

На правах рукописи

ЧОНГЕРА АЛЕКСАНДР

**ОЦЕНКА РЕАКЦИИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ВНЕСЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ И СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ
ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ**

Специальность

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2025

Работа выполнена в агробиотехнологическом департаменте аграрно-технологического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Научный руководитель:

Пакина Елена Николаевна

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Официальные оппоненты:

Беленков Алексей Иванович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, консультант селекционного центра по кормовым культурам ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса»

Арефьев Александр Николаевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан агрономического факультета, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия» ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный аграрный университет "ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

Защита диссертации состоится «...» 2025г. в ... часов на заседании диссертационного совета ПДС 2021.004 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) по адресу: 117198, ул. Миклухо-Маклая, д. 8 корп.2. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке в УНИБЦ (Научной библиотеке) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) по адресу: 117198 ул. Миклухо-Маклая, д. 6, и на сайте: <https://www.rudn.ru/science/dissovet>.

Автореферат разослан «_____» _____ 2025 г

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат сельскохозяйственных наук

Бурлуцкий В.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В настоящее время озимая пшеница является самой распространенной культурой в мире, она выращивается на более чем 228 миллионах гектаров и составляет около 30 % посевов зерновых. Экономическое развитие России зависит от производства зерна, которое обеспечивает продовольственную безопасность государства и решает проблему обеспечения населения продуктами питания. Зерновые культуры ежегодно занимают более 50 % посевных площадей пашни в Российской Федерации. Это связано с тем, что на зерновые приходится примерно 1/3 стоимости всей валовой сельскохозяйственной продукции.

В России ежегодно производится 72 миллиона тонн пшеницы, на выращивание которой отводится 26,5 млн га. Озимая пшеница играет важную роль в сельском хозяйстве, на ее долю приходится около 70 % общего производства пшеницы и более 56 % общего объема производства зерновых. Валовый сбор составляет 50,1–70 млн т в год при средней урожайности 3–4 т/га.

Современная программа развития сельского хозяйства предусматривает внедрение инновационных технологий. Интенсивные технологии позволяют повысить урожайность зерновых на 30–50 % и довести ее до 6,0–6,5 т/га в центральных областях Нечерноземной зоны Российской Федерации. Научно обоснованное применение минеральных удобрений, особенно азотных, имеет решающее значение для развития интенсивных технологий, так как они обеспечивают наибольшую прибавку урожая зерна на каждый килограмм внесенного азота.

Выращиваемые сегодня сорта зерновых культур позволяют получать высокие ежегодные урожаи качественной продукции благодаря оптимизации уровня минерального питания на всех этапах вегетации и комплексной защите растений от болезней, вредителей и сорняков. Техноко-технологическое обеспечение возделывания озимой пшеницы имеет решающее значение для выбора оптимального сочетания агротехнических методов и средств химизации.

Для снижения остатков пестицидов и потерь питательных веществ в почве и растениях, а также с целью повышения окупаемости инвестиций в удобрения разработка ресурсосберегающих технологий имеет большое научное и экономическое значение.

В Центральном районе Нечерноземной зоны России получают высокие урожаи и отличное качество зерна, вполне приемлемые для производства с использованием современных сортов озимой пшеницы. По словам Г. И. Ваулиной и др., использование комплексной системы защиты растений в сочетании с оптимальными дозами минеральных удобрений и интенсивными технологиями значительно повысило урожайность озимой пшеницы, что привело к более высокой окупаемости азотных удобрений более чем в 1,5–2,0 раза, эффективному использованию питательных веществ культурными растениями, уменьшению количества сорняков в посевах в 6–14 раз, их массы в 6–9 раз и снижения заболеваемости растений на 60–80 %.

Чтобы повысить потенциал новых сортов и решить проблему нестабильности урожайности, необходимо провести исследование технологических элементов выращивания озимой пшеницы с учетом сортов и почвенно-климатических условий в Центральном районе Нечерноземья. Таким образом, оценка влияния сортов озимой пшеницы на внесение минеральных удобрений и средств защиты растений в различных технологиях возделывания на урожайность и качество зерна была жизненно важной. Результаты этой оценки должны быть использованы для производства сельскохозяйственных культур в Центральной части Нечерноземной зоны.

Степень разработанности темы исследований. А. А. Осипов исследовал влияние технологических элементов возделывания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в юго-западном Центральном регионе России. Он сделал значительный научный вклад в решение проблемы совершенствования технологии выращивания озимой пшеницы. В исследованиях В. В. Конончука, В. Д. Штырхунова, С. М. Тимошенко, С. В. Соболева и Т. О. Назаровой изучались

элементы технологии возделывания для повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы при различных погодных условиях в Центральном Нечерноземье.

В исследовании Ю. Я. Спиридонова, В. З. Веневцева, А. И. Улиной, М. Н. Захаровой, В. В. Смолова и О. А. Антошиной по инновационной технологии выращивания озимой пшеницы с применением интегрированной системы защиты в условиях Рязанской области рассмотрены факторы, влияющие на урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

Теоретические основы научных исследований были заложены учеными Б. И. Сандухадзе, Р. З. Мамедовым, В. В. Бугровой, Л. А. Марченковой, П. М. Политыко, О. В. Павловой, Р. Ф. Чавдарь, Е. В. Ченикаловой, Н. Г. Малюгой, Т. Г. Орловой, О. А. Шаповал, О. И. Акимовой и другими. В Центральном регионе Нечерноземной зоны О. М. Иванова, Е. А. Ростиков, Г. И. Ваулина, О. А. Костыленко, Р. А. Хакимов и другие провели исследования по изучению уровня минерального питания различных сортов озимой пшеницы.

В Центральной Нечерноземной зоне России исследования по оценке реакции сортов озимой пшеницы на внесение минеральных удобрений и защитных средств недостаточно продвинуты. Для повышения урожайности и качества зерна необходимо провести более обширные исследования. Это особенно важно в отношении возможностей роста новых сортов озимой пшеницы.

Цели и задачи исследования. Цель исследовательской работы состоит в том, чтобы изучить реакцию сортов озимой пшеницы на технологии возделывания разной степени интенсивности, применение удобрений и современных средств защиты растений и оценить экономическую эффективность сортовых технологий с применением систем удобрений и защиты растений.

Достижение этой цели включало, в том числе, решение следующих задач:

1. Изучить реакцию растений озимой пшеницы (в том числе нового сорта Московская 27) на изменения условий выращивания, связанные с воздействием изучаемых агротехнологий;
2. Выявить влияние изучаемых агротехнологий на фотосинтез и другие показатели;
3. Определить фитосанитарное состояние агроценозов при технологиях возделывания озимой пшеницы и установить возможность снижения пестицидной нагрузки за счет сокращения применения химических препаратов против болезней, вредителей и сорняков;
4. Уточнить влияние агротехнологий на рост и формирование зерна озимой пшеницы, накопление в нем основных элементов питания и их вынос при уборке;
5. Выяснить влияние различных уровней интенсификации на химический состав зерна;
6. Дать экономическую и энергетическую оценку производства зерна на основе технологий возделывания сортов озимой пшеницы с использованием ресурсосберегающих приемов.

Объект и предмет исследования. Исследовались следующие объекты: дерново-подзолистая почва, сорта озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Московская 27, Московская 40 и Немчиновская 85. В исследовании анализировался отклик данных сортов на технологические приемы, включающие использование минерального питания и защитных препаратов. Указанные агротехнологии подразделялись на базовый, интенсивный и высокоинтенсивный уровни.

Научная новизна. В настоящее время недостаточно проработаны вопросы и отсутствуют научно обоснованные рекомендации по отзывчивости новых сортов зерновых культур на вносимые удобрения, средства защиты и другие агрохимикаты. Автором в условиях Центральной Нечерноземной зоны на дерново-подзолистой суглинистой почве изучена реакция сортов озимой пшеницы селекции «ФИЦ «Немчиновка» на технологии возделывания (базовая, интенсивная и высокоинтенсивная). Сочетание минеральных удобрений и пестицидов на урожай озимой пшеницы сортов Немчиновская 85, Московская 27, Московская 40 обеспечивают высокую экономическую эффективность их выращивания. Установлено, что научно обоснованное

использование минеральных удобрений и средств защиты растений улучшает агрохимические и агрофизические показатели почвы, фитосанитарное состояние полей и растений и обеспечивает получение планируемой урожайности зерна высокого качества на уровне 5,39–10,22 т/га при содержании белка 14,1–19,4 %, клейковины 20,6–40,7 % в зависимости от применяемой технологии.

Теоретическая и практическая значимость исследования: при выращивании озимой пшеницы с соблюдением уровня интенсивности новых технологий установлен теоретически возможный уровень урожайности и качества зерна для условий Центральной Нечерноземной зоны России. Показано, как агротехнологии различной интенсивности влияют на фотосинтетическую активность, содержание основных питательных веществ и фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы. Содержание белка и сырой клейковины в зерне сортов озимой пшеницы Московская 27, Московская 40 и Немчиновская 85 изменилось в зависимости от условий выращивания. Представлены результаты научных исследований, по сравнительной оценке, методов возделывания озимой пшеницы с точки зрения экономической и энергетической выгоды.

Для технологии возделывания озимой пшеницы на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве использовались дозы удобрений $N_{180}P_{120}K_{180}$ ($N_{60}P_{120}K_{180}$ – основное внесение, N_{90} весной в период кушения, N_{30} в фазу начала кушения, N_{30} в колошение согласно диагностике растений и почвы). При использовании пестицидов урожайность зерна сорта Московская 27 составила 7,5–12,12 т/га, сорта Московская 40: 6,24–9,71 т/га и сорта Немчиновская 85: 6,43–11,28 т/га. Натура зерна на базовой технологии составила 805–818 г/л, 800–811 г/л на интенсивной технологии и 798–813 г/л на высокоинтенсивной технологии, а содержание сырой клейковины составило 27,2–34,7 %, 33,7–40,7 % и 31–36,2 % соответственно.

Результаты проведенных экспериментов дают основание рекомендовать использование высокоинтенсивных технологий в комплексных системах защиты озимой пшеницы от болезней, вредителей и сорняков с целью получения наибольшего урожая. Более высокое качество зерна и урожайность гарантированы интенсивными и высокоинтенсивными технологиями, использующими оптимальные дозировки минеральных удобрений и менее вредные для окружающей среды средства защиты растений. Данная работа имеет важное практическое значение для хозяйств Центральной Нечерноземной зоны России, возделывающих озимую пшеницу на продовольственные цели.

Диссертационные методы и методология. Работа основана на результатах экспериментальных исследований и научных разработок в области практического земледелия. Экспериментальные данные были получены в ходе полевых и лабораторных опытов, в которых использовались агрохимические методы анализа почвы и растительных проб, рекомендованных СІNAO. При обработке экспериментального материала использовались актуальные методические подходы полевого и лабораторного изучения, агрохимические методики, принципы программирования урожаев и математико-статистический анализ. Статистическая оценка опытных данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985). Обработка и интерпретация полученной информации выполнялась с применением программных средств Statistica 0.8, R Studio, Python и Microsoft Office Excel 2013. Схема эксперимента предусматривала изучение двух основных факторов: агротехнологии выращивания (с использованием минерального питания и фитосанитарных препаратов) и сортовых особенностей озимой пшеницы (Немчиновская 85, Московская 40 и Московская 27).

