

Чернопятав Сергей Сергеевич

**ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ
ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ
ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ
ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ**

Специальность 4.1.3. – агрохимия, агропочвоведение, защита и
карантин растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном
образовательном учреждении высшего образования
«Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина»

Научный руководитель:	Виноградов Дмитрий Валериевич доктор биологических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Баматов Ибрагим Мусаевич , доктор биологических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель (ВНИИМЗ) — филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», директор Еськов Иван Дмитриевич , доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», кафедра защиты растений и плодовоовощеводство, заведующий кафедрой
Ведущая организация:	ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

Защита диссертации состоится « » июля 2025 г. в __ часов на заседании диссертационного совета ПДС 2021.002 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.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
к.с-х.н.

Е.В. Романова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В дополнении к традиционным озимым зерновым культурам для Нечерноземья, таким как пшеница и рожь, актуальной и важной задачей становится всё большее внедрение в производство озимой тритикале, как важного ресурса увеличения зернового сырья в регионе.

Начиная с середины прошлого века тритикале как сельскохозяйственная культура получила значительную исследовательскую поддержку, что сделало её коммерчески успешной во многих странах благодаря разнообразным преимуществам. Интенсивная селекция привела к очень быстрому генетическому улучшению качества семян тритикале. Данная культура более морозоустойчива, чем озимая пшеница, является менее требовательной к плодородию почвы, а также менее восприимчива к различным заболеваниям растений. Агрономические преимущества и улучшенные потребительские свойства зерна тритикале, достигнутые в результате исследований и разработок, делают её привлекательным вариантом для увеличения мирового производства продуктов питания, особенно в неблагоприятных и стрессовых условиях выращивания

На 2024 год в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, внесено около 100 сортов озимой тритикале. Современные сорта данной культуры характеризуются высокой продуктивностью от 8,5 до 12,0 т/га, которые имеют разную направленность использования.

Посевные площади в России занятые под тритикале составили в 2022 году 110 тыс. га, а в 2023 – около 100 тыс. га. В ЦФО произошло снижение с 36,9 тыс. га в 2022 г. до 32,1 тыс. га в 2023 г.

Вопрос повышения продуктивности озимой тритикале в Центральном Нечерноземье, за счет разработки и совершенствования элементов технологии с последующим внедрением в сельскохозяйственное производство, нацеленное на увеличение получения зерна культуры высокого качества, является, несомненно, актуальным, важным и перспективным направлением, что и определило выполнение настоящих исследований.

Степень разработанности темы. Изучением озимой тритикале и совершенствованием технологии данной культуры в России и мире большую роль посвятили ученые А.Н. Кочетов, 2009; И.А. Бобренко, 2012; Н.В. Кабзарь, 2015; В.И. Кочурко, 2016; Т.С. Вершинина, Т.А. Бабайцева, 2018; Т.А. Горянина, 2019; O.V. Gorelik, V.D. Gafner, 2020; J. Buczek, D. Migut, 2021; А.Б. Исмаилов, 2022; О.И. Горянин, 2024. Весомый вклад в изучение и повышение продуктивности культуры в Нечерноземной зоне России внесли З.И. Усанова, В.В. Осипов, 2010; О.Е. Рябчинская, О.В. Мельникова, 2014; В.С. Виноградова, 2020; С.Н. Леонов, 2022; С.И. Воронов, В.Е. Ториков, 2024.

Вопросам изучения пестицидов и агрохимикатов на озимых зерновых культурах, в том числе тритикале, занимались Y. Hurda, 2005; А.М. Жуков, В.И. Манжесов, 2008; Н.И. Тихонов, 2016; Н.К. Abdelaal, С.В. Бойко, 2019; П.Н. Кузнецов, Н.Ю. Гармаш, 2020; Э.Ф. Вафина, М.А. Ложкин, 2024. Нашли развитие в работах и опубликованы данные по химическому составу зерна тритикале

у таких ученых, как О.В. Перенгончая, Т.Н. Тертычная, 2009; Г.П. Майсак, 2010; J. Krieg, N. Titze, С.И. Коконов, 2017; А.И. Грабовец, С.И. Новоселов, 2019; А.Н. Кшникаткина, 2020; А.А. Шевцов, 2023; Н.Н. Лангаева, 2024.

В научных работах посвященных совершенствованию технологии выращивания озимых зерновых культур достаточно много исследований по изучению предшественников, сроков посева, пестицидов и агрохимикатов. В тоже время, в научной литературе недостаточно изучены вопросы комплексного использования этих приемов, с учетом влияния абиотических факторов в регионе на посевах озимой тритикале. Практически отсутствуют научные данные по использованию новых гербицидов на основе современных действующих веществ в агроценозах озимой тритикале в условиях Центрального Нечерноземья, что остается актуальным как с практической, так и с научной точки зрения.

В условиях региона существует необходимость более широкого изучения сортовых технологий озимой тритикале с целью разработки актуальных, научно-обоснованных, современных параметров возделывания зерновой культуры.

Цель исследований – изучить закономерности изменения фитосанитарного состояния агроценоза озимой тритикале и приемы его регулирования при комплексном применении гербицидов и агрохимиката в условиях Центральной части Нечерноземной зоны.

Задачи исследований:

- провести агрофизическую оценку свойств почвы, вредоносности и фитосанитарных рисков в агроценозе и выявить урожайность озимой тритикале в зависимости от различных предшественников и сроков посева.

- изучить эффективность применения различных гербицидов в борьбе с сорной растительностью на фоне применения комплексного микроудобрения Рауактив в посевах озимой тритикале.

- оценить агробиологические и адаптационные возможности озимой тритикале сортов Немчиновский 56 и Триггер в зависимости от агротехнологических приемов.

- определить экономическую и биоэнергетическую оценку предлагаемым приемам повышения урожайности озимой тритикале.

Научная новизна. Получены новые экспериментальные данные в условиях Центральной части Нечернозёмной зоны на дерново-подзолистых тяжело-суглинистых почвах, характеризующие величину влияния агротехнологических факторов на урожайность озимой тритикале. Впервые для региона проведены комплексные исследования по влиянию предшественников и сроков посева, с учетом мониторинга вредоносности шведской мухи в зависимости от изучаемых факторов; дана сравнительная оценка эффективности различных гербицидов на фоне некорневых подкормок комплексным микроудобрением на урожайность озимой тритикале.

Определены лучшие предшествующие культуры для озимой тритикале – горох на зерно и горчица белая, а также оптимальный поздний срок посева – 15 сентября. Представлен анализ исследования по изменению плотности, влажности, общей порозности и аэрации в пахотном слое дерново-подзолистых тяже-

лосуглинистых почв в зависимости от изучаемых факторов, а также величина фотосинтетического потенциала посевов озимой тритикале и степень поражения культуры шведской мухой.

Впервые исследованы сорта озимой тритикале Немчиновский 56, Триггер и дана комплексная оценка их реакции на применение в посевах гербицидов Балерина Супер, СЭ, Биолан Супер, ВР и Магнум, ВДГ, показавшей наибольшую эффективность в борьбе с сорняками на фоне влияния обработки растений различной кратности микробиологическим удобрением Рауактив.

В условиях Центрального Нечерноземья в посевах озимой тритикале сортов Немчиновский 56 и Триггер определено оптимальное сочетание факторов по применению гербицида Балерина Супер, СЭ в дозе 0,5 л/га, в фазу кущения весной в комплексе с двукратной обработкой агроценозов комплексным микроудобрением Рауактив в дозе 1 л/га – осенью в фазу кущения и весной в фазу выхода в трубку, с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га по препаратам.

Теоретическая и практическая значимость обусловлена комплексным подходом и системным анализом применяемых элементов агротехнологии на реакцию озимой тритикале в условиях Центрального Нечерноземья.

Корреляционно-регрессионный анализ позволил дать оценку и выявить ключевые факторы влияющие на агрофизические характеристики почвы, фотосинтетические показатели, засорённость и урожайность озимой тритикале.

Доказано преимущество применения гербицида Балерина Супер, СЭ в сравнении с другими вариантами – при средней урожайности 4,98 т/га, с прибавкой к контролю 0,72 т/га (16,9 %), где однократная обработка посевов тритикале Рауактив в сравнении с необрабатываемым контролем даёт среднюю по опыту прибавку зерна 0,37 т/га (8,6%), а двукратная – 0,62 т/га (14,4 %).

