

На правах рукописи

Максимчук Владимир Николаевич

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ
И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ
СПОСОБАМ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖИ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Саратов – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Солодовников Анатолий Петрович

Официальные оппоненты: **Магомедова Диана Султановна** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова», кафедра «Земледелие, почвоведение и мелиорация», профессор РАН
Зеленев Александр Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», главный научный сотрудник лаборатории сортовых технологий озимых зерновых культур и систем применения удобрений

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Защита диссертации состоится «___» _____ 2025 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета 35.2.035.05, созданном при ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, ауд. 110

E-mail: dissovet01@vavilovsar.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» и на сайте университета <https://www.vavilovsar.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



Полетаев Илья Сергеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Система подготовки черного пара в условиях недостаточного увлажнения при освоении залежных земель должна удовлетворять следующим основным моментам: накопление и сохранение влаги; очищение полей от сорной растительности; создание хороших условий для прорастания семян и появления всходов озимых культур. Но наиболее распространенная в настоящее время весенне-летняя обработка чистых паров не обеспечивает успешной борьбы с многолетними сорными растениями и создание хороших условий по сохранению влаги в почве, и особенно в посевном слое. При освоении залежных земель изучение и установление особенностей формирования агрофизических показателей и, особенно, накопление и сохранение влаги нижних горизонтов имеет определяющее значение, т.к. данные участки долгие годы были заняты многолетней растительностью с хорошо развитой корневой системой, которая сильно иссушала глубокие слои почвы. Кроме того, систематические культивации чистых паров иссушают обрабатываемый слой почвы и не создают условий для дружного появления всходов сорных растений. Поэтому необходимо разработать и изучить новые системы подготовки чистых паров на основе сочетания агротехнических и химических мер борьбы с сорными растениями. Изучаемые системы подготовки чистого пара смогут уменьшить отрицательные стороны классической обработки паров при освоении залежных земель в условиях засушливого Нижнего Поволжья.

Обилие сорной растительности на полях, вновь введенных в сельскохозяйственный оборот, требует применения гербицида по вегетации растений, и, как следствие, необходимо повышение конкурентной способности растений озимой пшеницы и устойчивости к химическому воздействию гербицидов, что достигается некорневой подкормкой микроудобрениями, микробиологическими удобрениями и регуляторами роста.

Поэтому изучение технологических приемов для оптимизации агрофизических показателей, влияющих на влажность почвы, развитие сорных растений при освоении залежи и повышение адаптации озимой пшеницы к неблагоприятным климатическим изменениям в Нижнем Поволжье является перспективным направлением в научных исследованиях.

Степень её разработанности. Научными исследованиями по изучению влияния различных способов подготовки чистого пара на накопление влаги, физические свойства почвы, засоренность и урожайность озимых культур занимались ученые из разных регионов страны: в Волгоградской области (Жидков В.М., Плескачев Ю.Н., 1999, Зеленев А.В., 2017, Плескачев Ю.Н. и др., 2013); в Саратовской области (Солодовников А.П. и др., 2023, Азизов З.М., 2017); в Самарской области (Шевченко С.Н., Корчагин В.А., 2008, 2009, Горянин О.И., 2018); в Астраханской области (Поляков Д.П., Тютюма А.В., 2021); в среднем Предуралье (Лебедева и др., 2018); в Оренбуржье (Бакиров Ф.Г., 2008); в Ивановской области (Борин А.А., Лощинина А.Э., 2016); в Тамбовской области (Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П., 2021); в Тверской области

(Акимов А.А. и др., 2024); в условиях Мордовии (Бочкарев Д.В. и др., 2009, Смолин Н.В. и др., 2008, Никольский А.Н., 2020); в Ставрополье (Морозов Н.А. и др., 2021, Стукалов Р.С., 2016).

Влияние на урожайность, качество зерна озимой пшеницы регуляторов роста и биопрепаратов представлены в многочисленных публикациях: Алексашина О.В., Редькина Д.А., 2018, Беляев А.И., Петров Н.Ю., 2023, Долгополова Н.В., Киреев Б.А., 2023, Зеленская Г.М., Шашлов В.О., 2022, Зудилин С.Н., 2018, Камбулов С.И., Рыков В.Б. и др., 2016, 2018, Мамсиров Н.И. и др., 2022, Плескачев Ю.Н., Скороходов Е.А., 2013, Солодовников А.П., Лёвкина А.Ю., 2020, Сорокина И.Ю., Петров С.Н., 2024.

Из выше указанных исследований следует, что в различных регионах страны используются разные способы подготовки чистого пара и применяются в посевах озимой пшеницы разноплановые агрохимикаты, но не были изучены в комплексном влиянии агротехнических, химических и агрохимических технологических приемов на плодородие почвы и урожайность озимой пшеницы для экстремальных условий Нижнего Поволжья при освоении залежных земель.

Цели и задачи. Целью научных исследований было обосновать эффективность различных способов подготовки чистого пара при освоении залежи под озимую пшеницу. Повысить адаптивные свойства растений, урожайность и качество зерна озимой пшеницы к неблагоприятным климатическим, агрофизическим, биологическим факторам в Нижнем Поволжье.

В задачи исследований входило:

- изучить характер влияния способов подготовки чистого пара при освоении залежи на агрофизические свойства, водопроницаемость, динамические изменения влажности почвы и особенности непродуктивных потерь почвенной влаги с учетом складывающихся погодных условий;
- определить формирование густоты стояния, сохранности растений озимой мягкой пшеницы, сорных растений в агроценозе по изучаемым вариантам содержания чистого пара и влажности почвы по фенологическим фазам развития пшеницы;
- установить основоопределяющие факторы, влияющие на урожайность, качество зерна и коэффициент водопотребления озимой мягкой пшеницы на темно-каштановой почве;
- рассчитать экономическую эффективность и дать рекомендации по способу подготовки чистого пара при освоении залежи и применению агрохимикатов для некорневой подкормки озимой пшеницы в Нижнем Поволжье.

