значения, что в свою очередь говорит о возможности минимализации основной обработки почвы в условиях региона.

Структурно-агрегатный состав почвы. К числу важнейших факторов, определяющих плодородие почвы, относится ее структурный состав.

В период возобновления весенней вегетации озимой пшеницы структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы отличался по предшественникам, и более высокое содержание агрономически ценных агрегатов (0,25 – 10 мм) отмечалось после занятых паров: после гороха

66,4 - 66,7 %, после люпина 66,1 - 66,5 %, после горохо-люпиновой смеси 66,3 - 66,8 %, тогда как после чистого пара – 63,2 - 65 %.

Комбинированная обработка в севообороте обеспечивала более благоприятное структурно-агрегатное состояние почвы, особенно по чистому пару. На варианте минимальной обработки почвы прослеживалось увеличение содержания пылевидных частиц (менее 0,25 мм), что отразилось на коэффициенте структурности.

В момент уборки озимой пшеницы по всем вариантам опыта на всех полях отмечено улучшение структурного состояния почвы и различий по предшественникам не отмечено.

Важным показателем структурного состояния является водопрочность агрономически ценных агрегатов, изучение которой показало аналогичные закономерности изменений по вариантам опыта.

Строение пахотного слоя. Под посевами озимой пшеницы после чистого пара общая пористость за счет снижения количества пор аэрации была наименьшей. В пахотном слое почвы она составляла 57,5 % по комбинированной обработке почвы и 55,7 % по минимальной. На полях после занятых паров порозность почвы колебалась от 57,0% до 58,5% и была практически одинаковой при разных способах обработки почвы.

К уборке происходило уплотнение пахотного слоя, а общая пористость снижалась до 52,1 – 53,3 %. Пористость аэрации не опускалась ниже 17 % весной и 23 % перед уборкой, что свидетельствует об оптимальном воздушном режиме для агроценоза озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам и способам основной обработки почвы.

3.1.2 Динамика продуктивной влаги и водопотребление озимой пшеницы.

В условиях лесостепи Заволжья почвенная влага находится в первом минимуме и часто выступает фактором, резко снижающим продукционный процесс растений.

За время парования непродуктивный расход влаги на чистых парах часто превышает сумму осадков весенне-летнего периода. По нашим данным потери воды на физическое испарение в чистом пару составили 162 - 165 мм, израсходовав из весенних запасов 3 - 9 мм, при этом агрогидрологическая роль чистого пара свелась только к сохранению запасов влаги, накопленной в почве за счет осенне-зимних осадков.

Общий расход воды за счет физиологического ее потребления культурами был намного больше (191 - 204 мм), поскольку расходуемая влага использовалась на образование урожая гороха и люпина в занятых парах. По нашим данным содержание продуктивной влаги в метровом слое под озимой пшеницей после чистого пара находилась на уровне

159 – 168 мм, после гороха, люпина и смеси горох + люпин величина этого показателя была ниже – соответственно 122 – 131 мм; 120 – 129 и 123 – 127 мм. В посевном слое запасы продуктивной влаги находились на уровне 40 – 41 мм, тогда как после парозанимающих культур - 24 – 26 мм, что вполне достаточно для получения полноценных всходов (таблица 1).

Влагообеспеченность посевного и метрового слоев оказали положительное влияние на полноту всходов, сохранность и выживаемость растений. Количество растений в период полных всходов после чистого пара составило 468 – 476 шт./м² (полевая всхожесть 85,1 – 86,5%). После занятых паров количество всходов составило 450 – 458 шт./м² (полевая всхожесть 81,8 - 83,3 %) с преимуществом комбинированной обработки почвы.

Таблица 1- Структура посевов озимой пшеницы в зависимости от влажности в севооборотах при разных системах обработки почвы в 2013 – 2015 гг.

