

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы»

На правах рукописи

БЕХЗАД АБДУЛЛА

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ
ЗАЩИТЫ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

4.1.3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

**Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Научный руководитель:
Астарханова Тамара Саржановна,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ	11
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.3. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны	16
1.4. Характеристика основных сорных растений в посевах озимой пшеницы	23
1.5. Роль химического метода защиты озимой пшеницы от грибных инфекций	27
1.6. Химический метод защиты озимой пшеницы от сорных растений	32
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	38
2.1. Агроклиматические условия проведения исследований	38
2.3. Характеристика объектов	48
2.4. Схема опыта и методика проведения исследований	56
ГЛАВА 3. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2022 – 2024 гг.	62
3.1. Фенологические наблюдения	62
3.2. Основные грибные болезни в посевах озимой пшеницы в 2022 – 2024 гг.	64
3.3. Общая засоренность посевов пшеницы озимой в 2022 – 2024 гг.	65
3.4. Видовой состав сорных растений в Московской области в 2022 – 2024 гг.	66
Рисунок 22 – Средний видовой состав сорных растений в Московской области в 2022 – 2024 гг. 68	
ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ РАЗВИТИЯ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ	69
4.1. Оценка эффективности фунгицидов против пиренофороза (<i>Pyrenophora tritici- repentis</i>) в посевах озимой пшеницы	69
4.2. Оценка эффективности фунгицидов против септориоза (<i>Zymoseptoria tritici</i>) в посевах озимой пшеницы	71
4.3. Оценка эффективности фунгицидов против ржавчины стеблевой (<i>Puccinia graminis</i> Pers.) в посевах озимой пшеницы	73
4.4. Оценка эффективности фунгицидов против бурой ржавчины (<i>Puccinia recondita</i>) в посевах озимой пшеницы	75

ГЛАВА 5. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ОБЩУЮ ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ	78
5.1. Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой	78
5.2. Влияние гербицидов на виды сорных растения в посевах пшеницы озимой	85
ГЛАВА 6. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ НА СТРУКТУРУ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	95
6.1. Влияние фунгицидов на структуру урожая	95
6.2. Влияние фунгицидов на урожайность пшеницы озимой	98
6.3. Влияние гербицидов на показатели структуры урожая.....	99
6.4. Влияние гербицидов на урожайность пшеницы озимой	102
ГЛАВА 7. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	107
7.1. Оценка влияния фунгицидов на качество зерна озимой пшеницы	107
7.2. Оценка влияния гербицидов на качество зерна озимой пшеницы	109
7.3. Динамика разложения действующих веществ фунгицидов в растениях и зерне озимой пшеницы	112
7.4. Динамика разложения действующих веществ гербицидов в растениях и зерне озимой пшеницы	114
ГЛАВА 8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	118
8.1. Экономическое обоснование применения фунгицидов в посевах озимой пшеницы	119
8.2. Экономическое обоснование применения гербицидов в посевах озимой пшеницы	121
ВЫВОДЫ	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	125
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	146

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В последнее время рынок зерна в России стремительно развивается, страна является одним из мировых лидеров по производству и экспорту зерна. В целях обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации Указом Президента Российской Федерации (от 21 января 2020 г. № 20) утверждена Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Стратегической целью продовольственной безопасности является обеспечение населения страны безопасной, качественной и доступной сельскохозяйственной продукцией, сырьем и продовольствием» (<http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>). Среди зерновых культур, выращиваемых в условиях Нечерноземной зоны, наибольшую долю занимает пшеница (Некрасов и др., 2024; Поддымкина, 2023). Сорные растения и грибные заболевания являются причиной нестабильности урожайности озимой пшеницы в России и эффективная борьба с ними основана на правильном выборе средств защиты и соблюдении регламентов их применения (Глазунова, 2023; Шутко, 2024 2021; Павлюшин, 2023; Долженко, 2024). В соответствии со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ N 145 от 28 февраля 2024 г., одной из приоритетных задач развития страны является переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству. Выполнить поставленную задачу без серьезных научных исследований по эффективности и безопасности новых средств защиты растений невозможно. Поэтому в настоящее время актуальна концепция фитосанитарной оптимизации агробиоценозов, суть которой состоит в реализации фитосанитарного мониторинга, применении малотоксичных средств защиты растений, их ротации. Пшеница – одна из важнейших зерновых культур в России, обеспечивающая продовольствием миллиарды людей. Это легко адаптируемая культура, которую можно выращивать в различных

климатических условиях и типах почв. Зерно пшеницы обладает высокой пищевой ценностью и высокой устойчивостью к хранению. Зерно пшеницы состоит примерно из 70% крахмала, 10 – 15% белка, что относительно выше по сравнению с другими основными зерновыми культурами. Оно содержит минералы, жиры и витамины, которые являются источником микроэлементов и пищевых волокон.

Безопасность применяемых пестицидов определяется наличием остаточных количеств в конечной продукции, так как пестициды имеют свойство накапливаться и деградировать со временем, что подтверждает актуальность проводимых нами исследований.

Однако насекомые, подобно сорнякам и грибным заболеваниям, являются причиной нестабильности урожайности озимой пшеницы в России. Поражение растения, степень поражения и видовой состав возбудителя могут значительно различаться в зависимости от региона. Наиболее распространенными и вредоносными видами сорняков в России и Московской области на озимой пшенице являются пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), марь белая (*Chenopodium album*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), фиалка полевая (*Viola arvensis*) и др. (Спиридонов, 2008; Шпанев, 2018). Эти сорные растения вызывают потери более 10% урожайности озимой пшеницы, ослабляя растения из-за конкуренции за свет, воду, вегетационное пространство и питательные вещества. По данным исследования Oerke (2006), общемировые потери урожая пшеницы от сорняков составляет 3% – 30% в год.

Озимая пшеница в течение всего вегетационного периода поражается многими грибными заболеваниями, которые значительно снижают урожайность зерна. К наиболее значимым грибным заболеваниям относятся пиренофороз (желтая пятнистость) (*Pyrenophora tritici-repentis*), септориоз (*Zymoseptoria tritici*, *Parastagonospora nodorum* и др.), листовая ржавчина (*Puccinia triticina*), полосатая ржавчина (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*), мучнистая роса (*Blumeria graminis f. sp. tritici*) и фузариоз (вид рода *Fusarium*)

(Санин, 2016; Vyamukama *et al.*, 2019; Bajwa *et al.*, 2020). Заражение растений пшеницы этими возбудителями вызывает снижение скорости чистого фотосинтеза, соответственно размера и количества семян. По данным Санина (2016), потери зерна пшеницы от патогенов, от болезней листьев и стебля составляют 30% – 60%, колосовых инфекций – 10% – 20% и корневых и прикорневых гнилей – 15% – 25%.

Наиболее эффективным методом снижения потери урожая от этих возбудителей и повышения урожайности озимой пшеницы и качества зерна является применение химических препаратов. О значительном влиянии химической защиты на урожайность сообщили Сычева и др., 2016; Глазунова и др., 2017; Дубровская и др., 2018 (фунгицид), Сорокин и др., 2009; Положенцев и др., 2018; Глазунова, 2019 (инсектицид) и Абакумов, & Бобкова, 2012; Глазунова и др., 2015; Кошеляев, & Кудин, 2016 (гербицид).

Биологическая эффективность фунгицидов «Рекс дуо» и «Абакус» составила 85,6% – 98,8%. Величина сохраненного урожая в опыте составила 14,2 – 19,1% (Дубровская и др., 2018). А также в среднем биологическая эффективность препарата Примадонна + Тризлак составила 90%, что обеспечило наибольшую прибавку урожая до 1,69 т/га в условиях Ставропольского края (Глазунова и др., 2015). Чрезмерное использование пестицидов загрязняет воду и почву, нанося ущерб экологии сельского хозяйства, и является источником опасности для здоровья человека и животных. Более экономичным и устойчивым решением этих проблем является существенное ограничение количества применяемых пестицидов без увеличения риска возникновения резистентности.

Степень разработанности темы исследования.

Важным ограничивающим фактором в агрофитоценозах пшеницы озимой в условиях Нечерноземной зоны являются сорные растения и фитопатогены. Однако многие аспекты эффективной борьбы с ними на посевах культуры остаются неясными: по этим направлениям и ведутся исследования по поиску новых средств и технологий (Долженко и др., 2021;

Павлюшин и др., 2015; Хилевский, 2017; Санин и др., 2022; Маханькова и др., 2022, Гришечкина и др., 2023, Долженко и др., 2024 г). Проблемами изучения видового состава, биоэкологическими особенностями возбудителей, распространенности и вредоносности болезней сельскохозяйственных культур, симптоматикой их проявления в разных регионах России занимались В.И. Долженко (2018), Н. Н. Глазунова (2019, 2023), А.П. Шутко (2013), С.С. Санин (2019), Т.В Долженко (2024).

Цель и задачи работы. Цель исследований – биологическое обоснование применения современных средств защиты с целью повышения урожайности и показателей качества и безопасности озимой пшеницы в условиях Нечернозёмной зоны.

В соответствии с поставленной целью предусматривалось решение следующих задач:

- оценить фитосанитарное состояние агроценоза озимой пшеницы в условиях Нечернозёмной зоны;
- изучить биологическую эффективность современных фунгицидов и подобрать более эффективные препараты для использования в системе защиты озимой пшеницы от фитопатогенов;
- оценить влияние фунгицидов на элементы структуры и урожайность озимой пшеницы;
- изучить биологическую эффективность современных гербицидов и подобрать более эффективные для использования в системе защиты озимой пшеницы от сорных растений;
- оценить безопасность новых фитосанитарных средств для защиты пшеницы озимой от фитопатогенов и сорных растений;
- определить экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от применяемых способов защиты.

Научная новизна. Впервые в условиях Нечернозёмной зоны проведена сравнительная оценка биологической эффективности широкого спектра современных средств защиты растений: фунгицидов (Систебу, КС; Прицел,

КЭ; Брандер, КС) и гербицидов (Гектор, ВДГ; Бивень, ВР; Статус Макс, ВДГ). Установлена высокая биологическая эффективность (до 100%) изученных препаратов. Доказаны их безопасность и положительное влияние на качество, урожайность и элементы структуры озимой пшеницы.

В условиях Центрального Нечерноземья в посевах озимой пшеницы сорта Московская 56 определено оптимальное сочетание факторов по применению гербицидов (Гектор, ВДГ; Бивень, ВР; Статус Макс, ВДГ) в фазу кущения весной и однократной обработкой фунгицидами Систебу, КС (0,8 - 1,0 л/га, Прицел, КЭ (0,4 - 0,7 л/га) и Брандер, КС (1,0 л/га) с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическое значение работы заключается в том, что уточнены сроки ожидания новых препаратов и спектр их действия (Систебу, КС; Прицел, КЭ; Брандер, КС) и (Гектор, ВДГ; Бивень, ВР; Статус Макс, ВДГ) при применении в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях центрального района Нечернозёмной зоны. Дана оценка изучаемым современным фунгицидам и гербицидам в агроценозе озимой пшеницы, произрастающей в условиях центрального района Нечернозёмной зоны за 2021 – 2024 годы. Впервые разработаны рекомендации по эффективному применению изученных средств защиты растений на посевах озимой пшеницы в условиях центрального района Нечернозёмной зоны, которые обеспечивают наиболее эффективную борьбу с фитопатогенными и сорными растениями.

Результаты исследований прошли производственную проверку в условиях Московской области, где в 2024 году фунгициды были внедрены на площади 5 га, прибыль которых составило 400 – 450 тысяч рублей. Гербициды были внедрены на площади 10 га, экономический эффект составил 200 тысяч рублей.

Методология и методы исследований основывались на проведении анализа литературы отечественных и зарубежных авторов по применению пестицидов, биологии и экологии фитопатогенов на озимой пшенице.

Применялись следующие методы исследований: лабораторные и полевые исследования – эмпирические и теоретические – обработка результатов исследований методами статистического анализа.

Положения, выносимые на защиту:

- Современные эффективные средства борьбы с патогенами (Систебу, КС; Прицел, КЭ; Брандер КС) на озимой пшенице обеспечивают повышение качества и урожайность при усложнившемся фитосанитарном состоянии агроценозов в условиях Нечерноземной зоны; повышение урожайности составила 4,3- 4,6 т/га.

- Новые средства борьбы с сорными растениями (Гектор, ВДГ; Бивень, ВР; Статус Макс, ВДГ) на озимой пшенице оказывают влияние на общую засоренность, структуру урожая, снижая количество сорных растений в посевах озимой пшеницы и их применение экономически целесообразно в условиях Нечерноземной зоны.

Использование современных гербицидов повышают урожайность на 4,4-4,8 ц/га, рентабельность производства на 101,7-104,4%, что свидетельствует о высокой экономической эффективности.

Регламенты применения новых многокомпонентных фунгицидов (Систебу, КС; Прицел, КЭ; Брандер КС) и гербицидов (Гектор, ВДГ; Бивень, ВР; Статус Макс, ВДГ) доказывают их эффективность и безопасность, остаточные количества препаратов в продукции не выявлено.

Степень достоверности. Достоверность проведенных исследований подтверждается результатами трехлетнего периода проведения исследований по теме научной работы, выполненной в строгом соответствии с основными методиками закладки и проведения полевых опытов, необходимым объёмом сопутствующих наблюдений и учётов, достоверностью статистической обработки полученных экспериментальных данных и положительными результатами производственной проверки.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и получили положительную оценку на конференциях различного

уровня: «Научный форум: сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 23 марта 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023; WORLD OF SCIENCE: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 марта 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023; Органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия: материалы ежегодной всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Махачкала, 01 ноября 2023 года.»

Публикации результатов исследований. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 11 научных работах, в том числе: 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ/ РУДН; 1 публикация в изданиях, индексируемых базой данных CAS; 4 статьи в зарубежных изданиях, индексируемых Scopus и 4 работы в РИНЦ.

Структура и объем диссертации. Диссертация, состоит из введения, пяти глав, заключения, рекомендаций производству, списка литературы и приложений.

Содержание работы изложено на 172 страницах компьютерного текста, содержит 31 таблицу, 30 рисунков и 30 приложений. Список использованной литературы содержит 154 источников, в том числе 73 иностранных авторов.

Личный вклад автора. Автор определил цель и задачи исследования, разработал программу и методику исследований, провел полевые и лабораторные опыты, проанализировал и обобщил полученные в ходе эксперимента данные, подготовил диссертацию, сформулировал и обосновал заключение работы. Доля личного участия составляет не менее 85%.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Состояние и перспективы возделывания озимой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны

Впервые пшеница была одомашнена в основном в странах Ближнего Востока десять тысяч лет до нашей эры (Dvorak, 2007; Venske и др., 2019) (Arzani, Ashraf, 2017; Dubcovsky). Первые три типа пшеницы, культивируемые, также называемые ландрасами, были диплоидными, тетраплоидными и гексаплоидными (Dubcovsky & Dvorak, 2007; Shewry, 2009). В то время, имея ограниченные знания, производители основывали свой выбор на сортах, демонстрирующих более высокие показатели урожайности, а позже, в соответствии с развитием различных технологий ведения сельского хозяйства, различные новые селекционные программы добавили элементы получения высококачественных сортов пшеницы, с необходимым содержанием белков и клейковины, сортов, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессам, эффективным потреблением ресурсов, пшеницей с качеством переработки, эффективным использованием питательных веществ.

Однако селекционеры пшеницы продолжают искать подходящие решения для возникающих проблем современных сортов пшеницы, особенно тех, которые проявляют слабую устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам по сравнению со старыми формами пшеницы, такими как болезни, вредители, сорные растения, засуха, жара, холод, засоление, загрязнение и недостаток питательных веществ в почве, а также текущие изменения климата и глобальное потепление. Кроме того, исследователи продолжают работать с участниками цепочки создания стоимости пшеницы, чтобы оптимизировать производство пшеницы, рассматривая варианты эффективного использования агрохимических средств производства (удобрений, пестицидов и гербицидов), а также появление органического земледелия, которое, как правило, способствует выращиванию старых сортов пшеницы, которые никогда не подвергались селекционной практике (Arzani, Ashraf, 2017; Callejo и др., 2019).

Помимо первоначальной формой культивируемой пшеницы, исследователи также сообщают о возможности гибридизации, которая, возможно, происходила несколько раз автономно с новым гексаплоидом (геном AABBDD) и была одомашнена аграриями благодаря своим большим параметрам (Shewry, 2009). Другим жизненно важным атрибутом, который также проявляется в прошлом пшеницы, оставалась трансформация из лушительных форм в голые, произошедшая в результате мутации (Dubcovsky, Dvorak, 2007).

1.2. Производство и значение озимой пшеницы в продовольственной безопасности России

Пшеница действительно является одним из трех основных злаков, которые играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности в мире. Она широко культивируется и используется в различных продуктах питания, что делает ее важной культурой для многих стран (Szczepaniak *et al*, 2022).

Наиболее часто производимая пшеница используется как стабильный продукт питания, во многих хлебобулочных изделиях для питания большого количества населения планеты, как основной источник энергии и других необходимых питательных веществ, таких как белки, клетчатка, липиды, витамины, минералы и фитохимические вещества для борьбы с голодом и другими признаками недоедания; что является важным элементом глобальных программ по ликвидации голода. Пшеница важна не только для рациона питания человека, но и является частью переработки кормов для скота (Dubcovsky, Dvorak, 2007; Li, Xuan, Cai, 2020; Mcfall, Fowler, 2009).

Пшеница обеспечивает значительную часть калорий и белков в рационе людей, особенно в регионах с умеренным климатом. Различными исследователями было установлено и сообщено, что производство пшеницы обеспечивает около 19% и 21% ежедневного потребления калорий и пищевого белка в мире соответственно (Baghestani и др., 2007; Shewry, Hey, 2015).

Производство зерна пшеницы необходимо не только для пищевой промышленности, но и для других агропромышленных производств, включая производство спирта, крахмала, глютена, декстрина, клея, бумаги; с другой стороны, побочные продукты пшеницы содержат необходимые ингредиенты – белки, жиры, минералы и витамины, которые используются на различных заводах по производству кормов для животных. Также другими известными ключевыми значениями пшеницы являются: 1) защита сельскохозяйственной почвы от эрозии; 2) хороший предшественник сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы, среди других растений, для которых чередование обеспечивает дополнительные урожаи. Высокий спрос на зерно пшеницы, который продолжает расти, приводит к постоянному развитию новых технологий для производства сортов с передовым потенциалом для удовлетворения потребностей (Weng *et al.*, 2023).

Пшеница из самых распространенных продовольственных культур в мире. Она - второй по объему производства злак, выращиваемый почти во всех странах, и самая продаваемая культура в мире (Jabran и др., 2017). Основные производители — Китай, Индия и Россия, каждый из которых производит более 100 миллионов тонн в год (Рис. 1)

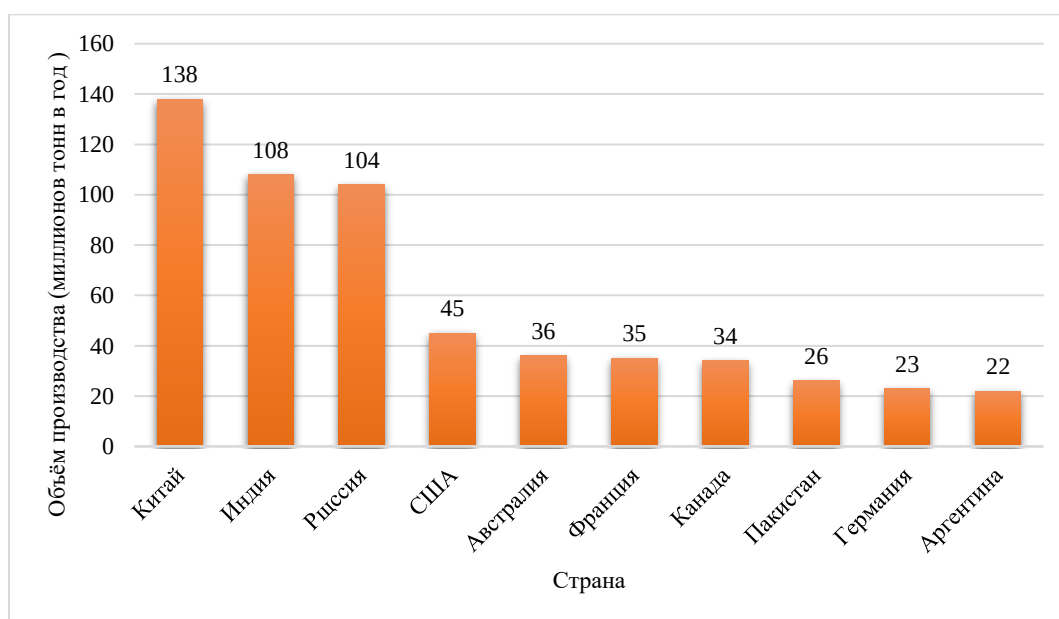


Рисунок 1– На этом графике представлены крупнейшие мировые производители пшеницы в 2022 году на основе данных (ФАО).

В России площадь посевов пшеницы за последнее десятилетие значительно увеличилась и достигла 29,44 миллиона гектаров. За семь лет посевные площади, по сравнению с 2013 годом, выросли на 17,4% (или на 4,37 миллиона гектаров), что свидетельствует о стремлении страны к увеличению производства.

В России площадь посевов пшеницы за последнее десятилетие значительно увеличилась и достигла 29,44 миллиона гектаров. За семь лет посевные по сравнению с 2013 годом, площади выросли на 17,4% (или на 4,37 миллиона гектаров), что свидетельствует о стремлении страны к увеличению производства. Озимая пшеница преобладает в таких регионах, как Северный Кавказ, Центральное Черноземье и правая часть Поволжья, с особым вкладом Краснодарского края и Ростовской области. Эти регионы обладают благоприятными климатическими условиями для ее выращивания, что подчеркивает важность пшеницы в российском сельском хозяйстве (Agarkin, A. M., & Makhotina, I. A. (2021). Озимая пшеница является основным зерном среди зерновых культур с высокой урожайностью в системе сельского хозяйства России. Озимая пшеница, в среднем, составляет около 70 процентов от общего объема производства пшеницы в России. Урожайность озимой пшеницы до сих пор соответствовала росту населения. (Borlaug, N. (2007).