Установлено, что максимальная урожайность зерна озимой тритикале достигалась при позднем посеве 15 сентября по зернобобовому предшественнику (горох на зерно) составив 6,68 т/га, по горчице белой – 6,35 т/га. Выявлено, что поздний срок посева позволяет растениям озимой тритикале избежать вредного воздействия шведской мухи.

Представленные выводы имеют комплексное экономическое обоснование и расчёт энергетической эффективности. Лучшие, из изученных, технологических приёмов рекомендованы сельскохозяйственному производству.

Результаты исследований внедрены в производство Московской области на общей площади 95 га. Отдельные материалы диссертации используются при преподавании дисциплин «Агрохимия», «Защита растений», «Система удобрения» у студентов направления Агрономия в Елецком ГУ имени И.А. Бунина, а также, при организации курсов повышения квалификации для специалистов АПК.

Методология и методы исследования основывалась на обобщении научных работ российских и иностранных ученых, выполнении полевых и лабораторных исследований и их анализе, в том числе определении экономического, биоэнергетической и статистической оценки полученных результатов предложенной агротехнологии возделывания озимой тритикале.

Положения, выносимые на защиту:

1. Влияние выбора предшественника и срока посева на агрофизические свойства почвы, фитосанитарное состояние агроценозов и урожайность озимой тритикале.

2. Эффективность применения гербицидов и комплексного микроудобрения Рауактив в агроценозах озимой тритикале сортов Немчиновский 56 и Триггер.

3. Экономическая и биоэнергетическая оценка технологии производства озимой тритикале в зависимости от предложенных агротехнологических приемов.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается достаточным количеством экспериментов, которые были выполнены, согласно общепринятых современных методик, технических средств, экспериментальные данные опубликованы в рецензируемых научных изданиях и доложены на конференциях различного уровня.

Апробация результатов работы. Основные результаты экспериментов в рамках диссертационного исследования были представлены и обсуждены на заседаниях кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ЕГУ им. И.А. Бунина, а так же на международных научно-практических конференциях: «Инновации в сельском хозяйстве и экологии» (21 сентября 2023 г., г. Рязань, РГАТУ), «Научно-исследовательские решения высшей школы» (26 декабря 2023 г., г. Рязань, РГАТУ), «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (30-31 января 2024 г., Беларусь, г. Горки, БГСХА), «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий» (21 марта 2024 года, г. Рязань, РГАТУ), «Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы» (24 мая 2024 г., г. Омск, ОмГАУ), «Инновации в сельском хозяйстве и экологии» (15 января 2025г., г. Рязань, РГАТУ).

Внедрение результатов диссертационных исследований в производство осуществлено в условиях Московской области: ООО «Элота», с. Мамонтово, г. Ногинск на общей площади 29 га; АО Племзавод «Повадино», г.о. Домодедово (14 га); ООО Племзавод «Барыбино» д. Гальчино, г.о. Домодедово (52 га).

Публикации. По материалам исследований опубликовано 11 печатных научных работ, в том числе: 1 статья в издании входящем в международную базу цитирования Chemical Abstracts (CaS); 2 статьи – в Перечне ВАК и РУДН.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 228 страницах, состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений производству. Список литературы включает 240 источников, в том числе 40 – иностранных.

Личный вклад автора заключается в самостоятельном планировании экспериментов, подборе методик и методов исследований, выполнении лабораторных и полевых опытов, а также обобщении результатов, полученных данных, их статистической и корреляционной обработок, формулировке предложений производству.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Обзор литературных источников

В литературном обзоре по теме диссертации изложен анализ перспектив выращивания озимой тритикале в мире и России; особое внимание уделено особенностям значения применения пестицидов и агрохимикатов, фитосанитарного мониторинга зерновых агроценозов, выбора оптимального сорта, предшественника, срока посева в получении высоких урожаев тритикале. Учитывая наличие недостаточных знаний для региона и малочисленность научной информации по применению системы удобрений, с использованием перспективных зарегистрированных средств защиты растений, в комплексе с оптимальными сроками посева и информации о предшественниках для районированных сортов озимой тритикале, и было predetermined направление данной научной работы. Анализ литературных данных свидетельствует о необходимости совершенствования агротехнических приёмов с целью повышения продуктивности озимой тритикале в условиях Центральной части Нечерноземья.

2. Условия, материалы и методы исследований

Полевые исследования проводились в 2021–2024 гг. на опытных участках ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», с. Барыбино, Домодедовского района Московской области.

Климат местности умеренно-континентальный. Вегетационный период 2021/2022 гг. – тёплый с повышенной температурой воздуха во все месяцы, кроме сентября и мая, переувлажнённый во все месяцы, кроме октября, марта и июня (ГТК вегетационного периода 2,71). Вегетационный период 2022/2023 гг. – относительно тёплый, с осенними и зимними температурами, превышающими среднемноголетние значения и близкими к нормальным в весенне-летний период. Переувлажнённая осень при засушливом августе; сухой апрель и недостаток влаги в мае (ГТК 2,16). Вегетационный период 2023/2024 гг. – наиболее близкий к среднемноголетним показателям, с очень тёплым и сухим сентябрём, переувлажнённым весенне-летним периодом (ГТК 1,76).

Полевые исследования проводились на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве средней степени окультуренности с агрохимической характеристикой пахотного слоя (0 – 18 см): рН КСl – 5,31-5,37, среднекислая; азот в различных формах: N-NO₃ – 10,2-10,4 мг/кг; N-NH₄ – 2,84-2,87 мг/кг; подвижный фосфор: P₂O₅ – 149-158 мг/кг; обменный калий: K₂O – 170-175 мг/кг; гумус – 2,21-2,24 %.

Объект исследований – озимая тритикале.

Опыт 1. Агрофизическая оценка свойств почвы, фитосанитарные риски и урожайность озимой тритикале в зависимости от различных предшественников и сроков посева.

В двухфакторном опыте 2 по фактору первого порядка А (предшественник) – виды предшественников для озимой тритикале, представляющие различные группы возделываемых культур: 1) зерновые – озимая пшеница (контроль), 2) масличные – горчица белая, 3) пропашные – картофель ранний в занятом пару, 4) бобовые – горох на зерно. По фактору второго порядка В (срок посева) – три срока посева озимой тритикале: 1) ранний – 25 августа, 2) средний – 5 сентября и 3) поздний – 15 сентября. В опыте сорт Немчиновский 56. Ежегодно площадь опытной делянки 240 м²; учётной – 120 м².

Опыт 2. Развитие и урожайность сортов озимой тритикале при применении микроудобрения и гербицидов.

В трехфакторном опыте 2 по фактору первого порядка А (сорт) – сорта озимой тритикале Немчиновский 56, Триггер; по фактору второго порядка В (гербицид): 1) без обработки гербицидом (контроль); 2) Биолан супер, ВР (диметиламинная соль 2,4Д, 447 г/л + диметиламинная соль дикамбы, 156 г/л) в дозе 0,5 л/га; 3) Магнум, ВДГ (метсульфурон – метил, 600 г/кг), 10 г/га и 4) Балерина супер, СЭ (сложный 2-этилгексиловый эфир 2,4Д кислоты, 410 г/л + флорасулам, 15 г/л), 0,5 л/га. В опыте, опрыскивание гербицидами осуществлялось в весенний период в фазе кушения тритикале до выхода в трубку и ранние фазы роста сорняков. По фактору третьего порядка С (обработка комплексным микроудобрением Рауактив): 1) без обработки (контроль), 2) однократная обработка – доза 1 л/га осенью в фазу кушения и 3) двукратная обработка – доза 1 л/га осенью в фазу кушения и весной в фазу выхода в трубку. Площадь опытной делянки 360 м², учётной – 120 м².

Агротехнические мероприятия в опытах общепринятые для Центральной части Нечерноземной зоны. После уборки предшественника – дискование на глубину 12-14 см; через 1,5 недели – вспашка, 18-20 см; через 1 неделю – предпосевная культивация 6-8 см. Посев сплошным рядовым способом на глубину 2-3 см, с нормой высева 5,1 млн. всхожих семян/ га. Срок посева – в первом опыте согласно схеме, во втором – 15 сентября. После посева проводили прикатывание. Протравливание непосредственно перед посевом Терция, СК, 2,5 л/т, расход 10 л/т Система защиты включала применение инсектицидных и фунгицидных обработок.