Севооборот (предшественник) Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Запасы доступной влаги перед посевом в слое, мм		Число растений, шт./м ²		Пол нота всхо дов, %	Сохранно сть, %	Выжи ваем ость раст ений , %
		0-20 см	0-100 см	всхо ды	убор ка			
I севооборот Пар чистый	V ₁	41	168	476	356	86,5	74,8	64,7
	V ₂	40	159	468	346	85,1	73,9	62,9
II севооборот Горох	V ₁	25	131	456	308	82,9	67,5	56,0
	V ₂	26	122	452	308	82,2	68,1	56,0
III севооборот Люпин	V ₁	26	129	457	310	83,1	67,8	56,4
	V ₂	24	120	452	308	82,2	68,1	56,0
IV севооборот Горох + люпин	V ₁	25	127	458	306	83,3	66,8	55,6
	V ₂	24	123	450	307	81,8	68,2	55,8

После зимовки и снеготаяния запасы доступной для растений влаги в метровом слое варьировались в пределах 170 – 184 мм. В период возобновления вегетации озимой пшеницы наибольшая влагозарядка почвы была отмечена по чистому пару и составила 184 мм, что на 13 – 14 мм больше чем после занятых паров. За период вегетация-полная спелость запасы доступной влаги в почве уменьшились на 124 мм по варианту с чистым паром и на 107 – 109 мм после занятых паров.

Общий расход влаги под посевом озимой пшеницы, посеянной по чистому пару, составил 252 мм, из них было использовано 124 мм из почвы и 128 мм воздушных осадков, что составило 49,2 и 50,8 % от расхода воды за период весенняя вегетация – уборка. После гороха,

люпина и горохо-люпиновой смеси расход влаги составил 237 – 235 мм. Использование влаги из почвы составило 46 – 45,5 %, а за счет осадков соответственно 54 – 54,5 %.

3.1.3 Разложение льняного полотна в почве

Предшественники, приемы основной обработки почвы и фоны удобрений изменяли почвенные условия и существенно влияли на ход микробиологических процессов. Наибольшее разложение льняного полотна отмечалось по чистому пару – 46,8 %, по занятым парам данный показатель находился также на высоком уровне – 41,6-44,4 %.

Более интенсивно микробиологические процессы протекали при комбинированной обработке почвы, где разложилось 45,7 % льняной ткани, а по минимальной 41,8 % и отмечено преимущество повышенного фона удобрений (солома +N₆₀P₄₅K₄₅) в сравнении со средним на 3,3 % (абсолютное значение).

Нами установлена тесная связь урожайности озимой пшеницы (у, т/га) со степенью разложения льняной ткани (х, %) в пахотном слое почвы. Зависимость выражается полиномиальным уравнением следующего вида: $y = 0,0011x^3 - 0,1451x^2 + 6,7319x - 100,78$; $r = 0,852$ [1]

где у – урожайность озимой пшеницы, т/га; х – интенсивность разложения льняного полотна, %.

3.1.4 Флористический состав и засоренность посевов озимой пшеницы.

В современном земледелии стратегия защиты полевых культур от засоренности заключается в управлении структурой полевых растительных сообществ, чтобы обеспечить их конкурентоспособность к сорному компоненту. Поэтому оценка влияния предшественников на фитосанитарную ситуацию носит актуальный характер.

Учет видового состава сорняков на многолетнем стационаре за 2013-2015 гг. показал, что в посевах озимой пшеницы преобладает малолетний тип засоренности, в составе которого 23 вида 15-ти семейств. В составе сорного компонента также присутствуют виды 6 биологических групп сорных растений (рисунок 1), из них зимующих – 9 видов, яровых ранних – 6 видов, яровых поздних – 4 вида, двулетних – 1 вид, многолетних, корнеотпрысковых – 2 вида, ползучих – 1 вид.

Подсчет численности сорных растений в среднем за вегетацию показал, что в посевах озимой пшеницы наименьшая засоренность была отмечена после чистого пара – 14,4 шт./м². В севооборотах с занятыми парами численность сорняков возрастала на 35,8 % после гороха; на 33,0 % после люпина и 38,2 % после смеси гороха и люпина. Учеты массы сорных растений показали, что выявлены те же закономерности в ее изменении по вариантам опыта, что и численности сорняков.