По данным Росстата, за последние 10 лет в Российской Федерации посевные площади озимой пшеницы увеличились с 12 155 тыс. га в 2014 году до 16 723 тыс. га в 2022 году (рис. 1). Посевы озимой пшеницы уменьшились с 16,7 млн га под урожай прошлого года до 15,65 млн га в 2023 году. Зато площади под яровой пшеницей расширились с почти 12,8 млн га до 14,1 млн га. В целом пшеница заняла 29,77 млн га против 29,47 млн га в 2022 году (рис. 2).

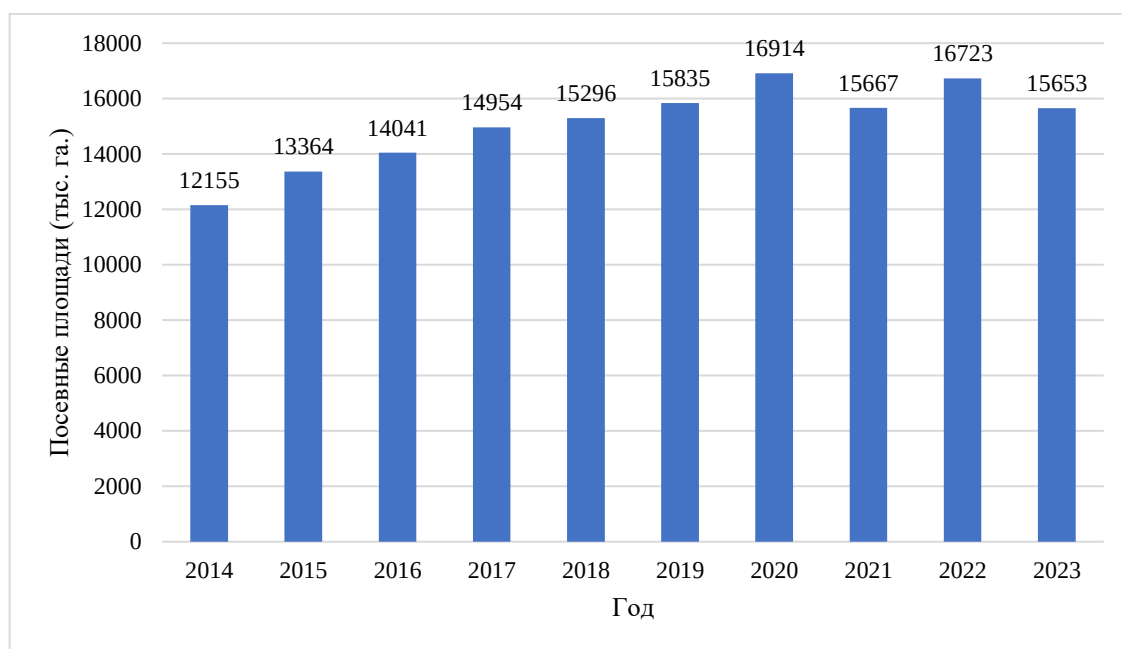


Рисунок 2 – Посевные площади озимой пшеницы в Российской Федерации по годам, тыс. га.

При этом стоит отметить, что увеличение валового сбора зерна с полей произошло не только за счёт прибавления площадей выращивания, но и повышения урожайности культуры, по данным Росстата с 36,1 ц/га в среднем за год в период 2015 – 2019 гг. до 43,7 ц/га в 2022 г. (рис.3).



Рисунок 3 – Урожайность озимой пшеницы в Российской Федерации по годам, ц/га

Производство пшеницы в России в сезоне 2023/24 оценивается в январском отчете аналитиков Минсельхоза США в 91,0 млн тонн, что на 1%

больше, чем в декабрьском отчете, но на 1% меньше, чем в прошлом сезоне, и на 14% больше, чем в среднем за 5 лет. Оценка включает 64,0 млн тонн озимой пшеницы и 27,0 млн тонн яровой пшеницы. На озимую пшеницу обычно приходится около 70% общего производства, и она выращивается в основном в европейской части России. Яровая пшеница, на которую приходится около 30% общего производства, в основном выращивается в регионах, граничащих с Казахстаном: в Поволжском, Уральском и Сибирском округах России. (Росстата).

1.3. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны

В России озимая пшеница подвержена многочисленным биотическим ограничениям, в частности, сорнякам и грибным заболеваниям, которые вызывают значительные потери урожайности и качества зерна при благоприятных для хозяина (патогена) условиях среды и восприимчивости используемых сортов.

Основными грибными листостебельными болезнями пшеницы в России являются: *Zymoseptoria tritici* (возбудитель септориоза), *Puccinia triticina* (возбудитель бурой ржавчины), (Санин и др., 2021; Санин и др., 2022).

Гриб, вызывающий ржавчины, – *Puccinia* sp., принадлежащий к классу Basidiomycetes, группы Phragmobasidiomycetes, порядка Uredinales, семейства Pucciniaceae. Поражению подвержены все воздушные части растений, от проростка до зрелого растения. Различают несколько видов ржавчины: бурая (*P. recondita*), желтая (*P. Striiformis*), черная (*P. graminis*) (Ellis et al., 2014).

Бурая ржавчина, вызываемая грибом *Puccinia recondita*, является серьезным заболеванием, поражающим пшеницу (*Triticum aestivum* L.) по всему миру. Развитие симптомов и факторы, влияющие на это заболевание, многочисленны и включают условия окружающей среды, вирулентность

возбудителя и резистентность хозяина (Kudinova, 2024). Понимание этих элементов необходимо для эффективного управления и отбора устойчивых сортов пшеницы. Заболевание в основном поражает листья, но также может затрагивать стебли и зерна пшеницы, ячменя и ржи. Оно особенно губительно в зонах умеренного климата, особенно на озимой пшенице, поскольку возбудитель зимует и может нанести значительный ущерб (Гвоздева, Волкова, 2022). Для заражения возбудителю необходимы особые условия, включая температуру от 8 до 16 °C и относительную влажность выше 60% (Jarroudi et al., 2014). Высокая влажность и умеренные температуры (15–25 °C) способствуют развитию бурой ржавчины, способствуя прорастанию спор и заражению (Mushtaq., 2022). Примерно через 10–14 дней после заражения грибы начинают спорулироваться, и симптомы становятся заметны на листьях пшеницы. Симптомы бурой ржавчины часто проявляются в виде оранжево-коричневых пустул на листьях и могут появиться уже осенью на посевах ранних культур (Kudinova, 2024). По мере прогрессирования заболевания эти пустулы могут разорвать эпидермис листа, что приводит к усилению распространения спор. При сильном поражении могут также затрагиваться стебли и цветковые чешуи. У зараженных растений наблюдается снижение кустистости и размера зерна, что влияет на общую урожайность (Goyeau, 2022). Бурая ржавчина – циклическое заболевание, возбудитель которого *P. triticina* способен производить несколько поколений спор в течение вегетационного периода (Ellis et al., 2014; Матвева, Волкова, 2019; Line, 2002).

Заболевание может быстро распространяться, поскольку споры легко разносятся потоками воздуха. Урединария может переноситься ветром на большие расстояния, что приводит к широкомасштабным эпидемиям (Bolton, 2008). Исследования выявили многочисленные патотипы *P. triticina* с различной степенью вирулентности в разных регионах (Гвоздева, Волкова, 2022). Например, изоляты в Краснодарском крае, Ставропольском крае и Ростовской области и Иране продемонстрировали значительное разнообразие

вирулентности, что повлияло на усилия по выведению штаммов с устойчивостью (Kudinova, 2024; Farid., 2013).

Заболевание прогрессирует поэтапно, и значительные потери урожая происходят, если заражение происходит в начале вегетационного периода (Goyeau, 2022). Потери урожая: бурая ржавчина может привести к потерям урожая от 10% до 40% в зависимости от устойчивости сорта и факторов окружающей среды (Kudinova, 2024; Peksa & Bankina, 2019). Вредоносность бурой ржавчины заключается в том, что она снижает фотосинтетическую активность пораженных растений, что, в свою очередь, приводит к уменьшению урожайности (Kudinova, 2024). Пораженные листья теряют свою способность к ассимиляции, что может привести к снижению качества зерна и его количества.

Бурая ржавчина – широко распространенное заболевание, поражающее посевы пшеницы во многих странах мира. Основными регионами производства пшеницы, пораженными бурой ржавчиной, являются Северная Америка, Европа, а также некоторые районы Азии и Африки (Line, 2002). Ее распространение в России наблюдается в различных регионах (в Краснодарском крае, Ставропольском крае и Ростовской области), особенно в тех, где климатические условия способствуют её развитию (Kudinova, 2024). В частности, использование однообразных сортов пшеницы и несоблюдение севооборота способствуют распространению патогена (Kudinova, 2024).

Стеблевая ржавчина озимой пшеницы вызывается (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*), представляет собой одну из форм ржавчины, поражающую стебли пшеницы. Ранние признаки включают небольшие желтоватые пятна на листьях, которые появляются через несколько дней после заражения (Leonard, Szabo, 2005). Примерно через 8–10 дней после заражения образуются пустулы, характеризующиеся массой урединиоспор кирпично-красного цвета. Эти пустулы могут иметь линейную или ромбовидную форму и могут достигать 10 мм в диаметре (Leonard, Szabo, 2005). По мере прогрессирования заболевания образование урединиоспор прекращается, что приводит к образованию черных

телиоспор, способствующих почернению стеблей сильно зараженных растений озимой пшеницы (Leonard, Szabo, 2005).

Заболевание вызывает преждевременную гибель клетки листьев и снижение фотосинтетической способности, что влияет на качество и количество зерна (Henningesen et al., 2021). Влияние стеблевой ржавчины на урожайность озимой пшеницы в России существенно, особенно в таких регионах, как Поволжье и южные области, где болезнь наносит все больший ущерб (Зеленева et al., 2020; Baranova, 2023; Волкова et al., 2023). Это может привести к значительным потерям урожая: от 10% до 40% в случае сильного заражения. Некоторые генотипы пшеницы показывают разную степень устойчивости: некоторые сорта показывают минимальную потерю урожая (например, «Misr 3» с потерей 1,28%), в то время как другие, такие как «Gem 11», могут демонстрировать потери, превышающие 40% (Hafiz, 2022). В Эфиопии стеблевая ржавчина широко распространена в горных районах, при этом средняя распространенность составляет 63% в исследованных регионах, таких как Арси и Бале (Lidiya, 2019).

На развитие этого заболевания влияют различные экологические и биологические факторы. Климатические условия, включая влажность и температуру выше 15°C, способствуют прорастанию спор и распространению заболевания (Olivera et al., 2022). Ожидается, что изменение климата будет способствовать распространению стеблевой ржавчины пшеницы, поскольку более высокие температуры и более низкая влажность могут привести к увеличению высвобождения урединиоспор патогена примерно на 40% (Prank et al., 2019; Зеленева et al., 2020).

Способность патогена быстро эволюционировать, создавая новые вирулентные расы, такие как Ug99, усложняет управление резистентностью (Shiekh, 2017). Например, недавние исследования в Казахстане выявили 112 различных рас, что указывает на высокий потенциал новых комбинаций вирулентности (Olivera et al., 2022). Всего 45 рас *P. graminis* sp. *tritici* были

выявлены в центральной России в период с 2000 по 2009 год, причем доминирование менялось с течением времени (Skolotneva *et al.*, 2013).

Штамм UG99, вирулентный для гена устойчивости Sr31, был обнаружен на юго-востоке России в 2013–2014 годах, что вызвало опасения относительно его потенциального распространения (Sibikeev *et al.*, 2016).

Возбудитель может распространяться на большие географические территории с помощью ветра, способствуя распространению новых рас, таких как Ug99, из Африки на Ближний Восток и, потенциально, в Центральную и Восточную Азию. Было выявлено несколько рас, включая TKTTF и TTKSK, причем TKTTF является наиболее вирулентной, поражая 85% генов устойчивости в Эфиопии (Lidiya, 2019). Присутствие альтернативного хозяина, барбариса, имеет решающее значение для жизненного цикла патогена, и его искоренение стало стратегией контроля в некоторых регионах (Bradshaw *et al.*, 2024).

Пиренофороз, или желтая пятнистость листьев, вызывается грибом *Pyrenophora tritici-repentis* (бесполоя стадия: *Drechslera tritici-repentis*). Этот возбудитель встречается повсеместно, где выращивают пшеницу и является одной из самых распространенных и вредоносных в последние годы (Ким, 2020). Он появляется раньше, чем септориоз. На ранних стадиях мы видим желтоватые овальные или ромбовидные пятна на листьях, обычно нижних, в центре которых появляется большое коричневатое пятно. Позже, по мере роста, эти пятна приобретают неправильную форму, становятся темно-коричневого цвета и окружены желтым ореолом» (Ким, 2020; Faris *et al.*, 2013). Гриб сохраняется на стерне. Осенью, когда температура и влажность воздуха становятся благоприятными, споры (аскоспоры) выбрасываются и заражают проростки пшеницы. Таким образом, болезнь распространяется в несколько циклов в течение сезона. Оптимальные температурные условия для развития болезни – от 10°C до 25°C и относительная влажность от 70% до 100 %. Развитие болезни прекращается при температуре выше 28° С (Ким, 2020; Faris *et al.*, 2013).

Септориоз пшеницы – это грибное заболевание, вызываемое главным образом *Zymoseptoria tritici* (Санин и др., 2022; Eyal *et al.*, 1987). Оно поражает пшеницу и другие виды рода *Triticum* и широко распространено во всех районах выращивания пшеницы по всему миру. Симптомы септориоза проявляются в виде овальных пятен на листьях, которые сначала желтеют (хлороз), а затем становятся коричневыми (некроз). На зрелых растениях поражения могут быть коричневого цвета и иногда окаймлены жилками, что придает им прямоугольный вид. Черные пикниды, которые являются репродуктивными структурами гриба, становятся более заметными по мере развития симптомов (Binalf, 2018).

На развитие *Z. tritici*, патогена, вызывающего листовую пятнистость пшеницы, влияют различные генетические, экологические и биологические факторы. Высокая влажность и длительное увлажнение листьев (≥ 10 мм осадков) необходимы для возникновения заболевания. Умеренные температуры (от 15°C до 25°C) идеальны для развития болезни. Более высокие температуры могут снизить заражение, в то время как слишком низкие температуры могут замедлить развитие грибка. Степень грибной инокуляции оказывает значительное влияние на прогрессирование болезни; более высокая концентрация способствует более вызывать эпифитотии (Chungu *et al.*, 2001).

Эпидемии септориоза обычно характеризуются двумя способами размножения патогена – половым и бесполом, происходящими на разных стадиях инфекции (Ponomarenko *et al.*, 2011; Санин и др., 2018). Первичная инфекция обычно начинается поздней осенью с аскоспор, находящихся на растительных остатках предыдущего года. Эти аскоспоры высвобождаются из перитециев (плодовых тел), образующихся в результате полового размножения, и разносятся ветром на очень большие расстояния (Suffert, 2013). Популяции *Z. tritici* демонстрируют высокое генетическое разнообразие из-за этих случаев полового размножения в течение цикла развития, что приводит к значительному генетическому смещению (Perez Nadales *et al.*, 2014). Затем появляются коричневатые-черные некрозы листьев.

Они включают бесполое плодовое тела, называемые пикнидиями, которые способны производить несколько тысяч пикнидиоспор, способствующих распространению инфекции во вторичной фазе (Suffert *et al.*, 2013). Патоген появился во время одомашнивания пшеницы в Плодородном полумесяце, адаптировавшись вместе с культурой пшеницы. *Z. tritici* использует ряд эффекторов для подавления иммунного ответа растений, что облегчает его колонизацию (Thynne *et al.*, 2024). Патоген обладает значительной генетической изменчивостью: на культуре пшеницы картировано более двадцати локусов, передающих устойчивость, однако соответствующие гены вирулентности у *Z. tritici* остаются практически не идентифицированными. Исследования выявили специфические гены вирулентности у *Z. tritici*, такие как AvrStb9, которые взаимодействуют с генами устойчивости пшеницы, вызывая иммунные реакции (Ali *et al.*, 2024).

Основными факторами, способствующими потере урожая пшеницы от *Z. tritici*, являются тяжесть заболевания, восприимчивость сорта и сроки применения фунгицидов. Потери урожая от септориоза пшеницы озимой, особенно в России, представляют собой серьезную проблему для производительности сельского хозяйства. Септориоз может вызвать значительные потери урожая и качества, в частности, за счет уменьшения зеленой поверхности растений, что влияет на их способность к фотосинтезу.

Существует отрицательная корреляция между степенью поражения болезнью и такими компонентами урожая, как длина колоса и масса зерна (Yewste, 2024).

Исследования показывают, что при благоприятных условиях потери урожая могут превышать 50% из-за этой болезни, что усугубляется практикой, при которой стерня пшеницы остается на поверхности почвы, и влиянием изменения климата (Kumarbayeva *et al.*, 2023). Исследования показывают, что такая болезнь, как желтая пятнистость листьев (*P.tritici-repentis*) и *Z. tritici*, широко распространены и приводят к снижению урожая, которое при благоприятных условиях может превышать 50 % (Шашко и др., 2020;

Konkova, 2020). Это заболевание особенно опасно в Европе, где оно считается самым вредоносным, вызывая значительные потери урожая до 40% (Жогалева и др., 2020). Патогены растений, включая грибы рода *Septoria*, могут вызывать потери урожая до 16 % во всем мире (Ficke *et al.*, 2017).

Несмотря на значительные достижения в селекции устойчивых сортов пшеницы, угроза, исходящая от *Z. tritici*, продолжает оставаться актуальной. Это требует дальнейших исследований и адаптации агрономических практик для эффективного снижения потерь урожая.

1.4. Характеристика основных сорных растений в посевах озимой пшеницы

Сорные растения являются значительным ограничивающим фактором для сельского хозяйства, особенно в неустойчивых агроэкосистемах, где они способны существенно уменьшить урожайность озимой пшеницы. Основная проблема заключается в том, что большинство современных гербицидов нацелены на уничтожение надземных частей сорных растений, в то время как корневища и клубни, которые служат источниками размножения новых растений, остаются незатронутыми (Didace *et al.*, 2023). Сорные растения конкурируют с культурными растениями за свет, питательные вещества, воду и место. Они также наносят косвенный ущерб, являясь хозяевами для патогенов и насекомых. Для предотвращения этих экономических потерь необходимо определить проблемные сорные растения на полях пшеницы и разработать соответствующий метод контроля (Didace *et al.*, 2023).

Согласно многолетним исследованиям, проведенным Спиридоновым (2004), сорная растительность в посевах озимой пшеницы Московской области представлена 32 видами из 15 семейств. Подавляющее большинство этих сорняков относится к классу двудольных (*Dicotyledones*) растений. Это разнообразие указывает на сложность проблемы и необходимость

комплексного подхода к ее решению (Спиридонов, 2004). Наиболее распространенных и проблемных сорняков в Московской области выделяются:

Ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.) – травянистое растение, вид рода Ярутка (*Thlaspi*), семейства капустные (*Brassicaceae*), относится к группе двудольных однолетних зимующих сорняков, является одним из наиболее распространенных сорняков, сильно засоряющих озимые и яровые посевы (Эбель, 2021). Этот вид растений самоопыляющийся и диплоидный, высота растений варьируется от 40 см (яровые типы) до 90 см. Семена, заделанные глубже 6 см, не прорастают (Дворянкин, 2019).

Максимальная плодovitость составляет 500 – 2000 семян. Период покоя у семян отсутствует, всхожесть сохраняется до 10 лет. Семена ярутки демонстрируют период покоя после сбора урожая, что является полезной стратегией в качестве сорняка, но проблемой в контексте сельскохозяйственной культуры (Altendorf, 2017).

Метлица обыкновенная (*Apera spica-venti* L.) – однолетний зимний сорняк, типовой вид рода Метла (*Apera*) из семейства злаковых (*Poaceae*), высотой 20 – 100 см, с тонкими стеблями и линейными листьями. Этот широко распространённый сорняк в зерновых культурах всё чаще представляет собой серьёзную проблему в посевах осенних культур. *A.spica-venti* L. в основном встречается на влажных песчаных или лёгких суглинистых почвах. Он конкурирует с культурами за воду, свет и питательные вещества, снижая урожайность и качество зерна. Кроме того, он загрязняет почву своими зернами, которые легко осыпаются и сохраняют всхожесть до 5 лет (Adamczewski и Melander, 2008).

Полевая горчица (*Sinapis arvensis* L.) – однолетнее травянистое растение семейства *Brassicaceae*, которое может достигать высоты более 1 м и имеет желтые цветы, типичные для горчицы. В отличие от многих других горчиц, это растение не образует прикорневую розетку. Прикорневые листья лопастные, а стеблевые листья редуцированы и зубчатые. Плоды достигают длины около 4,5 см, не опушены и направлены вверх (но не прижаты, как у

черной горчицы). Стебли иногда красноватые, ветвистые, с грубыми волосками. полевая горчица растет в нарушенных местах и редко встречается в нетронутых диких землях. Семена ядовиты для большинства млекопитающих (Воловик, 2020).

Это особенно трудно поддающийся контролю сорняк в посевах масличных и зерновых культур. Максимальная плодовитость — до 20 000 семян. Минимальная температура прорастания семян 2°C – 4°C, оптимальная – 14°C – 20°C. Свежие семена прорастают плохо из-за периода покоя. Коричневые семена обладают большей энергией и скоростью прорастания, чем черные. Семена прорастают с глубины не более 5 – 6 см, сохраняют всхожесть в почве до 10 лет. Семена сохраняют всхожесть после прохождения через пищеварительный тракт животных (Редюк, 2017; Минсельхоз России, 2018).

Подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.) – семейство Мареновые Rubiaceae - яровой ранний однолетник, в южных регионах может расти как озимая форма. Распространен повсеместно, засоряет озимые и яровые зерновые, лен и другие культуры, обвивает культурные растения, вызывая полегание. Размножается семенами, семена повторяют форму орешков, коричневато-бурые, на внутренней стороне с широкой выемкой. Одно растение дает до 1200 семян (Воронов, 2023).

Этот сорняк может расти на разных типах почв, но чаще всего встречается на богатых питательными веществами, глубоких, суглинистых и глинистых почвах, содержащих гумус, а также во влажных местообитаниях. В почве жизнеспособность могут сохранять до 5 лет (по некоторым источникам до 8 лет). Растения подмаренника опутывая стебли культуры затрудняют уборку (Papanagiotou *et al.* 2019).