Научная новизна. Для совершенствования зональной технологии возделывания озимой пшеницы по черному пару при освоении залежи на темно-каштановой почве Нижнего Поволжья установлено комплексное влияние способов основной обработки и содержания чистого пара на агрофизические свойства, водный режим почвы, засоренность посевов, густоту стояния, сохранность растений. Определена урожайность и показатели качества зерна озимой мягкой пшеницы по способам подготовки чистого пара при освоении залежи и некорневой подкормки микробиологическим удобрением, регуля-

тором роста. Определен баланс влаги в чистом пару при освоении залежи, под посев озимой пшеницы.

Установлена экономическая эффективность по различным способам подготовки чистого пара на фоне применения микробиологических удобрений и регулятора роста в технологии возделывания озимой пшеницы.

Теоретическая значимость. Получены и обоснованы особенности формирования агрофизических свойств, влажности тёмно-каштановой почвы по различным способам содержания чистого пара при освоении залежных земель.

Применяемые технологические приёмы выращивания озимой пшеницы позволили выявить корреляционные зависимости урожайности зерна от влажности почвы (1 м) по критическим периодам развития и плотности почвы от влажности почвы (30 см).

Обосновано долевое участие влажности почвы (0-20 см), осадков (сентябрь, октябрь), температуры воздуха (сентябрь, октябрь) в формировании густоты стояния озимой мягкой пшеницы перед уходом в зиму. Установлены определяющие технологические элементы возделывания озимой мягкой пшеницы, позволяющие получить максимальную урожайность с лучшими экономическими показателями.

Практическая значимость. При освоении залежи безотвальная и отвальная обработки с комплексным подходом в уходе за чистым паром в условиях Нижнего Поволжья (тёмно-каштановая почва) способствуют формированию максимальной урожайности зерна озимой мягкой пшеницы (сорт Золушка) 2,51 и 2,56 т/га.

Однократная некорневая подкормка посевов озимой мягкой пшеницы в фенологическую фазу «кущение – начало выхода в трубку» микробиологическим удобрением (Экстрасол - 1,0 л/га) и регулятором роста (Новосил - 30 мл/га) позволяет получить прибавку урожайности зерна соответственно агрохимикатам по отвальной обработке 10 % и 14 %, по безотвальной 7 % и 10 % с общим увеличением содержания белка на 0,76% и 1,04 %, клейковины на 1,7 % и 1,4 %.

Наиболее рентабельными агроприемами в технологии возделывания озимой мягкой пшеницы по освоенной залежи в условиях Нижнего Поволжья является безотвальная (104,5 %) и отвальная (105,8 %) обработка с комплексным уходом за чистым паром и применением регулятора роста.

Внедрение глубокой безотвальной основной обработки при освоении залежи в чистых парах и применение гербицида в процессе ухода за чистым паром, а также обработка посевов озимой пшеницы микробиологическим удобрением на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч – 13 на площади 47 га в 2025 году на территории «ООО Воля» Камышенского района Волгоградской области повышало урожайность зерна озимой мягкой пшеницы на 0,35 т/га, содержание белка 1,2 %, сырой клейковины 2,0 %, с общим экономическим эффектом 187 тыс. рублей.

Безотвальная основная обработка залежи с комплексным уходом за чистым паром и применение в 2025 году регулятора роста растений на основе

тритерпеновой кислоты в посевах озимой пшеницы в условиях «ООО Волга-Агро» Камышенского района Волгоградской области на площади 60 га увеличивало урожайность на 0,4 т/га с эффективностью внедрения 4,8 тыс. руб./га.

Сочетание глубокой отвальной обработки почвы с комбинированным уходом за чистыми парами (агротехнические и химические меры борьбы с сорными растениями) и микробиологическим удобрением, регулятором роста в посевах озимой пшеницы способствует повышению урожайности, качества зерна, придает производству меньшую вариабельность по годам и повышает чистый доход с рентабельностью.

Методология и методы исследования. Методология проводимых исследований базировалась на изучении и обобщении результатов исследований, отраженных в научной литературе, что позволяет выявить актуальность научной проблемы, создает основу для анализа особенностей развития процессов в области сельскохозяйственного производства.

В работе использованы имперические: научные наблюдения и теоретические методы: системный анализ, математическая статистика; экспериментальные – метод экспериментальных оценок, полевые опыты, в результате которых изучаются явления и процессы, выявляются взаимодействия между ними.

Положения, выносимые на защиту:

- особенности формирования агрофизических свойств, влажности, водопроницаемости почвы и эффективность использования запасов почвенной влаги по различным способам подготовки чистого пара при освоении залежи под посев озимой пшеницы;
- характер влияния способов содержания чистого пара, погодных условий на густоту стояния, сохранность озимой пшеницы, влажность почвы и развитие сорного компонента агроценоза;
- изучаемые факторы, которые значимо определяют урожайность, качество зерна и коэффициент водопотребления озимой мягкой пшеницы на темно-каштановой почве Нижнего Поволжья;
- экономическая эффективность изучаемых агроприемов и рекомендации производству по выбору способа подготовки чистого пара и применяемых агрохимикатов при возделывании озимой пшеницы в Нижнем Поволжье.

Степень достоверности и апробация результатов подтверждена многолетними исследованиями, общепринятыми методами и методиками согласно ГОСТам, необходимым количеством проведенных полевых учетов, лабораторных анализов, измерений и повторностей. Обработкой полевых данных математическими методами корреляционного и дисперсионного анализов. Достоверность исследований также подтверждена производственной проверкой и внедрением разработанных элементов технологии в хозяйствах Волгоградской области.

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы докладывались на конференциях различного уровня с последующей

публикацией: Международная научная конференция «Биологизация земледелия – основа воспроизводства плодородия почвы и устойчивого развития сельского хозяйства» (Ставрополь, 2023); XIX Международная научно-практическая конференция «Лапшинские чтения – 2023» «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Саранск, 2023); Международная научно-практическая конференция «Вавиловские чтения - 2024» (Саратов, 2024); VII Международная студенческая научная конференция «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (Белгород, 2025); XXI Международная научно-практическая конференция «Лапшинские чтения – 2025» «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Саранск, 2025).