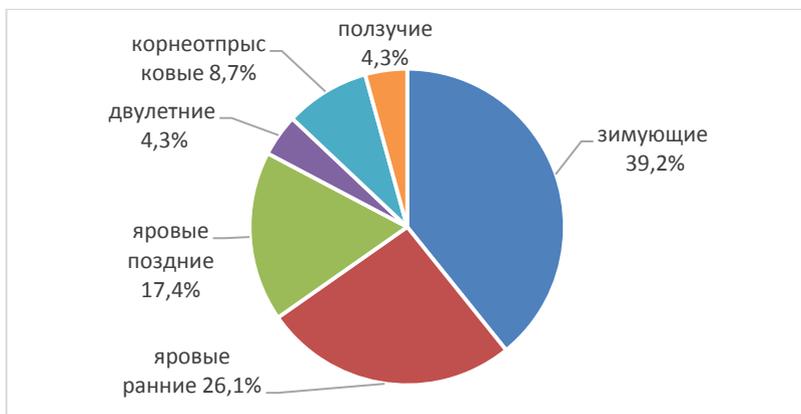


Рисунок 1 - Структура и соотношение видов сорняков по биогруппам в посевах озимой пшеницы на стационарном опыте.

Следует отметить преимущество комбинированной обработки почвы в регулировании засоренности по сравнению с минимальной, где численность сорняков была меньше на 20,5 %. Фоны удобрений оказывали равноценное влияние на изменение засоренности посевов.

4. Формирование урожайности озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и удобрений

4.1 Урожайность озимой пшеницы

Урожайность является интегральным показателем степени эффективности агротехнических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур. Оценка эффективности предшественников показала, что по чистому пару создавались лучшие условия для формирования урожая озимой пшеницы, прежде всего по влагообеспеченности посевов, это повлияло на появление более дружных всходов и хорошее развитие растений, что определило уровень продуктивности. В среднем урожайность по чистому пару составила 4,46 т/га, тогда как после гороха 3,66 т/га, люпина – 3,48 т/га, люпина с горохом - 3,45 т/га (таблица 2).

Анализ данных обработки почвы показал, что рыхление почвы плугами со стойками СибИМЭ на 20-22 см под парозанимающие культуры в сравнении с вариантом культивация КПИР-3,6 на 12-14 см в среднем за годы не имело преимущества и статистически доказуемой прибавки урожайности не отмечено.

Таблица 2 - Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и удобрений в севооборотах, т/га.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы фактор В	Удобрения фактор С	Годы						В средн ем	В среднем по факторам		
			2013		2014		2015			А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	3,55	3,67	5,55	5,65	4,05	4,07	4,38	<u>4,46</u> 100	<u>3,82</u> 100	<u>3,65</u> 100
		С ₂	3,82		6,01		4,23		4,69			
	В ₂	С ₁	3,51		5,33		3,92		4,25			
		С ₂	3,78		5,7		4,06		4,51			
Горох А ₂	В ₁	С ₁	3,14	3,26	5,08	5,04	2,66	2,66	3,63	<u>3,66</u> 82,0	<u>3,82</u> 100	<u>3,65</u> 100
		С ₂	3,44		5,26		2,75		3,82			
	В ₂	С ₁	3,09		4,79		2,55		3,48			
		С ₂	3,38		5,02		2,69		3,70			
Люпин А ₃	В ₁	С ₁	3,27	3,37	4,91	4,92	2,16	2,14	3,45	<u>3,48</u> 78,0	<u>3,70</u> 96,8	<u>3,87</u> 106,0
		С ₂	3,50		5,12		2,23		3,62			
	В ₂	С ₁	3,25		4,73		2,01		3,33			
		С ₂	3,45		4,91		2,15		3,50			
Горох + люпин А ₄	В ₁	С ₁	3,16	3,29	4,89	4,87	2,14	2,17	3,40	<u>3,45</u> 77,4	<u>3,70</u> 96,8	<u>3,87</u> 106,0
		С ₂	3,45		5,04		2,30		3,60			
	В ₂	С ₁	3,14		4,66		2,03		3,28			
		С ₂	3,42		4,90		2,20		3,51			
Среднее			3,40		5,12		2,76		3,76		-	
НСР ₀₅ для частных средних			0,20		0,17		0,16				-	
НСР ₀₅ А			0,10		0,08		0,08				-	
В,С			0,07		0,06		0,06				-	