Ромашка непахучая (*Matricaria chamomilla* L.) – однолетнее или двулетнее растение, относящееся к семейству астровых (Asteraceae). Это травянистое растение, высота которого варьируется от 25 см до 100 см. Стебли прямостоячие, часто ветвистые в верхней части, и оно размножается семенами.

Семена имеют темно-бурую окраску и трехгранную форму с тремя ребрами, откуда и происходит название рода. Одно растение дает до 200 тыс. семян, семена могут сохранять всхожесть до 10 лет в почве. Ромашка непахучая сильно засоряет посевы многолетних трав, озимых зерновых и, в меньшей степени, яровых зерновых и пропашных культур. Это обременительный сорняк в таежной зоне европейской части России (Олонова и др., 2008; Лунева, 2017).

Белая Марь (*Chenopodium album* L.) – это летнее однолетнее широколистное сорное растение из семейства амарантовых (Amaranthaceae). Белая Марь в основном является самоопыляющимся сорняком, но может подвергаться некоторому перекрестному опылению с помощью ветра; одно растение может произвести около 72000 семян. Этот сорняк является проблемным широколистным растением, широко распространенным на сельскохозяйственных угодьях России. Обыкновенный щавель является сложным сорняком во многих аграрных системах и значительно способствует потерям урожая. Своевременное применение гербицидов и использование конкурентоспособных сортов с высокими урожаями могут помочь уменьшить потери зернового урожая, вызванные им (Bayat, et al. 2019).

Бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.) – двудольное многолетнее растение семейства Asteraceae, требующее опыления между мужскими и женскими цветками. Семена обычно образуются женскими цветками, но в некоторых случаях семена могут образовываться и мужскими цветками. Одно растение может производить до 40 000 семян, которые могут сохранять всхожесть до 20 лет. Это растение обычно вырастает до высоты от 0,5 до 1,0 метра. *Cirsium arvense* L. размножается семенами и вегетативно, распространение в поле происходит в основном за счет вегетативного размножения. Растения, происходящие из фрагментов корневищ, растут быстрее, чем те, которые развиваются из семян (Favrelière, 2020).

Этот вид сорняка обладает ползучей корневой системой, которая позволяет ему пережить зиму и давать новые побеги весной. Корневая система

может расти горизонтально на несколько метров за один сезон. Хорошо развитая корневая система делает *C. arvense* L. сложным видом сорняка для борьбы с использованием большинства рекомендуемых методов, включая применение гербицидов (Моуо, 2022).

Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) – сорное многолетнее стержнекорневое растение семейства Fabaceae. Стебель восходящий, прямостоячий или стелющийся, высотой до 60 см. Поверхность без опушения. Листья состоят из трех небольших листочков, а черешки длинные. Прилистники тонко заостренные, ланцетные или яйцевидные. Соцветие – шаровидная головка на цветоножке. Венчики бледно-розовые, часто белые. Семена сердцевидно-овальные, сдавленные, желтые, красно-коричневые или красноватые (Трухан, 2021).

Клевер ползучий – засоряет посевы многолетних трав, озимых и яровых зерновых, пропашных культур. Размножение семенное и вегетативное (укореняющимися побегами). К почвенным условиям не требователен, но лучше развивается на глинистых и суглинистых почвах богатых кальцием и органикой с pH 5.5–7. На сухих и кислых почвах растет плохо. Вид влаголюбив, выдерживает длительное, до 30 дней, затопление, достаточно засухоустойчив, светолюбив, холодостоек. Одно растение может давать до 10410 семян, сохраняющих всхожесть 2 – 3 года (Трухачев, 2006).

1.5. Роль химического метода защиты озимой пшеницы от грибных инфекций

Для борьбы с эпидемиями и управления популяциями патогенов можно использовать три категории методов контроля. Во-первых, это агрономический контроль, который представляет собой набор методов, применяемых для предотвращения появления или распространения вредителя. Эти методы включают обработку почвы и/или измельчение растительных остатков для захоронения или уничтожения зараженных остатков (некротрофные патогены) и подавления отрастания культур-хозяев в

межсезонье (биотрофные патогены; например, желтая ржавчина, бурая ржавчина и мучнистая роса). Другие методы, рекомендуемые для ограничения заражения, включают дробное внесение азотных удобрений (что изменяет чувствительность растений и плотность полога), чередование культур с нехозяинными видами, снижение плотности посева или перенос даты посева (Louise *et al.*, 2008). Другим доступным рычагом является генетика, которая усиливает иммунитет растений за счет использования устойчивых к болезням сортов, которые блокируют (качественная устойчивость) или снижают (количественная устойчивость) инфекционную и размножающую способность патогенов (Kushalappa *et al.*, 2016). Эта стратегия может быть очень эффективной (желтая и бурая ржавчина), но сложной для реализации, когда популяции патогенов очень разнообразны (септория) или когда устойчивость сортов обходится или разрушается (Delmotte *et al.*, 2016). Таким образом, постоянная адаптация популяций патогенов приводит к чередованию или комбинированию сортов во времени и пространстве (McDonald and Linde, 2002). Последним методом борьбы является химический контроль, который включает в себя одно или несколько применений фунгицидов против культуры.

Применение фунгицидов при возделывании озимой пшеницы является важным элементом интегрированной системы защиты растений. Оно обеспечивает стабильную урожайность и высокое качество зерна, что делает его незаменимым инструментом в современном сельском хозяйстве (Гришечкина, 2020).

Основной фунгицид для борьбы с болезнями пшеницы относится к разным химическим группам (Зубко, Долженко, 2023). Эти фунгициды делятся на 3 категории. 1 включает (системные) фунгициды для защиты рассады для борьбы с болезнями, передающимися с семенами, такими как обыкновенная корневая гниль; Питиозная корневая гниль; Ризоктониозная корневая гниль; фузариозная корневая, кроновая и прикорневая гнили. К этим фунгицидам относятся карбендазим, карбоксин, тритиконазол, тирам, металаксил для обработки семян против семенных болезней пшеницы (Ishtiaq *et al.*, 2019).

Тубеконазол в сочетании с имидаклопридом и ципроконазолом, а также дифеноконазолом являются химическими фунгицидами, эффективными против ржавчины и головни пшеницы (Ishtiaq et al., 2019). 2 включает фунгициды для защиты листвы. Эксперименты, проведенные Bhatta et al., 2018, внекорневое применение протиоконазола + тебуконазола на стадии флагового листа увеличивало урожайность зерна, содержание белка в зерне, массу семян, плотность зерна, зелень листьев и площадь листьев до 42, 1, 16, 6, 48. и 35% соответственно.

Листовой фунгицид на стадии флагового листа весной снизил тяжесть заболевания (до 84%), площадь под кривой прогрессирования заболевания (до 87%) и агрономические характеристики, что привело к экономической отдаче до 204 долларов США на га-1. , исключая фермеров, получающих премию за увеличение содержания белка (Bhatta et al., 2018). К 3-й категории продукции относятся фунгициды, обеспечивающие защиту от заболеваний колоса.

Одной из наиболее эффективных групп фунгицидов являются триазолы, такие как тебуконазол, ципроконазол, пропиконазол и др. К 2020 году в Государственный каталог пестицидов для защиты яровой пшеницы вошли препараты из 12 химических групп. Наиболее распространенные препараты – триазолы, стробилурины и бензимидазолы (ГКП, 2020). Триазолы являются основной группой ингибиторов C-14 деметилирования в синтезе стероидов. Эти системные фунгициды обладают защитным, лечебным и искореняющим действием, быстро перемещаются по ксилеме растения без перераспределения (Гришечкина, 2024).

Эффективность триазолов связана с ингибированием роста ростковых трубок и мицелия грибов. Особенностью группы является наличие различных изомеров с разными характеристиками действия. Препараты могут иметь как широкий, так и узкий спектр действия.

Они влияют на уровень гиббереллина (вызывая ретардантный эффект), усиливают цитокининовую активность и замедляют распад нуклеиновых кислот и хлорофилла. Это может быть полезно для предотвращения полегания

(складывания) зерновых культур, таких как пшеница (Петрова, 2022). При однократной обработке средние показатели биологической эффективности препарата Альто Супер (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) в снижении уровня септориоза озимой пшеницы были значительно выше, достигая 65% – 68% (Сычева и др., 2016). Другой важной группой являются стробилурины (например, азоксистробин, пикоксистробин, трасимексам), которые блокируют клеточное дыхание грибов за счет ингибирования митохондриального цитохром b на уровне комплекса III дыхательной цепи (Гришечкина, 2020; Крупенько, 2020; Петров и др., 2021).

Эти препараты обладают как профилактическим, так и лечебным действием и эффективны против широкого спектра заболеваний, вызываемых грибами-паразитами, включая мучнистую росу, фузариоз и другие. Стробилурины, такие как азоксистробин, эффективно подавляют развитие листовых заболеваний. Исследования показали, что применение азоксистробина снижает уровень поражения листьев на 60-70% (Крупенько и др., 2020). Азоксистробин, согласно исследованию Бережной (2020), оказывает значительное влияние на рост и физиолого-биохимические параметры озимой пшеницы, особенно в контексте адаптации к низким температурам.

Также применяются бензимидазолы (например, карбендазим), которые нарушают процесс деления клеток грибов за счет ингибирования полимеризации микротрубочек, что приводит к нарушению митоза. Эти препараты широко используются для контроля фузариоза, септориоза, мучнистой росы и других грибных заболеваний (Гришечкина, 2020). Однако по сравнению с представителями класса триазолов, бензимидазольные препараты демонстрируют менее выраженную эффективность при длительном применении из-за высокого риска развития устойчивости у патогенных грибов (Поддымкина, 2019; Поддымкина, 2020).

В последние годы популярность приобрели комбинированные препараты, сочетающие триазолы и стробилурины и др. Такие препараты обеспечивают расширенный спектр действия, а также снижают риск развития

резистентности у патогенов (Павлюшин, 2015; Засорина, 2020). Триазольные фунгициды (например, Фоликур, Рекс С, Тилт) эффективны против таких заболеваний, как септориоз и пиренофороз. Однако наиболее высокие результаты достигаются при использовании комбинированных препаратов, таких как Амистар Экстр, Альто Супер, Прозаро и Фалькон (Павлюшин, 2015).

Согласно данным Крупенько (2020) за 2010–2019 годы, однокомпонентные фунгициды с проквиназидом, тебуконазолом и метрафеноном показали эффективность против мучнистой росы на уровне 69,9% – 79,3%. Среди двухкомпонентных препаратов, содержащих азолы и морфолины, эффективность достигала 82,1% – 84,3%.

Трехкомпонентные фунгициды демонстрировали эффективность против мучнистой росы в пределах 59,5% – 82,8%, а против септориоза – 59,8% – 89,9% (Крупенько, 2020). Препарат Элатус Риа (состав: бензовиндифлупир, ципроконазол, пропиконазол) при двукратном применении снижал поражение растений мучнистой росой на 94,5%, пиренофорозом – на 58,6%, бурой ржавчиной – на 85,8%, а стеблевой ржавчиной – на 100% у озимой пшеницы (Гришечкина, 2022).

Однако для достижения максимальной эффективности важно учитывать несколько аспектов. Во-первых, необходим регулярный мониторинг фитосанитарного состояния для своевременного выявления заболеваний. Во-вторых, следует строго соблюдать регламенты применения фунгицидов, чтобы предотвратить развитие резистентности у патогенов. Сроки и методы применения фунгицидов играют ключевую роль в их эффективности (Saquee *et al.*, 2023). Обработка семян перед посевом позволяет защитить растения на ранних этапах развития. Обработка по вегетации проводится в критические фазы роста культуры, такие как выход в трубку, флаговый лист и колошение, что обеспечивает профилактику и лечение заболеваний (Санин, 2022; Saquee *et al.*, 2023). В-третьих, химическую защиту рекомендуется интегрировать с агротехническими методами, такими как севооборот и использование устойчивых сортов.

1.6. Химический метод защиты озимой пшеницы от сорных растений

Уменьшение высоты современных сортов пшеницы и потеря специфических конкурентных свойств привели к обострению проблемы сорняков во многих регионах России. Помимо прямой конкуренции с культурными растениями за такие ресурсы, как пространство, солнечный свет, вода и питательные вещества, сорные растения также могут "вредить" урожаю, выступая в роли хозяев для важных вредителей и болезней (например, мучнистой росы), а также снижая чистоту и, соответственно, качество собранного зерна пшеницы (Рис 4.). Конкуренция сорняков с яровой пшеницей происходит на протяжении всего ее эволюционного цикла, но есть фазы жизни, когда конкуренция сильнее и, следовательно, может привести к большим потерям. В умеренных и некоторых полувсасушливых зонах ювенильная фаза (всходы-всходы) пшеницы наиболее чувствительна к конкуренции со стороны сорняков. В зависимости от региона, преобладающих видов сорняков и численности их популяции, характеристик почвы, сроков сева и густоты посевов потери урожая озимой пшеницы от сорняков составляют в среднем от 20 до 30% по всему миру (Chhokar et al., 2012; Varshney et al., 2012; Gaba et al., 2016).



Рисунок 4 – Засоренность посевов озимой пшеницы (Фетюхин и др., 2019).

В некоторых регионах или странах потери урожая из-за сорняков эквивалентны 20% валовой стоимости урожая пшеницы. Экономическое значение связано также с рынком гербицидов, объем которого в мире составляет почти 40 млрд. долларов в год, что могло бы сэкономить около 10% потерь от вредителей, т.е. около 180 млрд. долларов в год (Gaba *et al.*, 2016).

Более 70% посевных площадей России засорены в средней, сильной и очень сильной степени (Илларионов, 2019). На численность сорняков на пахотных землях влияют такие факторы, как севооборот, обработка почвы, механический уход, климат, тип почвы и другие (Илларионов, 2019). Большинство сорняков, часто встречающихся на пшеничных полях и угрожающих урожайности в Московской области, – это виды ромашки, мари и пикульников, пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, мята полевая (Лавринова и др., 2019). Они характеризуются быстрым ростом, создавая большую биомассу за короткий промежуток времени, высокой плодovitостью, высокой всхожестью, высокой конкурирующей способностью и большой экологической пластичностью.

Поэтому борьба с сорняками имеет большое значение для производства озимой пшеницы. Одним из основных методов борьбы с сорняками является химическая борьба с ними. Его основное преимущество – высокая биологическая эффективность (до 90% и более) при быстрой окупаемости за счет значительного увеличения производства путем повышения урожайности (Дьяченко и др., 2022). Для посевов озимой пшеницы в Российской Федерации зарегистрировано 273 гербицидных препарата (противодвудольные, противозлаковые препараты) на основе 48 действующих веществ, наиболее важными из которых являются производные сульфонилмочевины, пиридинкарбоновой и арилоксифеноксипропионовой кислоты МСРА и 2,4-D; имеют разные рекомендации по применению.

В целом, МСРА безопаснее для пшеницы, чем 2,4-D, особенно при применении перед кущением. Применение 2,4-D до кущения замедляет процесс кущения, вызывает общую задержку роста и может привести к

значительной потере урожая. И 2,4-Д, и МСРА доступны в форме сложного эфира или амина. Эфирные составы обычно обеспечивают немного лучшую борьбу с сорняками, чем аминные составы при тех же нормах внесения, но более восприимчивы к переносу паров. Эфирные составы обычно совместимы с носителями удобрений, тогда как аминные составы часто имеют проблемы с физической совместимостью при смешивании с жидкими удобрениями. Другие гербициды, используемые на пшенице, можно применять до того момента, когда станет виден флаговый лист, а иногда и позже. Несмотря на то, что эти гербициды можно применять позже, с сорняками гораздо легче бороться, когда они маленькие и до того, как они составят конкуренцию озимой пшенице. Дикамбу можно применять к пшенице между стадиями образования двух листьев и сращивания. Применение дикамбы после того, как пшеница достигает стадии сращивания, вызывает сильный замедленный рост пшеницы и значительный риск потери урожая.

Таблица 1 – Основные гербициды, применяемые в посевах озимой пшеницы

Название, препаративная форма, содержание д.в., заявитель, классы опасности, номер государственной регистрации, ограничения, дата окончания срока регистрации (число, месяц, год)	Норма применения препарата (л/га, кг/га)	Культура, обрабатываемый объект	Вредный объект	Способ, время обработки, особенности применения	Срок ожидания (кратность обработок)	Сроки выхода для ручных (механизированных) работ
1	2	3	4	5	6	7
2,4-Д (2-этилгексиловый эфир)						
Зерномакс, КЭ (500 г/л) АО Фирма «Август» 2/3 021-03-2166-1 26.03.2029	0,6-0,8	Пшеница и ячмень яровые	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе кушения до выхода в трубку. Расход рабочей жидкости – 50-300 л/га (в зависимости от типа распылителей)	55(1)	
	0,8	Пшеница озимая		Опрыскивание посевов в фазе кушения культуры до выхода в трубку весной. Расход рабочей жидкости – 50-300 л/га (в зависимости от типа распылителей)		
Октапон экстра, КЭ (500 г/л) ГБУ РБ «НИТИГ АН РБ»,	0,6-0,8	Пшеница озимая, рожь	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов рано весной в фазе кушения культуры. Расход рабочей жидкости – 50-150 л/га	60(1)	-(3)

ООО «АХК-АГРО» 2/3 068(116)-03-605-1 22.03.2025		Пшеница яровая, ячмень		Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры. Расход рабочей жидкости – 50-150 л/га		
Эксифир, КЭ (564 г/л) ООО «ЯРИЛО» 2/1 085-03-3499-1 29.02.2032	0,8-1	Пшеница озимая	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорные растения	Опрыскивание посевов рано весной в фазе кущения культуры. Расход рабочей жидкости – 150- 200 л/га	57(1)	-(3)
Рапира, КЭ (564 г/л) ООО «Интер Групп» 2/3 082-03-3604-1 13.04.2032	0,8-1,0	Пшеница озимая	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов рано весной в фазе кущения культуры. Расход жидкости – 150-200 л/га	60 (1)	-(3)
	0,6-0,8	Пшеница и ячмень яровые		Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры. Расход жидкости – 150-200 л/га		

2,4-Д (2-этилгексильный эфир и диметилалкиламинная соль)

Октапон-супер, КЭ (470 +160 г/л) ГБУ РБ «НИТИГ АН РБ», ООО «АХК-АГРО» 2/3 068(116)-03-655-1 29.03.2025	0,5-0,6	Пшеница озимая	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов весной в фазе кущения культуры и ранние фазы роста сорняков. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га	55(1)	-(3)
---	---------	----------------	---	---	-------	------

2,4-Д (2-этилгексильный эфир) + аминопиралид + флорасулам

Прима Форте 195, СЭ (180 г/л + 10 г/л + 5 г/л) ДАУ АГРОСАЕНСЕС ВЕРТРИБСГЕЗЕЛЫШ АФТ М.Б.Х. 2/3 009-03-2707-1 18.06.2030	0,5-0,7	Пшеница озимая, ячмень яровой	Однолетние, в т.ч. устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х, и некоторые многолетние двудольные сорные растения	Опрыскивание посевов в фазу кущения культуры и ранние фазы роста сорняков. Озимые обрабатывают весной. При необходимости пересева в сезон применения препарата на том же поле можно высевать кукурузу, сорго, яровые зерновые и злаковые травы через месяц после применения препарата. При этом перед посевом необходимо провести глубокую вспашку. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га	57(1)	-(3)
---	---------	----------------------------------	---	--	-------	------

2,4-Д (2-этилгексильный эфир) + йодосульфурон-метил-натрия+антидот мефенпир-диэтила

Мушкет Плюс, МД (285,2 + 5 + 25 г/л) Байер КропСайенс АГ (Германия) 2/3 019-03-3480-1 18.01.2032	0,5-0,7	Пшеница яровая, ячмень яровой	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорные растения	Опрыскивание посевов от фазы трех листьев до формирования второго междоузлия культуры. Расход рабочей жидкости – 150-200 л/га	60(1)	-(3)
--	---------	----------------------------------	--	---	-------	------

2,4-Д (2-этилгексильный эфир)+хлорсульфурон (диэтилэтанолламинная соль)

Октиген, КЭ (419,75 г/л +5,25 г/л) ГБУ РБ«НИТИГ АН РБ», ООО «АХК-АГРО» 2/3 068(116)-03-659-1 11.05.2025	0,6-0,9	Пшеница яровая и озимая, ячмень	Однолетние, в том числе устойчивые к 2,4-Д, и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов весной в фазе кущения культуры и ранние фазы роста сорняков (при условии посева на следующий год зерновых культур). Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га	60(1)	-(3)
---	---------	------------------------------------	---	--	-------	------

2,4-Д (сложный 2-этилгексильный эфир) + флорасулам

Статус Фло, КЭ (418 г/л +12 г/л) ООО ГК «ЗЕМЛЯКОФФ», 2/3 192-03-3709-1 07.06.2032	0,3-0,5	Пшеница, ячмень, тритикале озимые и яровые, рожь, овес	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые к 2,4-Д и МЦПА, и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры и ранние фазы роста сорняков. Озимые культуры обрабатывают весной. Расход рабочей жидкости – 50-300 л/га	57(1)	-(3)
--	---------	---	--	--	-------	------

2,4-Д (диметиламинная соль)

Аминопелик, ВР (600 г/л 2,4-Д к-ты) ООО «АДАМА РУС» 2/3 156-03-1748-1 04.02.2028	1-1,6	Пшеница яровая и озимая, ячмень, овес, рожь озимая	Однолетние двудольные сорные растения	Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры до выхода в трубку. Обработку озимых проводить весной. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га	50(1)	-(3)
Аминка, ВР (600 г/л 2,4-Д к-ты) ООО «АГРУСХИМ» 2/3 002-03-2086-1 30.01.2029	1-1,6	Пшеница яровая и озимая, ячмень яровой и озимый, рожь озимая, овес	Однолетние двудольные сорные растения	Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры до выхода в трубку Обработку озимых проводить весной. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га.	60(1)	-(3)
Диамисоль, ВР (600 г/л) АО «ФМРус» 2/3 050-03-1008-1 (взамен ранее выданного свидетельства от 3.04.2014 № 309) 02.04.2024	1-1,6	Пшеница озимая и яровая, ячмень яровой	Однолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры до выхода в трубку. Озимые обрабатываются весной. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га	60(1)	-(3)
Дикамин-Д, ВР (600 г/л) Рейнбоу Агросайенсиз Кфт.(Венгрия) 2/3 607-03-3738-1 (взамен ранее выданного свидетельства от 06.07.2020 №2733) 05.07.2030	1,0-1,6	Пшеница озимая, ячмень	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе кущения до выхода в трубку. Расход рабочей жидкости – 200- 300 л/га	60(1)	-(3)