Публикации. Результаты научных исследований опубликованы в 9 работах, в том числе четыре – в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и рекомендаций производству, содержит 28 таблиц, 9 рисунков. Полный текст диссертационной работы изложен на 218 страницах, в т.ч. приложения составляют 52 страницы. Список литературы включает 319 источников, в т.ч. 19 иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит актуальность работы, степень научной разработанности темы, цель и задачи исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и методы исследований. Приводятся основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов исследований, сведения об апробации работы, количество публикаций по теме диссертации, указан объем и структура диссертации.

В первой главе «Оптимизация факторов плодородия почвы для реализации биологического потенциала озимой пшеницы» представлен анализ отечественной и зарубежной литературы по изучаемой теме.

Во второй главе «Методика и условия проведения исследований» приводится характеристика почвы, климатические условия, схема опыта, методика проведения исследований и агротехника возделывания озимой пшеницы.

Исследования проводились на территории хозяйства ООО «АгроЛеон-С» Семёновского и Усть-грязнухинского сельских поселений в сухостепной зоне Камышинского района Волгоградской области. Почва хозяйства тёмно-каштановая, малогумосная (1,35 – 3,31 %) (по методу Тюриня, ГОСТ 26213-84) с тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. Содержание в почве легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) изменяется от 36,4 мг до 75,6 мг на 1 кг почвы (очень низкая степень обеспеченности). Нитрификационная способность (по Кравкову, ГОСТ 26107-84) колеблется от 5,4 мг до 16,3 мг на 1 кг почвы (низкая и средняя степень обеспеченности). Средневзвешенное содержание подвижного фосфора (по Мачигину, ГОСТ 26205-91) составляет

22,2 мг на 1 кг почвы (средняя степень обеспеченности). Средневзвешенное содержание обменного калия (по Мачигину, ГОСТ 26205-91) было равно 344 мг на 1 кг почвы (повышенная степень обеспеченности).

Темно-каштановая почва (0-100 см) обработанной залежи характеризуется хорошей водоудерживающей способностью: НВ 20,08 – 20,96 %, а ВУЗ 9,06 – 9,29 % от массы абсолютно сухой почвы. При освоении залежи плотность сложения обрабатываемой почвы (0 - 40 см) была равна 1,27 г/см³, метрового (учетного) слоя - 1,40 г/см³.

ГТК за май – июль в годы проведения исследований был равен в 2022 году – 0,84, 2023 – 0,85, 2024 – 0,28, 2025 – 0,59.

Полевой опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – способы подготовки чистого пара при освоении залежи:

А₁ – отвальная основная обработка почвы выполнялась плугом (ПЛН-9-35) на 28 – 30 см, уход за чистым паром включал в себя шесть культиваций (КПС – 4) (контроль 1);

А₂ – отвальная основная обработка почвы выполнялась плугом (ПЛН-9-35) на 28 – 30 см, уход за чистым паром включал в себя три культивации (КПС – 4) и применение гербицида Вольник, ВР (глифосат 540 г/л) – 4 л/га;

А₃ – безотвальная основная обработка почвы выполнялась чизельным плугом (ПЧН – 4,5) на 33 – 35 см, уход за чистым паром включал в себя шесть культиваций (КПС – 4);

А₄ – безотвальная основная обработка почвы выполнялась чизельным плугом (ПЧН – 4,5) на 33 – 35 см, уход за чистым паром включал в себя три культивации (КПС – 4) и применение гербицида Вольник, ВР (глифосат 540 г/л) – 4 л/га.

Фактор В – микробиологическое удобрение и регулятор роста:

В₁ – без агрохимикатов (обработка водой) (контроль 2);

В₂ – микробиологическое удобрение на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч – 13 (Экстрасол) в фазу кущения – начало выхода в трубку – 1 л/га (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов..., 2021, стр. 745, дата окончания регистрации – 29.03.2027);

В₃ – регулятор роста растений на основе тритерпеновой кислоты (Новосил, вэ (100 г/л)) в фазу кущения – начало выхода в трубку – 30 мл/га (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов..., 2021, стр. 671, дата окончания регистрации – 22.12.2034 г.

Общая площадь обработанной залежи (с учетом защитных полос) каждого опытного участка составляла около 50 га, без учета защитных полос – 40 га. Площадь делянок по фактору А – общая – 2,5 га, учетная – 2,0 га, по фактору В – общая – 0,78 га, учетная – 0,7 га. Повторность четырехкратная. Расположение делянок по каждому фактору рендомизированное.

Сорт озимой пшеницы Золушка (код – 9051767, год регистрации – 2012, регион допуска – 6, 8).

Закладка опыта на залежи проводилась в октябре по двум способам основной обработки почвы. По мере достижения физической спелости почвы весной выполнялось покровное боронование. На вариантах с агротехниче-

скими мерами борьбы с сорной растительностью было выполнено шесть культиваций. На делянках, с комплексными мерами борьбы с сорняками, с мая по середину июля проводили три культивации. В первой декаде августа выполняли химическую прополку на чистых парах гербицидом Вольник, ВР (глифосат 540 г/л) – 4 л/га. Посев озимой пшеницы осуществляли сеялкой СПК – 2,1 «Омичка» на глубину 6-8 см с нормой высева 4,0 млн всхожих семян на гектар. Перед посевом семена обрабатывались фунгицидом Бенефис, МЭ – 0,8 л/т. В посевах озимой пшеницы выполняли весеннее боронование поперек посева. В фазу кущения (весной) поле озимой пшеницы обрабатывалось гербицидом Террастар – 0,02 л/га. Согласно схеме опыта проводилась некорневая подкормка микробиологическим удобрением Экстрасол (1 л/га) и обработка регулятором роста Новосил (30 мл/га) пневмоходом UAZAGRO с расходом воды 250 л/га. Для борьбы с вредителями применяли инсектицидную обработку. Уборка урожая выполнялась комбайном ACROS – 550 поделночно, сплошным способом.

Полевой опыт сопровождался наблюдениями в соответствии с общепринятыми методиками.

Густота стояния всходов (после прекращения вегетации – при температуре ниже 5 °С) и сохранность растений озимой пшеницы (после перезимовки) определялась подсчетом количества растений, размещенных в пределах металлической рамки (50 см x 50 см).