Выявлена достоверная прибавка урожайности озимой пшеницы на фоне удобрений солома + N₆₀P₄₅K₄₅, где урожайность составила 3,87 т/га, что больше, чем на фоне солома + N₃₀P₃₀K₃₀ на 0,22 т/га.

Дисперсионный анализ показал, что в среднем за 2013-2015 гг. наибольшие изменения урожайности были связаны с предшественниками – 90 %, на долю удобрений приходилось 7 %, способы обработка почвы оказывали равноценное влияние на формирование урожайности озимой пшеницы.

4.2 Качество зерна озимой пшеницы

Учеты показали, что наиболее высокое содержание белка 13,6 % было в зерне пшеницы при размещении её по чистому пару. После гороха данный показатель находился на уровне 13,0 %, после гороха и его смеси с люпином – 13,2 %. Содержание клейковины после чистого пара составило 35,2 %, после гороха 34,8 %, после люпина 34,7 %, после люпина в смеси с горохом 34,4 %.

Обработка почвы и удобрений не оказала влияния на изменение содержание белка и клейковины в зерне.

Корреляционно-регрессионный анализ качества зерна озимой пшеницы показал среднюю связь между содержанием клейковины и содержанием белка в зерне:

$$y = 1,0734x + 20,519; r = 0,380 [2]$$

За 2013 – 2015 годы чистый пар, комбинированная в севообороте система основной обработки почвы и повышенный фон питания способствовали формированию наибольшей массы 1000 зерен и натуре зерна.

4.3 Продуктивность звеньев с озимой пшеницей

Сравнительное изучение звеньев севооборотов в зависимости от размещения озимой пшеницы по чистому пару, гороху, люпину и смеси гороха с люпином показало более высокую продуктивность звеньев с занятыми парами. Несмотря на высокую урожайность озимой пшеницы по чистому пару - 4,25 - 4,69 т/га, выход зерна с 1 га парового звена составил всего 2,13 - 2,35 т/га, тогда как в звене горох - озимая пшеница – 2,74 – 3,14 т/га (зерновых единиц – 3,14 -3,63 тыс./га).

Оценка изучаемых приемов показала преимущество комбинированной обработки почвы и повышенного фона удобрений.

Размещение озимой пшеницы по занятым парам (горох и люпин), наряду с чистыми парами, позволяет более эффективно использовать биоклиматический потенциал и повысить зерновую продуктивность паровых звеньев севооборотов.

5. Эффективность защиты растений озимой пшеницы от болезней

5.1 Формирование урожайности озимой пшеницы

Применение протравителей семян на основе притриканазола + прохлораз (Кинто Дуо) и **пираклостробин + тритриконазол** (Иншур Перформ) оказало положительное влияние на всхожесть, густоту стояния и сохранность растений за счет снижения зараженности корневыми гнилями, вызванными патогенными грибами *Fusarium sp*, *Helminthosporium sativum* и *Alternaria* spp. При применении протравителей семян Иншур Перформ и Кинто Дуо было получено соответственно 4,80 и 4,88 т/га зерна, что больше чем на контроле на 0,49 и 0,57 т/га (таблица 3). На изучаемых вариантах растения с фазы выхода в трубку (ВВСН 32) поражались мучнистой росой (*Blumeria graminis* (DC) Speerg.), а с фазы появления последнего (флагового) листа – бурой ржавчиной (*Puccinia recondita* Rob. Et Desm.). В фазу появления последнего (флагового) листа (ВВСН 37-39) для защиты растений озимой пшеницы применяли фунгициды Рекс Дуо (0,6 л/га) и Абакус Ультра 1,5 л/га. В среднем за 2013-2015 гг. применение фунгицида Рекс Дуо за счет пролонгированного защитного действия обеспечило прибавку урожайности озимой пшеницы с 4,39 (контроль) до 4,67 т/га, применение фунгицида Абакус Ультра – до 4,93 т/га.