2,4-Д+дикамба (диметиламинные соли)

Биолан Супер, ВР (447 +156 г/л) АО Фирма «Август» 2/3 021-03-2050-1 11.11.2028	0,3-0,5	Пшеница яровая, ячмень яровой, овес	Однолетние двудольные сорняки, в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М- 4Х, и некоторые	Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры до выхода в трубку. Расход рабочей жидкости – 50-300 л/га (в зависимости от типа распылителей)	60(1)	-(3)
--	---------	---	--	--	-------	------

	0,4-0,6	Пшеница, ячмень, тритикале, рожь озимые	многолетние двудольные	Опрыскивание посевов весной в фазе кущения культуры до выхода в трубку. Расход рабочей жидкости – 50-300 л/га (в зависимости от типа распылителей)		
Диален Супер, ВР (344 г/л + 120 г/л) ООО «СИНГЕНТА» 2/3 041-03-1867-1 11.04.2028	0,6-0,8	Пшеница озимая	Однолетние двудольные, включая устойчивые к 2,4- Д и МЦПА виды, и некоторые многолетние двудольные сорные растения	Опрыскивание посевов весной в фазе кущения культуры до выхода в трубку. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га	60(1)	-(4)
	0,5-0,7	Пшеница яровая, ячмень яровой, овес		Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры до выхода в трубку. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га		
Диакем, ВР (344 + 120 г/л) ООО «АГРус» 2/3 097-03-2962-1 24.12.2030	0,6-0,8	Пшеница озимая, рожь озимая и яровая	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х виды, и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов весной в фазе кущения культуры до выхода в трубку. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га	60(1)	-(3)
	0,5-0,7	Пшеница яровая, ячмень яровой и озимый, овес яровой				

2,4-Д (малолетучие эфиры C₇-C₉)

2,4-Д (многолетние сорняки С/СЗ)						
Аминка ЭФ, КЭ (550 г/л) ООО «АГРУСХИМ» 2/3 002-03-2087-1 30.01.2029	0,6-0,8	Пшеница яровая, ячмень	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры. Расход рабочей жидкости – 150-200 л/га	58(1)	-(4)
	0,6-0,9	Пшеница озимая, рожь		Опрыскивание посевов рано весной в фазе кущения культуры. Расход рабочей жидкости – 150-200 л/га		
				- (1)		
Айкон, КЭ (550 г/л) ООО «Агро Эксперт Груп» 2/3 178-03-1073-1 11.04.2026	0,6-0,8	Пшеница и ячмень яровые	Однолетние и некоторые многолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры. Расход рабочей жидкости – 150 -200 л/га	58(1)	-(3)
	0,6-0,9	Пшеница озимая, рожь		Опрыскивание посевов рано весной в фазе кущения культуры. расход рабочей жидкости – 150-200 л/га		

Анализ состояния и перспективы развития озимой пшеницы в России показывает, что данная культура остается ключевым элементом продовольственной безопасности страны. Несмотря на значительные достижения в селекции и защите растений, всё же существуют серьезные вызовы, связанные с биотическими и абиотическими стрессами. Проблема заболеваний, особенно грибной природы (желтая пятнистость, септориоз, бурая ржавчина, стеблевая ржавчина), продолжает оказывать существенное влияние на урожайность и качество зерна. Современные фунгициды различных химических групп обеспечивают эффективную защиту, но требуют постоянного совершенствования в связи с развитием резистентности патогенов.

Сорная растительность представляет собой еще один серьезный фактор, снижающий продуктивность посевов. Широкий спектр сорняков, обладающих высокой конкурентоспособностью и плодовитостью, требует комплексного подхода к контролю. Химический метод защиты остается наиболее эффективным инструментом борьбы с сорняками, однако его применение должно быть тщательно сбалансировано с экологическими требованиями.

Для повышения устойчивости производства необходима интеграция различных методов защиты: использование устойчивых сортов, оптимизация севооборотов, своевременное применение средств защиты. Особое внимание следует уделять мониторингу фитосанитарного состояния посевов и адаптации технологий к изменяющимся климатическим условиям. Реализация этих мер позволит обеспечить стабильное производство качественной пшеницы, соответствующее современным требованиям агропромышленного комплекса.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Агроклиматические условия проведения исследований

Исследования проводились в вегетационные сезоны 2022–2024 гг. на базе центральной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, расположенном в Барыбино в микрорайоне города Домодедово Московской области. Полевые исследования проводились на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве средней степени окультуренности с агрохимической характеристикой пахотного слоя (0 – 18 см): pH KCl – 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 % (Рис. 5).

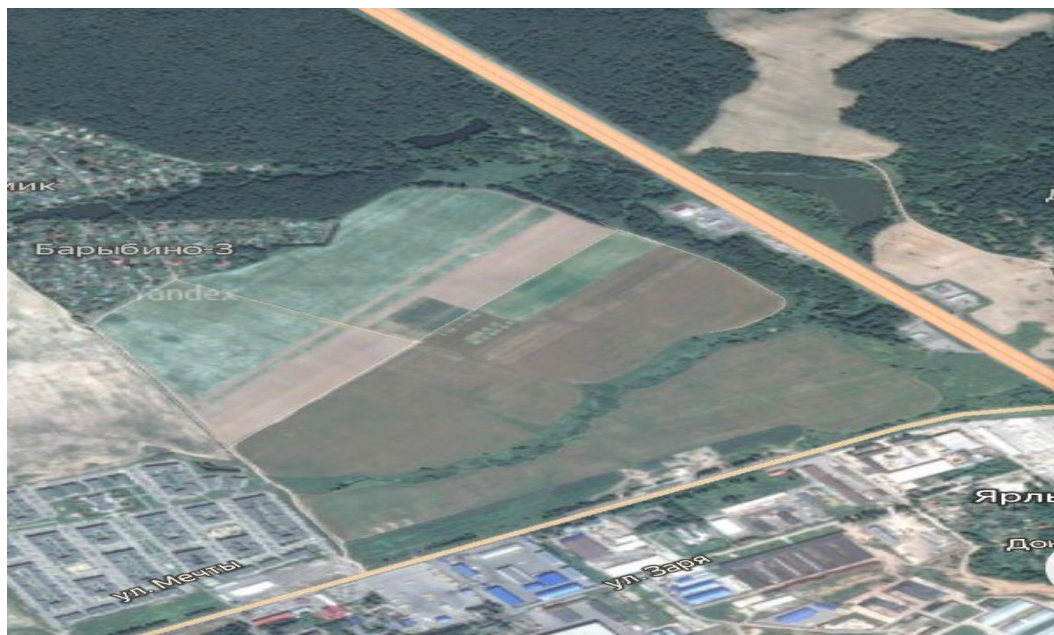


Рисунок. 5 – Расположение экспериментальной площадки.

Климат Московской области характеризуется умеренно континентальными условиями с четко выраженными сезонами. Лето здесь теплое, зима умеренно холодная, с устойчивым снежным покровом, а переходные сезоны хорошо выражены. В этом отчете рассматриваются основные климатические характеристики региона, включая температуры, осадки, солнечную радиацию и другие климатические параметры. Самый теплый месяц в Московской области — июль, когда средняя температура воздуха достигает $18,5^{\circ}\text{C}$ на юго-востоке региона (Климат, 2023).

Лето в целом теплое и длится около 3,5 месяцев, начинаясь в конце мая и заканчиваясь в сентябре. Самый холодный месяц — январь, со средней температурой -10°C на западе области и -11°C на востоке. Зима в Московской области довольно продолжительная, около пяти месяцев, и сравнительно холодная. Первая половина зимы заметно теплее второй, наиболее холодное время года сдвинуто на вторую половину января и начало февраля. Годовая амплитуда среднемесячной температуры в Московской области составляет $27\text{--}28,5^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура колеблется от $3,5$ до $5,8^{\circ}\text{C}$, Среднегодовое количество осадков в Московской области составляет $500\text{--}700$ мм, причем наиболее увлажнены северо-западные районы, а наименее — юго-восточные.

Максимум осадков приходится на летний сезон, а минимум — на зимний. Снежный покров обычно появляется в ноябре и исчезает в середине апреля.

Зимой часты оттепели, вызванные атлантическими и средиземноморскими циклонами, особенно в декабре и феврале. Годовой приход солнечной радиации на территории Московской области составляет примерно 87 ккал/см² в виде рассеянной радиации. Солнце в течение года светит около 1568 часов. Весна в Московской области начинается в конце марта – начале апреля и продолжается до второй половины мая – начала июня. Осень сравнительно длинная, влажная и теплая, начинается в начале сентября. Средняя суточная температура сентября составляет 9,6 - 10,1°C. (ЭкоРодинки, 2023)

Агроклиматические данные за период 2021 – 2022 годов по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области показывают значительные колебания как в температуре, так и в осадках (рис.6).

Осенние месяцы (сентябрь – ноябрь 2021 г.) показали, что фактические температуры были выше, а осадки были ниже среднемноголетних значений. В 2021 году в сентябре температуры были выше среднемноголетних, особенно в первой декаде (12,4°C против 11,0°C), при этом осадки были ниже, особенно во второй и третьей декадах; в октябре и ноябре наблюдалось снижение температур, особенно в третьей декаде ноября (–4,8°C), а октябрь отличался значительными осадками во второй декаде (19,0 мм фактические против 20,0 мм среднемноголетние), в декабре температуры также были ниже среднемноголетних, особенно в третьей декаде (–8,1°C). В начале осени 2021 года наблюдались благоприятные температуры и осадки, что способствовало хорошему старту для растений.

В 2022 году январь и февраль были особенно холодными, с фактическими температурами значительно ниже среднемноголетних значений. В зимние месяцы 2021 – 2022 годов осадки варьировались, но в целом были ниже среднемноголетних значений. Фактические температуры за этот период были значительно ниже среднемноголетних значений.

Весной (март – май 2022 г.) фактические температуры начали повышаться, но в марте они все еще оставались ниже среднемноголетних значений. В первой декаде марта температура составила $-7,7^{\circ}\text{C}$ (среднемноголетняя $-4,0^{\circ}\text{C}$), во второй декаде $-5,4^{\circ}\text{C}$ (среднемноголетняя $-2,5^{\circ}\text{C}$), а в третьей $-3,1^{\circ}\text{C}$ (среднемноголетняя $1,5^{\circ}\text{C}$). В апреле и мае фактические температуры стали выше среднемноголетних, особенно в мае, где фактическая температура достигла $19,1^{\circ}\text{C}$ против среднемноголетней $10,0^{\circ}\text{C}$. Осадки весной варьировались, но в апреле и мае фактические осадки были выше среднемноголетних значений, что создало более благоприятные условия для роста озимой пшеницы.

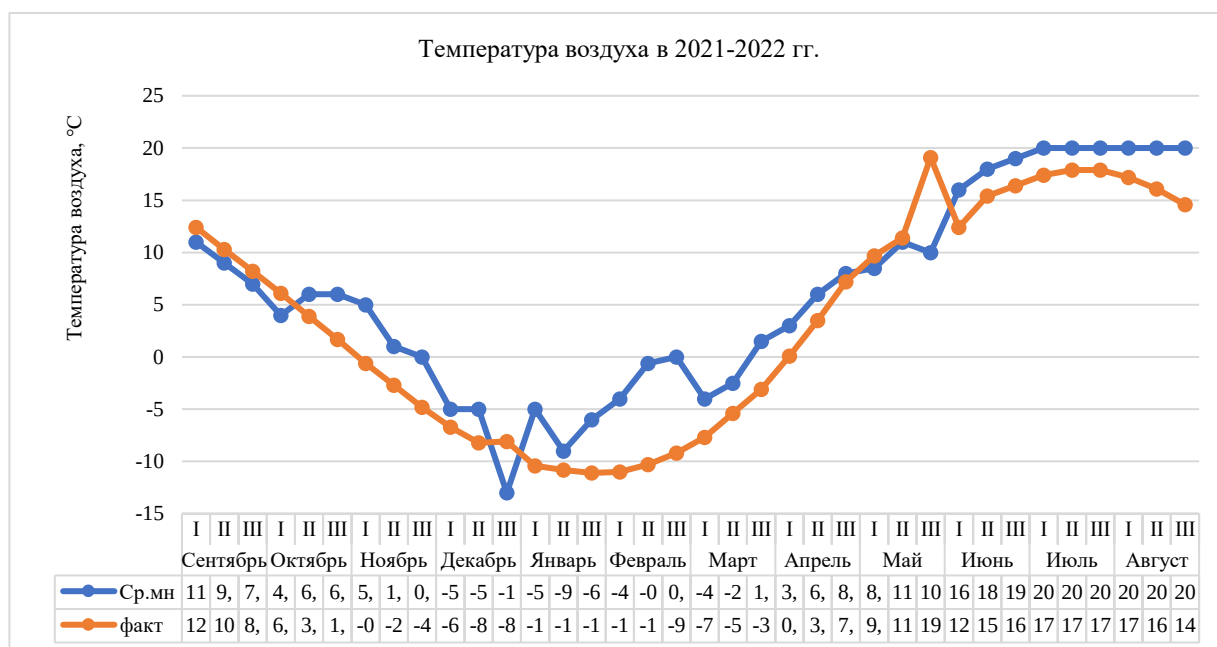


Рисунок 6 – Агроклиматические данные за период 2021 – 2022 гг. по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

Летние месяцы (Июнь - Август 2022) показали высокие фактические температуры, которые превышали среднемноголетние значения. В первой декаде июня температура составила $12,4^{\circ}\text{C}$ (среднемноголетняя $16,0^{\circ}\text{C}$), во второй — $15,4^{\circ}\text{C}$ (среднемноголетняя $18,0^{\circ}\text{C}$), а в третьей — $16,4^{\circ}\text{C}$ (среднемноголетняя $19,0^{\circ}\text{C}$). В августе также наблюдались высокие температуры, что способствовало активному росту растений. Осадки летом были разнообразными, с некоторыми месяцами, как июль, показывающими

высокие уровни осадков. В целом, летние условия были благоприятными для озимой пшеницы благодаря достаточному количеству осадков и высоким температурам.

В целом, агроклиматические условия в Барыбино в 2021 – 2022 годах были менее благоприятными для озимой пшеницы, чем оптимальные показатели. В начале осени 2021 года наблюдались благоприятные температуры и осадки, что способствовало хорошему старту для растений. Однако в зимние месяцы температура значительно снизилась, что могло вызвать стресс у озимой пшеницы. С другой стороны, наличие осадков в ноябре и декабре 2021 года, а также в весенние месяцы 2022 года помогло поддерживать уровень влаги в почве, что является важным фактором для успешного роста озимой пшеницы. Таким образом, несмотря на некоторые неблагоприятные условия, такие как низкие температуры в зимний период, наличие достаточного количества осадков в ключевые моменты могло создать приемлемые условия для озимой пшеницы.

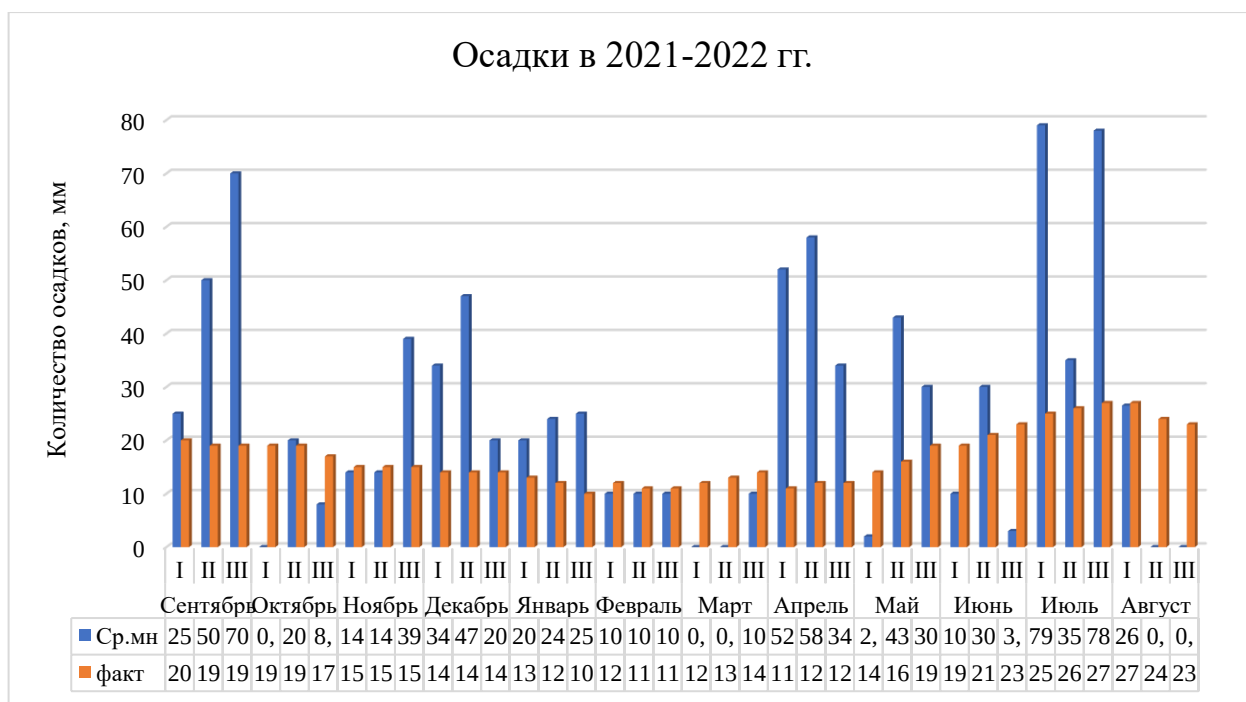


Рисунок 7 – Агроклиматические данные за период 2021 – 2022 гг. по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

Агроклиматические данные за период 2021 – 2022 годов. Осенний период 2022 года (сентябрь – ноябрь) для озимой пшеницы в Московской области характеризовался высокими температурами в сентябре, значительным снижением температур в октябре и низкими температурами в ноябре. Осадки в сентябре и октябре были ниже среднемноголетних значений. В сентябре 1-я декада показала температуру 12,4°C (выше среднемноголетней 9,0°C) и осадки 20,0 мм (ниже 13,0 мм), 2-я декада — 10,3°C (ниже 11,5°C) и 19,0 мм (значительно ниже 48,0 мм), а 3-я декада — 8,2°C (ниже 10,0°C) и 19,0 мм (ниже 102,0 мм). В октябре температура в первой декаде составила 6,1°C (среднемноголетняя 10,0°C) с осадками 19,0 мм (среднемноголетние 52,0 мм), во второй декаде температура была 3,9°C (среднемноголетняя 6,0°C) с осадками 19,0 мм (среднемноголетние 20,0 мм), а в третьей декаде температура составила 1,7°C (среднемноголетняя 4,0°C) с осадками 17,0 мм (среднемноголетние 15,0 мм). В ноябре температура колебалась от –4,8°C до –0,6°C, оставаясь ниже среднемноголетней, за исключением первой декады, когда она была –0,6°C (среднемноголетняя 2,0°C), а осадки варьировались от 15,0 мм до 20,0 мм, превышая среднемноголетние значения во всех декадах, кроме первой.

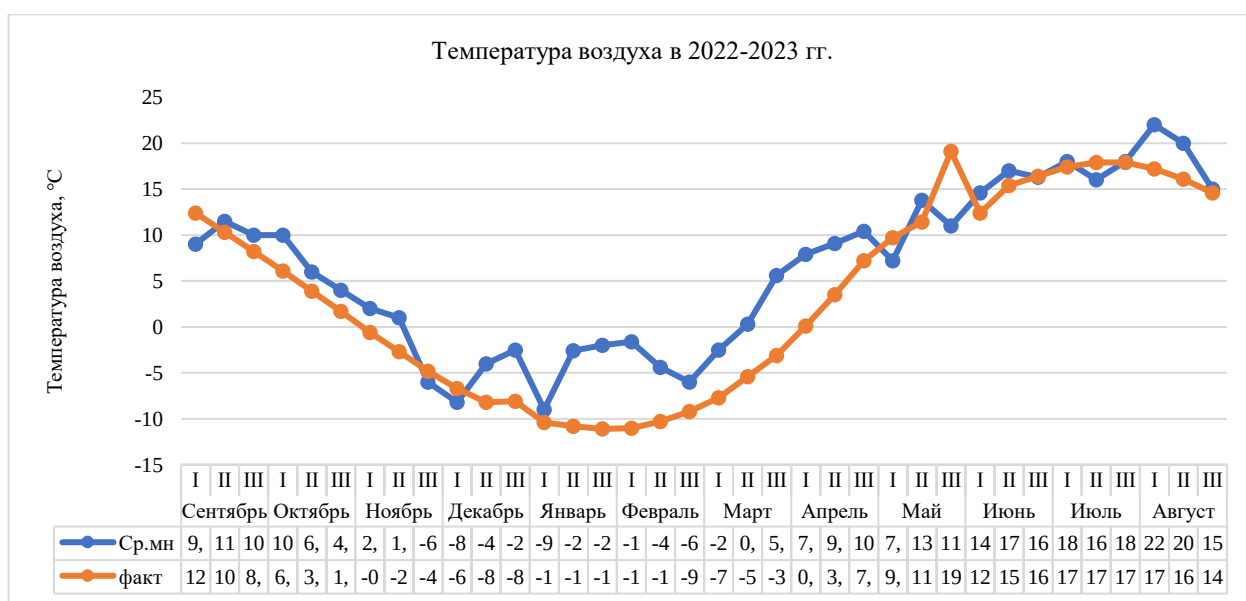


Рисунок 8 – Агроклиматические данные за период 2022 – 2023 годы по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

Зимний период 2022-2023 (Декабрь, Январь, Февраль) характеризовался низкими температурами и недостатком осадков. В декабре температура составила от $-8,2^{\circ}\text{C}$ до $-6,7^{\circ}\text{C}$, что выше среднемноголетней в первой и третьей декадах, а осадки были ниже средних показателей в первой и третьей декадах, но значительно выше во второй. В январе 2023 температура в первой декаде составила $-10,4^{\circ}\text{C}$ (ниже среднемноголетней $-9,0^{\circ}\text{C}$) с осадками 13,0 мм (ниже 17,5 мм), во второй декаде $-10,8^{\circ}\text{C}$ (ниже $-2,6^{\circ}\text{C}$) с осадками 12,0 мм (ниже 20,0 мм), а в третьей декаде $-11,1^{\circ}\text{C}$ (ниже $-2,0^{\circ}\text{C}$) с осадками 10,0 мм (ниже 0,0 мм), в феврале температура в первой декаде была $-11,0^{\circ}\text{C}$ (ниже $-1,6^{\circ}\text{C}$) с осадками 12,0 мм (ниже 30,0 мм), во второй декаде $-10,3^{\circ}\text{C}$ (ниже $-4,4^{\circ}\text{C}$) с осадками 11,0 мм (ниже 13,0 мм), а в третьей декаде $-9,2^{\circ}\text{C}$ (ниже $-6,0^{\circ}\text{C}$) с осадками 11,0 мм (ниже 15,0 мм), что указывает на холодные условия с недостатком осадков в январе и феврале.