В опытах внесены минеральные удобрения в дозе N₁₃₀P₁₅K₃₅, как фон на всех вариантах, с учетом планируемого урожая в 4,5 т/га зерна озимой тритикале. Азотные удобрения вносили осенью под предпосевную обработку почвы N₄₅ и как подкормку весной N₈₅; фосфорные P₁₅ и калийные K₃₅ удобрения вносили осенью под посев культуры.

Уборку производили селекционным комбайном SR-2010 (Terrion) прямым комбайнированием в фазе полной спелости, поделаячно. Опыты осуществлены с помощью метода расщепленных делянок в 4-х кратном повторении.

Опытные посевы заложены согласно общепринятым методикам. Статистическая характеристика вариационных рядов, дисперсионный и корреляци-

онно-регрессионный анализы по «Методике полевого опыта» (Доспехов Б.А., 1985).

Выбор химических препаратов осуществлен на основе официального «Списка пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в Российской Федерации». Анализ биоэнергетической оценки эффективности предложенных элементов агротехнологии и самой технологии выращивания озимой тритикале осуществлен согласно методикам расчета в изложении Малявко Г.П., 2014; Ленточкина А.М., 2018. Регрессионно-корреляционный анализ проведен путем применения программ и методик MS Excel и Statistica 10.

3. Агрофизическая оценка свойств почвы, фитосанитарные риски и урожайность озимой тритикале в зависимости от различных предшественников и сроков посева

В полевом опыте по определению оптимальных предшественников и сроков посева озимой тритикале среди изучаемых факторов основное влияние на изменение агрофизических свойств дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы оказывали предшествующие для культуры. Показатели плотности пахотного слоя почвы в течение периода от посева до уборки тритикале увеличивались по всем факторам и вариантам – на 0,02 – 0,05 г/см³ (2,3 – 4,0 %). По зерновым и зернобобовым предшественникам рост показателя был ниже, чем по пропашному раннему картофелю – от 2,3 % до 3,0 % в 2021 – 2023 гг., и 2,5 – 3,8 % в 2023 – 2024 гг. (зерновые) против 3,1 – 4,0 % (картофель).

Самые высокие средние значения по опыту общей порозности 52,2 % и аэрации 30,1 % в пахотном слое почвы отмечены по предшественнику ранний картофель; разница с контрольным вариантом (предшественник озимая пшеница) по общей порозности пахотного слоя составила 3,6 % и по аэрации 10,3 %. За счёт более низкой плотности пахотного слоя почвы на предшествующем раннем картофеле в посевах озимой тритикале, отмечалась самая большая порозность пахотного слоя – 51,9 – 52,7 % (превышение контроля 1,4 – 2,3 п.п. или 2,8 - 4,6 %) и аэрация – от 29,4 % до 31,4 % при разнице с контролем 1,8–3,8 п.п. или 6,5–14,7 %.

Влажность пахотного слоя почвы изменялась в течение вегетации в значительных пределах играла важную роль в формировании урожая тритикале. Особенно сильно влажность изменялась в сезоне 2021 – 2022 гг. – на 21,6 – 26,9 % по зерновому и зернобобовому предшественникам и 28,0 – 30,2 % по раннему картофелю. Вместе с тем, этот год был самым благоприятным по условиям увлажнения, т.к. осенняя влажность 2021 г. была самой высокой (20,3 – 21,9 %), весенняя влажность 2022 г. при полной спелости почвы так же (18,1 – 20,0 %), а влажность перед уборкой определялась в пределах 14,6 – 16,5 %. Поэтому простая линейная корреляционная связь урожайности с влажностью была достаточно сильной и прямой – коэффициенты корреляции изменялись от 0,736 до 0,825, коэффициент детерминации лежал в пределах 54,2 – 68,1 % (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа взаимосвязи между урожайностью (Y), плотностью (X) и влажностью почвы (Z) от оптимальных предшественников и сроков посева озимой тритикале

Множественная корреляционно-регрессионная зависимость						
год	коэффициент корреляции, R	коэффициент детерминации, R ²	коэффициенты регрессии		критерий Фишера, F _{факт.}	уравнение множественной регрессии
			B ₁	B ₂		
2022	0,833	69,34	-1,258	0,483	4,28	Y=0,483Z -1,528X-1,254
2023	0,790	62,41	-2,257	0,440	7,47	Y=0,44Z -2,257X-0,933
2024	0,742	55,01	-1,38	0,326	5,50	Y=0,326Z - 1,38X+0,949

Множественная корреляционно-регрессионная зависимость урожайности тритикале от агрофизических свойств дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы во все годы исследований определялась как сильная и прямая – коэффициенты корреляции изменялись от 0,742 (коэффициент детерминации 55,0 %) в 2024 году до 0,833 (коэффициент детерминации 69,3 %) в 2022 году. Существенность связей доказана по фактическим критериям Фишера, по годам от 4,28 до 7,47 и превышающим критерий Фишера 4,26 на 5 % уровне значимости.

В условиях Центральной части Нечернозёмной зоны России встречается несколько видов шведской мухи, но особой вредоносностью на зерновых культурах выделяется два – овсяная шведская муха (*Oscinella frit* L.), повреждающая в основном растения овса и другие яровые культуры, а также ячменная шведская муха (*Oscinella pugilla* Mg.), повреждающая ячмень и озимые культуры. За год шведская муха способна была давать до трёх поколений.

В нашем опыте, для озимых зерновых культур, в том числе тритикале, опасность представляло третье поколение, когда вылет мух приходилось на вторую половину лета и продолжалось, пока температура воздуха не падала ниже 8°C. Оптимальной температурой для развития яиц являлось 16 – 24°C, при более низких температурах летала, питалась, но яиц не откладывала. Температура и влажность воздуха играли решающую роль в интенсивности развития шведской мухи и её вредоносности на посевах озимой тритикале в разные годы.

Предшествующая культура оказывала на вредоносность шведской мухи в посевах озимой тритикале незначительное влияние – средние различия между вариантами в разные годы не превышали 4 %. В наибольшей степени растения озимой тритикале повреждались шведской мухой при размещении после озимой пшеницы – от 10,2 % в 2023 г. до 12,8 % в 2021 г.; раннего картофеля - от 10 % до 13 % соответственно. Незначительные повреждения при размещении тритикале по гороху на зерно – 6,2 % в среднем за 2023 г. и 8,9 % в 2021 г.

Существенно большая разница в повреждении озимой тритикале шведской мухой отмечается между вариантами посева культуры в разные сроки. При посеве 25 августа (контроль) этот показатель достигает максимума 22,4 % в 2021 г., несколько меньше – 20,2 % в 2022 г. и 19,8 % в среднем по опыту. При посеве 5 сентября средний показатель повреждения тритикале шведской мухой в сравнении с контролем падает примерно на 60 %, показывая минимум 6,7 % в 2023 г., максимум 8,9 % в 2021 г., 7,9 % в среднем по опыту (табл. 2).

Таблица 2 – Различия между средними значениями поражаемости озимой тритикале шведской мухой по вариантам

Вариант	2021г.		2022г.		2023г.		За три года	
	среднее	$\pm$ к контролю	среднее	$\pm$ к контролю	среднее	$\pm$ к контролю	среднее	$\pm$ к контролю
По вариантам первого порядка (предшественники)								
Озимая пшеница	12,8	-	12,2	-	10,5	-	11,8	-
Горчица	9,6	-3,2	9,2	-3,0	7,5	-3,0	8,8	-3,0
Картофель ранний	13,0	0,2	12,1	-0,1	10,6	0,1	11,9	0,1
Горох на зерно	8,9	-3,9	8,6	-3,6	6,6	-3,9	8,0	-3,8
По вариантам второго порядка (сроки посева)								
25 августа	22,4	-	20,2	-	16,8	-	19,8	-
5 сентября	8,9	-13,5	8,0	-12,2	6,7	-11,1	7,9	-11,9
15 сентября	2,5	-19,9	3,4	-16,8	2,9	-13,9	2,9	-16,9
В целом по опыту								
	11,1		10,5		8,8		10,1	

Корреляционно-регрессионный анализ связи урожайности озимой тритикале и степени повреждения посевов шведской мухой (табл. 3) характеризует связь как обратную средней силы.