Агрегатный состав почвы определялся путем просеивания почвенного образца через сито разного диаметра с переводом полученной массы почвы в процентное содержание фракции.

Образцы почвы для определения плотности (метод Н.А. Качинского – режущим кольцом) отбирались послойно до 40 см (ГОСТ 5180-2015 Грунты).

Содержание влаги в почве устанавливали термовесовым методом (ГОСТ 28268-89 Почвы).

На заливных площадках (1 м x 1 м) определялась – Наименьшая влагоемкость (НВ). Влажность устойчивого завядания (ВУЗ) устанавливалась из расчета 1,34 максимальной гигроскопичности (ГОСТ 28268-89. Почвы).

Для определения водопроницаемости врезали в почву цилиндр, с последующим заливанием воды и учетом впитавшейся воды за определенный промежуток времени.

Учет сорных растений проводился количественным методом в фазу кущения озимой пшеницы (перед применением гербицида Террастар) с помощью металлической рамки (50 см x 50 см).

Учет урожайности – сплошной, с учетной площади каждой делянки. Содержание сырой клейковины и белок в зерне озимой пшеницы определялись с помощью «Анализатор инфракрасный ИНФРАСКАН-1050».

Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ выполнялся по программе «Агрос» и по Б.А. Доспехову (1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе «Агрофизические свойства, водопроницаемость, влажность почвы в чистых парах при освоении залежи» представлены результаты изучения агрофизических свойств, влажности почвы по вариантам подготовки чистого пара.

Трехлетние данные показывают, что отвальная обработка почвы и агротехнические меры борьбы с сорными растениями способствовали максимальному содержанию в верхнем слое почвы эрозионно-опасных агрегатов – 25,8 % и особенно частиц почвы, движение которых начиналось при скорости ветра 3,8 м/с – 11,8 %. Применение комплексного содержания чистого пара приводило к достоверному снижению (HCP_{05} ($<0,25 - 1,0$ мм) = 5,08%) эрозионно-опасных агрегатов на 6,1 %. Особо эффективна в снижении вероятности развития ветровой эрозии это обработка почвы чизельным плугом (без оборота пласта), доля эрозионно-опасных агрегатов на данных вариантах снижалась до 14,8 – 17,6 %, что меньше контрольных значений на 8,2 – 11 % (HCP_{05} ($<0,25 - 1,0$ мм) = 5,08 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание почвозащитных (ветроустойчивых) агрегатов по вариантам подготовки чистого пара (0-10 см) в среднем за 2022 – 2024 гг., %

Способы подготовки чистого пара		Эрозионно-опасные агрегаты			Почвозащитные (ветроустойчивые) агрегаты			
Основная обработка почвы	меры борьбы с сорняками	<0,25 мм (3,8 м/с)	0,25-1 мм (5,3-6,8 м/с)	всего	1-5 мм (11,2-17,6 м/с)	5-10 мм (>17,6 м/с)	>10 мм	всего
ПЛН – 9 – 35	A ₁ (к)	11,8	14,0	25,8	40,8	14,9	18,5	74,2
	A ₂	6,9	12,8	19,7	46,0	15,7	18,6	80,3
ПЧН – 4,5	A ₃	6,3	11,3	17,6	42,5	16,5	23,4	82,4
	A ₄	4,7	10,1	14,8	45,1	16,8	23,3	85,2

Примечание: (м/с) скорость ветра, при которой начинают передвигаться почвенные агрегаты данного размера

F_{ϕ} для эрозионно-опасных агрегатов ($<0,25 - 1,0$ мм) = 10,04.

HCP_{05} для эрозионно-опасных агрегатов ($<0,25 - 1,0$ мм) = 5,08 %.

При поднятии залежи чизельным плугом (ПЧН – 4,5) перемешивания почвенных горизонтов в вертикальном направлении не происходит. Это оказывает влияние на плотность почвы, она возрастает до 1,13 – 1,14 г/см³, что достоверно превышает контрольные значения на 0,05 – 0,06 г/см³ при HCP_{05} (0-30 см) = 0,026 г/см³, что составляет 5,0 – 5,5 %. К осеннему посеву озимой пшеницы почва уплотнялась до 1,16 – 1,17 г/см³ на вариантах A₁ и A₂, что превышало весенние значения на 7,5 – 8,3%, на безотвальной обработке данные различия от весны к осени составили 5,3 – 7,0 %. Максимальная плотность почвы формировалась на безотвальной обработке с комплексными мерами борьбы с сорняками (A₄) – 1,22 г/см³, на варианте A₃ она снижалась до 1,19 г/см³, что превышало значимо (HCP_{05} (0-30 см) = 0,019 г/см³) контрольные значения на 0,03 – 0,06 г/см³ или на 2,6 – 5,2 %.

Корреляционный анализ зависимости плотности почвы пахотного слоя от влажности почвы весной (после боронования зяби) и осенью (в период посева озимой пшеницы) показал среднюю степень связи в весенний период ($r = -0,678$) и высокую связь в осенний ($r = -0,90$).

Уравнения регрессии данных зависимостей получили вид:

$$Y_{\text{пл}} = 1,641 - 0,027 x_{\text{вл}} \text{ (весной);}$$

$$Y_{\text{пл}} = 1,343 - 0,010 x_{\text{вл}} \text{ (осенью).}$$

Решение уравнений позволяет сделать заключение, что рост влажности почвы в чистых парах на каждые 3 % способствует уменьшению плотности почвы (0-30 см) на $0,08 \text{ г/см}^3$ весной и $0,03 \text{ г/см}^3$ осенью.

Отвальная обработка почвы способствовала формированию хорошей водопроницаемости $139,0 - 140,5 \text{ мм/ч}$. На вариантах, где не происходило перемешивание слоёв почвы, но при этом рыхление выполнялось до 35 см, складывалась водопроницаемость на уровне $108,6 - 108,9 \text{ мм/ч}$, достоверно ниже контрольных значений на $30,1 - 30,4 \text{ мм/ч}$, что составило 22 %. В период посева озимой пшеницы на вариантах A_3 и A_4 водопроницаемость также значимо была меньше контроля ($105,7 \text{ мм/ч}$) на $26,7 - 30,9 \text{ мм/ч}$, или на 25,3 – 29,2 %. Меры борьбы с сорными растениями не оказывали существенного влияния на водопроницаемость. По мере ухода за чистым паром от весны к осени водопроницаемость снижалась в контроле на 24 %, A_2 – 26 %, A_3 – 27 %, A_4 – 31%.