Анализ урожайных данных, полученных в среднем за годы исследований, показал, что с протравителями семян связано 52,9 % изменений урожайности, с фунгицидами по вегетации - 40,6 % и другими факторами 6,9 %.

6. Экономическая и энергетическая эффективность технологии возделывания озимой пшеницы

6.1 Экономическая эффективность

Расчеты показали высокую окупаемость затрат по всем вариантам опыта. Наиболее экономически эффективным оказалось возделывание озимой пшеницы после чистого пара по минимальной обработке почвы на фоне солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$, где условно чистый доход составил 18457 руб./га. После занятых паров наиболее эффективна комбинированная в севообороте обработка почвы и фон удобрений солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$, где условно чистый доход составил 12340 – 14140 руб./га

Оценка экономической эффективности применения средств защиты растений от болезней показала их окупаемость за счет прибавки урожайности.

Таблица 3 - Урожайность озимой пшеницы в зависимости от применения фунгицидов в 2013-2015 гг., т/га

Вариант	2013 г.		2014 г.		2015 г.		В среднем	Отклонения от контроля	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%		т/га	%
Контроль	3,56	3,70	4,57	4,92	4,16	4,31	4,10	-	-
Рекс Дуо	3,68		4,88		4,40		4,32	0,22	5,4
Абакус Ультра	3,86		5,31		4,38		4,52	0,42	10,2
Иншур Перформ	4,05	4,32	5,05	5,45	4,38	4,62	4,49	0,39	9,5
Иншур + Рекс Дуо	4,42		5,40		4,55		4,79	0,69	16,8
Иншур перформ + Абакус Ультра	4,48		5,91		4,92		5,10	1,00	24,4
Кинто Дуо	3,97	4,08	5,14	5,65	4,62	4,92	4,58	0,48	11,7
Кинто Дуо + Рекс Дуо	4,04		5,67		5,01		4,91	0,81	19,8
Кинто Дуо + Абакус Ультра	4,22		6,15		5,12		5,16	1,06	25,9
НСП ₀₅	0,11		0,44		0,26		-	-	-
НСП _А	0,06		0,25		0,15				
НСП _В	0,06		0,25		0,15				

Несмотря на рост производственных затрат с 16810 руб. на контроле до 18910 руб. при протравливании семян препаратом Кинто Дуо и внесении фунгицида Абакус Ультра все варианты имели более высокие экономические показатели (себестоимость, условно чистый доход и рентабельность).

6.2 Энергетическая оценка адаптивных технологий озимой пшеницы

Оценка энергетической эффективности показала высокую окупаемость затрат по всем вариантам опыта. Максимальное количество энергии обеспечил вариант на фоне солома +N₆₀P₄₅K₄₅ после чистого пара - 77,16 ГДж/га по комбинированной обработке и 74,20 ГДж/га по минимизированной, при этом коэффициент энергетической эффективности составил соответственно 2,90 и 2,99 ед.

Энергетическая оценка применения средств защиты растений от болезней при возделывании озимой пшеницы показала высокую их эффективность. Затраты энергии варьировали от 24,48 (контроль) до 26,11 ГДж/га (Кинто Дуо + Абакус Ультра), при этом накопление энергии в урожае также изменялось соответственно от 67,45 до 84,89 ГДж/га.

Наибольшая окупаемость затрат энергии отмечена на вариантах с защитой растений от болезней за счет протравливания семян и при применении фунгицидов по вегетации (3,10 – 3,25 ед.).

Выводы

1. Агрофизические свойства плодородия чернозема выщелоченного в пахотном слое в зависимости от видов пара, обработки почвы в посевах озимой пшеницы находились в пределах оптимальных значений. Плотность почвы, структурно-агрегатный состав и строение пахотного слоя позволяют минимизировать основную обработку почвы в паровых звеньях с озимой пшеницей.