Таблица 3 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа взаимосвязи между урожайностью озимой тритикале (Y) со степенью поражения посевов шведской мухой (X) от оптимальных предшественников и сроков посева

год	коэффициент корреляции, r	коэффициент детерминации, D	коэффициент регрессии, b	критерий Стьюдента $t_{\text{факт.}}$	уравнение линейной регрессии
2021	- 0,518	26,82	- 0,016	1,94	$Y = 6,27 - 0,016X$
2022	- 0,550	30,30	- 0,013	2,08	$Y = 3,34 - 0,013X$
2023	- 0,579	33,52	- 0,021	2,25	$Y = 5,17 - 0,021X$

Значения коэффициентов корреляции в разные годы изменялись от -0,518 (2022 год) до -0,579 (2023 год); коэффициент регрессии лежал в пределах от - 0,013 т/га (2022 год) до -0,021 т/га (2023 год).

Можно утверждать, что снижение повреждения от шведской мухи достигается за счет более позднего посева тритикале в опыте, это 15 сентября, выбирая в качестве предшественника горох на зерно и горчицу белую. В этом случае в разные годы степень повреждения не превышает 3,5 %, а в среднем по опыту опускается ниже 2 %.

Основные потери озимой тритикале были зафиксированы в осенне-зимний период. Общая выживаемость, как обобщающий показатель успешности прохождения растениями вегетационного периода, изменялась больше других и характеризовало потери. В самом благоприятном сезоне 2021 – 2022 годов общая выживаемость составила в среднем по опыту 61,8 %, а потери растений от посева до уборки были чуть меньше 40% и составили 38,2 % (рис. 1).

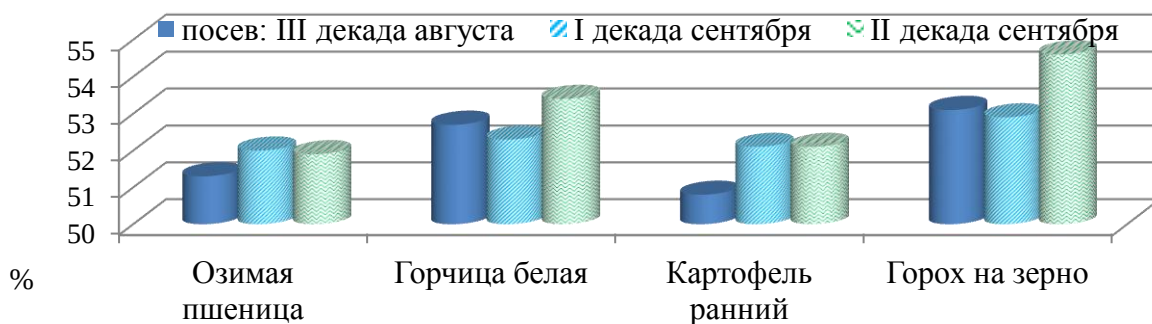
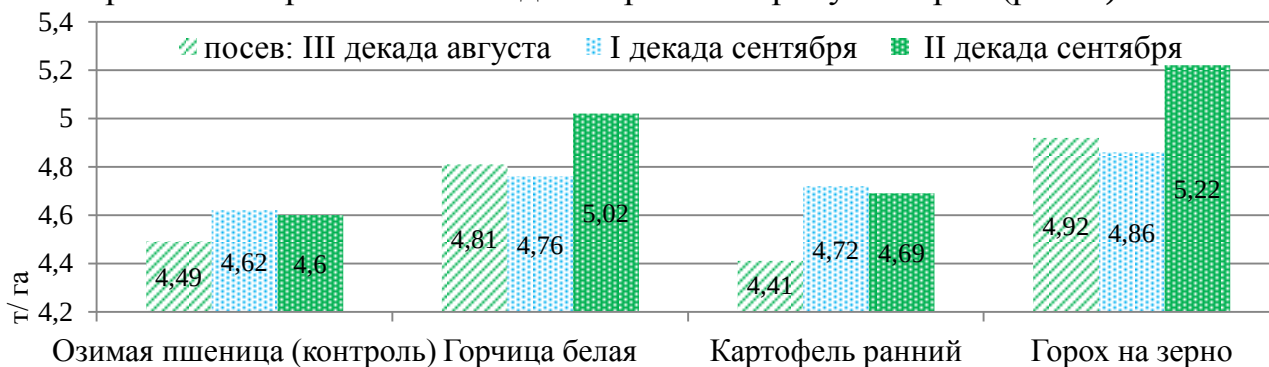


Рисунок 1 – Общая выживаемость озимой тритикале (%) в зависимости от предшественника и срока посева, среднее за 2022-2024гг.

В неблагоприятном сезоне 2022 – 2023 годов соотношение выживаемость – общая выживаемость в среднем по опыту составила 40,9 %, а потери – 59,1 %. Перенос срока посева с 25 августа (контроль) на 15 сентября обеспечивал среднее увеличение общей выживаемости растений на 1,0 п.п. (1,9 %). Наиболее успешно проходят вегетационный период растения озимой тритикале, посеянные в поздний срок (15 сентября) по зернобобовому (горох на зерно) и масличному (горчица белая) предшественникам.

В исследованиях в среднем за три года самое большое количество продуктивных стеблей озимой тритикале составляло 384,0 шт./м²; максимальная озернённость колоса – 32,3 шт. и масса 1000 зёрен – 49,5 г. Эти значения получены при посеве тритикале в поздний срок по гороху на зерно (рис. 2).



НСР₀₅, т/га: 2022 – частных различий – 0,28 т/га; по А – 0,16 т/га; В и АВ – 0,14 т/га; 2023 – частных различий 0,24 т/га; по А – 0,14 т/га; В и АВ – 0,12 т/га; частных различий 0,26 т/га; по А – 0,15 т/га; В и АВ – 0,13 т/га.

Рисунок 2 – Урожайность озимой тритикале (т/га) в зависимости от предшественника и срока посева, среднее за 2022-2024гг.

Таким образом, лучшим предшественником для озимой тритикале является горох на зерно – средняя по опыту урожайность 5,0 т/га и прибавка к контролю (предшествующая озимая пшеница) составляет 0,43 т/га (9,4 %). Меньшая по опыту средняя урожайность озимой тритикале 4,86 т/га (прибавка 0,29 т/га или 6,3 %) получена при размещении культуры по горчице белой. Занятый ранним картофелем пар как предшественник для озимой тритикале различий в сравнении с озимой пшеницей практически не имел, и составил 0,04 т/га или 0,9 %. Лучшим сроком посева озимой тритикале является поздний – II декада сентября, при котором средняя урожайность составляет 4,88 т/га и в сравнении с ранним сроком III декада августа (4,66 т/га), прибавка 0,22 т/га (4,7 %).

4. Развитие и урожайность сортов озимой тритикале при применении микроудобрения и гербицидов

Эффективные агроценозы озимой тритикале формировались как в благоприятных условиях для роста и развития культуры – 2022 и 2024 гг., так и в достаточно сложных условиях 2023г. Это позволило более объективно оценить действие изучаемых в опыте факторов и вариантов на успешность конкурентной борьбы озимой тритикале с сорной растительностью и выявить наиболее эффективные марки гербицидов, способные наиболее существенно снижать количество и массу сорняков в посевах культуры.

Оптимальным сочетанием вариантов по изучаемым факторам, при котором возможно достижение лучших показателей прохождения растениями озимой тритикале вегетационного периода является применение гербицида Балерина супер, СЭ в фазу кущения и двукратная обработка посевов комплексным микроудобрением Рауактив. При двукратной обработке Рауактив различия в общей выживаемости с контролем были самыми невысокими в 2022 году – 8,1 % и максимальными в 2024 году – 10,4 % (табл. 4).