Обработка почвы чизельным плугом способствовала созданию щелей в почве до 35 см, через которые проникала влага осадков в более глубокие горизонты почвы. Поэтому на вариантах A_3 и A_4 весной (после боронования) в метровом горизонте накапливалось влаги больше контроля на 0,39 – 0,44 %, но данные различия были в пределах ошибки опыта ($F_{\phi} < F_T$). В период посева максимальное увлажнение почвы фиксировалось на отвальной обработке $15,27 - 15,41$ %. Комплексное содержание чистого пара повышало уровень влажности почвы на 0,14 % (2 мм) по отвальной обработке и на 0,22 % (3 мм), при значениях $НСР_{05}$ равное 0,33 % (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение влажности почвы (1 м) по вариантам подготовки чистого пара при освоении залежи в среднем за 2022 – 2024 гг., % от массы абсолютно сухой почвы

Способы подготовки чистого пара при освоении залежи – фактор А		Период отбора образцов		
Основная обработка почвы	меры борьбы с сорняками	после боронования в чистых парах	перед применением гербицида	в период посева озимой пшеницы
ПЛН – 9 – 35 на 28 – 30 см	A_1 – агротехнические (контроль)	17,11	16,42	15,27
	A_2 – комплексные	17,14	16,43	15,41
ПЧН – 4,5 на 33-35 см	A_3 – агротехнические	17,50	15,99	14,78
	A_4 – комплексные	17,55	16,00	15,00
F_{ϕ}		0,40	0,92	8,82
$НСР_{05}$ (1 м)		$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	0,33

Расчеты по запасам продуктивной влаги в чистых парах перед посевом озимых культур показывают, что в 2022 году они были удовлетворительные в поверхностном слое (25,7 – 28,1 мм) и хорошие (128 – 142 мм) в метровом горизонте. В 2023 и 2024 годы продуктивные запасы влаги находились в неудовлетворительном состоянии в первом слое (3,5 – 6 мм и 0 – 1 мм), а в метровом – очень плохие и плохие.

При уходе за чистым паром освоенной залежи в Волгоградской области суммарно теряется по отвальной обработке 1355,2 – 1369,7 м³/га влаги. По безотвальной обработке потери влаги увеличиваются до 1470,0 – 1494,7 м³/га, что больше контрольных показателей на 7,3 – 9,1 %. Применение гербицида в чистых парах уменьшает суммарные потери влаги всего на 14,5 – 24,7 м³/га, что составило 1,1 – 1,6 % (таблица 3).

Таблица 3 – Суммарные потери и среднесуточный расход влаги в чистых парах в среднем за 2022 - 2024 гг.

Варианты опыта	Баланс продуктивной влаги в почве, м ³ /га	Σ эффективных осадков, мм	Суммарные потери влаги, м ³ /га	Среднесуточный расход влаги (апрель – сентябрь), м ³ /га
A ₁ (контроль)	-256,7	111,3	1369,7	8,87
A ₂	-242,2	111,3	1355,2	8,78
A ₃	-381,7	111,3	1494,7	9,70
A ₄	-357,0	111,3	1470,0	9,54

Минимальный среднесуточный расход влаги получен на варианте с отвальной обработкой почвы и комплексным уходом за чистым паром (A₂) – 8,78 м³/га.

В четвертой главе «Факторы, определяющие урожайность и качество зерна озимой мягкой пшеницы» представлены данные по влиянию способов подготовки чистого пара после освоения залежи и некорневой подкормки агрохимикатами на урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

В середине ноября наибольшая густота стояния озимой пшеницы получена на отвальной обработке с комплексными мерами борьбы в парах (A₂) – 305 шт./м², с полевой всхожестью – 76,2 %. Отмечено достоверное уменьшение густоты стояния озимой пшеницы (НСР₀₅ = 12 шт./м²) на безотвальной обработке с агротехническими мерами борьбы (A₃) – 285 шт./м², что меньше контроля на 14 шт./м². Применение гербицида в чистых парах вместо трех культиваций увеличивает густоту стояния на 6 – 8 шт./м², или на 2-3 %, но данные различия меньше значений НСР₀₅ (таблица 4).

Густота стояния при весеннем возобновлении вегетации изменялась от 239 шт./м² на безотвальной обработке с агротехническими мерами борьбы (A₃) до 262 шт./м² по отвальной обработке с комплексными мерами борьбы (A₂) с сохранностью растений от 83,9 % до 85,9%. Применение гербицида в чистом пару для борьбы сорными растениями повышало сохранность растений на 0,7 – 2,0 %.

Таблица 4 – Густота стояния, полевая всхожесть и сохранность растений озимой пшеницы по вариантам подготовки чистого пара в среднем за 2022 – 2024 и 2023 – 2025 гг.

Способы подготовки чистого пара – фактор А		Перед уходом в зиму		Весеннее возобновление вегетации	
Основная обработка почвы	меры борьбы с сорняками	густота стояния, шт./м ²	полевая всхожесть, %	густота стояния, шт./м ²	сохранность растений, %
ПЛН – 9 – 35 на 28 – 30 см	А ₁ – агротехнические (к)	299	74,7	251	83,9
	А ₂ – комплексные	305	76,2	262	85,9
ПЧН – 4,5 на 33-35 см	А ₃ – агротехнические	285	71,2	239	83,9
	А ₄ – комплексные	293	73,2	248	84,6
F _ф		5,55		4,61	
НСР ₀₅		12		F _ф < F _т	

За три года по разным климатическим условиям влажность почвы в посевах озимой пшеницы по чистым парам отличались по годам, но не имела существенных отличий по вариантам подготовки чистого пара после освоения залежи.