Степень достоверности результатов исследования подтверждается статистической и математической обработкой экспериментальных данных с использованием современных методов дисперсионного анализа, определением величины наименьшего значимого различия между

вариантами опыта и достоверностью влияния факторов, изученных в полевом эксперименте, на продуктивность агроценоза озимой пшеницы, публикациями основных результатов диссертации.

Положения, выносимые на защиту:

1. Потенциальный уровень урожайности зерна различных сортов озимой пшеницы теоретически возможен на дерново-подзолистых почвах. Формирование биологической урожайности зерна достигает 10–12 т/га в Центральной Нечернозёмной зоны России при оптимальном обеспечении природными и антропогенными факторами.

2. Влияние различных по интенсивности агротехнологий на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы и на комплекс защитных мероприятий, обеспечивающих их обилие и распространение на уровне экономического порога вредоносности.

3. Влияние различных агротехнологий на фотосинтетическую деятельность посевов озимой пшеницы и содержание питательных веществ в Центральной части Нечерноземной зоны России. Общий биологический урожай растений озимой пшеницы увеличивается в результате повышения интенсивности формирования листовой поверхности растений.

4. Урожайность зерна и адаптивный потенциал сортов озимой пшеницы отечественной селекции в условиях Центральной части России. Наибольший уровень стабильности и низкий коэффициент варибельности урожайности зерна в зависимости от изменяемых метеорологических условий выращивания показала сорт Московская 27.

5. Экономическая и энергетическая оценка различных технологий возделывания озимой пшеницы. Уровень рентабельности производства зерна озимой пшеницы в базовых, интенсивных и высокоинтенсивных агротехнологиях составил 26,93–49,45 %. Высокоинтенсивная агротехника была наиболее рентабельной. Базовая технология имела самый высокий коэффициент энергоэффективности с 1,1 до 1,8.

Апробация и внедрение результатов диссертационной работы. Основные результаты исследований были представлены на Международной научно-практической конференции «Инновационные процессы в сельском хозяйстве» (Москва, 21–22 апреля 2022 г.).

Личный вклад автора в диссертационное исследование. Более 90 % научно-исследовательской работы по теме диссертации было выполнено автором, который лично разработал программу, определил цель и задачи исследований, на высоком уровне провел лабораторные и полевые опыты, осуществил глубокий анализ полученных экспериментальных результатов, сформулировал обоснованные выводы и предложения производству.

Публикации по теме диссертационного исследования. По теме диссертации опубликовано шесть научных работ, из них три изданы в рецензируемых журналах из списка изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, одна – в журналах, индексируемых в международных цитатных базах Scopus/Web of Science.

Структура и объем диссертационной работы.

Диссертация состоит из 198 страниц компьютерного текста, включая введение, основную часть (4 главы), заключение, список литературы и приложения. Работа содержит 23 таблицы, 20 рисунков и 11 приложений. Из 216 литературных источников включены 26 иностранных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Состояние озимой пшеницы в зависимости от применения технологий, минеральных удобрений и средств защиты растений: обзор литературы

В первой главе рассмотрены экономические и энергетические преимущества возделывания озимой пшеницы, влияние условий выращивания и сортов на продуктивность культуры, роль агротехнологий в оптимизации содержания элементов питания в почве, значение

фитосанитарных мероприятий в повышении урожайности и качества зерна перспективных сортов озимой пшеницы.

2. Условия, материалы и методы исследования

Полевые и лабораторные исследования по теме диссертации проводились на опытных полях в ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» в 2020 по 2023 гг. согласно государственного задания 151 «Теория и принципы разработки и формирования технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур в целях создания высокопродуктивных агрофитоценозов и агроэкосистем» (№ 0608–2021–0014, № FZFE–2019–0014 и № FGGE–2022–0005).

Двухфакторный полевой опыт включал: фактор А – сорта озимой пшеницы (Московская 40 (St), Московская 27, Немчиновская 85) местной селекции, фактор В – технологии, различающиеся дозами и сроками применения удобрений, уровнем использования препаратов для защиты растений: базовая (1), интенсивная (2), высокоинтенсивная (3). Базовая технология: рассчитана на урожайность 3,0–3,5 т/га. Общая доза минеральных удобрений составляла $N_{90}P_{60}K_{90}$ ($N_{30}P_{60}K_{90}$ – основное внесение, N_{60} – весной в кущение). Баковая смесь гербицида, инсектицида и фунгицида (Линтур, ВДГ 180 г/га + Данадим Пауер, КЭ 1 л/га + Импакт Эксклюзив, КС 0,5 л/га) использовалась для защиты растений только осенью. Защита растений весной по прогнозу. Интенсивная технология: рассчитана на урожайность 5,0–5,5 т/га. Общая доза удобрений составляла $N_{120}P_{90}K_{120}$ ($N_{30}P_{90}K_{120}$ – основное внесение, N_{60} – весной во время кущения и N_{30} во время выхода в трубку). Для защиты растений осенью используется баковая смесь из гербицида, инсектицида и фунгицида Тандем, ВДГ 0,03 кг/га + Данадим Пауер, КЭ 1 л/га + Импакт Эксклюзив, КС 0,5 л/га. Весной использовали инсектицид Данадим Пауер, КЭ 1 л/га, фунгицид Альто Супер, КЭ 0,5 л/га и ретардант Сапресс, КЭ 0,3 л/га. При наличии мятликовых сорняков применяли баковую смесь из гербицида Фокстрот, ВЭ 1,0 л/га с Сапресс, КЭ 0,3 л/га + фунгицид Импакт Эксклюзив, КС 0,75 л/га + Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га (фаза GS 31–32). По прогнозу для защиты колоса использовали фунгицид Консул, КС 1,0 л/га и инсектицид Вантекс, КС 60 мл/га. Высокоинтенсивная технология: рассчитана на урожайность выше 7,0 т/га. Общая доза удобрений составляла $N_{180}P_{120}K_{180}$ ($N_{60}P_{120}K_{180}$ – основное внесение, N_{60} – весной при кущении, N_{30} при выходе в трубку и N_{30} в колошение). Осенью используют баковую смесь из фитосанитарных препаратов, включающую гербицид Атон, ВДГ 0,06 кг/га, инсектицид Пикус, КС 1 л/т, фунгицид Импакт Эксклюзив, КЭ 0,5 л/га и ретардант Сапресс, КЭ 0,3 л/га. Весной применяли гербицид Агроксон, ВР 0,5 л/га + инсектициды Данадим Пауэр, КЭ 0,6 л/га и Вантекс, КС 60 мл/га + фунгицид Альто Супер, КЭ 0,5 л/га. При массовом развитии вредителей и эпифитотийном развитии болезней использовали фунгицид Консул, КС 0,8 л/га в сочетании с инсектицидом Данадим Пауэр, КЭ 0,6 л/га и ретардантом Сапресс, КЭ 0,3 л/га (GS 31–32 фаза). Консул, СК 1,0 л/га и Вантекс, МКС 0,6 л/га применяются для защиты флагового листа.

Сорта озимой пшеницы высевали после однолетней злаково-бобовой смеси (вика + овес). После уборки предшественника почву дважды обрабатывали агрегатом «Катрос» на глубину 10–12 и 12–14 см. Затем вносили удобрения, выполняли предпосевную культивацию на глубину 6–8 см и производили посев сеялкой «Amazon US–605». Норма высева озимой пшеницы составляла 5 млн всхожих зерен на гектар. Для уборки озимой пшеницы использовался комбайн «Winterschtaiger». Общая площадь делянки составляла 80 м², учетной – 16 м². Варианты опыта размещались систематически в четырехкратной повторности.

Почвой опытного участка являлась дерново-подзолистая среднесуглинистая. Содержание в пахотном слое гумуса – 1,8–2,0 % – очень низкое, нитратного азота – 1,56–4,61 мг/кг почвы – очень низкое, подвижных фосфора и калия по Кирсанову, соответственно 175–316 – высокое и

очень высокое и 125–168,5 мг/кг почвы – повышенное. рН почвенного раствора равнялась 4,5–4,9 – кислая.

Для роста и развития озимой пшеницы агроклиматические условия Московской области, где проводились исследования, были благоприятными. Гидротермический коэффициент по годам составлял 1,52 в 2020–2021 году, 1,50 в 2021–2022 году и 1,82 в 2022–2023 году. По количеству осадков и температуре воздуха вегетационные периоды 2020–2023 гг. были близки к среднемуголетним, а в 2022 году выпало мало осадков в фазу весеннего кущения и выхода в трубку.

При проведении исследований применяли общепринятые методики, такие как ионометрический метод pH_{KCl} (ГОСТ 58594–2019), содержание подвижных фосфора и калия определяли по Кирсанову (ГОСТ 54650–2011), глазомерная оценка пораженности болезнями и поврежденностью вредителями, засоренность посевов согласно методике ВИЗР (1985), фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, элементы структуры урожая по методике государственного сортоиспытания (1989). Качество зерна оценивали по ГОСТ 54478–2011. Метод Л. А. Животкова, З. А. Морозова и Л. И. Секутаева (1994) использовали для оценки продуктивного потенциала сортов. По методике В. Г. Минеева (2001) рассчитывали нормы минеральных удобрений. Использовали также методы дисперсионного, корреляционно-регрессионного анализа, разработанные Б. А. Доспеховым (1985), а также программы AGROS версия 2.07 для обработки результатов исследования.

3. Результаты исследований

3.1 Водно–физические свойства почвы

Под посевами озимой пшеницы различных сортов плотность почвы была оптимальной (1,1–1,3 г/см³) в основные фазы развития и в зависимости от применяемых технологий (табл. 1).

Таблица 1. Плотность почвы под озимой пшеницей в слое 0–20 см, г/см³, 2021–2023 гг.

Сорт	Технология	Фаза развития								
		Кущение			Выход в трубку			Колошение		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Немчиновская 85	Базовая	1,14	1,10	1,17	1,17	1,19	1,16	1,18	1,28	1,29
	Интенсивная	1,13	1,09	1,15	1,18	1,24	1,13	1,16	1,27	1,28
	Высокоинтенсивная	1,15	1,12	1,14	1,17	1,17	1,14	1,17	1,28	1,27
Московская 27	Базовая	1,13	1,11	1,17	1,20	1,19	1,17	1,17	1,27	1,30
	Интенсивная	1,12	1,12	1,16	1,18	1,21	1,15	1,18	1,29	1,28
	Высокоинтенсивная	1,11	1,11	1,17	1,21	1,20	1,15	1,17	1,29	1,29
Московская 40 (St)	Базовая	1,13	1,09	1,18	1,18	1,21	1,17	1,19	1,28	1,28
	Интенсивная	1,13	1,12	1,18	1,19	1,19	1,16	1,17	1,27	1,29
	Высокоинтенсивная	1,12	1,11	1,16	1,21	1,19	1,15	1,19	1,28	1,29

Значения этого показателя фактически были идентичными и заметных различий между вариантами опыта мы не обнаружили. Плотность почвы в 2021 году в фазу кущения озимой пшеницы составляла 1,11–1,15 г/см³, в 2022 году – 1,09–1,12 г/см³ и в 2023 году – 1,14–1,18 г/см³, в фазу выхода в трубку, соответственно 1,17–1,21 г/см³, 1,17–1,24 г/см³ и 1,13–1,17 г/см³, а также в фазу колошения 1,16–1,19 г/см³, 1,27–1,29 г/см³ и 1,27–1,30 г/см³. Следует отметить, что почва постепенно уплотнялась по мере перехода от фазы кущения к фазе колошения озимой пшеницы.