Таблица 4 – Различия между средними значениями засорённости посевов озимой тритикале по вариантам

Вариант	2022г.		2023г.		2024г.		За три года	
	среднее	± к контролю	среднее	± к контролю	среднее	± к контролю	среднее	± к контролю
По вариантам первого порядка (сорт)								
Немчиновский 56	<u>29,5*</u> 2,7	-	<u>48,9</u> 3,9	-	<u>41,4</u> 3,5	-	<u>39,9</u> 3,4	-
Триггер	<u>39,3</u> 3,7	<u>9,8</u> 1,0	<u>51,6</u> 4,5	<u>2,7</u> 0,6	<u>49,8</u> 4,1	<u>8,4</u> 0,6	<u>46,9</u> 4,1	<u>7,0</u> 0,7
По вариантам второго порядка (гербицид)								
Без обработки	<u>54,6</u> 4,3	-	<u>69,0</u> 5,6	-	<u>64,0</u> 5,1	-	<u>62,5</u> 5,0	-
Биолан супер, ВР	<u>28,3</u> 2,9	<u>-26,3</u> -1,4	<u>44,9</u> 3,8	<u>-24,1</u> -1,8	<u>40,5</u> 3,5	<u>-23,5</u> -1,6	<u>37,9</u> 3,4	<u>-24,6</u> -1,6
Магнум, ВДГ	<u>28,9</u> 3,0	<u>-25,7</u> -1,3	<u>45,3</u> 4,0	<u>-23,7</u> -1,6	<u>40,7</u> 3,6	<u>-23,3</u> -1,5	<u>38,3</u> 3,6	<u>-24,2</u> -1,4
Балерина супер, СЭ	<u>25,8</u> 2,6	<u>-28,8</u> -1,7	<u>41,8</u> 3,3	<u>-27,2</u> -2,3	<u>37,2</u> 3,0	<u>-26,8</u> -2,1	<u>34,9</u> 3,0	<u>-27,6</u> -2,0
По вариантам третьего порядка (обработка Рауактив)								
Без обработки	<u>34,7</u> 3,4	-	<u>50,6</u> 4,4	-	<u>45,9</u> 4,0	-	<u>43,7</u> 3,9	-
Однократная обработка	<u>34,4</u> 3,2	<u>-0,3</u> -0,2	<u>50,2</u> 4,2	<u>-0,4</u> -0,2	<u>45,6</u> 3,8	<u>-0,3</u> -0,2	<u>43,4</u> 3,7	<u>-0,3</u> -0,2
Двукратная обработка	<u>34,1</u> 3,0	<u>-0,6</u> -0,4	<u>50,0</u> 4,0	<u>-0,6</u> -0,4	<u>45,3</u> 3,6	<u>-0,6</u> -0,4	<u>43,2</u> 3,5	<u>-0,5</u> -0,4
В целом по опыту								
	<u>34,4</u> 3,2		<u>50,3</u> 4,2		<u>45,6</u> 3,8		<u>43,4</u> 3,7	

* в числителе - число малолетних сорных растений, шт./м²; в знаменателе - число многолетних сорных растений, шт./м²

По средним значениям, общая выживаемость озимой тритикале при однократной обработке Рауактив увеличивалась на 7,0 % и при двукратной – на 10,4 % в сравнении с необрабатываемым контролем.

Наиболее эффективное комплексное воздействие изучаемых гербицидов на засорённость и массу сорняков отмечается при обработке посевов озимой тритикале сорта Немчиновский 56 гербицидом Балерина Супер, СЭ в дозе 0,5 л/га весной в фазу кущения и двукратной обработке посевов агрохимикатом Рауактив в дозе 1 л/га осенью в фазу кущения и весной в фазу выхода в трубку.

Видовой состав сорной растительности на опытных участках был достаточно широким, стабильным по годам и характерным для Центральной части Нечернозёмной зоны. Малолетние сорные растения были представлены в основном яровыми ранними – марь белая (*Chenopodium album*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*); яровыми поздними – щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), просо куриное (*Echinochloa crus-galli*), видами щитников. Основные многолетние сорняки выявлены из групп корнеотпрысковых – осот полевой (*Sonchus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*); корневищных – пырей ползучий (*Elytrigia repens*).

Применение в опыте приемов приводило к существенному снижению засорённости посевов и массы сорняков, формируя минимальные значения показателей. В среднем по опыту количество малолетних сорняков составило 31,8 шт./м², многолетних – 2,4 шт./м² и масса сорняков падала до 227,0 г/м².

При анализе величина коэффициентов множественной корреляции по годам соответствовала значениям коэффициентов простой линейной корреляции. Наиболее сильная связь между урожайностью озимой тритикале с засорённостью посевов имела место в 2024 году – коэффициент множественной корреляции 0,932 и коэффициент детерминации 86,86 %, по уравнениям которых построен плоскостной график зависимости урожайности от количества сорной растительности (рис. 3), по которому возможно программирование урожая культуры в пределах исследуемых вариационных рядов.

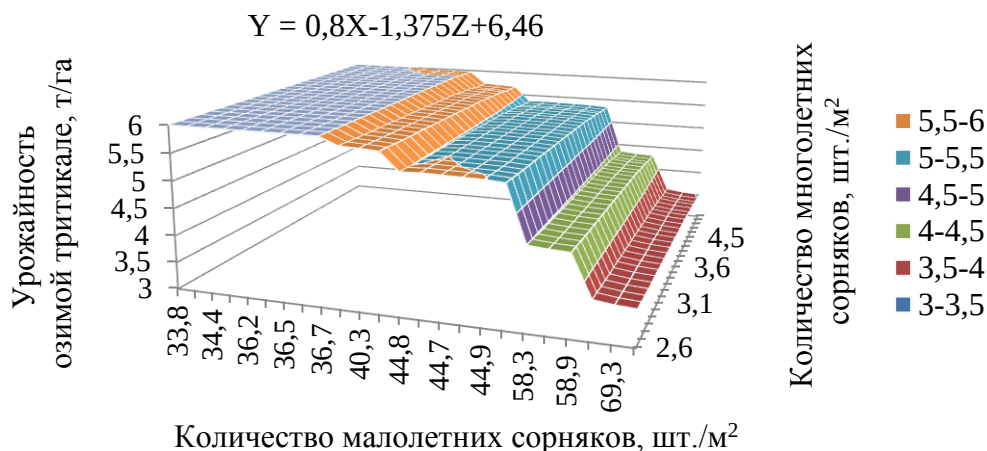


Рисунок 3 – Корреляционно-регрессионная взаимосвязь между урожайностью сортов тритикале (Y), количеством малолетних (X) и многолетних (Z) сорняков по изучению различных гербицидов и микроудобрения Рауактив

В 2023г. по коэффициенту множественной корреляции 0,549 и коэффициенту детерминации 30,14 % – связь имела среднюю степень силы. В исследованиях все коэффициенты и уравнения множественной регрессии достоверны при фактических критериях Фишера от 4,53 до 69,55.

Максимальное среднегодовое количество продуктивных стеблей 395 шт./м² отмечено в 2022 году, что послужило основой формирования самого высокого в исследовании среднегодового значения урожайности озимой тритикале 5,43 т/га. В среднем, максимальное влияние на количество продуктивных стеблей в опыте оказывали варианты второго и третьего порядка. Гербициды, Биолан Супер, и Магнум, в опытных данных практически не имели различий – в среднем 399 шт./м² и 397 шт./м², существенно превышали контрольный вариант (без обработки) на 24 – 26 шт./м² (6,4 – 7,0 %) (рис. 4).

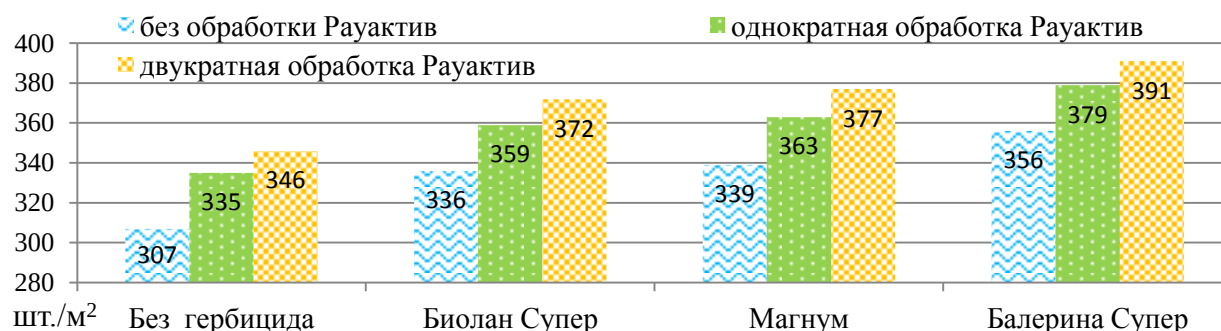


Рисунок 4 – Среднее количество продуктивных стеблей озимой тритикале в зависимости от варианта, на примере Немчиновский 56, шт./м²

В среднем, на варианте с действием гербицида Балерина Супер увеличилось количество продуктивных стеблей на +37,0 шт./м² (9,9 %) к контролю. По последнему фактору на вариантах с однократным применением Рауактив в сравнении с контролем увеличивалось число продуктивных стеблей, в среднем на 19 шт./м² (5,0 %), а на вариантах с двукратной обработкой различия с контролем увеличивалось до 28 шт./м² или 7,4 %. В среднем, сорт Немчиновский 56 в среднем формировал продуктивных стеблей больше на 20 шт./м² (5,1 %), чем сорт Триггер.