Комплексный уход за чистым паром уменьшал количество многолетних сорных растений в 2,4 раза на вспашке и в 1,7 раза на безотвальной глубоком рыхлении. Количество засорителей (костер безостый, житняк) изменялось от 0,9 шт./м² на варианте А₂ до 3,3 шт./м² на А₃. Суммарная численность сорных растений и засорителей преобладала на безотвальной обработке с агротехническими мерами борьбы – 41,5 шт./м², что превышало контрольные значения в 1,9 раза. Применение гербицида на безотвальной обработке снижало засоренность посевов озимой пшеницы до 28,7 шт./м², что превышало контроль всего на 31 % (в 1,3 раза), но данные различия находились в пределах ошибки опыта (НСР₀₅ = 10,6 шт./м²). Обработка гербицидом вспаханных участков, при уходе за чистым паром, уменьшила засоренность до 15 шт./м², но данные различия с контролем были не существенные. Гербицидная обработка значимо снижала засоренность варианта А₄ (на 12,8 шт./м²) относительно варианта А₃.

За три года учета урожайности зерна озимой пшеницы можно отметить, что по способам подготовки чистого пара (фактор А) максимальная урожайность получена по отвальной обработке почвы с комплексным уходом за чистым паром (А₂) – 2,78 т/га, что достоверно (НСР₀₅ для фактора А = 0,07 т/га) превышало другие варианты на 0,12 – 0,28 т/га (таблица 5).

Сравнимые результаты с контрольным вариантом (2,64 т/га) получены по безотвальной обработке при сочетании агротехнических и химических мер борьбы с сорными растениями – 2,66 т/га.

Таблица 5 - Урожайность зерна озимой пшеницы по вариантам опыта и в среднем по факторам за три года (2023 - 2025), т/га

Фактор В	Способы подготовки чистого пара – фактор А				Средние значения по фактору В
	ПЛН - 9 - 35 на 28 - 30 см		ПЧН - 4,5 на 33-35 см		
	А ₁ - агротехнические меры борьбы (к)	А ₂ - комплексные меры борьбы	А ₃ - агротехнические меры борьбы	А ₄ - комплексные меры борьбы	
В ₁ - контроль	2,45	2,56	2,36	2,51	2,47
В ₂ – Экстра-сол	2,70	2,83	2,52	2,71	2,69
В ₃ - Новосил	2,78	2,95	2,61	2,77	2,78
Сред. знач. по фактору А	2,64	2,78	2,50	2,66	
F _т		1,83			
F _ф для част. сред.		15,66			
F _ф для фактора А		21,13			
F _ф для фактора В		52,63			
F _ф для АВ		0,61			
НСР ₀₅ для част. сред.		0,121			
НСР ₀₅ для фактора А		0,070			
НСР ₀₅ для фактора В		0,061			
НСР ₀₅ для АВ		F _ф < F _т			

Некорневая обработка озимой пшеницы микробиологическим удобрением увеличивала урожайность до 2,69 т/га, т.е. на 0,22 т/га или 8,9 %.

Наиболее эффективным технологическим приемом было применение регулятора роста на основе тритерпеновой кислоты, где урожайность достигала наибольшего значения – 2,78 т/га, с прибавкой 0,33 т/га, 13,4 %.

Способы подготовки чистого пара (фактор А) не оказывали значимого влияния на содержание в зерне сырой клейковины и белка. Обработка посевов озимой пшеницы микробиологическим удобрением повышала массовую долю сырой клейковины на 1,7 %, белка – 0,76%.

Применение регулятора роста на основе тритерпеновой кислоты увеличивало достоверно содержание клейковины на 1,4 %, белка 1,04 % (таблица 6).

Коэффициент водопотребления озимой пшеницы отличался по вариантам опыта и составил минимальные показатели в среднем по фактору А – 822 м³/т на отвальной обработке с комплексными мерами борьбы в чистом пару, это меньше контроля на 33 м³/т или на 3,9 %. На безотвальной обработке с агротехническими мерами борьбы КВ возрастал до 886 м³/т, т.е. всего на 3,6%. Применение гербицида в чистом пару по безотвальной обработке способствовало уменьшению КВ относительно варианта А₃ на 5,3 %, а относительно контроля на 1,9 %, что связано с уменьшением количества сорных растений в посевах озимой пшеницы.

Таблица 6 – Содержание сырой клейковины (к) и белка (б) в зерне озимой пшеницы сорта Золушка по вариантам опыта (2023 – 2025 гг.), %

Фактор В	Способы подготовки чистого пара – фактор А								Среднее по фактору В	
	ПЛН - 9 – 35 на 28 - 30 см				ПЧН – 4,5 на 33-35 см					
	А ₁ (контр.)		А ₂		А ₃		А ₄			
	к	б	к	б	к	б	к	б	к	б
В ₁ (к)	18,4	10,58	18,4	10,70	18,3	10,94	18,4	11,00	18,4	10,80
В ₂	20,3	11,28	20,2	11,31	20,0	11,82	20,1	11,84	20,1	11,56
В ₃	19,8	12,09	20,0	12,29	19,6	11,49	19,7	11,50	19,8	11,84
Сред. по А	19,5	11,32	19,5	11,43	19,3	11,42	19,4	11,45		
					клейковина			белок		
F _ф для част. сред.					16,404			15,085		
F _ф для фактора А					0,698			0,475		
F _ф для фактора В					88,741			59,533		
F _ф для АВ					0,145			7,573		
НСР ₀₅ для част. сред.					0,556			0,388		
НСР ₀₅ для фактора А					F _ф < F _т			F _ф < F _т		
НСР ₀₅ для фактора В					0,278			0,194		
НСР ₀₅ для АВ					F _ф < F _т			0,388		

Показатели КВ по фактору В имеют тенденцию снижения от контроля (909 м³/т) к делянкам с применением микробиологического удобрения (835 м³/т) и на вариантах использования регулятора роста (809 м³/т).

В пятой главе «Экономическая эффективность возделывания озимой мягкой пшеницы при освоении залежи» дан анализ экономической эффективности применения различных способов подготовки чистого пара и микробиологического удобрения, регулятора роста при возделывании озимой пшеницы в Нижнем Поволжье.