Исследования показали, что во все фазы развития озимой пшеницы влажность почвы корнеобитаемого слоя находилась ниже оптимальных значений – 30–50 % (табл. 2).

Таблица 2. Влажность (%) почвы под озимой пшеницей в слое 0–20 см, 2021–2023 гг.

Сорт	Технология	Фаза развития								
		Кущение			Выход в трубку			Колошение		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Немчиновская 85	Базовая	20,4	18,9	16,5	15,0	15,8	17,6	14,3	10,9	13,8
	Интенсивная	19,8	18,0	16,3	14,5	15,5	18,2	13,2	10,6	14,0
	Высокоинтенсивная	23,1	18,2	16,8	14,9	15,4	18,9	13,3	10,7	13,7
Московская 27	Базовая	22,5	18,9	17,2	14,6	15,5	17,2	14,2	10,7	13,5
	Интенсивная	20,2	18,0	17,5	15,6	15,6	16,4	14,4	10,9	13,9
	Высокоинтенсивная	19,9	18,7	17,4	14,8	15,8	19,5	14,7	10,2	13,4
Московская 40 (St)	Базовая	20,4	18,2	16,9	15,4	15,6	18,4	13,2	10,4	14,2
	Интенсивная	21,3	18,8	16,4	15,9	15,7	18,5	14,4	10,8	13,7
	Высокоинтенсивная	21,6	18,4	17,3	14,9	15,5	19,0	14,4	10,9	13,3

В 2021 году влажность почвы в пахотном горизонте от 0 до 20 см в фазе кущения озимой пшеницы составляла 19,8–23,1 %, выхода в трубку – 14,5–15,9 % и колошения – 13,2–14,7 %. В 2022 году влажность почвы была ниже, чем в 2021 году и составляла в фазе кущения данной культуры 18,0–18,9 %, выхода в трубку – 15,4–15,8 % и колошения – 10,2–10,9 %. В 2023 году влажность почвы под озимой пшеницей достигла в фазу кущения 16,3–17,5 %, выхода в трубку – 16,4–19,5 %, колошения – 13,3–14,2 %. Причем влажность почвы снижалась от фазы кущения к фазе выхода в трубку и в фазе колошения имела самое низкое значение.

Запасы продуктивной влаги в пахотном слое (0–20 см) были достаточными для роста и развития растений, а также для формирования урожайности сортов озимой пшеницы по различным технологиям (табл. 3).

Таблица 3. Запас продуктивной влаги (мм) под сортами озимой пшеницы в слое почвы 0–20 см

Сорт	Технология	Фаза развития								
		Кущение			Выход в трубку			Колошение		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Немчиновская 85	Базовая	19,5	20,9	25,3	12,9	19,0	27,6	12,4	13,2	20,9
	Интенсивная	19,5	19,9	24,4	13,5	18,6	28,3	12,0	13,5	21,2
	Высокоинтенсивная	20,6	20,1	25,4	12,1	18,5	30,0	12,8	13,6	20,6
Московская 27	Базовая	20,4	20,9	27,0	12,2	18,6	27,0	12,0	13,4	20,3
	Интенсивная	18,4	19,9	27,5	12,9	18,7	24,6	12,8	13,6	21,1
	Высокоинтенсивная	18,3	20,7	27,3	13,9	18,9	31,8	13,8	12,8	19,9
Московская 40 (St)	Базовая	19,5	20,1	26,4	13,9	18,7	29,6	11,9	13,0	21,7
	Интенсивная	18,5	20,8	25,2	12,8	18,9	29,6	12,0	13,5	20,7
	Высокоинтенсивная	18,5	20,4	27,0	16,1	18,6	30,5	12,9	13,6	19,6

Исследования показали, что в течение каждого года запасы продуктивной влаги очень сильно колебались. Этот показатель также сильно варьировал в зависимости от фазы развития озимой пшеницы. В 2021 году запасы продуктивной влаги в пахотном слое (0–20 см) составляли 18,3–20,6 мм в фазу кущения, 12,1–16,1 мм в фазу выхода в трубку и 11,9–13,8 мм в фазу колошения. Причем запасы продуктивной влаги были достаточными для роста и развития растений, а также получения планируемой урожайности озимой пшеницы. В 2022 году в фазе кущения запасы продуктивной влаги в пахотном слое составляли 19,9–20,9 мм. Выпавшие осадки в фазе выхода в трубку не повлияли на развитие растений и запасы влаги в пахотном слое,

которые составили 18,5–19,0 мм. В фазе колошения показатели снизились до 12,8–13,6 мм, но влаги было достаточно для созревания зерна. В 2023 году в фазе кущения запасы продуктивной влаги в пахотном слое составляли 24,4–27,5 мм. Выпавшие осадки в фазе выхода в трубку также не повлияли на развитие растений и запасы влаги в пахотном слое, которые составили 24,6–30,5 мм. В фазу колошения запасы продуктивной влаги в слое 0–20 см составляли 19,6–21,7 мм, что было достаточно для созревания зерна. Запасы влаги не превышали критического уровня почвенной засухи в течение вегетационного периода.

3.2 Режим минерального питания

Содержание нитратного азота ($N-NO_3$) в пахотном слое почвы (0–20 см) в вегетационный период возделывания озимой пшеницы в большей степени зависело от применяемой технологии, чем от высеваемых сортов (табл. 4). В среднем за годы исследований в фазу кущения этот показатель варьировал от очень низкого значения 8,5 мг/кг по базовой технологии у стандартного сорта Московская 40 до среднего 18,2 мг/кг у Немчиновской 85 по высокоинтенсивной технологии. Внесение в почву различных доз азотных удобрений позволило поддерживать содержание нитратного азота в фазу выхода в трубку по базовой технологии на низком уровне – 11,1–12,1 мг/кг, по интенсивной – на среднем уровне – 17,1–18,4 мг/кг и по высокоинтенсивной – на высоком уровне – 20,2–20,8 мг/кг почвы. За счет большой вегетативной массы сортов озимой пшеницы в фазу колошения содержание нитратного азота в пахотном слое почвы снизилось до 6,1–9,2 мг/кг по технологиям, что соответствовало очень низкому уровню.

Таблица 4. Динамика содержания нитратного азота ($N-NO_3$) в пахотном слое почвы от 0 до 20 см в 2021–2023 гг., мг/кг абсолютно–сухой почвы

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
Немчиновская 85	Базовая	8,9	11,9	6,6
	Интенсивная	14,2	18,0	8,8
	Высокоинтенсивная	18,2	20,4	9,2
Московская 27	Базовая	9,3	12,1	6,9
	Интенсивная	14,8	17,1	8,8
	Высокоинтенсивная	17,8	20,2	8,4
Московская 40 (St)	Базовая	8,5	11,1	6,1
	Интенсивная	14,6	18,4	7,7
	Высокоинтенсивная	17,6	20,8	8,8
НСР ₀₅ частных различий		7,3	4,9	2,7
НСР ₀₅ по фактору А		2,3	3,1	4,6
НСР ₀₅ по фактору В		6,7	5,8	1,2

Содержание подвижного фосфора (P_2O_5) в пахотном слое почвы (0–20 см) в вегетационный период возделывания озимой пшеницы в большей степени зависело от доз вносимых фосфорных удобрений, т. е. технологий (табл. 5).

Таблица 5. Динамика содержания подвижного фосфора (P_2O_5) в пахотном слое почвы от 0 до 20 см в 2021–2023 гг., мг/кг абсолютно–сухой почвы

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
Немчиновская 85	Базовая	299	292	277
	Интенсивная	316	305	287
	Высокоинтенсивная	344	329	299

Московская 27	Базовая	272	248	231
	Интенсивная	291	253	236
	Высокоинтенсивная	319	315	238
Московская 40 (St)	Базовая	260	252	250
	Интенсивная	286	276	272
	Высокоинтенсивная	300	273	270
НСР ₀₅ частных различий		56	46	51
НСР ₀₅ по фактору А		25	17	22
НСР ₀₅ по фактору В		34	31	30

Исследования показали, что содержание подвижного фосфора в почве под всеми вариантами опыта находилось либо на высоком (151–250 мг/кг), либо на очень высоком уровне (более 250 мг/кг). В среднем за годы исследований в фазу кущения этот показатель был самым высоким при высокоинтенсивной технологии у сорта Немчиновская 85 – 344 мг/кг, самым низким – при выращивании стандартного сорта Московская 40 по базовой технологии. В фазу выхода в трубку содержание фосфора в почве снижалось из-за его потребления растениями озимой пшеницы и варьировало от 248 мг/кг при возделывании сорта Московская 27 по базовой технологии до 329 мг/кг при возделывании Немчиновской 85 по высокоинтенсивной технологии. В фазу колошения содержание в почве подвижного фосфора еще сильнее снижалось и составляло 231–299 мг/кг.

Содержание подвижного калия (K₂O) в пахотном слое почвы (0-20 см) в вегетационный период возделывания озимой пшеницы в большей степени зависело от технологий различного уровня интенсивности, а в связи с этим и доз внесенных калийных удобрений (табл. 6).

Таблица 6. Динамика содержания подвижного калия (K₂O) в пахотном слое почвы от 0 до 20 см в 2021–2023 гг., мг/кг абсолютно-сухой почвы

Сорт	Технология	Фаза развития		
		Кущение	Выход в трубку	Колошение
Немчиновская 85	Базовая	142	129	106
	Интенсивная	149	141	125
	Высокоинтенсивная	178	151	142
Московская 27	Базовая	135	110	97
	Интенсивная	147	136	124
	Высокоинтенсивная	160	157	145
Московская 40 (St)	Базовая	121	120	116
	Интенсивная	154	149	145
	Высокоинтенсивная	182	166	150
НСР ₀₅ частных различий		48	39	32
НСР ₀₅ по фактору А		6	11	7
НСР ₀₅ по фактору В		21	17	26

Исследования показали, что содержание подвижного калия в почве под всеми вариантами опыта было различным и изменялось от среднего значения (81–120 мг/кг) до повышенного (121–170 мг/кг) и высокого (171–250 мг/кг). Также наблюдалось снижение этого элемента в почве от фазы кущения до выхода в трубку и колошения. В среднем за годы исследований в фазу кущения содержание в почве подвижного калия обеспечивалось самое высокое у сортов Немчиновская 85 и Московская 40 (St) при высокоинтенсивной технологии – 178–182 мг/кг, самое низкое – при

выращивании стандартного сорта Московская 40 по базовой технологии. В фазу выхода в трубку содержание калия в почве изменялось от 110 мг/кг при возделывании сорта Московская 27 по базовой технологии до 166 мг/кг при возделывании стандарта Московская 40 по высокоинтенсивной технологии. В фазе колошения содержание подвижного калия в почве снижалось еще сильнее и составляло 97–150 мг/кг.