Анализируя массу 1000 зерен, по фактору первого порядка существенных различий между сортами не было – по сорту Немчиновский 56 показатель составил 49,3 г, по сорту Триггер – 49,2 г. (рис. 5).

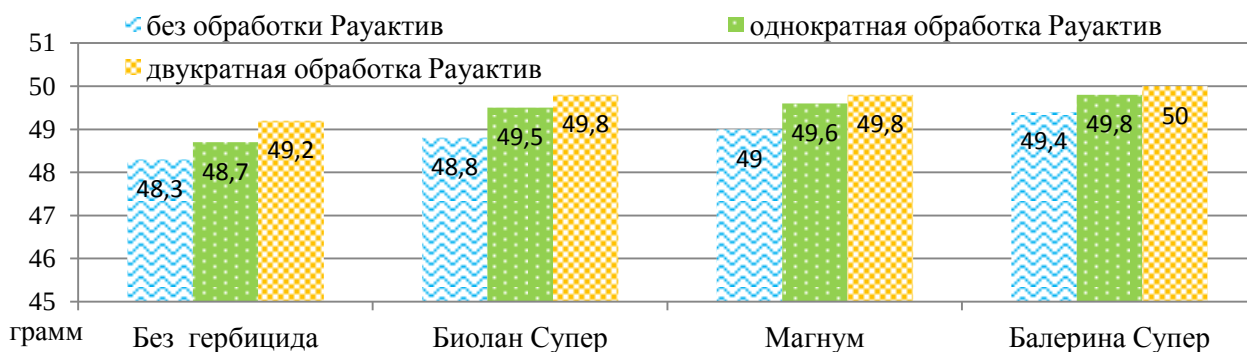


Рисунок 5 – Средняя масса 1000 зёрен озимой тритикале в зависимости от варианта исследований, на примере сорта Немчиновский 56, грамм

В 2023 году, как и по другим элементам структуры урожая культуры, масса 1000 семян у сорта Триггер в среднем на 0,5 г (1,0 %) превышала показатель сорта Немчиновский 56, а в 2022 и 2024 гг., напротив, сорт Немчиновский 56 имел преимущество перед сортом Триггер – 0,4 г (0,8 %) и 0,3 г (0,6 %) соответственно. По фактору второго порядка (гербициды) средняя прибавка массы 1000 семян на варианте с действием Биоплан Супер составила 0,6 г (1,2 %) в сравнении с контролем (без обработки), на варианте Магнум этот показатель увеличился – 0,7 г (1,4 %) и по Балерина Супер достигла 1,0 г (2,1 %) за все годы исследования.

Выявлено, что применение Рауактив повышало значения основных показателей структуры урожая, что впоследствии оказывало положительное влияние на урожайность (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность сортов озимой тритикале в зависимости от гербицидов и комплексного микроудобрения Рауактив, т/га

Фосфидов и комплексного микроудобрения Рауактив, т/га						
Сорт	Гербицид	Обработка микроудобрением Рауактив	2022г.	2023г.	2024г.	Среднее
Немчиновский 56	Без обработки (контроль)	без обработки (контроль)	4,79	2,60	4,34	3,91
		однократная	5,12	3,04	4,75	4,30
		двукратная	5,47	3,27	4,82	4,52
	Биолан Супер, ВР	без обработки	5,26	3,13	4,63	4,34
		однократная	5,55	3,52	5,12	4,73
		двукратная	5,88	3,74	5,36	4,99
	Магнум, ВДГ	без обработки	5,35	3,17	4,68	4,40
		однократная	5,64	3,55	5,09	4,76
		двукратная	5,96	3,78	5,33	5,02
	Балерина Супер, СЭ	без обработки	5,51	3,42	5,07	4,67
		однократная	6,00	3,81	5,42	5,08
		двукратная	6,22	4,03	5,68	5,31
Триггер	Без обработки (контроль)	без обработки (контроль)	4,52	3,11	4,12	3,92
		однократная	4,95	3,48	4,56	4,33
		двукратная	5,21	3,76	4,74	4,57
	Биолан Супер, ВР	без обработки	5,00	3,53	4,48	4,34
		однократная	5,38	3,80	4,80	4,66
		двукратная	5,57	3,98	5,03	4,86
	Магнум, ВДГ	без обработки	5,09	3,56	4,44	4,36
		однократная	5,45	3,85	4,73	4,68
		двукратная	5,66	4,14	4,97	4,92
	Балерина Супер, СЭ	без обработки	5,25	3,82	4,75	4,61
		однократная	5,62	4,20	5,13	4,98
		двукратная	5,93	4,45	5,36	5,25
Среднее по году			5,43	3,61	4,90	4,65

НСР₀₅ т/га: 2022г. – для частных различий – 0,225, А – 0,065, В – 0,092, С – 0,079, АВ – 0,130, АС – 0,112, ВС – 0,159; 2023г. – для частных различий – 0,266; А – 0,077; В – 0,109; С – 0,094, АВ – 0,154, АС – 0,133, ВС – 0,188; 2024г. – для частных различий – 0,228; А – 0,066; В – 0,093; С – 0,081, АВ – 0,132, АС – 0,114, ВС – 0,201.

Таким образом, гербицид Балерина Супер, СЭ, 0,5 л/га более эффективен в борьбе с сорной растительностью и способствует формированию существенно большего урожая озимой тритикале, чем при других вариантах гербицидных обработок. Рауактив лучше применять для двукратной обработки посевов осенью в фазу кущения и весной в фазу выхода в трубку, хотя и однократная осенняя обработка даёт несколько меньшую, но существенную прибавку зерна культуры. Указанное сочетание технологических операций по применению гербицидов и микроудобрения Рауактив позволило получить во все годы максимальные урожаи озимой тритикале. В 2022 году сорт Немчиновский 56 показал 6,0 – 6,22 т/га зерна, Триггер – 5,62 – 5,93 т/га. В 2023 году урожайность в целом упала, и сорт Триггер показал максимальные в данном году значения 4,20 – 4,45 т/га, по сорту Немчиновский 56 выявлена урожайность 3,81 – 4,03 т/га. В 2024 году урожайность сорта Немчиновский 56, находилась в пределах 5,42 – 5,68 т/га, и превысила показатели сорта Триггер, равные 5,13 – 5,36 т/га.

По полученным коэффициентам и критериям существенности простая линейная корреляционная взаимосвязь урожайности тритикале с числом зёрен в колосе и массой 1000 зерен является сильной и прямой. Это доказывают коэффициенты корреляции, близкие по своим величинам в разные годы исследования – 0,905-0,990 и коэффициенты детерминации, не опускающиеся ниже 80 % – от 81,9 % до 98,1 % в разные годы опыта.

Коэффициенты простой линейной регрессии по взаимосвязи урожайности озимой тритикале с количеством зёрен в колосе по годам лежат в пределах 0,596 – 0,909 т/га и с массой 1000 семян – от 0,560 до 0,874 т/га. Уравнения линейной регрессии по данным взаимосвязям характеризуются высокой степенью достоверности. Данное утверждение подтверждается большими различиями между фактическими и теоретическим критериями Стьюдента интервала от 10,01 до 33,55 или 2,07 на 5-% уровне значимости.

Биоэнергетическая и экономическая оценки технологии озимой тритикале

Максимальный коэффициент энергетической эффективности на варианте с применением гербицида Балерина супер, СЭ, весной в фазу кущения с двукратной обработкой микроудобрением Рауактив (рис. 6).

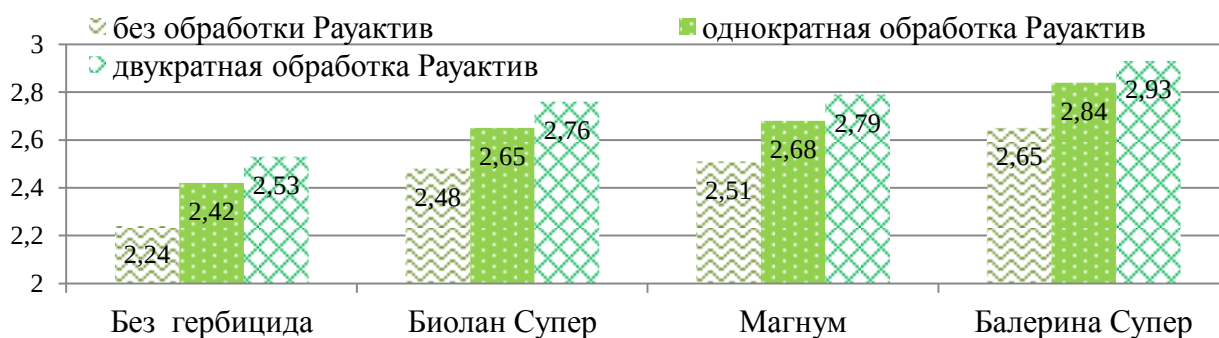


Рисунок 6 – Коэффициенты энергетической эффективности технологии озимой тритикале (на примере сорта Немчиновский 56) в опыте по изучению гербицидов и комплексного микроудобрения Рауактив.