Анализ полученных экономических расчетов показывает некоторое преимущество безотвальной обработки с комплексным уходом за чистым паром относительно контроля в получении большего чистого дохода (+1,02 тыс. рублей с 1 га) и рентабельности (+7,9 %). Минимальные показатели экономической эффективности фиксировались на безотвальной и отвальной обработках залежи с агротехническим уходом за чистым паром, где чистый доход соответственно составил 13,02 и 13,20 тыс. руб./га, а рентабельность 85,1% и 81,5 %. Наименьшее значение уровня рентабельности (94,5 %) по фактору В было получено на безотвальной обработке с шестью культивациями чистого пара и обработкой посевов озимой пшеницы микробиологическим удобрением. Максимальная рентабельность по фактору В фиксировалась от применения регулятора роста 100,8 – 105,8 %.

Заключение

Отвальная основная обработка залежной почвы увеличивает долю микроструктуры ($<0,25$ мм) на 3,9 - 8,8 % и снижает процент агрономически-ценной структуры размером 1-5 мм на 4,4 – 9,7 %, уменьшает коэффициент структурности в 1,3 -1,7 раза, а безотвальная обработка повышает процентную составляющую макроструктуры (>10 мм) на 5,7 %, снижает процент агрегатов (1-5 мм) на 5,4 – 7,9 % и уменьшает коэффициент структурности в 1,5 - 1,7 раза относительно залежи.

Комплексное содержание чистого пара уменьшает распыление почвы ($<0,25$ мм) на 1,6 – 4,9 %, а агрегатов (1-5 мм) на 2,5 - 5,3 %. Обработка залежи без оборота пласта повышает количество ветроустойчивых агрегатов на 8,2 %. Применение гербицида в чистом пару взамен трех культиваций приводит к росту почвозащитных агрегатов на 6,1 – 11,0 %.

Безотвальная обработка почвы при освоении залежи приводит к увеличению плотности тридцатисантиметрового слоя почвы весной (после боронования зяби) на 0,05 – 0,06 г/см³ или на 5,0 - 5,5 %, осенью (в период посева озимой пшеницы) на 0,03 – 0,06 г/см³ или на 2,6 - 5,2 %. Повышение плотности почвы, от весны к осени, составило 7,5 - 8,3% по отвальной обработке и 5,3 – 7,0 % на безотвальной. Комплексное содержание чистого пара (агротехника + гербицид) не оказывали значимого влияния на плотность почвы по отвальной обработке и увеличивали её (существенно) на 0,03 г/см³, 2,5 % по безотвальной.

Рост влажности почвы в чистых парах на каждые 3 % способствует уменьшению плотности почвы (0-30 см) на 0,08 г/см³ (весной) и 0,03 г/см³ (осенью).

Поднятие залежи без оборота пласта почвы снижает ее водопроницаемость к началу ухода за чистым паром на 22 %, а в предпосевной период на 25 – 29 %, относительно отвальной обработки. От весны к осени после парования водопроницаемость почвы снижалась на 24 – 31%.

При значительном количестве осенне-зимних осадков по стройной системе щелей при обработке залежи чизельным плугом (на 33 - 35 см) накапливается больше влаги в нижних горизонтах почвы относительно классической вспашки. К моменту посева озимой пшеницы лучшие условия увлажнения почвы (1 м) в чистых парах складываются на вариантах с отвальной обработкой (в среднем за три года + 0,49 % или 7 мм). Агротехнические и химические меры борьбы с сорняками в чистых парах в среднем увеличивают влажность учетного слоя на 0,18 % (2,5 мм), но данные различия находятся в пределах ошибки опыта.

В условиях Нижнего Поволжья в чистых парах (1 м) после освоения залежи к посеву озимой пшеницы запасы влаги сохраняются на уровне 72 – 74 % от НВ и оцениваются как хорошие 128 – 142 мм (2022 г.), плохие и очень плохие 55 – 64 мм (2023 г.) и очень плохие 54 – 57 мм (2024 г.).

В северной части Волгоградской области на темно-каштановой почве суммарные потери влаги в чистых парах после освоения залежи составляют 1355 – 1495 м³/га. По безотвальной обработке потери влаги увеличиваются на

100 – 125 м³/га, или на 7 – 9 % и возрастает среднесуточный расход воды на 9%.

Подъем залежных земель с оборотом пласта увеличивает густоту стояния озимой пшеницы перед уходом в зиму на 4 – 5 %, при весеннем возобновлении вегетации на 5 %, комплексные меры борьбы с сорной растительностью соответственно на 2 – 3 % и на 4 %.

В чистых парах после освоения залежи формируются условия для получения всходов озимой пшеницы на уровне 71 – 87 % от 4 млн всхожих семян на гектар. Сохранность растений при весеннем отрастании составила 84 – 86 %.

Густота стояния озимой пшеницы перед уходом в зиму на 31,7 % определяется влажностью почвы (0–20 см) в чистых парах перед посевом, на 31,3 % суммой осадков за сентябрь – октябрь и 31,3 % температурой воздуха за сентябрь – октябрь.

Глубокая безотвальная обработка залежи значительно увеличивает засоренность озимой пшеницы в 1,9 раза относительно контроля. Комплексный уход за чистым паром уменьшает количество многолетних сорных растений в 2,4 раза, засорителей в 2,1 раза, малолетников в 1,2 раза (в среднем от общего количества в 1,5 раза) на вспашке и соответственно в 1,7; 1,9; 1,3 раза (в среднем - 1,4 раза) на безотвальном глубоком рыхлении. Существенные различия по общей засоренности зафиксированы по безотвальной обработке почвы между вариантом А₃ и А₄.

Безотвальная обработка залежи с агротехническим способом ухода за чистым паром снижает урожайность озимой пшеницы на 5,3 %. Применение комплексных мер борьбы с сорной растительностью в чистом пару по глубокой безотвальной обработке повышает урожайность до уровня контрольных значений (2,66 т/га). Формирование максимальной урожайности озимой пшеницы (сорт Золушка) обеспечивает отвальная обработка почвы с комплексным уходом за чистым паром – 2,78 т/га, с прибавкой – 5,3 %.

Хорошую эффективность показали микробиологическое удобрение (Экстрасол) и регулятор роста (Новосил) достоверная прибавка урожайности озимой мягкой пшеницы была равна в соответствии с агрохимикатами 0,22 т/га и 0,33 т/га или 8,9 % и 13,4 %.