2. Запасы продуктивной влаги к моменту сева озимых культур были более высокими после чистого пара 164 мм в метровом слое и 41 мм в пахотном, что больше чем после занятых паров соответственно на 35-37 мм и 15-16 мм. Чистый пар обеспечил лучшую полноту всходов (85,1 – 86,5 %) и сохранность растений (73,9 - 74,8 %), пары занятые горохом, люпином и их смесью также обеспечивали получение продуктивного стеблестоя.

Коэффициент водопотребления был наименьшим после чистого пара и составил 318 м³/т зерна, после занятых паров от 361 до 378 м³/т. Доля почвенной влаги и атмосферных осадков во влагообеспечении растений и формировании урожая озимой пшеницы была примерно одинаковая и составляла соответственно 46-49 % и 51-55 м%.

3. Наибольшая микробиологическая активность почвы под озимой пшеницей была отмечена после чистого пара, по комбинированной обработке почвы на повышенном фоне удобрения - солома + N₆₀P₄₅K₄₅. Установлена прямая связь ($r=0,852$) между урожайностью зерна озимой пшеницы и разложением льняного полотна.

4. В составе агрофитоценоза озимой пшеницы преобладали малолетние двудольные и однодольные сорные растения. Численность сорняков по изучаемым вариантам опыта не превышала экономические пороги вредоносности. Комбинированная обработка почвы в севообороте обеспечивала более полное уничтожение сорных растений по сравнению с минимальной.

5. Дисперсионный анализ показал, что изменения урожайности озимой пшеницы связаны с предшественниками на 90 %, с влиянием обработки почвы - 2 %, а с фонами удобрения - 7 %. Наибольшая урожайность сформировалась по чистому пару - 4,46 т/га, что на 18-22 % выше, чем после занятых паров. Прибавка урожая от фона удобрения солома + N₆₀P₄₅K₄₅ в сравнение с фоном солома + N₃₀P₃₀K₃₀ составила 0,22 т/га, основная обработка почвы оказывала равноценное влияние. Зерно озимой пшеницы, полученное по всем вариантам опыта, соответствовало 3 классу качества.

6. Продуктивность звеньев севооборотов с занятыми парами была выше, чем с чистым паром. На недобор урожая озимой пшеницы 0,75 - 1,09 т/га в занятых парах было получено 1,23 - 1,58 т зерна гороха, 1,05 - 1,24 т зерна люпина, и 1,09 - 1,36 т/га смеси гороха с люпином.

7. Применение протравителей семян (Иншур Перформ и Кинто Дуо), при возделывании озимой пшеницы, снижало зараженность растений возбудителями корневых гнилей и способствовало лучшему развитию на начальных этапах роста и повышало количество корней, увеличивало длину ростков, всхожесть и количество сохранившихся растений к уборке.

8. Применение протравителя семян Иншур Перформ обеспечило прибавку урожайности зерна озимой пшеницы на 0,49 т/га, препарата Кинто Дуо на 0,57 т/га, применение фунгицида по вегетации Рекс Дуо на 0,28 т/га и Абакус Ультра на 0,54 т/га. Комплексная защита растений от болезней (протравливание семян + фунгицид по вегетации) была эффективнее, где прибавка составила 0,69 - 1,06 т/га.

9. Более высокая экономическая и энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы по чистому пару была получена на минимальной обработке почвы. По занятым парам эффективнее оказалась комбинированная обработка почвы в севообороте. Экономически и энергетически более оправданы дозы удобрений на планируемую

урожайность 3,5 т/га ($N_{30}P_{30}K_{30}$), повышение доз удобрений ($N_{60}P_{45}K_{45}$) снижало окупаемость затрат.

10. Комплексная защита растений (протравитель семян + фунгицид по вегетации) повышала уровень рентабельности производства зерна пшеницы с 95,1% (контроль) до 115,7-118,2 %, при этом коэффициент энергетической эффективности возрастал с 2,76 ед. до 3,10 – 3,25 ед.