В среднем, возделывание на данном варианте тритикале сорта Немчиновский 56 показывает коэффициент энергетической эффективности 2,93; в лучшем 2022 г. значение коэффициента достигало 3,43 и по сорту Триггер эти показатели соответственно были равны 2,90 и 3,27.

В целом, выращивание озимой тритикале по обоим опытам было выгодно, и не снижалась 40% уровня рентабельности (рис. 7).

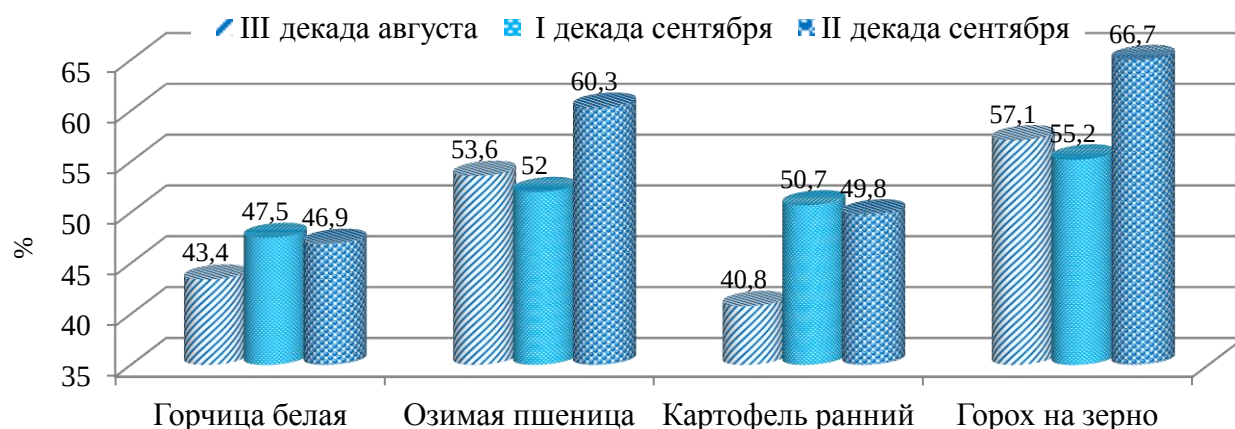


Рисунок 7 – Рентабельность в опыте по определению оптимальных предшественников и сроков посева озимой тритикале, %

Максимальная рентабельность производства зерна тритикале в первом опыте выявлена на варианте последнего срока посева на фоне предшественника гороха на зерно (66,7%).

Во втором полевом опыте максимальная рентабельность, в среднем, получена на варианте сорт Немчиновский 56 + гербицид Балерина Супер, СЭ + двукратная обработка комплексным микроудобрением Рауактив (60,2%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В двухфакторном опыте по определению оптимальных предшественников и сроков посева озимой тритикале наивысшая урожайность зерна достигалась при позднем посеве 15 сентября по зернобобовому предшественнику (горох на зерно) и составила 6,68 т/га; по предшественнику горчице белой – 6,35 т/га. В среднем по опыту выявлен лучший предшественник – горох на зерно со средней урожайностью 5,0 т/га, и лучший срок посева 15 сентября, средняя по опыту урожайность – 4,88 т/га.

2. По всем элементам структуры урожая озимой тритикале самые высокие средние значения количества продуктивных стеблей 384 шт./м²; числа зёрен в колосе 32,3 шт. и массы 1000 семян 49,5 г отмечены при посеве культуры 15 сентября по зернобобовому предшественнику горох на зерно. При подобном сочетании факторов в среднем может быть получено 4,76 т/га зерна озимой тритикале.

3. Плотность пахотного слоя почвы лежала во все годы исследований в пределах от 1,30 г/см³ до 1,35 г/см³. Эта величина является оптимальной для озимых культур, что обеспечивает получение высокой урожайности озимой тритикале; влажность пахотного слоя почвы в благоприятные годы в течение всего периода вегетации была достаточной для формирования высокого урожая зерна, а в неблагоприятном сезоне – была ниже оптимальных значений, что, наряду с прочими факторами, привело к падению урожайности культуры; общая порозность и аэрация пахотного слоя находились в допустимых пределах, не оказывая на урожай тритикале критического воздействия.

4. Предшествующая культура оказывает на вредоносность шведской мухи в посевах тритикале незначительное влияние – средние различия между вариантами в разные годы не превышали 4 %. Поздний срок посева 15 сентября позволяет растениям озимой тритикале избежать вредоносного воздействия шведской мухи – повреждения составили от 2,0 % до 3,4 % по годам и 2,6 % в среднем по опыту.

5. Площадь листовой поверхности и величина фотосинтетического потенциала озимой тритикале очень тесно коррелирует с урожайностью культуры. Максимальный показатель площади листовой поверхности в фазу колошения 34 115 м²/га и показатель фотосинтетического потенциала 1 776,1 тыс. м²/га в сутки, в среднем, были сформированы при посеве 15 сентября по предшественнику горох, что обеспечило получение лучшей урожайности 5,22 т/га.

6. Растения тритикале, посеянные в поздний срок 15 сентября по зернобобовому (горох на зерно) и масличному (горчица белая) предшественникам имели более высокую полевую всхожесть, в среднем по опыту – 86,7 % по гороху и 85,0 % - по горчице белой; перезимовка – 75,6 % и 74,8 %; общая выживаемость при размещении по гороху – 54,6 % и по горчице белой – 53,4 %.

7. По средним за три года данным сорта озимой тритикале Немчиновский 56 и Триггер показывают практически одинаковую среднюю урожайность – 4,67 т/га и 4,62 т/га. Вместе с тем, установлено, что сорт Триггер лучше переносит неблагоприятные климатические и почвенные условия, поэтому в сложные по этим показателям годы, при средней урожайности 3,81 т/га на 0,39 т/га (+9,5 %) превысил показатель сорта Немчиновский 56. В относительно благоприятные сезоны сорт Немчиновский 56 способен давать более высокий средний урожай 5,30 т/га, превышая сорт Триггер в среднем на 0,27 т/га (5,4 %).

8. Доказано преимущество применения гербицида Балерина Супер, СЭ – при средней урожайности 4,98 т/га прибавка к контролю составляет 0,72 т/га (16,9 %). Между гербицидами Биолан Супер, ВР и Магнум, ВДГ, по средней урожайности озимой тритикале существенных различий нет – оба в сравнении с контролем дают прибавку зерна 0,40 – 0,43 т/га (9,4 – 9,5 %). Однократная обработка посевов тритикале Рауактив в сравнении с необрабатываемым контролем даёт среднюю по опыту прибавку зерна 0,37 т/га (8,6%), а двукратная – 0,62 т/га или 14,4 %. Рекомендовать применение гербицида Магнум, ВДГ в производство, возможно после проведения регистрационных испытаний на озимой тритикале.

9. Оптимальным сочетанием вариантов, обеспечивающим самые высокие показатели структуры урожая зерновой культуры, является следующее: посев любого из сортов Немчиновский 56 или Триггер, так как не было выявлено существенных различий в показателях; обработка посевов гербицидом Балерина Супер, СЭ, 0,5 л/га в фазу кущения культуры и двукратная обработка посевов Рауактив, 1 л/га, осенью в фазу кущения и весной в фазу выхода в трубку. При этом, в среднем по опыту формируется 389 – 391 шт./м² продуктивных стеблей, число зёрен в колосе составляет 32,6 – 32,7 шт. и масса 1000 семян достигает 50,0 г. В среднем, такое оптимальное сочетание вариантов позволило получить по сорту Немчиновский 56 – от 5,08 до 5,31 т/га и по сорту Триггер – от 4,98 до 5,25 т/га зерна озимой тритикале.