3.3 Фотосинтетическая деятельность растений

Фотосинтетическая деятельность растений озимой пшеницы значительно различалась в зависимости от сорта и технологии за период вегетации культуры (табл. 7).

В среднем за три года фотосинтетическая деятельность растений озимой пшеницы при различных технологиях колебалась от 3302 до 6696 тыс. г/м² в сутки в межфазный период «кущение–выход в трубку». В межфазный период «выход в трубку–колошение» этот показатель достигал максимума 4550–8273 тыс. г/м² в сутки. А вот в межфазный период «колошение–молочная спелость» фотосинтетическая деятельность достигала минимума 3609–6409 тыс. г/м² в сутки. За межфазный период «кущение–молочная спелость» данный показатель равнялся 4143–6924 тыс. г/м² в сутки. Показатели фотосинтетической деятельности озимой пшеницы зависели от фазы роста и развития растений, а также от технологии, изучаемой в эксперименте. Растения озимой пшеницы обеспечивали минимальную фотосинтетическую деятельность в вариантах с базовой технологией выращивания у сорта Немчиновская 85 – 3302–6480 тыс. г/м², Московская 27 – 3707–6831 тыс. г/м² и Московская 40 (St) – 3609–6918 тыс. г/м².

Таблица 7. Фотосинтетическая деятельность сортов озимой пшеницы при различных технологиях возделывания (тыс. г/м² сутки, среднее за 2021–2023 гг.)

Сорт		Немчиновская 85				Московская 27			Московская 40		
Технология		Год	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Межфазный период	Кущение– выход в трубку	2021	3724	5748	6696	3707	4362	6348	4426	5234	5740
		2022	3702	4460	5433	4477	6093	6330	4406	5475	6251
		2023	3302	4360	5233	4277	6193	6230	4306	5375	6251
	Выход в трубку– колошение	2021	6480	7619	7824	6831	7635	7924	6918	7761	8273
		2022	6057	6859	7400	5702	6904	7693	4950	5747	6973
		2023	6293	6705	7702	5100	6659	7057	4550	5447	6673
	Колошение –молочная спелость	2021	4413	5208	6095	4468	4928	5789	3937	4831	5409
		2022	4498	5224	6003	4594	5798	5924	3939	4801	5490
		2023	4537	5631	6409	4490	5339	5624	3609	4903	5524
	Кущение– молочная спелость	2021	4833	6445	6810	5092	5650	6641	5197	5987	6457
		2022	4733	5545	6310	4992	6250	6641	4497	5387	6257
		2023	4495	5787	6376	4956	6541	6924	4143	5541	6457

При высокоинтенсивной технологии обеспечивался наибольший показатель фотосинтетической деятельности: у сорта Немчиновская 85 – 5233–7824 тыс. г/м², Московская 27 – 5624–7924 тыс. г/м² и Московская 40 (St) – 5409–8273 тыс. г/м².

3.4 Площадь листьев

Площадь листьев озимой пшеницы менялась по фазам вегетации в зависимости от погодных условий, технологий возделывания, в т. ч. доз удобрений (рис. 1).

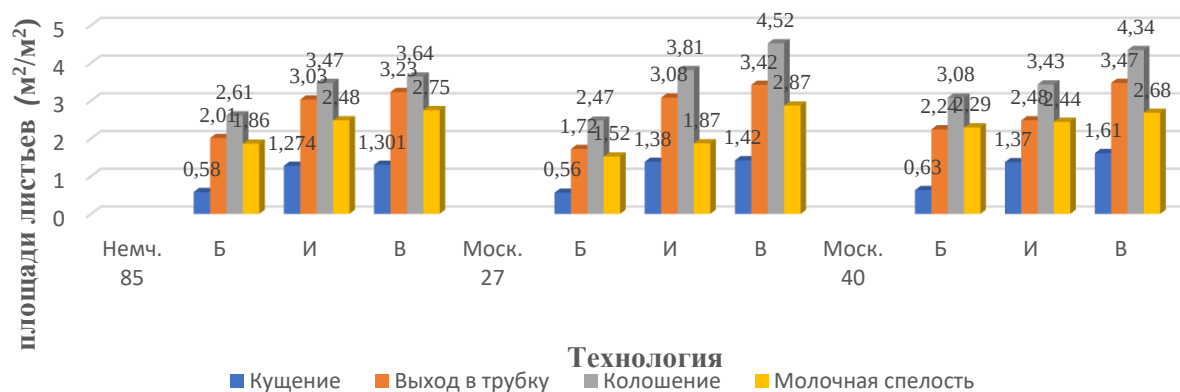


Рисунок 1. Динамика площади листьев озимой пшеницы в сочетании с технологиями возделывания и удобрениями, м²/м² (среднее за 2021–2023 гг.)

При выращивании по базовой технологии с началом возобновления весенней вегетации в фазе кущения листовая поверхность озимой пшеницы снижалась до 0,56 м²/м² у сорта Московская 27. При использовании высокоинтенсивной технологии максимальная площадь листовой поверхности одного растения в фазе колошения составляла 4,52 м²/м² у сорта Московская 27, 4,34 м²/м² у сорта Московская 40 и 3,64 м²/м² у сорта Немчиновская 85, соответственно. Поскольку растения нижних листьев усыхают в фазу молочной спелости, ассимилирующая поверхность сильно сокращалась, и по разным сортам снижалась в 2–3 раза. Применение интенсивной и высокоинтенсивной технологии, соответственно, обеспечивало заметное увеличение листовой площади с 3,81 до 4,52 м²/м². Площадь листьев увеличивалась по мере прохождения фенологических фаз, достигая максимума в колошение. Поскольку эта фаза связана со старением растений и отмиранием листьев, площадь листьев стала постепенно уменьшаться после ее прохождения.

3.5 Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза

В среднем за три года исследований фотосинтетический потенциал озимой пшеницы изменялся в соответствии с динамикой формирования листовой поверхности (табл. 8).

Таблица 8. Фотосинтетический потенциал и чистая фотосинтетическая продуктивность озимой пшеницы по сортам и технологиям возделывания (2021–2023 гг.)

Сорт	Технология	ФП, млн. м ² /га дней			ЧПФ, г/м ² сутки		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Немчиновская 85	Базовая	2,7	3,2	2,8	3,9	3,7	3,4
	Интенсивная	6,5	5,5	5,1	4,2	4,3	5,9
	Высокоинтенсивная	7,5	6,7	7,2	4,4	5,7	7,4
Московская 27	Базовая	2,9	3,4	2,7	3,3	3,7	3,1
	Интенсивная	3,9	3,7	3,6	4,9	6,3	4,9
	Высокоинтенсивная	4,5	4,2	4,3	5,5	6,6	6,2
Московская 40 (St)	Базовая	2,4	2,7	2,6	3,8	4,4	3,7
	Интенсивная	3,8	4,2	4,1	4,9	5,2	4,8
	Высокоинтенсивная	4,5	4,7	4,9	5,2	5,7	5,5

Исследования показали, что озимая пшеница, выращиваемая по высокоинтенсивной технологии, достигала оптимальных значений фотосинтетического потенциала 4,2–7,5 млн м²/га дней. При интенсивной и базовой технологиях она составляла 3,6–6,5 млн м²/га дней и 2,4–3,4 млн м²/га дней, соответственно. Увеличение площади листьев и относительно длительный срок их жизни обеспечивают повышенный фотосинтетический потенциал. Сорт Немчиновская 85 формировал более высокие значения фотосинтетического потенциала, чем другие сорта. Сорт Московская 40 имел небольшое преимущество в значениях ФП по сравнению с сортом Московская 27.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) колебалась в среднем от 3,1 до 7,4 г/м². Она зависела от фазы роста и развития различных сортов озимой пшеницы, а также от технологии. Данная культура накапливала максимальное количество сухого вещества на листовой поверхности при высокоинтенсивной технологии. Сорта Московская 27, Московская 40 и Немчиновская 85 имели значения 4,9–6,3; 5,2–5,7 и 4,4–7,4 г/м² в сутки, соответственно. Отмечено, что эти сорта имели увеличение чистой фотосинтетической продуктивности при переходе от базовой к высокоинтенсивной технологии.

3.6 Фитосанитарное состояние посевов и эффективность средств защиты растений

В 2021 году при обработке семян препаратом Пикус 1,0 л/т биологическая эффективность инсектицида для контроля цикадок, проволочника, шведской мухи и других вредителей составила от 74 до 96 % (рис. 2). При обработке растений препаратом Данадим Пауэр 0,6 л/га поврежденность растений проволочником снижалась на 98 %, цикадками на 84 %, шведской мухой на 78 %, другими вредителями на 99 %. При использовании препарата Вантекс 60 мл/га на фоне протравливания семян Пикус 1,0 л/т биологическая эффективность по указанным вредителям составляла от 82 до 99 %. Использование Пикуса в качестве протравителя семян и обработка озимой пшеницы в период вегетации инсектицидами Данадим Пауэр или Вантекс снизили поражение растений вредителями и помогли сохранить урожай.

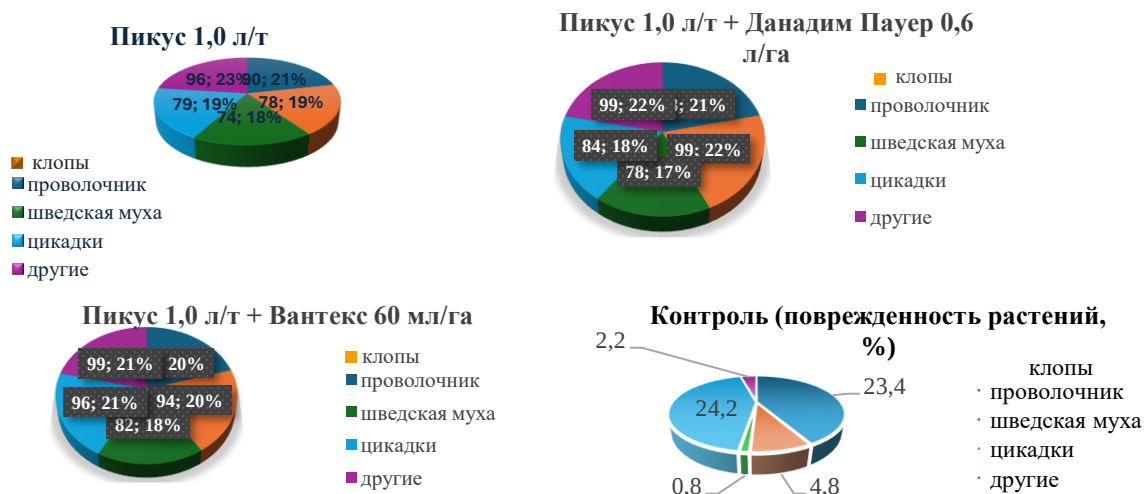


Рисунок 2. Биологическая эффективность инсектицидов на озимой пшенице, % (2021 г.)