Предложения производству

1. В условиях лесостепи Заволжья на черноземе выщелоченном в качестве предшественников озимой пшеницы использовать чистый пар, горох, люпин и горох с люпином в двухкомпонентном агроценозе.

2. Под чистый пар обработку почвы проводить по схеме дискование на 10-12 см + культивация КПИР-3,6 на 12-14 см, под парозанимающие культуры (горох, люпин, горох + люпин) по схеме дискование на 10-12 см + рыхление плугами со стойками СибИМЭ на 20-22 см. Под озимую пшеницу заделывать солому предшественника и вносить минеральные удобрения из расчета $N_{30}P_{30}K_{30}$.

3. Для защиты растений от болезней семена озимой пшеницы протравливать препаратами Иншур Перформ 0,5 л/т или Кинто Дуо 2,0 л/т, а в фазу выхода в трубку применять фунгициды Рекс Дуо 0,5 л/т или Абакус Ультра 1,5 л/га.

Список работ в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ

1. Морозов, В.И. Структура агрофитоценоза и урожайность озимой пшеницы при биологизации севооборотов лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. -№ 1 (27). – С. 21-28

2. Тойгильдин, А.Л. Эффективность фунгицидов на озимой пшенице / А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов // Защита и карантин растений. – 2014. - № 11. – С. 23-24.

3. Морозов, В.И. Качество зерна озимой пшеницы при биологизации севооборотов лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - №1 (33). - С. 33-39.

4. Подсевалов, М.И. Режим влажности почвы и формирование урожайности озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Заволжья/ М.И. Подсевалов, А.Л. Тойгильдин, Д.Э. Аюпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - №4 (36). - С. 48-54

5. Подсевалов, М.И. Влияние агроприемов на биологическую активность почвы и урожайность озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Заволжья / М.И. Подсевалов, А.Л. Тойгильдин, **Д.Э. Аюпов** // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - №1 (37). - С. 44-50.

6. Тойгильдин, А.Л. Эффективность применения средств защиты растений от болезней при возделывании озимой пшеницы / А.Л. Тойгильдин, **Д.Э. Аюпов**, И. А. Тойгильдина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 3 (39). - С. 26-33.

Публикации в других изданиях

7. **Аюпов, Д.Э.** Влияние предшественников, обработки почвы и удобрений на формирование урожайности озимой пшеницы / Д.Э. Аюпов // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука XXI века» сборник научных трудов. - Ульяновск: УГСХА, 2014. - Том II. – С.7-14.

8. Биологическая и хозяйственная эффективность фунгицидов - протравителей семян в технологии возделывания озимой пшеницы / А.Л. Тойгильдин, **Д.Э. Аюпов** М.С. Рыбакин, Д.Э. Аюпов // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука XXI века»: сборник научных трудов. - Ульяновск: УГСХА, 2014. - Том II. – С. 48-53.

9. Фитосанитарное состояние агроценоза озимой пшеницы и ее продуктивность в севооборотах Среднего Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, **Д.Э. Аюпов**, В.В. Басенков // Поволжье АГРО. – 2014. - №10 (57). – С. 62-64.

10. Структурное состояние агрофитоценоза и урожайность озимой пшеницы при биологизации её агротехнологий в условиях лесостепи Поволжья / М.И. Подсевалов, В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин, **Д.Э. Аюпов**, В.Н. Остин / В сборнике: Биологическая интенсификация систем земледелия: опыт и перспективы освоения в современных условиях развития. Материалы всероссийской научно-практической конференции. - 2016. - С. 151-161.

11. Плотность чернозема выщелоченного и урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников и обработки почвы в условиях лесостепи Заволжья / **Д.Э. Аюпов**, М.И. Подсевалов, А.Л. Тойгильдин, В.Н. Остин, И.А. Старгородцев // В сборнике: Материалы международной научной конференции «Молодежь и наука XXI века». - Том 1. Ульяновск, 2017. - С. 11-18.