10. В благоприятные по климатическим и почвенным условиям посевного периода годы рекомендуется сорт Немчиновский 56, лучший вариант с применением гербицида Балерина Супер, СЭ и двукратной обработке посевов Рауактив обеспечил полевую всхожесть 87,0 %; перезимовку озимых 80,9 %; весенне-летней сохранности 61,0 % и общую выживаемость 56,3 %. В неблагоприятные годы предпочтительнее посев более устойчивого к неблагоприятным факторам сорта Триггер.

11. Наиболее эффективное комплексное воздействие изучаемых в опыте химических препаратов на засорённость и массу сорняков отмечается при обработке посевов озимой тритикале сорта Немчиновский 56 гербицидом Балерина Супер, СЭ, 0,5 л/га весной в фазу кущения и двукратной обработке посевов Рауактив, 1 л/га осенью в фазу кущения и весной в фазу выхода в трубку. При этом, отмечаются минимальные значения количества малолетних сорняков 31,8 шт./м², многолетних сорняков – 2,4 шт./м² и массы сорняков – 227,0 г/м².

12. Максимальные прибыль 18 102,37 руб./га и рентабельность 66,7 % в технологии производства озимой тритикале выявлены при посеве 15 сентября по гороху на зерно. Применение гербицида Балерина Супер, СЭ и двукратная обработка комплексным микроудобрением Рауактив сорта тритикале сорта Немчиновский 56 гарантируют получение средней прибыли 17 290,6 руб./га при рентабельности 60,5 % и среднем коэффициенте энергетической эффективности 2,93. В благоприятные годы прибыль может достигать величины 21 028,83 руб./га, рентабельность возрастает до 73,2 % и коэффициент энергетической эффективности увеличивается до 3,43.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях Центральной части Нечерноземной зоны России с целью получения устойчивого урожая зерна озимой тритикале предлагается:

- рекомендовать горох на зерно, в качестве предшественника для размещения озимой тритикале в севообороте, с посевом культуры 15 сентября;
- в посевах озимой тритикале сортов Немчиновский 56 и Триггер применять гербицид Балерина Супер, СЭ в дозе 0,5 л/га, в фазу кущения весной в комплексе с двукратной обработкой агроценозов комплексным микроудобрением Рауактив в дозе 1 л/га – осенью в фазу кущения и весной в фазу выхода в трубку, с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га по препаратам.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В условиях интенсификации растениеводческой отрасли существует необходимость в разработке и совершенствовании технологий выращивания высокопродуктивных озимых зерновых культур, в том числе озимой тритикале, с применением новой современной техники, внедрением цифровых технологий и перспективных интеллектуальных программ. В дальнейшем развитие темы предполагается осуществлять с учетом привлечения адаптивных сортов и гибридов озимой тритикале и их сравнительной продуктивности, новых пестицидов и агрохимикатов. Данные опытные результаты целесообразно использовать при разработке региональных технологий выращивания озимой тритикале.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикация в издании входящем в международную базу цитирования

1. **Chernopyatov, S.S.** Growing winter triticale varieties using herbicides and microfertilizers in the central Non-black earth region / D.V. Vinogradov, S.S. Chernopyatov, T.V. Zubkova // Journal of Agriculture and Environment. – 2025. – №3(55). DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.55.12>. (Chemical Abstracts)

Публикация в рецензируемом издании, рекомендованном ВАК РФ

2. **Чернопяттов, С.С.** Влияние сроков посева и предшественников на повышение устойчивости к неблагоприятным внешним условиям и продуктивность озимой тритикале / С.С. Чернопяттов, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – №6(110). – С.29-34. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2024-110-5-29-33>. (K2)

Публикация в рецензируемом издании, рекомендованном РУДН

3. **Чернопяттов, С.С.** Физико-химическая оценка почвы в технологии выращивания озимой тритикале / В.Л. Захаров, Д.В. Виноградов, С.С. Чернопяттов, [и др.] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_617.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202136617>.

Публикации в других изданиях

4. **Чернопяттов, С.С.** Роль элементов технологии в повышении урожайности озимой тритикале в условиях Центрального Нечерноземья / С.С. Чернопяттов // Известия ДагГАУ. – 2024. – №3. – С. 70-74. DOI [10.52671/26867591_2024_3_70](https://doi.org/10.52671/26867591_2024_3_70)

5. **Чернопяттов, С.С.** Агрономическая оценка комплексного применения микроудобрения Рауактив и гербицидов в агроценозах озимой тритикале в условиях юга Московской области / С.С. Чернопяттов, Д.В. Виноградов, Т.В. Зубкова // Нива Поволжья. – 2025. – №1(73). – С. 1005. DOI [10.36461/NP.2025.73.1.010](https://doi.org/10.36461/NP.2025.73.1.010)

6. **Чернопяттов, С.С.** Особенности посева озимой тритикале в условиях Нечерноземной зоны / С.С. Чернопяттов, Д.В. Виноградов // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: матер. II межд. науч.-практич. конф. (21 сентября 2023 г., г. Рязань). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. – С.451-455.

7. **Чернопяттов, С.С.** Оценка влияния низких температур на перезимовку озимой тритикале / С.С. Чернопяттов, Д.В. Виноградов // Научно-исследовательские решения высшей школы: матер. науч. конф. (26 декабря 2023 г., г. Рязань). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. – С. 197-199.

8. **Чернопятов, С.С.** Использование минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве / К.Д. Сазонкин, С.С. Чернопятов // XXIII Межд. науч.-практич. конф. «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», посвящ. 90-летию со дня рождения проф. Н.И. Протасова (30-31 января 2024 г., г. Горки, Беларусь). – Горки: БГСХА, 2024. – С. 212-215.

9. **Чернопятов, С.С.** Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д.Р. Сафронова, С.С. Чернопятов, Е.И. Лупова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: VIII межд. науч.-практич. конф. (21 марта 2024 года, г. Рязань). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024. – Т.1 – 313-317.

10. **Чернопятов, С.С.** Роль удобрений в повышении урожая полевых культур / К.Д. Сазонкин, С.С. Чернопятов, А.В. Голубкова, [и др.] // Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы: IV Всерос. (нац.) конф. (24 мая 2024 г., г. Омск). – Омск : Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2024. – С. 167-172.

11. **Чернопятов, С.С.** Биологические основы размещения озимой тритикале по различным предшественникам в Нечерноземной зоне / С.С. Чернопятов // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: матер. III межд. науч.-практич. конф. (15 января 2025 г., г. Рязань). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2025. – С.513-517.

АННОТАЦИЯ

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

ЧЕРНОПЯТОВ СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ

В диссертационной работе предложена оценка по изучению закономерностей изменения фитосанитарного состояния агроценоза озимой тритикале и приемов его регулирования при комплексном применении гербицидов и агрохимиката, исследования проведены в 2021-2024 гг. в условиях Центрального Нечерноземья.

Установлено, что в посевах озимой тритикале сортов Немчиновский 56 и Триггер необходимо применять гербицид Балерина Супер, СЭ в дозе 0,5 л/га, в фазу кущения весной в комплексе с двукратной обработкой агроценозов комплексным микроудобрением Рауактив в дозе 1 л/га – осенью в фазу кущения и весной в фазу выхода в трубку, с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га по препаратам. Определены лучшие предшествующие культуры для озимой тритикале – горох на зерно и горчица белая, а также оптимальный поздний срок посева – 15 сентября.

ABSTRACT

PHYTOSANITARY STATUS AND YIELD WINTER TRITICALE WITH COMPLEX APPLICATION CHEMICAL PROTECTIVE EQUIPMENT IN CONDITIONS OF CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

CHERNOPYATOV SERGEY SERGEEVICH

In the dissertation work, an assessment was proposed to study the patterns of changes in the phytosanitary state of the winter triticales agroecosystem and methods of its regulation with the integrated use of herbicides and agrochemicals, studies were conducted in 2021-2024 in the conditions of the Central Non-Chernozem region.

It was found that in winter triticales crops of Nemchinovsky 56 and Trigger varieties, it is necessary to apply the herbicide Ballerina Super, SE at a dose of 0.5 l/ha, in the tillering phase in spring in combination with a double treatment of agroecosystems with a complex micro-fertilizer Rauactive at a dose of 1 l/ha - in autumn during the tillering phase and in spring during the tube phase, with the norm the flow rate of the working fluid is 200 l/ha for the preparations. The best previous crops for winter triticales were identified – peas for grain and white mustard, as well as the optimal late sowing date – September 15.