Весенний период 2023 года Весенний период (Март, Апрель, Май) был нерегулярным: низкие температуры в марте и апреле, но в мае наблюдалось улучшение условий. В марте температура в первой декаде составила $-7,7^{\circ}\text{C}$ (ниже средних значений $-2,5^{\circ}\text{C}$) с осадками 12,0 мм (ниже 15,0 мм), во второй декаде $-5,4^{\circ}\text{C}$ (ниже $0,3^{\circ}\text{C}$) с осадками 13,0 мм (ниже 30,0 мм), а в третьей декаде $-3,1^{\circ}\text{C}$ (ниже $5,6^{\circ}\text{C}$) с осадками 14,0 мм (ниже 57,0 мм). В марте 2023 года температура была ниже нормы (-7.7°C , -5.4°C , -3.1°C) с осадками 12.0 мм, 13.0 мм, 14.0 мм, а в апреле температура также оставалась низкой (0.1°C , 3.5°C , 7.2°C) с осадками 11.0 мм, 12.0 мм, 12.0 мм, что свидетельствует о холодной и сухой погоде в обоих месяцах. В марте температура была ниже среднемноголетней, колеблясь от -7.7°C до -3.1°C с осадками ниже нормы, а в апреле температура постепенно повышалась от 0.1°C до 7.2°C , также оставаясь ниже среднемноголетней, с недостатком осадков, в то время как в мае температура варьировалась от 9.7°C до 19.1°C , с переменным количеством осадков, что сделало его теплым с достаточным количеством осадков.

Летний период (Июнь, Июль, Август) года был в целом благоприятным для озимой пшеницы, с достаточным количеством осадков и температурой,

близкой к норме. Июнь 2023 был теплым с недостатком осадков: 1-я декада температура 12,4°C, ниже среднего значения (14,6°C), осадки 19,0 мм, ниже 22,0 мм; 2-я декада температура 15,4°C, ниже среднего значения (17,0°C), осадки 21,0 мм, ниже 6,0 мм; 3-я декада температура 16,4°C, выше среднемноголетней (16,3°C), осадки 23,0 мм, выше 52,0 мм. Июль был теплым с достаточным количеством осадков, температура в 1-ю декаду составила 17,4°C (ниже среднемноголетней 18,0°C), во 2-ю декаду — 17,9°C (выше среднемноголетней 16,0°C), а в 3-ю декаду — 17,9°C (ниже среднемноголетней 18,0°C), осадки составили 25,0 мм (ниже 54,0 мм), 26,0 мм (выше 25,0 мм) и 27,0 мм (ниже 54,0 мм) соответственно. Август был прохладным с достаточным количеством осадков.

В целом, агроклиматические условия в период с сентября 2022 по август 2023 года показывают значительные колебания температур и осадков. Агроклиматические условия в Барыбино за этот период показали, что летний период был наиболее благоприятным для озимой пшеницы, тогда как осенний и зимний периоды были менее удачными из-за низких температур и недостатка осадков.

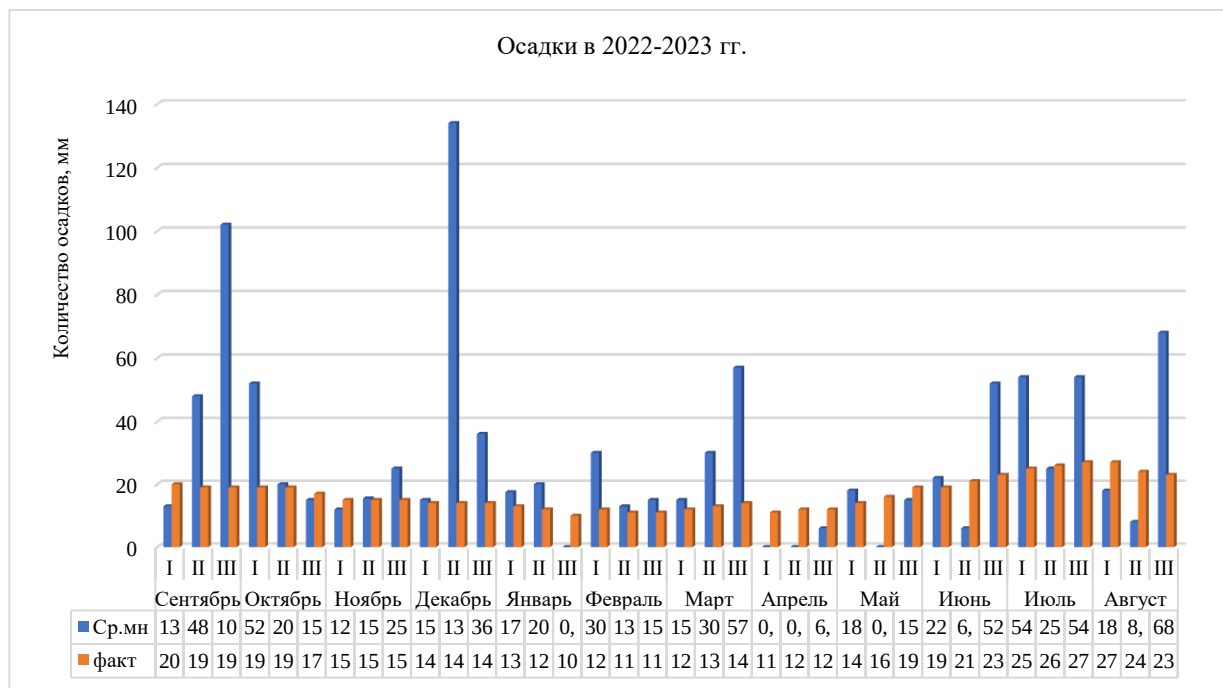


Рисунок 9 – Агроклиматические данные за период 2022 – 2023 годов по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

Агроклиматические данные за период 2023-2024 гг. На основе данных метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области, агроклиматические данные за 2023-2024 годы демонстрируют значительные колебания температур и осадков в зависимости от времени года.

В осенний период (сентябрь-ноябрь) наблюдается значительное отклонение фактических температур от среденнолетних значений. В сентябре фактическая температура составляет 12.4°C, что ниже среденнолетней (14.6°C), особенно в третьей декаде, при этом осадки значительно превышают среденнолетние (20.0 мм против 8.0 мм). В октябре фактическая температура составляет 6.1°C, также ниже среденнолетней (7.8°C), особенно во второй декаде, а осадки в первой и второй декадах ниже среденнолетних (19.0 мм против 50.0 мм и 30.0 мм). Ноябрь демонстрирует резкое снижение температур, фактическая температура составляет -0.6°C, что значительно ниже среденнолетней (6.9°C), а осадки также остаются ниже среденнолетних значений (15.0 мм против 73.0 мм).

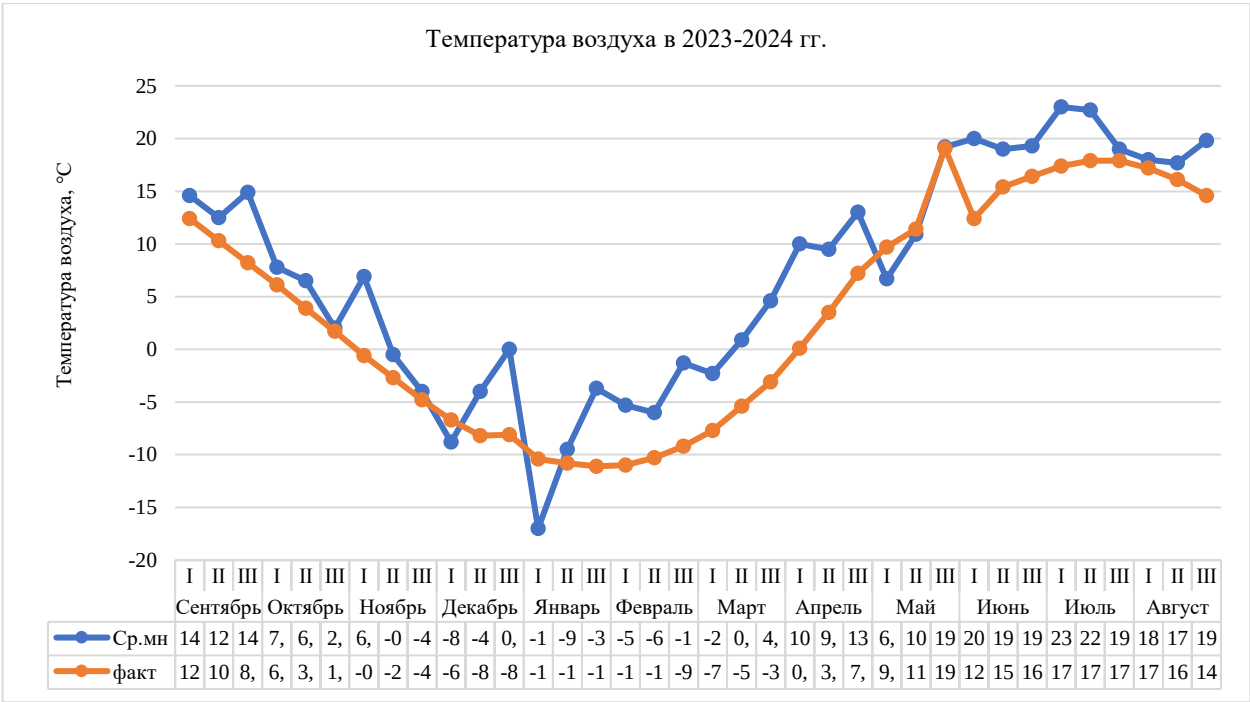


Рисунок 10 – Агроклиматические данные за период 2023 – 2024 годов по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

В зимний период (декабрь-февраль) наблюдается значительное отклонение фактических температур от среднемноголетних значений. В декабре среднемноголетняя температура составляет -8.8°C , а фактическая -6.7°C , с осадками 14.0 мм при среднемноголетних 18.0 мм. Во второй декаде температура -4.0°C (фактическая -8.2°C), осадки 14.0 мм. В третьей декаде температура 0.0°C (фактическая -8.1°C), осадки 14.0 мм. Январь характеризуется еще большим снижением температур: среднемноголетняя -17.0°C , фактическая -10.4°C , с осадками 13.0 мм при среднемноголетних 14.0 мм. Во второй декаде температура -9.5°C (фактическая -10.8°C), осадки 12.0 мм. В третьей декаде температура -3.7°C (фактическая -11.1°C), осадки 10.0 мм. В феврале среднемноголетняя температура -5.3°C , фактическая -11.0°C , осадки 12.0 мм при среднемноголетних 22.0 мм. Температуры остаются низкими, а осадки в целом ниже среднемноголетних значений.

В весенний период (март-май) наблюдается значительное отклонение фактических температур от среднемноголетних значений. В марте фактические температуры значительно ниже среднемноголетних: в первой декаде -7.7°C против -2.3°C , во второй декаде -5.4°C против 0.9°C , а в третьей декаде -3.1°C против 4.6°C . Осадки в марте составляют 12.0 мм, 13.0 мм и 14.0 мм соответственно, хотя среднемноголетние значения равны нулю. В апреле фактические температуры остаются ниже среднемноголетних: 0.1°C против 10.0°C в первой декаде и 3.5°C против 9.5°C во второй. Осадки в первой декаде отсутствуют, а во второй и третьей декадах составляют 12.0 мм и 12.0 мм соответственно. В мае фактические температуры превышают среднемноголетние: 9.7°C против 6.7°C в первой декаде, 11.4°C против 10.9°C во второй и 19.1°C против 19.2°C в третьей. Осадки в мае составляют 14.0 мм, 16.0 мм и 19.0 мм соответственно, с заметным превышением в третьей декаде.

Летний период был также теплым с переменной влажностью. Июнь показал значительное снижение температуры на 7.6°C , а осадки были ниже нормы. В июле фактическая температура была ниже среднемноголетней на

5.6°C, но осадки превысили норму. Август показал небольшое отклонение в температуре (на 0.8°C ниже), но осадки значительно превысили норму.

В целом, в 2023-2024 годах наблюдаются значительные отклонения от среднеголетних значений как по температуре, так и по осадкам. Осень была особенно дождливой, в то время как зима показала умеренные температуры с небольшими отклонениями.

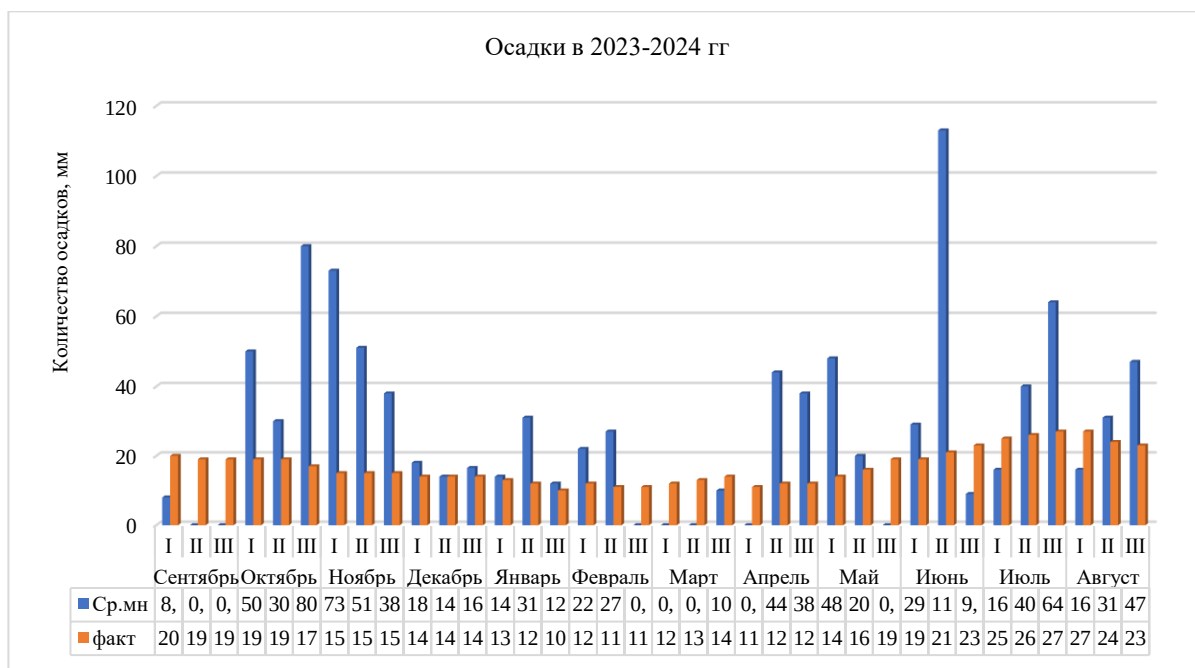


Рисунок 11 –Агроклиматические данные за период 2023 – 2024 годов по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

2.3. Характеристика объектов

Объектами исследований были основные виды сорных растений: ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), метлица обыкновенная (*Apera spicaventi* L.), горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), ромашка пахучая (*Matricaria chamomilla* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.). и пиренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis*), септориоз (*Zymoseptoria tritici*), ржавчина стеблевая (*Puccinia graminis* Pers.), ржавчина бурая (*Puccinia recondita*).

Предметом исследований служили следующие фунгициды: (Систебу, КС(200 г/л азоксистробина + 160 г/л тебуконазол); Прицел, КЭ (125 г/л

протиоконазола + 80 г/л ципроконазола); Брандер КС (200 г/л азоксистробин + 160 г/л тебуконазол) и гербициды; (Гектор, ВДГ (388 г/кг тифенсульфурон-метила + 313 г/кг трибенурон-метила + 117 г/кг флорасулама); Бивень, ВР (480 г/л бентазона); Статус Макс, ВДГ (500 г/кг Тифенсульфурон-метил + 250 г/кг трибенурон-метила + 80 г/кг флорасулам).

В опытах был использован сорт мягкой озимой пшеницы Московская 56 (*Triticum aestivum* L.), который характеризуется среднеспелостью и среднерослостью, а также устойчивостью к полеганию. Он демонстрирует высокую устойчивость к прорастанию на корню. Сорт включен в Госреестр для Центрального региона и рекомендован для возделывания в Тульской области и Центральной зоне Московской области. Вегетационный период составляет 294-328 дней, что позволяет ему созревать в сроки, близкие к стандартам сортов Памяти Федина, Инна и Московская 70. Масса 1000 зерен варьируется от 40 до 49 г. (<https://direct.farm/knowledge/plant/pshenica-myagkaya-ozimaya/132>) и (<https://ficnemchinovka.ru/page28677150.html>)

Растение имеет среднюю высоту от 74 до 103 см и прочный стебель. По устойчивости к полеганию сорт превосходит стандарт на 0,9 балла, поэтому для снижения риска полегания на высоких агрофонах рекомендуется использовать регуляторы роста в ЕС 31. Сорт отличается хорошим кущением и высоким количеством продуктивных стеблей на 1 м². Куст полупрямостоячий, с средним восковым налетом на влагалище флагового



листа и сильным налетом на верхнем междоузлии, в то время как на колосе он отсутствует или очень слабый (Рис 12).

Рисунок 12 – Сорт пшеницы озимой Московская 56 в Московской области,
Барыбино

Колос имеет полубулавовидную форму, рыхлый и средней плотности (18-19 колосков на 10 см стержня), длина колоса составляет 7,4 см. Ости на конце колоса средней длины и расходятся. Среднее количество колосков в колосе — 14-16, а зерен — 27-30. Масса зерна с колоса колеблется от 1,06 до 1,26 г. Опушение верхушечного сегмента оси колоса с выпуклой стороны слабое. Плечо колоса приподнятое и узкое, зубец умеренно изогнутый и средней длины. Нижняя колосковая чешуя имеет очень слабое опушение на внутренней стороне. (Ториков, 2012)

Средняя урожайность в Центральном регионе составляет 32,2 ц/га. В Тульской области сорт показал прибавку к стандарту Инна в 2,5 ц/га, а в Центральной зоне Московской области — 6,1 ц/га к стандарту Памяти Федина, с урожайностью 37,3 и 60,1 ц/га соответственно. Максимальный урожай в госиспытаниях составил 100 – 117 ц/га при интенсивной технологии возделывания и 60 – 70 ц/га при базовой технологии (Ториков, 2012)

В проведенных исследованиях был подобран комплекс гербицидов и фунгицидов, обеспечивающих эффективное подавление роста и развития сорной растительности, а также контроль грибных заболеваний. Изучение действия данных препаратов осуществлялось в рамках двух независимых опытов.

Протиоконазол – это 2-((2RS)-2-(1-хлорциклопропил)-3-(2-хлорфенил)-2-гидроксипропил)-2Н-1,2,4-триазол-3(4Н)-тион, который принадлежит к классу триазольных соединений и обладает уникальным токсифором среди фунгицидов этого класса (рис. 13). Он системный триазолинтионовый фунгицид, мишенями которого являются большинство экономически важных

заболеваний, вызываемых аскомицетами, базидиомицетами и дейтеромицетами в зерновых культурах, рапсе и арахисе (ФАО).

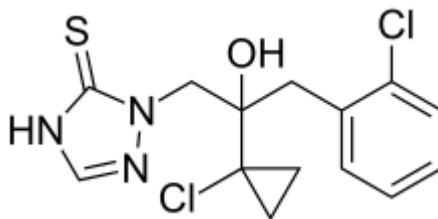


Рисунок 13 – Структурная формула протиоконазола (Шульц, 2019).

Протиоконазол представляет собой хиральный фунгицид, состоящий из двух энантиомеров. Энантиомеры протиоконазола значительно различаются по своей биоактивности, экотоксичности и поведению в окружающей среде. R-протиоконазол, обладающий высокой биоактивностью и низкой токсичностью, преимущественно разлагается в почве (Криг, 2015).

Азоксистробин – это (Метил(E)-2-{2-(6-(2-цианофенокси) пиримидин-4-илокси)фенил}-3-метоксиакрилат), относится к классу фунгицид семейства стробилуринов с системным и трансламинарным действием, обладающий преимущественно профилактической эффективностью (рис 14.) (Ганиев, Недорезков, 2006).

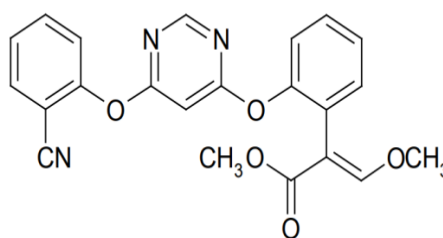


Рисунок 14 – Структурная формула Азоксистробина (Голуб, 2014).

Способ действия азоксистробина заключается в ингибировании грибного дыхания путем нарушения электронно-транспортной цепи, что препятствует синтезу АТФ (это происходит, когда азоксистробин связывается с Qo сайтом комплекса III в митохондриях) (Зинченко, 2012).

Азоксистробин обладает самым широким спектром действия среди всех противогрибных препаратов и эффективен против 4 основных групп грибов:

Ascomycota, Deuteromycota, Basidiomycota и Oomycota (Ганиев, Недорезков, 2006; Зинченко, 2012).