При обработке семян препаратом Пикус 1,0 л/т поврежденность посевов озимой пшеницы цикадками, проволочником, хлебной полосатой блошкой и шведской мухой снизилось с 76 до 95 % (рис. 3).

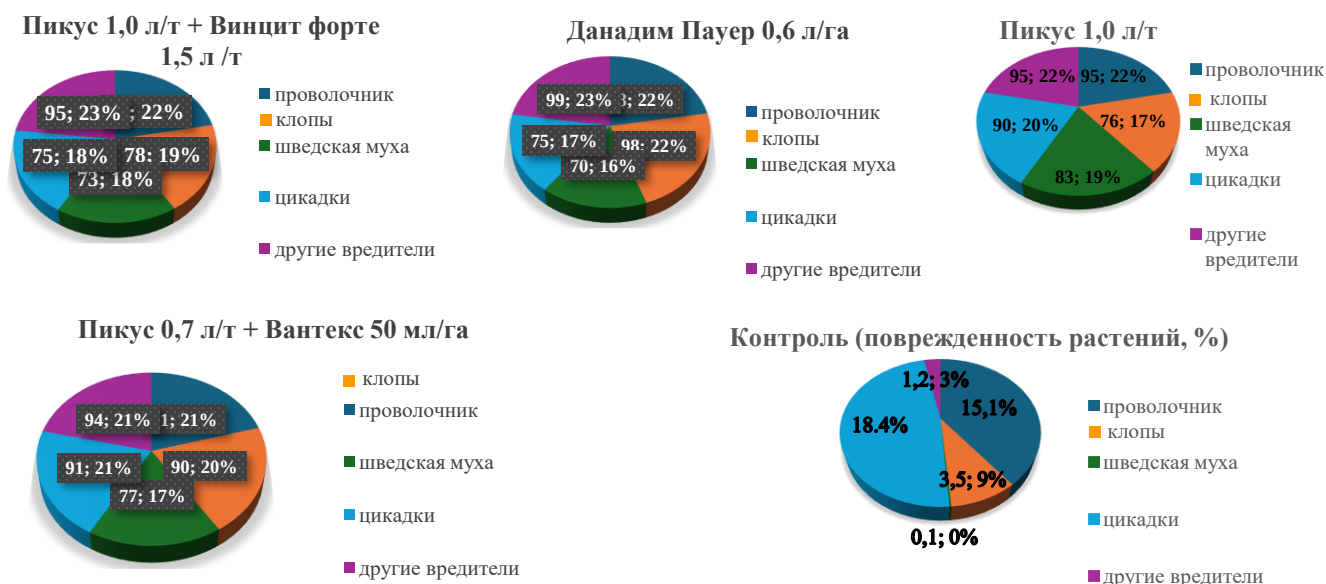


Рисунок 3. Биологическая эффективность инсектицидов на озимой пшенице, % (2022 г.)

В посевах этой культуры пораженность растений проволочниками уменьшилась на 90–98 %, цикадами на 75–91 %, шведской мухой на 73–83 %, другими вредителями на 94–99 %. В качестве средства для дезинфекции семян Пикус уменьшил повреждение растений вредителями и способствовал сохранению растений озимой пшеницы. В дозе 1,0 л/т препарат был наиболее эффективен.

При обработке семян препаратом Пикус 1,0 л/т поврежденность посевов озимой пшеницы цикадами, шведской мухой, проволочником и другими вредителями снизилось с 71 до 91 % (рис. 4).



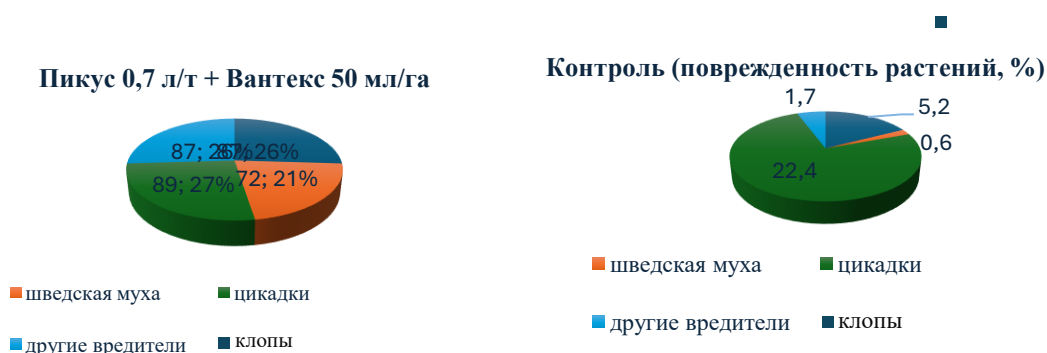


Рисунок 4. Биологическая эффективность инсектицидов на озимой пшенице, % (2023 г.)

При обработке вегетирующих растений препаратом Данадим Пауэр 0,6 л/га поврежденность растений цикадками снижалась на 72 %, шведской мухой на 67 % и другими вредителями на 97 %. Биологическая эффективность применения препарата Вантекс 50 мл/га на фоне протравливания семян Пикус 0,7 л/т составляла по вышеуказанным вредителям от 87 до 89 %.

В 2021 развитие весенней снежной плесени после снеготаяния составило 17,8 %. В более позднем периоде вегетации отмечена мучнистая роса около 17,3 %, бурая ржавчина – 10,8 %, септориоз – 7,5 %, фузариоз колоса – 1,5 % и корневые гнили – 6,2 % (рис. 5).

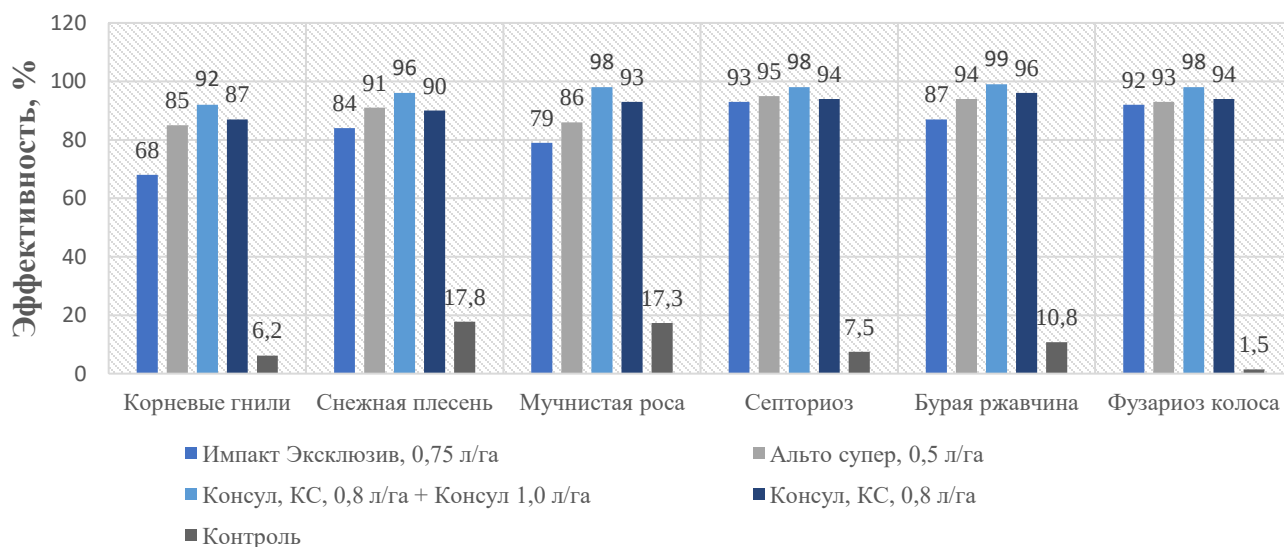


Рисунок 5. Биологическая эффективность фунгицидов на озимой пшенице, % (2021 г.)

Фунгициды нового поколения, такие как Импакт Эксклюзив, Альто Супер и Консул, эффективно подавляли развитие грибных заболеваний. Консул 0,8 л/га в фазе закладки и 1,0 л/га в фазе колошения были наиболее эффективными. Биологическая эффективность варьировала в зависимости от заболевания от 92 до 99 %. Эффективность препарата в дозе 0,75 л/га в большей степени способствовала снижению септориоза и развития фузариоза на 93–95 %. Хорошие показатели по биологической эффективности были получены и в варианте с применением фунгицида Альто Супер 0,5 л/га. Развитие заболеваний было снижено на 85–95 %.

В 2022 году поражение озимой пшеницы снежной плесенью достигло 12 %, мучнистой росой – 12 %, бурой ржавчиной – 5 %, септориозом – 4 % и корневыми гнилями – 6 % (рис. 6). Биологическая эффективность различалась в зависимости от заболевания и используемого фунгицида. Наиболее эффективным проявил себя препарат Консул 0,8 л/га в фазу выхода в

трубку и 1 л/га в фазу колошения. В зависимости от заболевания озимой пшеницы биологическая эффективность данного препарата составляла 90–99 %. При использовании фунгицидов Консул 0,8 л/га и Импакт Супер 0,75 л/га биологическая эффективность составила 88–95 % и 61–92 %, соответственно. Наилучшие результаты в условиях года отмечены при двукратном применении препарата Консул с нормами расхода 0,8 и 1,0 л/га.

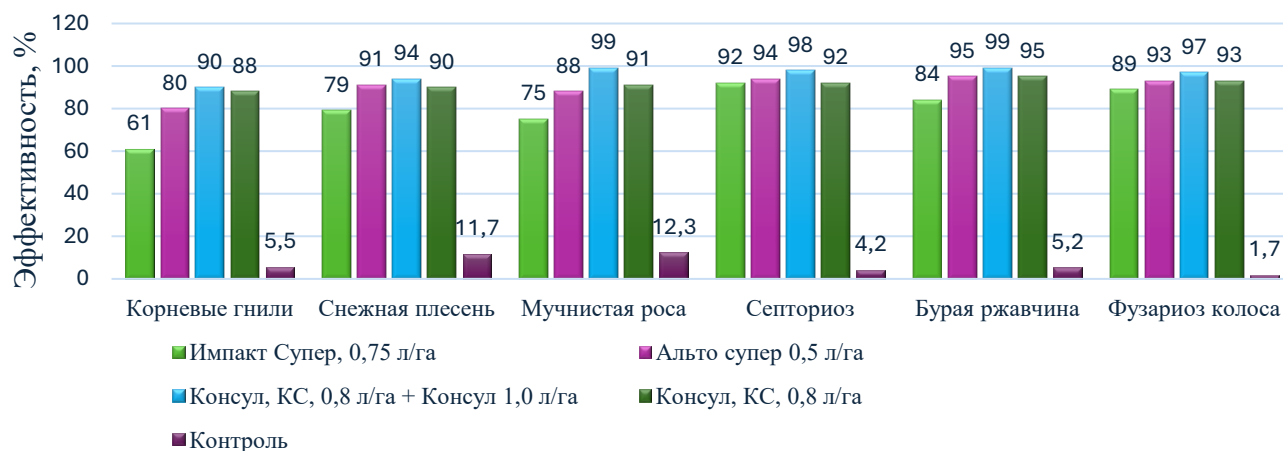


Рисунок 6. Биологическая эффективность фунгицидов на озимой пшенице, % (2022 г.)