По средним значениям фактора А (способы подготовки чистого пара) не отмечено существенных различий по содержанию в зерне сырой клейковины и белка.

Максимальную прибавку массовой доли белка обеспечивало применение регулятора роста – 1,04 %. Микробиологическое удобрение наиболее эффективно повышало содержание сырой клейковины – 1,7 %.

Безотвальная обработка залежи увеличивает коэффициент водопотребления всего на 3,6 %. Применение гербицида в чистых парах уменьшает КВ на 4 - 5 %. Применение агрохимикатов, и в частности, микробиологического удобрения на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч – 13, снижает данный показатель на 8 %, а регулятора роста на основе тритерпеновой кислоты на 11 %.

По фактору А (способы подготовки чистого пара при освоении залежи) максимальное значение уровня рентабельности в технологии возделывания озимой пшеницы получено по безотвальному рыхлению с комплексным уходом за чистым паром – 89,4 %. По фактору В (микробиологическое удобрение и регулятор роста) применение Экстрасола повышало уровень рентабельности на 9,4 – 15,8 %, а Новосила на 15,1 – 23,0 %.

Рекомендации производству

В Нижнем Поволжье с целью сохранения агрофизических факторов плодородия тёмно-каштановой почвы, более быстрого очищения от многолетней растительности и семян сорных растений освоенной залежи, получения урожайности на уровне вспашки, с высоким чистым доходом и максимальным уровнем рентабельности, необходимо рекомендовать глубокую безотвальную обработку залежной почвы на глубину 33-35 см с комплексным уходом за чистым паром (три культивации и применение гербицида Вольник, ВР (глифосат 540 г/л) – 4 л/га).

Для повышения устойчивости к неблагоприятным факторам после освоения залежи, увеличения урожайности и качества зерна озимой мягкой пшеницы, улучшения экономических показателей необходимо проводить некорневую обработку микробиологическим удобрением на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч – 13 (1 л/га) или регулятором роста растений на основе тритерпеновой кислоты (30 мл/га) в фазу кущения – начало выхода в трубку.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В перспективе проведение исследований в севообороте по изменению агрофизических и агрохимических факторов плодородия почвы и урожайности полевых культур на отвальной, минимальной и безотвальной обработке почвы после освоения залежи с использованием средств защиты растений. Математическое моделирование сохранения плодородия почвы на различных уровнях интенсификации обработки почвы после освоения залежи.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Солодовников А.П. Влияние способов подготовки чистого пара на агрофизические свойства, влажность почвы и урожайность озимой пшеницы в Нижнем Поволжье / А.П. Солодовников, **В.Н. Максимчук** // Аграрный научный журнал. - 2024. - №1. - С. 56-60. (0,6 п.л.; авт. - 0,3). К1.
2. Максимчук В.Н. Баланс почвенной влаги в чистом пару при освоении залежи под посев озимой пшеницы в Нижнем Поволжье / **В.Н. Максимчук**, А.П. Солодовников, В.Т. Новиков // Вестник Донского государственного аграрного университета. - 2024. - №3 (53). - С. 5 - 12. (0,6 п.л.; авт. - 0,2). К3.

3. Формирование густоты стояния, засоренности и урожайности озимой пшеницы по различным способам подготовки чистого пара и агрохимикатам в Поволжье / **В.Н. Максимчук**, А.П. Солодовников, Д.А. Уполовников, С.А. Преймак // Аграрный научный журнал. - 2025. - №9. - С. 46 - 50. (0,6 п.л.; авт. - 0,2). К1.

4. Сохранение агрофизических показателей темно-каштановой почвы по безотвальной обработке при освоении залежи под посев озимой пшеницы / А.П. Солодовников, **В.Н. Максимчук**, А.С. Линьков, Н.П. Молчанова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2025. - Т. 17. - №3. - С. 48-53. (0,6 п.л.; авт. - 0,2). К2.

В прочих изданиях:

5. Солодовников А.П. Технологические приемы повышения урожайности и качества озимой пшеницы при освоении залежи / А.П. Солодовников, **В.Н. Максимчук** // Биологизация земледелия – основа воспроизводства плодородия почвы и устойчивого развития сельского хозяйства: сб. мат. Междунар. науч. конф.; Ставропольский гос. аграрный ун-т. - Ставрополь, 2023. - С. 158 - 163. (0,4 п.л.; авт. - 0,2).

6. Солодовников А.П. Приемы подготовки чистого пара для снижения засоренности посевов озимой пшеницы / А.П. Солодовников, **В.Н. Максимчук** // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: мат. XIX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. С. А. Лапшина, Саранск, 15-16 ноября 2023 г. [Электронный ресурс]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2024. - С. 183-186 – (Лапшинские чтения). (0,4 п.л.; авт. - 0,2).

7. Максимчук В.Н. Климатические условия, основная обработка почвы и агрохимикаты, как факторы определяющие урожайность зерна озимой пшеницы / **В.Н. Максимчук**, А.П. Солодовников // Вавиловские чтения – 2024: сб. статей межд. науч.-практ. конф., посвящ. 137-ой годовщине со дня рождения акад. Н.И. Вавилова. [Электронное издание]. - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2024. - С. 182 - 185. (0,2 п.л.; авт. - 0,1).

8. Солодовников А.П. Эффективность чистого пара как предшественника озимой пшеницы в Поволжье / А.П. Солодовников, **В.Н. Максимчук** // Мат. VII Междунар. студ. науч. конф. «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (25 - 27 февраля 2025 года): Т. 5. - Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. - С. 165 - 166 (0,1 п.л.; авт. - 0,05).

9. Солодовников А.П. Применение гербицида и агрохимикатов, как факторов уменьшения коэффициента водопотребления и повышения урожайности озимой пшеницы / А.П. Солодовников, **В.Н. Максимчук**, Н.Н. Шеин // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: мат. XXI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. С. А. Лапшина, Саранск, 4-5 июня 2025 г. [Электронный ресурс]. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2025. - С. 312-316 – (Лапшинские чтения). (0,4 п.л.; авт. - 0,2).