Ципроконазол – это химическое соединение с формулой 2-(4-хлорфенил)-3-циклопропил-1-(1H-1,2,4-триазол-1-ил)-2-бутанол, является широко используемым триазольным фунгицидом (рис. 15). Его механизм действия основан на ингибировании деметилирования — ключевого этапа синтеза стеролов, важных компонентов клеточной стенки грибов. Это подавляет рост патогенов, не влияя на процесс спорообразования. Ципроконазол применяется для защиты зерновых культур, кофе, сахарной свеклы, фруктовых деревьев и винограда от грибных заболеваний. Он сочетает в себе профилактические и лечебные свойства (FAO/WHO, 2015).

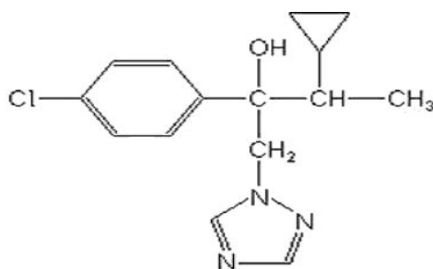


Рисунок 15 – Структурная формула ципроконазола (Кондратюк, 2017).

Эффективность ципроконазола доказана в борьбе с фитопатогенами, включая *Puccinia graminis*, *Pucciniaspp.*, *Pseudocercospora herpotrichoides* и виды рода *Septoria*. Однако его умеренная растворимость в воде повышает риск миграции в грунтовые воды. При этом соединение устойчиво к разложению в почвенных и водных экосистемах, что требует внимания к вопросам экологической безопасности его применения (European commission health & consumers directorate – general, 2015).

Тебуконазол – это ((RS)-1p-хлорфенил-4,4-диметил-3-(1H-1,2,4-триазол-1-ил-метил) пентан-3-ил) относится к триазолам третьего поколения (рис. 16). Фунгицидная активность тебуконазола основана на его способности ингибировать биосинтез эргостерола, важного мембранного стерола грибных

штаммов, путем связывания с 14- α -диметилазой, участвующей в превращении ланостерола в эргостерол (Желтова, 2013).

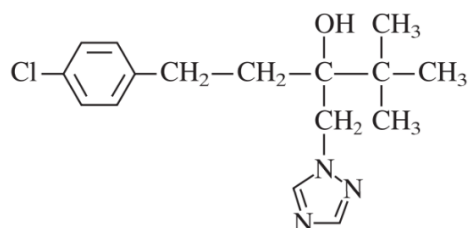


Рисунок 16 – Структурная формула тебуконазола (Корсукова, 2016).

Быстро поглощаясь растением, тебуконазол обладает системными свойствами: он медленно перемещается по растению. Это приводит к очень равномерному распределению действующего вещества в обрабатываемых органах растения, что объясняет его широкий спектр эффективности в отношении большого количества грибов сельскохозяйственных культур, включая болезни зерновых (фузариоз, гельминтоспориоз, мучнистая роса, ринхоспориоз, бурая ржавчина, желтая ржавчина, карликовая ржавчина, септориоз (Корсукова и др., 2018).

Бентазон, представляющий собой 3-(1-метилэтил)-1H-2,1,3-бензотиадиазин-4(3H)-он-2,2-диоксид, относится к классу тиадиазинов и практически не растворим в воде (рис. 17). Этот препарат эффективно борется с разнообразными экономически значимыми широколиственными и осоковыми сорняками. Бентазон может использоваться как в форме кислоты, так и в виде сельскохозяйственно приемлемой соли или сложного эфира. Применение в виде соли предпочтительнее, причем наилучшим вариантом считается натриевая соль (Славашевич, 2018).

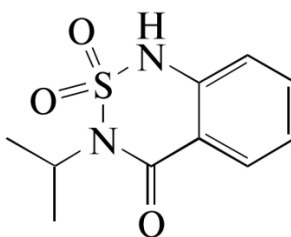


Рисунок 17 – Структурная формула бентазона (Большаков и др., 2014).

Механизм действия бентазона заключается в подавлении фотосинтетических процессов, включая блокировку переноса электронов, что приводит к накоплению липофильных мембран в хлоропластах. В почве бентазон обладает низкой устойчивостью, и его среднее время полураспада составляет около 13 дней. В некоторых случаях этот период может увеличиваться до 3 – 4 месяцев (Манн и др., 2017)

Тифенсульфурон-метил - химическое название: метил 3-[(4-метокси-6-метил-1,3,5-триазин-2-ил) карбамоилсульфамоил] тиофен-2-карбоксилат, представляет собой химическое соединение, относящееся к классу сульфонилмочевин (рис. 18). Данное вещество применяется в качестве послевсходового гербицида для контроля злаковых и широколиственных сорняков на посевах пшеницы, кукурузы и сои. Характерной особенностью тифенсульфурон-метила является его высокая биологическая активность, позволяющая достигать эффективного контроля сорной растительности при крайне низких нормах внесения (Чернуха и Свирина, 2017).

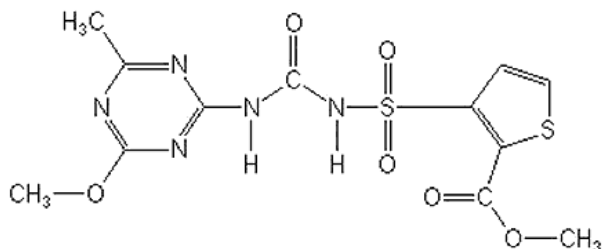


Рисунок 18 – Структурная формула тифенсульфурон-метила (Бильчук и др., 2008)

Этот препарат преимущественно поглощается растениями через листовую поверхность с последующим активным транспортом по флоэме и ксилеме. Поглощение действующего вещества через корневую систему носит ограниченный характер и зависит от уровня почвенной влажности, а также временного фактора. У чувствительных видов гербицид ингибирует фермент ацетолактатсинтазу, что приводит к нарушению биосинтеза аминокислот валина и изолейцина. Это вызывает прекращение клеточного деления в меристематических тканях, что в конечном итоге приводит к гибели сорных

растений. Полное отмирание сорняков наблюдается через 10–15 суток после применения препарата (Голубев и Борушко, 2020).

Тифенсульфурон-метил является послевсходовыми селективными гербицидами и малоопасные для теплокровных. Он используется для борьбы с однолетними сорными растениями. Он проникать в поверхностные и грунтовые воды из-за его высокой растворимости в воде, подвижности и устойчивости. Широкое использование тифенсульфурон-метила на протяжении многих лет привело к появлению его остатков в урожае, почве и воде, а также к фитотоксичности для сельскохозяйственных культур (Zhao, W 2015 и Чернуха, 2017).

Трибенурон-метил (Метиловый эфир 2-(6-метил-4-метокси-1,3,5-триазин-2-ил (метил) карбомоилсульфамоил)бензойной кислоты) относится к классу сульфонилмочевины (рис 19). Пестицид, послевсходовый селективный гербицид. Активен в борьбе со многими широколистными сорняками на зерновых культурах. Физико-химические свойства. Химически чистое вещество – кристаллы белого цвета (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2024 год. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России).

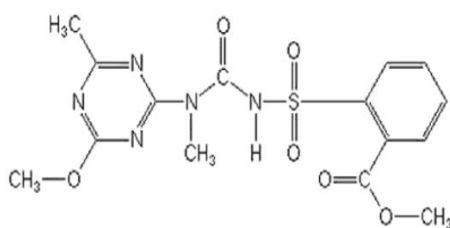


Рисунок 19 – Структурная формула Трибенурон-метила (Бильчук и др., 2008)

Механизм действия: трибенурон-метил, попадая в растения через листья или корни, блокирует деление клеток в течение 2–3 часов. Обработанные сорные растения прекращают рост и перестают поглощать воду и минеральные вещества из почвы. Трибенурон-метил поглощается корнями и

листьями, легко перемещается в растениях. Подавление ацетолактатсинтазы приводит к остановке роста, а затем к гибели растений. Рост сорной растительности прекращается спустя несколько часов после опрыскивания. Чувствительные сорные растения могут остаться зелеными и выжить, но они не будут конкурировать с культурными растениями (Хатнянский и др., 2023).

2.4. Схема опыта и методика проведения исследований

Исследования проводили в вегетационные сезоны 2021–2024 гг. на ЦОС ВНИИА (Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н. Прянишникова), расположенном в Домодедово, микрорайоне Барыбино Московской области. Почва опытного участка — слабоокультуренная, дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая почва с агрохимическими показателями: pH (KCl) 4,3 – 4,5, гумус (по Тюрину) – 1,58 %, подвижные P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 21 мг/кг и 133 мг/кг почвы соответственно. Закладка полевых опытов проводилась в соответствии с методическими «Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований» (Доспехов, 1985.).

Основное возделывание озимой пшеницы в 2022 – 2024 гг. Технология возделывания пшеницы озимой проводится в соответствии с Регистр технологий производства зерна в Центральном районе Нечерноземной зоны России: Система технологий (Лобачевский, 2003). Обработка почвы и использование удобрений были одинаковыми для всех опытов (фунгицид и гербицид). Предшественниками были бобовые и зерновые культуры.

Основную обработку почвы проводили плугом ПН-4-35 на глубину 20 – 25 см, ранневесеннее боронование бороной БЗТС-1,0 в 2 следа на глубину 3 – 5 см и 5 обработок пара (культиватором КПИР-7,2 на глубину 10 – 12 см перед посевом озимой пшеницы. Проведены предпосевная обработка почвы на глубину 6 – 8 см культиватором КПИР-7,2 и прикатывание посевов.

В рамках проведения опытов с озимой пшеницей во все годы исследований осуществлялось предпосевное внесение комплексного минерального удобрения Азофоска марки $N_{16}P_{16}K_{16}$ в дозе 200 кг/га ($N_{32}P_{32}K_{32}$). В весенний период, в фазу кущения культуры, проводилась подкормка аммиачной селитрой из расчета 34 кг/га действующего вещества (N_{34}).

Посев проводился сеялкой СЗ-5,4 с нормой высева 5,5 млн/га. Для защиты посевов от вредителей применяли инсектицид Децис Профи, ВДГ (Дельтаметрин 250 г/кг) в норме 0,03 г/га. Опыты проводили на естественном инфекционном фоне. На основе результатов исследования вложили два разных эксперимента по отдельным схемам:

Схема 1. Схема по изучению биологической эффективности новых современных фунгицидов в снижении развития фитопатогенов в посевах озимой пшеницы представлена в таблице 2. Площадь опытной делянки – 10 м². Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок рандомизированное. Обработка исследуемыми фунгицидами проводилась в фазу выхода трубки культуры с использованием ранцевого опрыскивателя «Jacto-300D» с нормой расхода рабочей жидкости 250–300 л/га.

Таблица 2 – Схема по изучению биологической эффективности новых современных фунгицидов в снижении развития фитопатогенов в посевах озимой пшеницы сорта Московская 56 в 2022 – 2024 гг.

№ п.п.	Варианты опыта	Нормы применения препарата	Действующие вещества	Кратность обработки
1	Систебу, КС	0,8 л/га	200 г/л азоксистробина + 160 г/л тебуконазола	1
2	Систебу, КС	1,0 л/га	200 г/л азоксистробина + 160 г/л тебуконазола	1
3	Прицел, КЭ	0,4 л/га	(125 г/л протиоконазола + 80 г/л ципроконазола)	1
4	Прицел, КЭ	0,7 л/га	(125 г/л протиоконазола + 80 г/л ципроконазола)	1

5	Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	200 г/л азоксистробин + 160 г/л тебуконазол)	1
6	Контроль	-	без обработки	-

Полевой мониторинг. В течение всего вегетационного периода на опытных участках проводили учет распространения болезней в соответствии с "Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве" (СПб. 2009). В основные фазы развития озимой пшеницы, учет динамики распространенности грибных болезней осуществлялся после появления первых симптомов. Общая выборка отобранных растений составляла 100 растений с каждой делянки.

Распространенность болезни определяется как доля пораженных растений (или их отдельных частей) относительно общего количества растений в пробе. Этот показатель выражается в процентах и рассчитывается по формуле (Кекало и др. 2017; Асеева и др. 2020; Feng *et al.* 2022): $P (\%) = \frac{n}{N} 100$, где: n – количество пораженных растений в пробе, а N – общее количество растений в пробе, включая как больные, так и здоровые.

Биологическая эффективность препаратов, таких как фунгициды определяется в соответствии с Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (СПб, 2009) по снижению распространенности и интенсивности развития болезни по сравнению с контролем. Для определения её применяется следующая формула:

$$R = \sum (a \cdot d) / N, \text{ где: } R = \text{развитие болезни (\% или баллы)}$$

$\sum (a \cdot b)$ = сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл или процент поражения (b)

N = общее количество растений в пробе (больных и здоровых). При переводе балловой шкалы в процентную используют формулу:

$$R = \sum (a \cdot b) \cdot 100 / N \cdot K, \text{ где: } R = \text{развитие болезни (\%)}$$

$\sum(a \cdot b)$ = сумма произведений числа больных растений (a) на

соответствующий им балл поражения (b); N = общее количество растений в пробе (больных и здоровых); K = высший балл шкалы учета.

Биологическая эффективность (Э%) показывает на сколько процентов данный препарат снижает распространение или развитие болезни по сравнению с контролем (без обработки). Для ее расчета используют формулу Аббота, которая включает влияние и других факторов, снижающих болезнь в контроле:

$$\text{Э\%} = (K - O / K) \cdot 100,$$

где: Э = биологическая эффективность, K = развитие пораженности болезни в контроле (без обработки), O = развитие (пораженность) болезни в испытываемом варианте после обработки.

Схема 2. Схема по изучению биологической эффективности новых современных гербицидов в снижении динамики сорных растений в посевах озимой пшеницы представлена в таблице 3. Площадь опытной делянки – 25 м². Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок рандомизированное. Обработка исследуемыми препаратами проводилась в фазу кущения культуры с использованием ранцевого опрыскивателя «Jacto-300D» с нормой расхода рабочей жидкости 250–300 л/га.

Таблица 3 – Схема по изучению биологической эффективности новых современных гербицидов в снижении динамики сорных растений в посевах озимой пшеницы сорта Московская 56 в 2022 – 2024 гг.

№ п.п.	Препарат	Норма расхода препарата	Действующие вещества	Кратность обработок
1	Гектор, ВДГ	0,03 кг/га	388 г/кг тифенсульфурон-метила + 313 г/кг трибенурон-метила + 117 г/кг флорасулама	1
2	Гектор, ВДГ	0,05 кг/га	388 г/кг тифенсульфурон-метила + 313 г/кг трибенурон-метила + 117 г/кг флорасулама	1
3	Бивень, ВР	2,0 л/га	480 г/л бентазона	1
4	Бивень, ВР	4,0 л/га	480 г/л бентазона	1

5	Статус Макс, ВДГ (эталон)	0,05 кг/га	500 г/кг Тифенсульфурон-метил + 250 г/кг трибенурон-метила+ 80 г/кг флорасулам	1
6	Контроль	-	без обработки	-

Полевые наблюдения и учеты динамики сорных растений.

Исследование параметров состояния культурных и сорных растений в зависимости от фаз их роста и развития в условиях агроценоза проводилось в строгом соответствии с утвержденными методическими рекомендациями и нормативными документами.

Изучение засоренности посевов озимой мягкой пшеницы проводили с использованием количественно-весового метода учета сорных растений, широко применяемого в практике растениеводства. Учет сорной растительности осуществляли на постоянных учетных площадках площадью 0,25 м² (4 нестационарные рамки в каждой делянке). Учеты проводили перед обработкой, через 30 дней после обработки, через 45 дней после обработки и перед уборкой урожая в соответствии с Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве (СПб, 2012г). Данный подход позволил оценить динамику изменения засоренности посевов на различных этапах вегетации озимой пшеницы.

Эффективность борьбы с сорняками рассчитывали в соответствии с Методическими указаниями по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. Общая часть (Москва, 2024г).

Отбор образцов для исследования по определению микроколичеств препаратов проводили в соответствии с "Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания, объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов" (1979). Изучение остаточных количеств действующих веществ пестицидов в зеленой массе и урожае пшеницы озимой проводили в аналитической лаборатории ФГБНУ ВНИИ агрохимии.

Параметры урожайности. Структуру урожая учитывали по методике Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Структуру урожая изучали на материале с фиксированных площадок ($0,25 \text{ м}^2$) в 2-х местах делянки всех повторностей опыта. Учет урожая методом комбайновой уборки с учетных площадок и приведение урожайности зерна к 14 % влажности, и 100 % чистоте по ГОСТу 10106-87. После уборки урожая определяли качество зерна по соответствующим стандартам: массу 100 зерен, массовую долю и качество клейковины по ГОСТ 1358.1-68, белок по ГОСТ 10846-91. Массу 1000 зёрен определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 12042-80 (редакция 2011 года). Качественные показатели зерна оценивали по следующим методикам: содержание белка – в соответствии с ГОСТ 10846-91 (редакция 2009 года); содержание клейковины – по ГОСТ Р 54478-2011 (редакция 2012 года) и содержание крахмала – в соответствии с ГОСТ 10845-98 (редакция 2009 года).

Статистический анализ данных.

Параметры исследовали методом дисперсионного анализа (ANOVA) в соответствии с методикой Б.А. Доспехова. Для сравнения вариантов обработки рассчитывали наименьшую значимую разницу (НСР) при уровне значимости $p \leq 0,05$ с использованием программного обеспечения Statistica 10.0 и Microsoft Office Excel. Статистическую обработку данных выполняли путём оценки достоверности различий между выборочными средними на основе критерия НСР.

ГЛАВА 3. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2022 – 2024 гг.

3.1. Фенологические наблюдения

Посев исследуемой культуры в рамках экспериментальных работ проведён 29 августа 2021 года при норме высева 5,0 миллиона всхожих семян на гектар. Первичные всходы на всех опытных вариантах зарегистрированы 10 сентября, а переход к фазе полных всходов отмечен 16 сентября. Фенологическая фаза осеннего кущения зафиксирована 8 октября. Возобновление активной вегетации растений в весенний период 2022 года произошло 25 апреля. Фаза трубкования была зафиксирована с 18 мая, а фаза колошения пришлась на 7 июня. Фаза цветения отмечена 20 июня. Молочная спелость зерна наступила 7 июля, восковая спелость зафиксирована 15 июля, полная спелость – 27 июля.

В 2022 году посев культуры был проведён 7 сентября, норма высева составила 5,0 млн всхожих семян на га. Появление всходов на всех вариантах опыта отмечалось 18 сентября, полные всходы отмечались 23 сентября. Фаза

осеннего кущения была зафиксирована 15 октября. Возобновление активной вегетации растений в 2023 году отмечено 24 апреля. Фаза трубкования наблюдалась с 14 мая, а переход к фазе колошения произошёл 5 июня. Фенологическая фаза цветения зарегистрирована 20 июня. Молочная спелость зерна наступила 10 июля, восковая спелость отмечена 21 июля, полная спелость достигнута 2 августа. В 2023 году посев культуры был проведён 04 сентября, норма высева составила 5,0 млн всхожих семян на га. Появление всходов на всех вариантах опыта отмечалось 14 сентября, полные всходы отмечались 20 сентября. Осеннее кущение отмечалось 12 октября. Начало активной вегетации в 2024 году началось 18 апреля. Фаза трубкования отмечалась с 12 мая, а фаза колошения началась 04 июня. Фаза цветения отмечалась 16 июня. Молочная спелость наступила 08 июля, восковая спелость отмечалась 22 июля, а полная спелость 28 августа (таблица 4).

Таблица 4 – Наступление фенологических фаз в 2021 – 2024 гг.

Фазы развития	Фенофазы по Задокса	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Посев	0-7	29.08	07.09	04.09
Появление всходов	09-10	10.09	18.09	14.09
Полные всходы	11-13	16.09	23.09	20.09
Кущение	21-24	08.10	15.10	12.10
Фаза возобновление вегетации	25-28	25.04	24.04	18.04
Выход в трубку	30-32	18.05	14.05	12.05
Флаговый лист	37	28.05	27.05	24.05
Колошение	51-59	07.06	05.06	04.06
Цветение	61-69	20.06	20.06	16.06
Молочная спелость	71-75	04.07	10.07	08.07
Восковая спелость	85-86	15.07	21.07	22.07
Полная спелость	91	27.07	02.08	28.07

3.2. Основные грибные болезни в посевах озимой пшеницы в 2022 – 2024 гг.

Фитосанитарное состояние агроценоза озимой пшеницы в Московской области в период с 2022 по 2024 годы находилось под значительным влиянием погодных условий, которые способствовали развитию и распространению основных листостебельных грибных болезней. Наиболее распространённым заболеванием является пиренофороз (*P. tritici-repentis*), средняя доля которого составила 27,3%. В 2022 году его уровень достигал 35,1%, что связано с благоприятными условиями в июне–июле того года, когда выпало значительное количество осадков (21 мм). В 2023 году доля поражения снизилась до 21,2% из-за меньшей влажности (14,3 мм осадков в июне), а в 2024 году вновь возросла до 25,6% на фоне повышенной влажности (50,3 мм осадков в июне) (рис. 20).

Септориоз листьев (*Z. tritici*) также показал устойчивый рост: в 2022 году его доля составляла 11,9%, увеличившись до 16,9% в 2023 году и достигнув 24,8% в 2024 году при средней доле 17,9%. Этот рост объясняется увеличением осадков в летние месяцы, особенно в 2024 году, когда влажность способствовала активному развитию болезни. Аналогичная ситуация наблюдается со стеблевой ржавчиной (*P. graminis*Pers.), доля которой выросла с 12,4% в 2022 году до 18,0% в 2023 году и достигла 23,5% в 2024 году (средняя доля — 18,0%). Бурая ржавчина (*P. recondita*) также демонстрирует значительный рост: с 7,3% в 2022 году до 11,9% в 2023 году и 18,6% в 2024 году (средняя доля — 12,6%) (рис. 20). Во всех случаях ключевыми факторами риска являются высокая влажность, особенно в июне–июле, и умеренные температуры (15–25°C), которые создают благоприятные условия для развития патогенов.