В опыте 2023 г. развитие снежной плесени достигало 18,7 %, мучнистой росы 16,3 %, бурой ржавчины 11,9 %, септориоза 7,8 % и корневых гнилей 5,8 % (рис. 7).

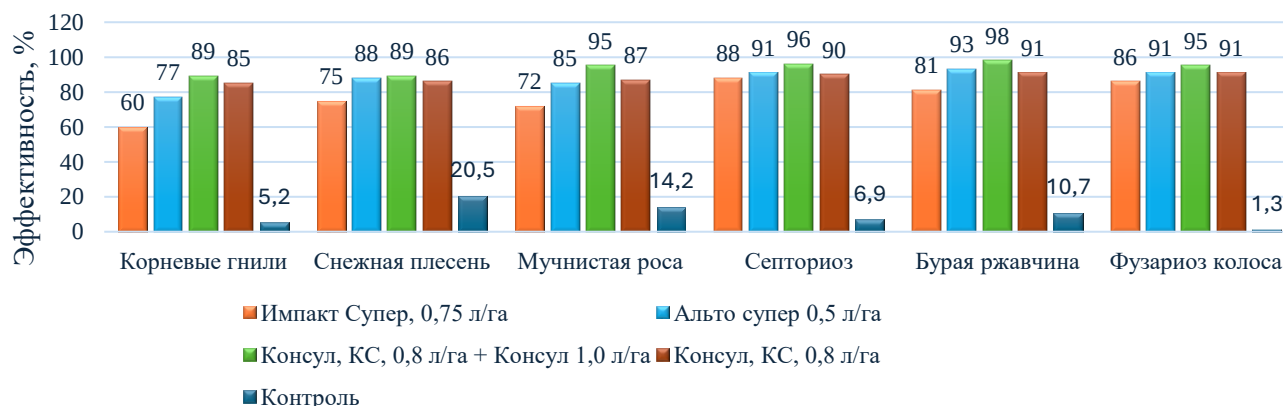


Рисунок 7. Биологическая эффективность фунгицидов на озимой пшенице, % (2023 г.)

Фунгициды нового поколения Импакт Супер, Альто Супер и Консул эффективно подавляли развитие грибных заболеваний. Консул 0,8 л/га в фазе выхода в трубку и 1,0 л/га в фазе колошения оказался наиболее эффективным. Биологическая эффективность изменялась по болезням от 89 до 98 %. Варианты применения фунгицида Консул 0,8 л/га и Импакт Супер 0,75 л/га показали высокие показатели биологической эффективности 85–91 % и 60–88 %, соответственно. Лучшие результаты в условиях года отмечены при двукратном применении препарата Консул с нормой расхода 0,8 и 1,0 л/га.

В экспериментах с использованием гербицидов биологическая эффективность составляла 92 % после обработки и 93 % перед уборкой в базовой технологии; 96 % после обработки и 98 % перед уборкой в интенсивной технологии (рис. 8). Однако в высокоинтенсивной технологии биологическая эффективность составляла 98 % после обработки и 98 % перед уборкой.

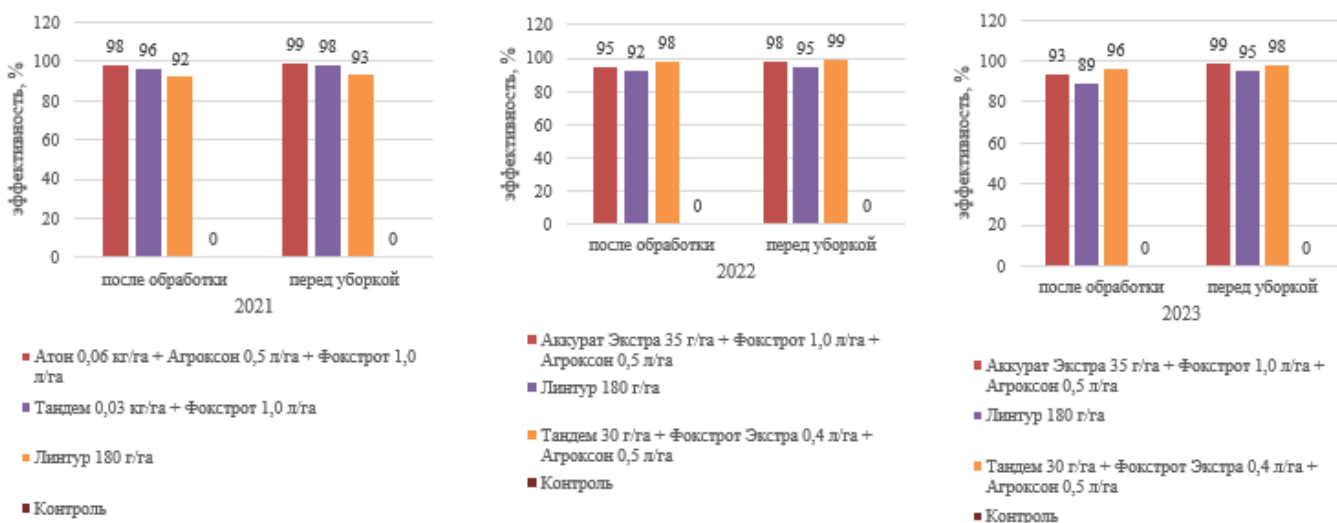


Рисунок 8. Биологическая эффективность гербицидов на озимой пшенице, % (2021–2023 гг.)

Проанализировав эффекты гербицидов, мы обнаружили, что озимая пшеница способствует усилению их действия на сорняки, которые обычно находятся на нижнем уровне, при условии, что растения пшеницы имеют подходящие условия роста и более благоприятное развитие. Происходит так называемый синергетический эффект, при котором действие гербицидов и борьба растений с сорняками усиливаются друг с другом. Вот почему с развитием технологий использование гербицидов возросло благодаря их высокой биологической эффективности против сорняков.

3.7 Структура урожая

Применение минеральных удобрений и обработка семян фитосанитарными препаратами увеличили биологическую урожайность и ее структуру у сортов озимой пшеницы (табл. 9).

Таблица 9. Структура урожая сортов озимой пшеницы по различным технологиям возделывания в среднем за 2021–2023 гг.

Сорт	Немчиновская 85			Московская 27			Московская 40 (St)		
	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Полевая всхожесть, %	84,7	86,7	92,0	85,0	87,0	90,7	86,3	91,7	94,3
Перезимовка, %	93,0	93,7	97,7	95,0	96,0	99,0	98,0	97,3	98,7
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	608	626	658	618	631	651	570	594	616
Коэффициент продуктивной кустистости	2,7	3,1	3,7	2,9	3,4	3,6	2,5	3,0	3,3
Количество зерен в колосе, шт.	26,4	28,1	30,8	27,7	30,5	33,4	27,0	28,3	31,0
Масса 1000 зерен, г	43,2	45,9	48,1	45,2	46,8	48,0	45,3	46,9	48,1
Биологическая урожайность, г/м ²	695,4	805,3	974,9	764,8	893,0	1038,5	675,1	790,2	916,7

Средняя биологическая урожайность сорта Немчиновская 85 составила 695,4 г/м² при базовой технологии, 805,3 г/м² при интенсивной технологии и 974,9 г/м² при высокоинтенсивной технологии. Сорт Московская 27 имел биологический урожай 764,8; 893,0 и 1038,5 г/м² соответственно. Средний биологический урожай сорта Московская 40 (St) составил 675,1 г/м² – при базовой, 790,2 г/м² – при интенсивной и 916,7 г/м² – при высокоинтенсивной технологии.

3.6 Урожайность

За три года исследований повышение уровня интенсификация возделывания и применение новых сортов привело к увеличению урожайности озимой пшеницы (табл. 10).

Таблица 10. Урожайность сортов озимой пшеницы по различным технологиям, т/га

Сорт (фактор А)	Технология (фактор В)	Годы исследований			Среднее	Прибавка к базовой технологии	
		2021	2022	2023		т/га	%
Немчиновская 85	Базовая	6,44	4,52	8,18	6,38	-	-
	Интенсивная	9,15	5,66	9,17	7,99	1,61	25
	Высокоинтенсивная	9,54	6,43	11,28	9,08	2,70	42
Московская 27	Базовая	7,21	5,91	8,61	7,24	-	-
	Интенсивная	9,96	6,55	9,93	8,81	1,57	22
	Высокоинтенсивная	10,83	7,15	12,12	10,03	2,79	32
Московская 40 (St)	Базовая	6,13	4,62	7,44	6,06	-	-
	Интенсивная	8,81	5,33	8,67	7,60	1,54	25
	Высокоинтенсивная	9,34	6,24	9,71	8,43	2,37	39
НСР ₀₅ частных различий		0,45	0,12	0,17	-		
НСР ₀₅ по фактору А		0,23	0,10	0,15			
НСР ₀₅ по фактору В		0,20	0,20	0,29			

Исследования показали, что в 2021 г. самая высокая урожайность обеспечивалась у сорта Московская 27 при высокоинтенсивной технологии – 10,83 т/га, прибавка к базовой технологии составляла 3,62 т/га. Урожайность сорта Немчиновская 85 увеличилась с 6,44 т/га при базовой технологии до 9,54 т/га – при высокоинтенсивной, а прибавки урожая составляли 2,71–3,1 т/га к базовой технологии. У сорта стандарта Московская 40 урожайность по базовой технологии составляла 6,13 т/га, по интенсивной – 8,81 т/га и высокоинтенсивной – 9,34 т/га. Урожайность у всех изучаемых сортов озимой пшеницы увеличивалась с повышением уровня интенсивности их возделывания. В 2022 и 2023 гг. в отношении урожайности сортов озимой пшеницы сохранялись такие же зависимости. В среднем за три года существует значительная разница (по фактору А) между изучаемыми сортами. Сорт Московская 27 формировал более 10 тонн зерна с гектара при высокоинтенсивной технологии. Это лучший результат. Сорт Немчиновская 85 по этой же технологии обеспечил урожайность 9,08 т/га, Московская 40 (St) – 8,43 т/га.

3.7 Качество зерна

Хлебопекарные качества муки из зерна пшеницы зависят от содержания клейковины. Содержание клейковины и белка тесно связаны, поскольку при увеличении содержания белка на 11–17 % содержание клейковины увеличивается на 16–32 %.