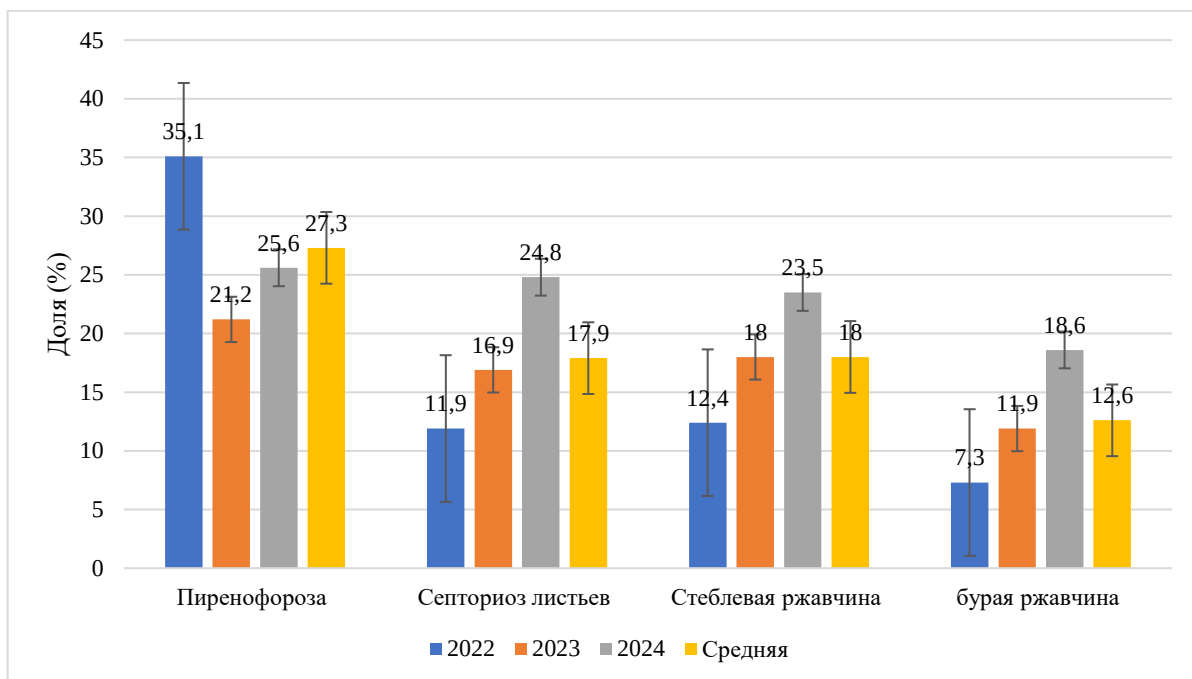


Рисунок 20 – Основные грибные болезни в посевах озимой пшеницы в 2022 – 2024 гг.

Дефицит осадков весной (март–май) ослабляет растения, делая их более восприимчивыми к инфекциям, а избыточная влажность летом усиливает распространение болезней. Для минимизации потерь урожая рекомендуется использовать устойчивые сорта, проводить своевременную фунгицидную обработку и осуществлять мониторинг климатических условий. Таким образом, изменчивость погодных факторов напрямую влияет на фитосанитарное состояние посевов, и их учёт является ключевым элементом успешного ведения сельского хозяйства.

3.3. Общая засоренность посевов пшеницы озимой в 2022 – 2024 гг.

Общая засорённость посевов озимой пшеницы в Московской области за 2022–2024 годы демонстрирует тенденцию к росту как количества, так и массы сорных растений, что тесно связано с изменением погодных условий. В 2022 году количество сорняков снижалось с мая (88 экз./м²) до июля (64 экз./м²), а их масса уменьшилась с 283,6 г/м² до 137,2 г/м² соответственно. Это объясняется дефицитом осадков в июне (14,3 мм против среднемноголетней

нормы 19,4 мм) и относительно низкими температурами (средняя фактическая температура в июне составила 14,7°C).

В 2023 году наблюдался рост засорённости к июлю (93 экз./м² и 483,6 г/м²), что связано с более благоприятными условиями: умеренными температурами (14,7°C в июне) и повышенной влажностью (26,7 мм осадков).

В 2024 году произошло значительное увеличение засорённости: с 74 экз./м² и 280,5 г/м² в мае до 125 экз./м² и 897,5 г/м² в июле. Этот рост обусловлен избытком осадков в июне (50,3 мм) и устойчивыми температурами (14,7°C), которые создали идеальные условия для прорастания и роста сорняков. Средние значения за три года показывают, что засорённость возрастает от весны к лету: в мае — 74,7 экз./м² и 253,8 г/м², в июне — 80,0 экз./м² и 295,6 г/м², в июле — 86 экз./м² и 347,3 г/м² (рис 21).

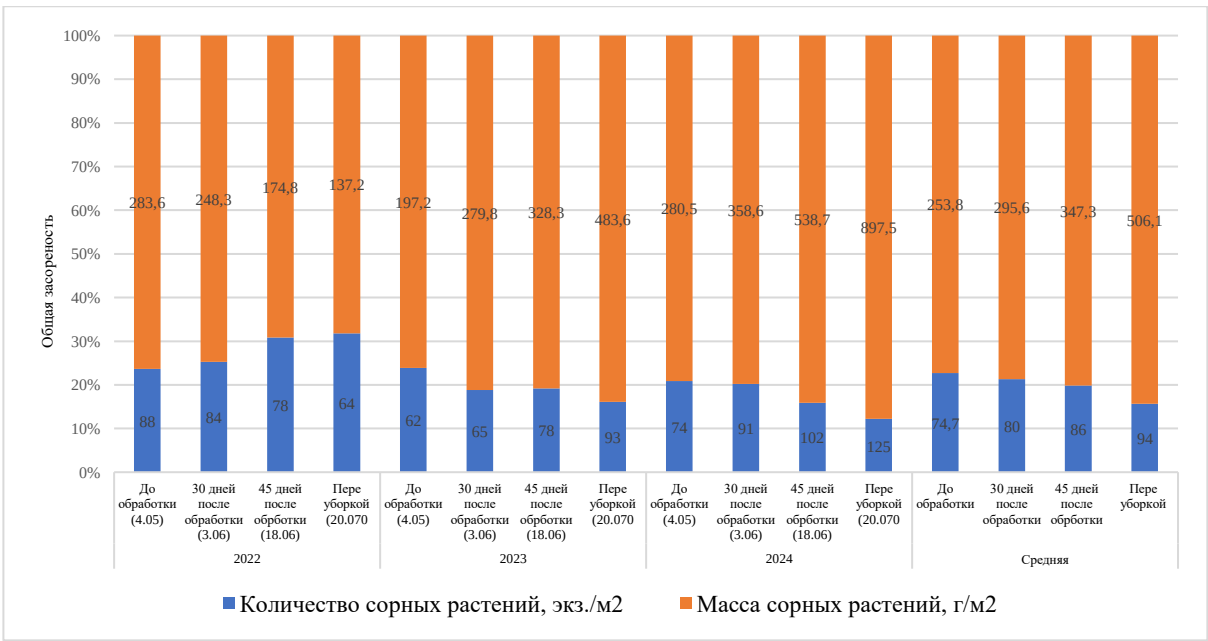


Рисунок 21 – Средняя общая засорённость посевов пшеницы озимой в 2022 – 2024 гг.

3.4. Видовой состав сорных растений в Московской области в 2022 – 2024 гг.

Таблица 5 представляет собой классификацию видов сорняков, выявленных в экспериментах за период 2022–2024 годы. Видовой состав сорных растений разделён на две категории: однолетние и многолетние виды.

Среди однолетних сорняков доминируют представители семейств Brassicaceae, Poaceae, Rubiaceae, Asteraceae и Amaranthaceae. К этой группе относятся такие виды, как ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), метлица обыкновенная (*Aperaspic aventi*), горчица полевая (*Sinapis arvensis*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), ромашка непахучая (*Matricaria chamomilla*) и белая марь (*Chenopodium album*). Эти растения характеризуются быстрым прорастанием и развитием в условиях достаточной влажности и умеренных температур, что делает их особенно активными в летние месяцы. Многолетние сорняки представлены двумя видами: бодяк полевой (*Cirsium arvense*) из семейства Asteraceae и клевер ползучий (*Trifolium repens*) из семейства Fabaceae. Эти растения обладают более сложной корневой системой и способны сохранять жизнеспособность в течение нескольких сезонов, что усложняет борьбу с ними.

Таблица 5– Виды сорняков в экспериментах 2022 – 2024 гг.

№	Категория	Семейство	Общее название	Латинские название
1	Однолетние	Brassicaceae	Ярутка полевая	<i>Thlaspi arvense</i>
2		Poaceae	Метлица обыкновенная	<i>Apera spica-venti</i>
3		Brassicaceae	Горчица полевая	<i>Sinapis arvensis</i>
4		Rubiaceae	Подмаренник цепкий	<i>Galium aparine</i>
5		Asteraceae	Ромашка непахучая	<i>Matricaria chamomilla</i>
6		Amaranthaceae	Белая Марь	<i>Chenopodium album</i>
7	Многолетние	Asteraceae	Бодяк полевой	<i>Cirsium arvense</i>
8		Fabaceae	Клевер Ползучий	<i>Trifolium repens</i>

Численность сорняков варьировала в зависимости от года и погодных условий. Численность однолетних сорняков увеличивалась к 2024 году: ярутка полевая достигла 17 экз./м² (средняя численность за три года — 14,7 экз./м²), метлица обыкновенная — 15 экз./м² (средняя — 13,0 экз./м²), а ромашка непахучая — 18 экз./м² (средняя — 13,0 экз./м²). Многолетние сорняки также

показали рост: бодяк полевой увеличился до 14 экз./м² (средняя — 10,7 экз./м²), а клевер ползучий — до 17 экз./м² (средняя — 11,0 экз./м²). Этот рост обусловлен благоприятными погодными условиями, особенно избыточной влажностью в июне 2024 года (50,3 мм осадков против среднемноголетней нормы 19,4 мм) и умеренными температурами (14,7°C). В 2022 году дефицит осадков (14,3 мм в июне) и более низкие температуры (14,7°C) ограничивали развитие сорняков, что привело к снижению их численности: ярутка полевая уменьшилась с 16 до 11 экз./м², а метлица обыкновенная — с 12 до 10 экз./м². В 2023 году умеренные осадки (26,7 мм в июне) и стабильные температуры способствовали росту сорняков, особенно ромашки непахучей (до 12 экз./м²) и клевера ползучего (до 11 экз./м²) (рис 23). Таким образом, видовой состав сорняков и их численность напрямую зависят от климатических факторов, что подчеркивает важность учёта погодных условий при разработке мер борьбы с засорённостью посевов.

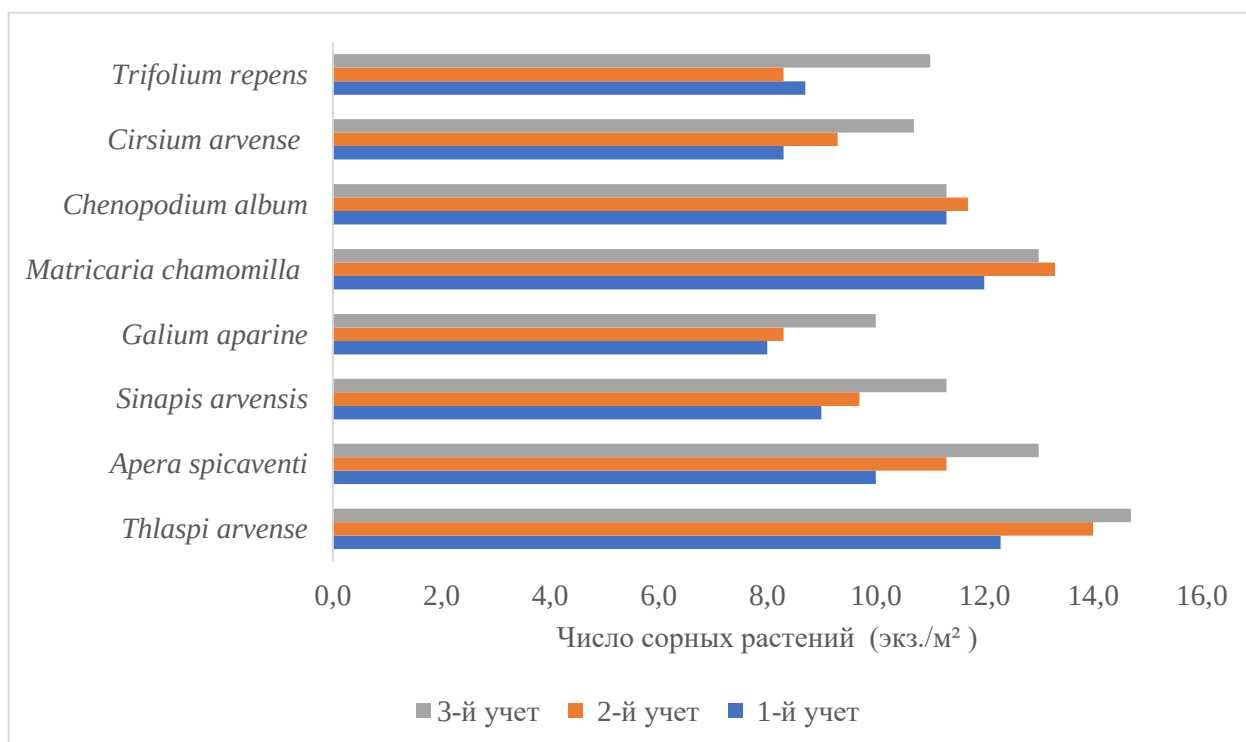


Рисунок 22 – Средний видовой состав сорных растений в Московской области в 2022 – 2024 гг.

Фенологические фазы, включая всходы, кущение, трубкование, колошение и спелость, регистрировались с учётом погодных условий.

Фитосанитарное состояние агроценоза зависело от климата: пиренофороз достигал максимума в 2022 году (35,1%) при повышенной влажности, снижался в 2023 году (21,2%) и снова возрастал в 2024 году (25,6%). Септориоз, стеблевая и бурая ржавчина также демонстрировали рост за счёт избыточной влажности летом. Засорённость посевов увеличивалась с каждым годом, особенно в 2024 году (125 экз./м² и 897,5 г/м²), что связано с благоприятными условиями для однолетних (ярутка полевая, метлица обыкновенная) и многолетних сорняков (бодяк полевой, клевер ползучий). Ключевые факторы риска — высокая влажность и умеренные температуры. Для минимизации потерь рекомендуется использовать устойчивые сорта, гербициды и мониторинг климата.

ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ РАЗВИТИЯ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

4.1. Оценка эффективности фунгицидов против пиренофороза (*Pyrenophora tritici-repentis*) в посевах озимой пшеницы

Пиренофороз, также известный как желтая пятнистость пшеницы, представляет собой серьезную угрозу для посевов озимой пшеницы, особенно в Московской области. Это заболевание вызывается грибом *P. tritici-repentis*, который может приводить к значительным потерям урожая из-за своей агрессивности и способности быстро распространяться. Патоген может выживать на растительных остатках и альтернативных хозяевах, что способствует его распространению. Таким образом, пиренофороз представляет собой серьезную угрозу для озимой пшеницы, и его контроль требует комплексного подхода, включая мониторинг состояния посевов и своевременное применение защитных средств (Зеленева, 2016).

В таблице 6 представлены данные о средней доли заболевания и средней биологической эффективности фунгицидов в борьбе с развитием

пиренофороза, вызванным грибом *P. tritici-repentis* за три года. Распространённость пиренофороза в контроле без обработки варьировался в зависимости от даты учетов, и года исследования и составил в среднем 27,3%. Он был в среднем 35,1, 21,2 и 25,6% в 2022, 2023 и 2024г в посевах озимой пшеницы. Биологическая эффективность также варьировала от исследуемых препаратов, года исследования и дозы. Установлено, что чем выше доза, тем выше эффективность фунгицидов в борьбе с развитием пиренофороза в посевах озимой пшеницы. При этом максимальные биологические эффективности наблюдали на вариантах: Прицел, КЭ при дозе 0,7 л/га (87,7% – 95,9%), Брандер, КС при 1,0 л/га (84,9% – 88,9%) и Систебу, КС при дозе 1,0 л/га (80,9% – 85,4%) .

Таблица 6–Эффективность фунгицидов против пиренофороза (*P. tritici-repentis*) в 2022 – 2024 гг.

Варианты	2022		2023		2024		Средняя	
	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %
Систебу, КС 0,8 л/га	5,6	77,2	4,6	78,5	4,5	83,1	4,9	82,0
Систебу, КС (1,0 л/га)	5,3	79,3	4,1	80,9	3,9	85,4	4,4	83,9
Прицел, КЭ 0,4 л/га	6,0	75,3	3,5	84,4	3,9	85,6	4,5	84,2
Прицел, КЭ 0,7 л/га	4,2	84,1	0,9	95,9	1,4	94,4	2,2	92,7
Брандер, КС 1,0 л/га	5,1	82,9	3,2	84,9	2,5	88,9	3,6	86,6
Контроль (без обработки)	35,1	-	21,2	-	25,6	-	27,3	-

Их средняя эффективность за три года составила 92,7%, 86,6% и 83,9% соответственно фунгицидам Прицел, КЭ (0,7 л/га), Брандер, КС (1,0 л/га) и Систебу, КС (1,0 л/га).

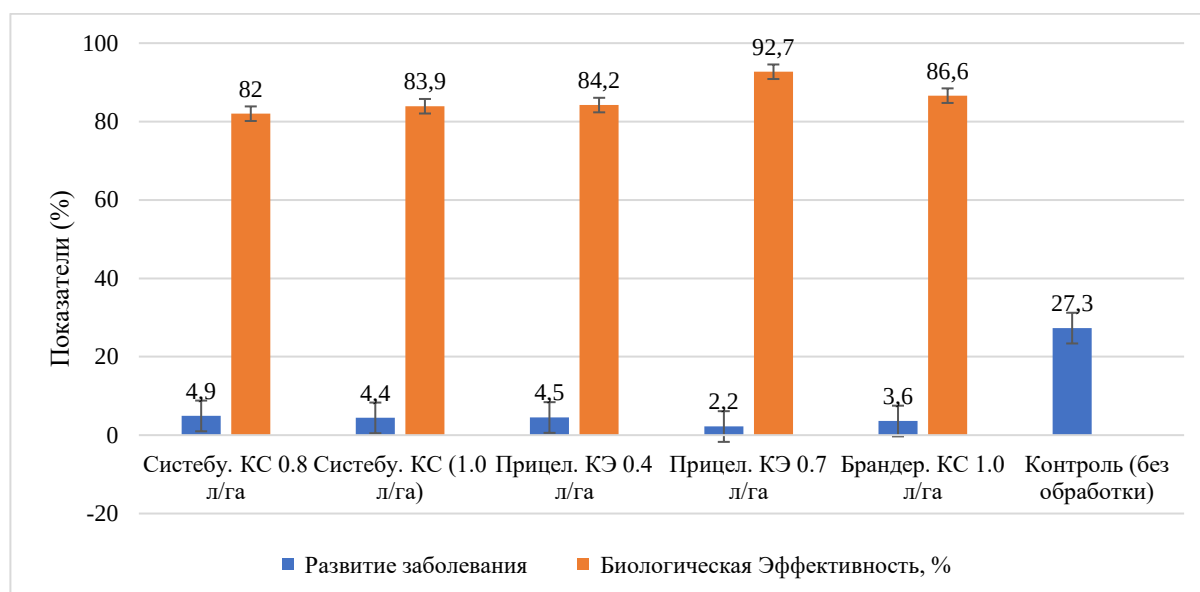


Рисунок 23 – Средняя Эффективность фунгицидов против пиренофороза (*P. tritici-repentis*) в 2022 – 2024 гг.

Применение препаратов Прицел, КЭ при 0,4 л/га и Систебу, КС в дозе 0,8 л/га имеет немного меньшую эффективность, чем концентрация Прицел, КЭ (0,7 л/га) и Систебу, КС (1,0 л/га). Их биологическая эффективность составила 84,2% и 82,0% соответственно препаратам Прицел, КЭ (0,4 л/га) и Систебу, КС (0,8 л/га) (рис. 23).

4.2. Оценка эффективности фунгицидов против септориоза (*Zymoseptoria tritici*) в посевах озимой пшеницы

Септориоз является одной из самых разрушительных болезней пшеницы, особенно в условиях умеренного климата. Эффективное применение фунгицидов против этого патогена имеет критическое значение для защиты посевов и обеспечения высоких урожаев. Фунгициды играют ключевую роль в контроле септориоза, особенно на флаговом листе, который является основным источником фотосинтеза и, следовательно, влияет на урожайность зерна. Таблица представляет данные об эффективности различных фунгицидов против септориоза в посевах озимой пшеницы за 2022-2024 годы. За этот период наблюдается рост доли заболевания септориозом: с 11.9% в 2022 году до 16.9% в 2023 году и 24.8% в 2024 году. Это указывает на

благоприятные условия для *Z. tritici*, такие как высокая влажность и температура. Средний уровень заболевания за три года составил 17.9%, что подчеркивает серьезную угрозу для посевов озимой пшеницы при отсутствии защитных средств. Применение фунгицидов значительно снизило развитие септориоза, при этом исследования показывают, что их эффективность варьируется (таблица 7). Систебу, КС (0,8 л/га) показал среднее развитие заболевания 5.1% и среднюю биологическую эффективность 70.8%. Систебу, КС (1,0 л/га) продемонстрировал лучшие результаты с 4.2% развития заболевания и 76.7% эффективности, что подтверждает зависимость эффективности от дозировки. Прицел, КЭ (0,4 л/га) и Прицел, КЭ (0,7 л/га) также показали хорошие результаты, особенно при более высокой дозировке, где 2.2% развития заболевания и 88.1% эффективности.

Таблица 7 – Эффективность фунгицидов против септориоза (*Z. tritici*) в 2022 – 2024 гг.

Варианты	2022		2023		2024		Средняя	
	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %
Систебу, КС 0,8 л/га	3,9	68,4	5,0	70,4	6,5	73,5	5,1	70,8
Систебу, КС (1,0 л/га)	2,6	78,7	4,3	74,7	5,7	76,7	4,2	76,7
Прицел, КЭ 0,4 л/га	3,2	74,0	5,5	67,8	7,3	70,1	5,3	70,6
Прицел, КЭ 0,7 л/га	1,4	88,8	2,0	88,3	3,1	87,2	2,2	88,1
Брандер, КС 1,0 л/га	1,8	85,3	3,0	82,1	5,0	79,5	3,3	82,3
Контроль (без обработки)	11,9	-	16,9	-	24,8	-	17,9	-

Брандер, КС (1,0 л/га) также продемонстрировал высокую эффективность с 3.3% развития заболевания и 82.3% эффективности. В течение трех лет наблюдается общая тенденция к снижению развития

заболевания и увеличению биологической эффективности с увеличением дозировки фунгицидов.