Исследований показали, что в 2021 году содержание белка в зерне озимой пшеницы менялось в зависимости от технологии и сортов: при высокоинтенсивной – этот показатель у Московской 27 составлял 16,6 %, Московской 40 – 18,3 %, Немчиновской 85 – 19,4 %, при интенсивной – 15,7; 17,9 и 18,7 %, при базовой – 15,3; 16,1 и 17,2 % соответственно. При применении базовой технологии содержание белка в зерне этих сортов уменьшалось на 0,4–2,2 % по сравнению с более интенсивными технологиями (табл. 11).

Таблица 11. Качество зерна озимой пшеницы при использовании различных сортов и технологий

Сорт	Технология	Натура зерна, г/л			Содержание белка, %			Содержание клейковины, %		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Немчиновская 85	Базовая	815	805	801	17,2	14,2	14,1	32,9	29,6	29,9
	Интенсивная	808	803	800	18,7	14,7	14,6	34,4	30,9	30,9
	Высокоинтенсивная	802	800	797	19,4	14,7	14,9	36,0	31,0	31,2
Московская 27	Базовая	818	816	812	15,3	15,1	15,0	29,8	25,8	25,6
	Интенсивная	811	813	805	15,7	15,3	15,2	31,4	26,5	26,3
	Высокоинтенсивная	804	804	802	16,6	15,5	15,2	34,7	27,2	27,4
Московская 40 (St)	Базовая	813	810	808	16,1	14,1	14,3	36,3	30,3	30,2
	Интенсивная	807	807	803	17,9	14,9	14,7	37,9	31,9	32,3
	Высокоинтенсивная	800	805	801	18,3	15,3	15,4	40,7	33,7	33,5

Содержание в зерне озимой пшеницы клейковины у сорта Московская 40 (St) при высокоинтенсивной технологии составляло 40,7 %, у Московская 27 – 34,7 % и у Немчиновская 85 – 36,0 %, при интенсивной – 37,9; 31,4 и 34,4 %, при базовой – 36,3; 29,8 и 32,9 % соответственно. В 2022 году содержание белка в зерне озимой пшеницы также менялось в зависимости от технологии и сортов: при высокоинтенсивной – этот показатель у Московской 27 составлял 15,5 %, Московской 40 (St) – 15,3 %, Немчиновской 85 – 14,7 %, при интенсивной – 15,3; 14,9 и 14,7 %, при базовой – 15,1; 14,1 и 14,2 % соответственно. Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы Московская 40 (St) при высокоинтенсивной технологии составляло 33,7 %, Московская 27 – 27,2 % и у Немчиновская 85 – 31,0 %, при интенсивной – 31,9; 26,5 и 30,9 %, при базовой – 30,3; 25,8 и 29,6 % соответственно. В 2023 году содержание белка в зерне озимой пшеницы также зависело от технологии и сортов: при высокоинтенсивной – этот показатель у Московской 40 (St) составлял 15,4 %, Московской 27 – 15,5 %, Немчиновской 85 – 14,9 %, при интенсивной – 14,7; 15,2 и 14,6 %, при базовой – 14,3; 15,0 и 14,1 % соответственно. Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы Московская 40 (St) при высокоинтенсивной технологии составляло 33,5 %, Московская 27 – 27,4 % и Немчиновская 85 – 31,2 %, при интенсивной – 32,3; 26,3 и 30,9 %, при базовой – 30,2; 25,6 и 29,9 % соответственно.

4. Экономическая и энергетическая эффективность

4.1. Экономическая эффективность

Оценка экономической эффективности технологий выращивания сортов озимой пшеницы показала, что использование интенсивных технологий приводит к дополнительным затратам, связанными с химической защитой от болезней, вредителей и сорняков, а также внесением более повышенных доз азотных удобрений (табл. 12).

Расчеты экономической эффективности показывают, что затраты на выращивание озимой пшеницы увеличиваются с ростом урожайности. Условный чистый доход на гектар составлял от 49378 до 72216 руб./га. Увеличение технологической интенсивности привело к увеличению окупаемости затрат по сортам озимой пшеницы. Самый высокий показатель был достигнут у сорта Московская 27 при возделывании по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям – 2,12 руб./руб.

Таблица 12. Экономическая эффективность возделывания сортов озимой пшеницы по различным технологиям (среднее 2021–2023 гг.)

Сорт	Немчиновская 85	Московская 27	Московская 40 (St)
------	-----------------	---------------	--------------------

Технология	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Урожайность, т/га	6,38	7,99	9,08	7,05	8,78	10,13	6,06	7,60	8,43
Стоимость урожая, руб./га	77427	96643	110107	86097	106407	122757	73797	91857	102207
Затраты на возделывание, руб./га	28048	34191	39276	28048	34191	39276	28048	34191	39276
Условный чистый доход, руб./га	49378	62452	70831	58048	72216	70698	45748	57666	62931
Окупаемость, руб./руб.	1,76	1,83	1,80	2,07	2,12	2,12	1,63	1,7	1,60
Уровень рентабельности, %	37,4	36,1	36,7	32,7	33,5	32,8	38,7	38,1	39,0

*Примечание: средняя цена реализации зерна – 12,00 руб./кг

Наивысший уровень рентабельности обеспечивался у стандарта Московская 40 при высокоинтенсивной технологии возделывания – 39,0 %. Ему уступали сорта Немчиновская 85 и Московская 27 по этой технологии, соответственно на 2,3 и 6,2 %.

4.2. Энергетическая эффективность

Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) стремится к единице с увеличением интенсификации технологии возделывания озимой пшеницы (табл. 13).

Таблица 13. Энергетическая эффективность возделывания сортов озимой пшеницы (среднее 2021–2023 гг.)

Сорт	Немчиновская 85			Московская 27			Московская 40 (St)		
Технология	Б	И	В	Б	И	В	Б	И	В
Урожайность, т/га	6,38	7,99	9,08	7,05	8,78	10,13	6,06	7,6	8,43
Выход энергии, ГДж/га	125,8	135,5	163,1	135,8	165,2	183,7	124,8	151,9	182,1
Затраты на возделывании, ГДж/ц	10,3	11,4	14,4	10,3	13,2	16,1	10,8	13,3	16,6
Коэффициент энергетической эффективности	1,6	1,4	1,2	1,5	1,3	1,1	1,7	1,3	1,2

При базовой технологии возделывания озимой пшеницы у всех сортов выход энергии составил 124,8–135,8 ГДж/га. У сортов Немчиновская 85, Московская 27 и Московская 40 (St) применение интенсивной технологии привело к увеличению выхода энергии на 9,7; 29,4; и 27,1 ГДж/га соответственно относительно базовой технологии. При высокоинтенсивной технологии увеличение выхода энергии достигло 37,3; 47,9; и 57,3 ГДж/га соответственно. Затраты на 1 центнер зерна у сорта Немчиновская 85 с ростом интенсивности возделывания увеличились с 10,3 до 14,4 ГДж/ц, Московская 27 – с 10,3 до 16,1 ГДж/ц, Московская 40 – с 10,8 до 16,6 ГДж/ц. КЭЭ снижается с увеличением интенсивности технологии. У сорта Немчиновская 85 он снижается от 1,6 до 1,2, Московская 27 – 1,5-1,1, Московская 40 – 1,7-1,2.

ВЫВОДЫ

1. При возделывании сортов озимой пшеницы Немчиновская 85, Московская 27 и Московская 40 на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Центрального Нечерноземья использование элементов технологии разного уровня интенсивности (базового, интенсивного и высокоинтенсивного) позволило получить высокие урожаи качественной продукции.

2. Сорта озимой пшеницы имели высокую полевую всхожесть и перезимовку растений во все годы исследований, соответственно: в 2020–2021 году – 88–93 % и 95–98 %; в 2021–2022 году – 85–90 % и 94–98 %; в 2022–2023 году – 83–88 % и 94–99 %. Только сорт Московская 40 в 2022–2023 году уступал по этим показателям Московской 27, соответственно на 25 и 28 %, Немчиновской 85 – на 30 и 33 %.

3. Плотность сложения почвы под посевами озимой пшеницы имела оптимальное значение в слое от 0 до 20 см. В фазе кущения она составляла 1,09–1,18 г/см³, выхода в трубку – 1,13–1,24 г/см³ и колошения – 1,16–1,30 г/см³.

4. В слое почвы 0–20 см влажность почвы под озимой пшеницей составляла 16,3–23,1 % в фазе кущения, 14,5–19,1 % в фазе выхода в трубку и 10,2–14,7 % в фазе колошения, что было близко к среднемноголетним значениям.

5. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см под озимой пшеницей во все фазы развития были близки к средним многолетним значениям и составляли 17,1–27,5 мм в фазе кущения, 12,1–30,7 мм в фазе выхода в трубку и 11,9–21,8 мм в фазе колошения.

6. Наибольшее содержание нитратного азота в пахотном слое почвы от 0 до 20 см обеспечивалось по высокоинтенсивной технологии в фазу выхода в трубку в 2021 году в посевах Немчиновской 85 – 28,4 мг/кг, Московской 27 – 27,2 мг/кг и Московской 40 – 29,1 мг/кг почвы, в 2023 году, соответственно 24,5; 24,7 и 23,4 мг/кг почвы. В 2022 году самое высокое содержание нитратного азота обеспечивалось при этой же технологии, но в фазу колошения у Немчиновской 85 – 11,5 мг/кг, у Московской 27 в фазу кущения – 9,3 мг/кг и у Московской 40 в фазу выхода в трубку – 10,0 мг/кг почвы.

7. Самое высокое содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы обеспечивалось по высокоинтенсивной технологии в фазу кущения в посевах Немчиновской 85 и Московской 40, соответственно – 403 и 339 мг/кг, Московской 27 в фазу выхода в трубку – 372 мг/кг почвы.

8. Наибольшее содержание подвижного калия в пахотном слое почвы от 0 до 20 см обеспечивалось по высокоинтенсивной технологии в фазу кущения в 2021 и 2022 годах в посевах Немчиновской 85 – 177 мг/кг, Московской 27 – 161 мг/кг и Московской 40 – 199 мг/кг почвы, в 2023 году, соответственно 197; 161 и 199 мг/кг почвы.

9. Самая высокая фотосинтетическая активность обеспечивалась при высокоинтенсивной агротехнологии в 2021 году в межфазный период кущение – выход в трубку растений озимой пшеницы у сорта Немчиновская 85 – 6696 тыс. г/м² сутки. В межфазный период выход в трубку – колошение наибольшая фотосинтетическая активность отмечалась также в 2021 году при высокоинтенсивной технологии у сорта Московская 40 – 8273 тыс. г/м² сутки. В период колошение – молочная спелость в этом же году при этой же технологии в посевах сорта Немчиновская 85 – 6095 тыс. г/м² сутки.

10. Наибольшая площадь листьев обеспечивалась в фазу колошения у растений озимой пшеницы сорта Московская 27 при высокоинтенсивной технологии – 4,52 м²/м², у Московской 40 – 4,34 м²/м² и Немчиновской 85 – 3,64 м²/м².

11. Самый высокий фотосинтетический потенциал наблюдался у растений озимой пшеницы Немчиновская 85 в 2021 году при возделывании по высокоинтенсивной технологии –

7,5 млн. м²га дней, а наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза у этого же сорта и такой же технологии, но в 2023 году – 7,4 г/м² сутки.

12. Накопление сухого вещества в растениях озимой пшеницы было максимальным при возделывании сорта Московская 40 по высокоинтенсивной технологии в межфазный период кущение – выход в трубку – 363 г/м², в межфазный период выход в трубку – колошение – 784 г/м² и в период колошение – молочная спелость – 651 г/м².

13. Биологическая эффективность от применения фунгицида Консул, КС в концентрации 1,0 л/га составила от 90 до 99 %, Консул, КС в концентрации 0,8 л/га составила от 87 до 96 %, Альто Супер, КЭ 0,5 л/га от 80 до 96 %, Импакт Эксклюзив, КС 0,75 л/га – 60–93 %. Биологическая эффективность от применения инсектицидного протравителя Пикус, КС 1,0 л/т в баковой смеси с инсектицидом Вантекс, МКС 60 мл/га составила 82–99 %; Пикус, КС 1,0 л/т + Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га от 78 до 99 %, Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га – от 70 до 99 %, Пикус, КС 1,0 л/т – от 74 до 96 %, Пикус, КС 0,7 л/т – от 77 до 94 %. Биологическая эффективность при комплексном применении препаратов (Пикус, КС 1,0 л/т + Винцит Форте, КС 1,5 л/т, Данадим Пауер, КЭ 0,6 л/га, Пикус, КС 1,0 л/т + Вантекс, МСК 50 мл/га) составила 22,19–38,05 %.

14. Внесение минеральных удобрений в дозах N₁₂₀₋₁₅₀, P₉₀₋₁₂₀ и K₁₂₀₋₁₈₀ кг/га улучшило агрохимические свойства почвы. Содержание в почве нитратного азота, подвижного фосфора и калия интенсивно увеличивалось. Хороший рост озимой пшеницы был достигнут благодаря эффективной защите растений от болезней, вредителей и сорняков, особенно при использовании интенсивных методов.

15. Фитосанитарное состояние посевов было удовлетворительным. Защитные мероприятия обеспечивали высокую биологическую эффективность их от вредителей, болезней и сорняков, достигая 80–99 %. Это отразилось на урожайности. За три года исследований препараты для защиты растений повысили эффективность применения азотных удобрений за счет снижения численности сорняков и заболеваемости растений. Протравливание семян препаратом Пикус, КС 1,0 л/т перед посевом и обработка посевов пестицидами значительно улучшили фитосанитарное состояние посевов. Сорняки и их биомасса сократились в 11–18 раз, септориоз снизился на 88–98 %, корневые гнили – на 60–89 %, снежная плесень – на 75–96 %, мучная роса – на 72–99 %, фузариоз колоса – на 86–98 % и бурая ржавчина – на 81–99 %.

16. Согласно анализу структуры урожая, сорта Московская 27 и Немчиновская 85 являются экологически устойчивыми. Они дали очень продуктивный стебель, хорошую крупность колоса и хорошую массу зерен в колосе, что обеспечило высокую урожайность при оптимальном минеральном питании и хорошем фитосанитарном состоянии посевов. Благодаря хорошим агрометеорологическим условиям сорта Московская 27 и Немчиновская 85 смогли достичь свой потенциал урожайности (8,56–10,22 т/га и 7,65–9,54 т/га, соответственно).

17. С увеличением интенсивности технологии возделывания количество продуктивных стеблей увеличилось с 487 до 790 шт./м² у сорта Немчиновская 85, с 530 до 778 шт./м² у Московской 27, с 432 до 773 шт./м² у Московской 40. Масса 1000 зерен повышалась по мере увеличения интенсивности технологии. По интенсивной и высокоинтенсивной технологиям масса 1000 зерен варьирует от 43,4 до 51,0 г и от 44,2 до 53,1 г у сорта Немчиновская 85, соответственно; от 43,1 до 53,6 г и от 43,9 до 55,8 г у Московской 27; от 42,6 до 51,4 г и от 43,5 до 52,9 г у Московской 40.

18. Анализ энергоэффективности технологий возделывания озимой пшеницы показал, что производство энергии увеличивается с увеличением урожайности. При переходе от базовой к высокоинтенсивной технологии энергозатраты на выращивание зерна возрастают с 1,7 до 6,7 ГДж/ц у сорта Немчиновская 85, с 2,9 до 9,2 ГДж/ц у сорта Московская 27, с 2,7 до 9,3 ГДж/ц у сорта Московская 40. Коэффициент энергоэффективности снижался с 1,7–1,6 (базовая) до 1,3–1,2

(высокоинтенсивная) у сорта Немчиновская 85, с 1,6–1,4 до 1,2–1,1 у сорта Московская 27, с 1,8–1,5 до 1,4–1,1 у сорта Московская 40.

19. Согласно проведенным расчетам экономической эффективности, с ростом урожайности условный чистый доход увеличивался. Наблюдалась обратная зависимость между урожайностью, затратами на выращивание и технологией, которая с увеличением интенсивности технологии в среднем снижается от 1,74 до 1,57 руб. на рубль затрат у сорта Немчиновская 85; от 1,96 до 1,81 рубля за рубль затрат у сорта Московская 27; с 1,63 до 1,41 рубля на рубль затрат у сорта Московская 40. Экономическая эффективность по всем технологиям возделывания и изучаемым сортам озимой пшеницы будет увеличиваться с ростом закупочных цен на зерно.

Список опубликованных работ по теме диссертации

Научные работы, опубликованные в научных журналах, индексируемых в БД Web of Science и(или) Scopus

1. **Congera Alexandre**, Barry Mamadou, Joseph Nyambose, Mikhail P. Basakin, Nazih Yacer Rebukh, Valentin V. Vvedensky. Effect of chemical plant protection products on yield and grain quality of winter wheat in the conditions of Central Non-Chernozem region of Russia // Agrarnaâ nauka. 2023. № 12. P. 95–101.

Научные работы, опубликованные в рецензируемых научных журналах, входящих в Перечень изданий, рекомендованных РУДН

2. **Congera Alexandre**, Barry Mamadou, Vvedensky V.V., Nazih Y.R. Influence of the application of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain in the non-chernozem soil of Central Russia: A Review // TAPAI. 2022. Vol. 51, № 1. P. 31–37.

3. **Congera Alexandre**, Barry Mamadou, Nyambose Joseph, Basakin M.P., Polityko P.M., Rebouh N.Y., Vedenski V.V. The Effect of Cultivation Technologies and Mineral Fertilizers Application on Production and Quality of Winter Wheat Varieties in the Non-Chernozem Zone of Russia // Theoretical & Applied Problems of Agro-Industry. 2023. Vol. 56. P. 22–29.

4. **Congera Alexandre**, Barry Mamadou, Allen Douanyo, Tegesov Dolgan Sergeevich, Kezimana Parfait, Vedenski V. V. Photosynthetic activity of winter wheat crops depending on the elements of cultivation technology in the Central Non-Chernozem Region // Theoretical & Applied Problems of Agro-Industry. 2023. Vol. 58 № 4, P. 26–34.

Научные работы, опубликованные в другие журналы

5. **Congera Alexandre**, Barry Mamadou, Joseph Nyambose, Polityko PM, Basakin MP, Nazih Y Rebouh and Vedenski VV. Effect of Phytosanitary Products on Yield and Grain Quality of Winter Wheat in the Conditions of Central Non-Chernozem Region of Russia. J Adv Agron Crop Sci. 2023. Vol. 2: P. 1–14

Научные работы, опубликованные в региональных изданиях, материалах симпозиумов и конференций

6. **Congera A.**, Barry Mamadou, Rebouh N.Y., Vvedensky V.V. Nitrogen Fertilizer Influence on Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Grain Yield and Grain Quality Production under Non-Chernozem Soils of Central Russia: A Review // Agrotechnology. Walsh Medical Media, 2022. Vol. 11, № 10. P. 1–5.

АННОТАЦИЯ

Чонгера Александр

Оценка реакции сортов озимой пшеницы на внесения минеральных удобрений и современных средств защиты в условиях Центрального Нечерноземья

Целью нашего исследования было оценить, как сорта озимой пшеницы реагируют на различную интенсивность возделывания – базовое, интенсивное и высокоинтенсивное. Регуляторы роста, пестициды и удобрения в различных соотношениях и концентрациях входят в число сельскохозяйственных технологий, включенных в проект. Целью эксперимента было установление идеальных условий выращивания озимой пшеницы. Были исследованы следующие три типа озимой пшеницы: Немчиновская 85, Московская 40 и Московская 27. Оцениваемые технологии возделывания использовались для определения качества зерна и урожайности. Результаты показали, что метод возделывания оказал влияние на количество и качество зерна пшеницы у всех исследованных сортов, поскольку метод высокоинтенсивного возделывания дал самую высокую урожайность у всех исследованных сортов, включая сорт Немчиновская 85 (9,54 т/га), сорт Московская 40 (9,9 т/га) и сорт Московская 27 (10,22 т/га). С другой стороны, урожайность была на 14,75–50,23 % ниже, исходя из базовой технологии. Исследованные технологии возделывания показали, что интенсивная технология возделывания улучшает качество озимой пшеницы. Сорта Немчиновская 85 и Московская 40 имели наибольшее содержание белка, 19,4 % и 18,3 % соответственно. Текущие результаты открывают реальные возможности для широкого использования агротехнологий, которые были опробованы в различных сельскохозяйственных регионах России.

ABSTRACT

CONGERA Alexandre

Evaluation of the response of winter wheat varieties to the application of mineral fertilizers and modern means of protection in the Central Non-Black Earth Zone of Russia

The goal of our study was to evaluate how winter wheat cultivars responded to three distinct intensities of cultivation: basic, intense, and highly intensive. The research covers cultivation technologies in various combinations and concentrations, including growth regulators, pesticides, and fertilizers. The purpose of the experiment was to establish ideal growing conditions for winter wheat. Three winter wheat varieties—Moskovskaya 40, Moskovskaya 27 and Nemchinovskaya 85—were investigated. Depending on the cultivation technologies that were examined, yield performance and grain quality were assessed. As the highest yields were obtained using high-intensity cultivation technology for all the studied varieties, Nemchinovskaya 85 variety – 9.54 t/h, Moskovskaya 40 variety – 9.9 t/h, and Moskovskaya 27 variety – 10.22 t/h, the results demonstrated that the cultivation technology affected the productivity and quality of wheat grain on all the studied varieties. On the other hand, the yield was 14.75 – 50.23% lower based on the basic technology. The cultivation technologies that were evaluated showed that the intense cultivation technique improved the wheat's quality. Nemchinovskaya 85 and Moskovskaya 40 types had the greatest protein contents, 19.4% and 18.3%, respectively. The current findings offer viable prospects for the extensive use of the farming technologies that have been tested throughout various Russian agricultural regions.