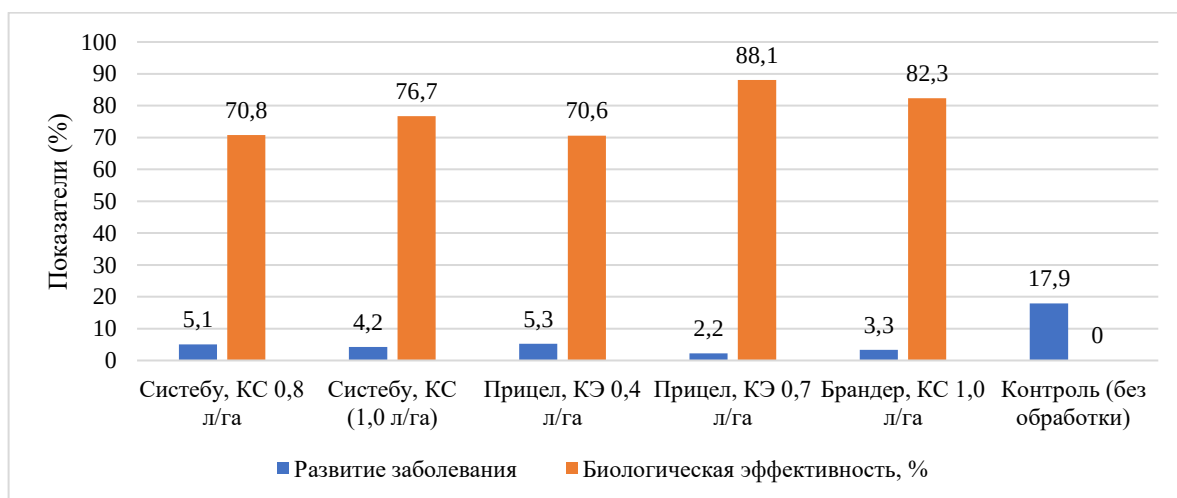


Рисунок 24 – Средняя эффективность фунгицидов против септориоз (*Z. tritici*) в 2022 – 2024 гг.

Наиболее эффективным фунгицидом оказался Прицел, КЭ (0,7 л/га), который показал наименьшее развитие заболевания и наивысшую эффективность. В заключение, применение фунгицидов против септориоза на озимой пшенице является необходимым условием для защиты урожая и обеспечения его высокой продуктивности (рис 24).

4.3. Оценка эффективности фунгицидов против ржавчины стеблевой (*Puccinia graminis* Pers.) в посевах озимой пшеницы

Ржавчина стеблевая остается серьезной угрозой для посевов озимой пшеницы, и ее контроль требует комплексного подхода, включая использование эффективных фунгицидов и устойчивых сортов пшеницы. Постоянное исследование и мониторинг состояния посевов являются необходимыми для минимизации ущерба от этого заболевания.

В период с 2022 по 2024 годы проводились исследования по оценке эффективности различных фунгицидов в борьбе с ржавчиной стеблевой на посевах озимой пшеницы. Результаты показали значительные различия в средних показателях развития заболевания и биологической эффективности фунгицидов. За три года наблюдается постоянный рост доли заболевания в

контрольной группе без обработки и ее составила в 2022 г. 12,4%, в 2023 г. – 18,0%, а в 2024 г. – 23,5%. Таким образом, средняя доля развития заболевания в контрольной группе без обработки за три года составила примерно 18% (Таблица 8).

Систебу, КС (1,0 л/га) продемонстрировал высшую среднюю биологическую эффективность (84,3%) по сравнению с Систебу, КС (0,8 л/га) (81,7%).

Прицел, КЭ (0,7 л/га) также показал значительно высшую среднюю биологическую эффективность (90,2%) по сравнению с Прицел, КЭ (0,4 л/га) (80,4%).

Таблица 8 – Эффективность фунгицидов на долю ржавчины стеблевой (*P. graminis* Pers.) в посевах озимой пшеницы в 2022 – 2024 гг.

Варианты	2022		2023		2024		Средняя	
	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %
Систебу, КС 0,8 л/га	2,2	82,2	3,2	82,2	4,6	80,7	3,3	81,7
Систебу, КС (1,0 л/га)	1,6	86,9	3,1	83,0	4,0	83,1	2,9	84,3
Прицел, КЭ 0,4 л/га	1,9	83,9	3,6	80,2	5,3	77,1	3,6	80,4
Прицел, КЭ 0,7 л/га	1,0	91,4	1,7	90,4	2,6	88,9	1,8	90,2
Брандер, КС 1,0 л/га	1,5	87,4	2,6	85,6	3,8	83,8	2,6	85,6
Контроль (без обработки)	12,4	-	18,0	-	23,5	-	18,0	-

Это свидетельствует о том, что увеличение дозы фунгицида приводит к более эффективному контролю ржавчины стеблевой. Систебу и Прицел показали высокую эффективность, особенно в концентрации 0,7 л/га (рис. 25).

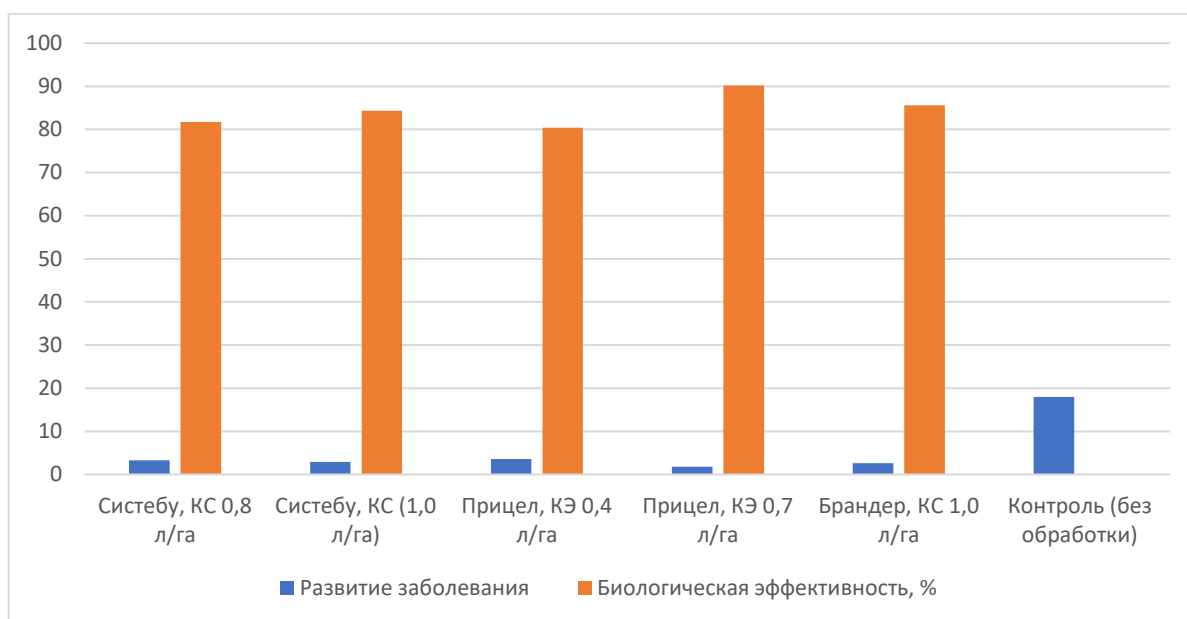


Рисунок 25 –Эффективность фунгицидов на долю доли ржавчины стеблевой (*P. Graminis Pers.*) в посевах озимой пшеницы в 2022 – 2024 гг.

4.4. Оценка эффективности фунгицидов против бурой ржавчины (*Puccinia recondita*) в посевах озимой пшеницы

Ржавчина бурая является одной из наиболее распространенных и разрушительных болезней озимой пшеницы. Этот патоген может значительно снизить урожайность, вызывая поражение листьев и стеблей растений. В условиях высокой влажности и температуры споры гриба быстро распространяются, что приводит к массовым эпидемиям. В 2022 – 2024 годах наблюдалось значительное развитие ржавчины бурой в посевах озимой пшеницы, особенно в контрольной группе без обработки. Среднее развитие заболевания составило 7,3% в 2022 году; 11,9% в 2023 году, 18,6% в 2024 году и 12,6% в среднем за три года в контрольной группе (таблица 9). Для борьбы с этой болезнью применяются различные агротехнические меры, такие как соблюдение севооборота и использование устойчивых сортов пшеницы. Также важным аспектом является применение фунгицидов, которые могут значительно снизить уровень заболевания и, соответственно, потери урожая.

Таблица 9–Эффективность фунгицидов на долю ржавчины бурой (*Puccinia recondita*) в посевах озимой пшеницы в 2022 – 2024 гг.

Варианты	2022	2023	2024	Средняя
----------	------	------	------	---------

	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %	Среднее развитие заболевания	Средняя биологическая эффективность, %
Систебу, КС 0,8 л/га	1,9	73,1	2,7	77,4	3,8	79,6	2,8	76,7
Систебу, КС (1,0 л/га)	1,5	80,2	2,1	82,6	2,8	85,2	2,1	82,7
Прицел, КЭ 0,4 л/га	1,8	75,2	2,9	76,5	3,5	82,4	2,7	78,0
Прицел, КЭ 0,7 л/га	0,6	91,6	1,0	90,5	1,8	89,8	1,1	90,6
Брандер, КС 1,0 л/га	1,5	81,1	2,3	82,0	3,6	82,0	2,5	81,7
Контроль (без обработки)	7,3	-	11,9	-	18,6	-	12,6	-

Систебу, КС (1,0 л/га) показал меньшее среднее развитие заболевания (2.1) по сравнению с Систебу, КС (0,8 л/га) (2.8), что указывает на более эффективное снижение заболеваемости. Средняя биологическая эффективность также выше у Систебу, КС (1,0 л/га) (82.7%) по сравнению с Систебу, КС (0,8 л/га) (76.7%). Прицел, КЭ (0,7 л/га) продемонстрировал значительно более низкое среднее развитие заболевания (1.1) по сравнению с Прицел, КЭ (0,4 л/га) (2.7). Средняя биологическая эффективность также выше у Прицел, КЭ (0,7 л/га) (90.6%) по сравнению с Прицел, КЭ (0,4 л/га) (78.0%). Средняя биологическая эффективность фунгицида Брандер, КС колебалась от 81.1% до 82.0% (рис. 27). Таким образом, средние значения по всем годам показывают, что фунгициды Систебу и Прицел демонстрируют хорошую эффективность, особенно в более высоких дозах.

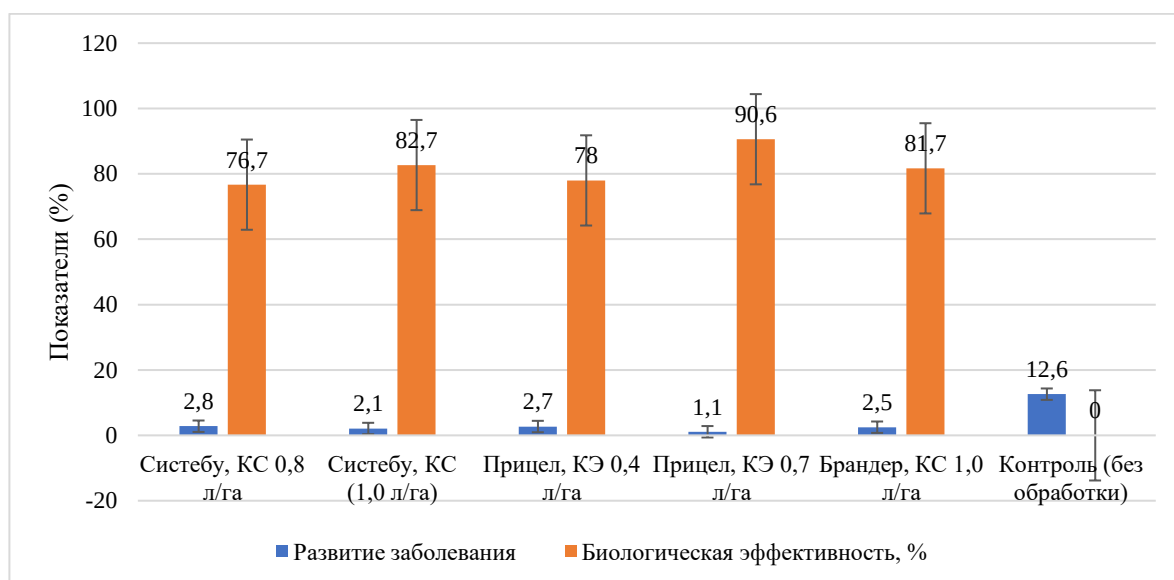


Рисунок 26 – Биологическая эффективность фунгицидов на долю ржавчины бурой (*Puccinia recondita*) в посевах озимой пшеницы в 2022 – 2024 гг.

В ходе трехлетних исследований (2022-2024 гг.) были изучены фенологические особенности развития озимой пшеницы и эффективность различных фунгицидов против основных заболеваний культуры. Посевы проводили в начале сентября при норме высева 5,0 млн всхожих семян на гектар. Фенологические наблюдения показали устойчивость сроков прохождения основных фаз развития: появление всходов фиксировалось через 8-11 дней после посева, осеннее кущение - в середине октября, возобновление вегетации - в конце апреля, а полная спелость зерна наступала в конце июля - начале августа.

Анализ эффективности фунгицидов выявил их значительное влияние на развитие таких болезней, как пиренофороз, септориоз, стеблевая и бурая ржавчина. Распространенность заболеваний в контрольных вариантах составила от 12,6% (бурая ржавчина) до 27,3% (пиренофороз). Наибольшей эффективностью среди протестированных препаратов характеризовался Прицел, КЭ при дозировке 0,7 л/га, продемонстрировав биологическую эффективность 90,6-92,7% против всех исследуемых заболеваний. Систебу, КС (1,0 л/га) также показал высокие результаты (82,7-86,6%), особенно заметные при сравнении с более низкой дозировкой (0,8 л/га).

Исследования подтвердили зависимость эффективности фунгицидов от их концентрации: увеличение дозировки приводило к более значительному снижению развития заболеваний. Применение современных фунгицидов является необходимым условием для защиты посевов озимой пшеницы и обеспечения высокой продуктивности в условиях интенсивного развития болезней.

ГЛАВА 5. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ОБЩУЮ ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

5.1. Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой

Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой 2022 г. Сорные растения являются одной из основных проблем в сельском хозяйстве, оказывая негативное влияние на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Они конкурируют с культурными растениями за питательные вещества, влагу и свет, что приводит к значительным потерям урожая. В связи с этим борьба с сорняками остается актуальной задачей для аграриев. Одним из наиболее эффективных методов контроля засоренности является применение гербицидов, которые позволяют снизить количество сорных растений и их биомассу.

В данном исследовании рассматривается влияние различных гербицидов на засоренность посевов озимой пшеницы сорта Московская 56 в условиях Московской области в 2022 году. Контрольный вариант без обработки демонстрировал стабильно высокий уровень засоренности на протяжении всего периода наблюдений, подчеркивая важность использования химических

методов защиты для минимизации негативного влияния сорняков на урожайность пшеницы. В результате исследований влияния различных гербицидов на засоренность посевов озимой пшеницы сорта Московская 56 в Московской области в 2022 году было установлено, что наиболее эффективным препаратом явился Гектор, ВДГ при дозировке 0,05 кг/га. Он обеспечил максимальное снижение количества сорных растений на 93,8% и их массы на 92,2% к концу наблюдений (22.07) по сравнению с контролем без обработки, где количество сорных растений составило 64 экз./м², а масса — 137,2 г/м². Другие препараты, такие как Статус Макс, ВДГ" (0,05 кг/га) и Бивень, ВР (4,0 л/га), также продемонстрировали высокую эффективность, но показатели были несколько ниже. Статус Макс обеспечил снижение количества сорных растений на 92,2% и массы на 91,5%, а Бивень (4,0 л/га) — на 87,5% и 83,7% соответственно (таблица 10). При этом увеличение дозировки Бивень с 2,0 л/га до 4,0 л/га привело к улучшению результатов, однако они все равно не достигли уровня Гектора и Статуса Макс. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что применение гербицидов Гектор и Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га является наиболее эффективным способом борьбы с сорняками в посевах озимой пшеницы.

Таблица 10– Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой сорта Московская 56 (Московская область, 2022 г.)

Варианты опыта	Запись даты	Количество сорных растений		Масса сорных растений	
		экз./м ²	снижение, % к контролю	г/м ²	снижение, % к контролю
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	06.05	48	-	133,7	-
	05.06	21	75,0	46,5	81,3
	21.06	14	82,1	26,4	84,9
	22.07	6	90,6	18,9	86,2
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	06.05	44	-	124,5	-
	05.06	16	81,0	44,3	82,2
	21.06	7	91,0	24,6	85,9
	22.07	4	93,8	10,7	92,2
Бивень, ВР – 2,0 л/га	06.05	61	-	143,2	-
	05.06	24	71,4	65,4	73,7

	21.06	16	79,5	43,4	75,2
	22.07	9	85,9	24,8	81,9
Бивень, ВР – 4,0 л/га	06.05	57	-	138,5	-
	05.06	19	77,4	49,8	79,9
	21.06	9	88,5	36,7	79,0
	22.07	8	87,5	22,4	83,7
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	06.05	51	-	142,7	-
	05.06	20	76,2	47,3	81,0
	21.06	12	84,6	24,2	86,2
	22.07	5	92,2	11,7	91,5
Контроль (без обработки)	06.05	88	-	283,6	-
	05.06	84	-	248,3	-
	21.06	78	-	174,8	-
	22.07	64	-	137,2	-

Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой 2023 г. Исследования влияния гербицидов на общую засоренность посевов озимой пшеницы сорта Московская 56 в Московской области в 2023 году показали, что наиболее эффективным препаратом против засоренности является Гектор, ВДГ при дозировке 0,05 кг/га, обеспечивший максимальное снижение количества сорных растений на 94,6% и их массы на 97,0% к концу наблюдений (18.07) по сравнению с контролем без обработки, где количество сорных растений составило 93 экз./м², а масса — 483,6 г/м² (таблица 11). Другие препараты, такие как Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) и Бивень, ВР (4,0 л/га), также продемонстрировали высокую эффективность, но показатели были несколько ниже: Статус Макс, ВДГ обеспечил снижение количества сорных растений на 92,5% и массы на 94,3%, а Бивень (4,0 л/га) — на 88,2% и 92,4% соответственно. При этом увеличение дозировки "Бивень" с 2,0 л/га до 4,0 л/га привело к улучшению результатов, однако они все равно не достигли уровня Гектора и Статуса Макс (таблица 11).

Таблица 11 – Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой сорт Московская 56 (Московская область, 2023 г.

	Запись даты	Количество сорных растений	Масса сорных растений
--	-------------	----------------------------	-----------------------

Варианты опыта		экз./м ²	снижение, % к контролю	г/м ²	снижение, % к контролю
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	02.05	59	-	179,8	-
	01.06	17	73,8	112,3	59,9
	16.06	14	82,1	78,6	76,1
	18.07	9	90,3	28,7	94,1
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	02.05	61	-	144,5	-
	01.06	14	78,5	93,1	66,7
	16.06	12	84,6	50,6	84,6
	18.07	5	94,6	14,6	97,0
Бивень, ВР – 2,0 л/га	02.05	61	-	164,2	-
	01.06	20	69,2	112,6	59,8
	16.06	18	76,9	72,5	77,9
	18.07	12	87,1	56,1	88,4
Бивень, ВР – 4,0 л/га	02.05	63	-	147,2	-
	01.06	19	70,8	89,7	67,9
	16.06	18	76,9	51,2	84,4
	18.07	11	88,2	36,7	92,4
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	02.05	71	-	160,1	-
	01.06	19	70,8	117,6	58,0
	16.06	16	79,5	81,2	75,3
	18.07	7	92,5	27,8	94,3
Контроль (без обработки)	02.05	62	-	197,2	-
	01.06	65	-	279,8	-
	16.06	78	-	328,3	-
	18.07	93	-	483,6	-

Полученные данные подтверждают, что применение гербицидов Гектор и Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га является наиболее эффективным способом контроля засоренности посевов озимой пшеницы, значительно превосходящим контрольный вариант без обработки.

Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой 2024 г. В исследовании, проведенном в Московской области в 2024 году, изучали влияние гербицидов на общую засоренность посевов озимой пшеницы сорта Московская 56. В контрольном варианте, где гербициды не применялись, засоренность значительно увеличивалась к концу периода

наблюдений. К 20 июля количество сорняков достигло 125 экз./м², а их масса — 897,5 г/м² в контроле. Наиболее эффективными препаратами оказались Гектор, ВДГ (0,05 кг/га) и Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га). К 20 июля Гектор (0,05 кг/га) обеспечил снижение количества сорняков на 90,4%, а их массы — на 95,8%. Статус Макс показал схожую эффективность, снизив количество сорняков на 89,6%, а их массу — на 95,2%. Гербицид Бивень, ВР при дозировке 2,0 л/га оказался менее эффективным: к 20 июля количество сорняков снизилось на 84,8%, а их масса — на 89,1% (таблица 13). Увеличение дозировки Бивня до 4,0 л/га улучшило результаты: количество сорняков снизилось на 88,0%, а их масса — на 92,5%. Полученные данные подтверждают, что применение гербицидов Гектор и Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га является наиболее эффективным способом контроля засоренности посевов озимой пшеницы.

Таблица 12 – Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой сорта Московская 56 (Московская область, 2024 г.)

Варианты опыта	Запись даты	Количество сорных растений		Масса сорных растений	
		экз./м ²	снижение, % к контролю	г/м ²	снижение, % к контролю
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	04.05	81	-	278,3	-
	03.06	25	72,5	88,5	75,3
	18.06	20	80,4	87,9	83,7
	20.07	14	88,8	55,6	93,8
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	04.05	78	-	263,2	-
	03.06	19	79,1	78,6	78,1
	18.06	15	85,3	58,4	89,2
	20.07	12	90,4	37,8	95,8
Бивень, ВР – 2,0 л/га	04.05	75	-	257,4	-
	03.06	27	70,3	98,7	72,5
	18.06	24	76,5	92,4	82,8
	20.07	19	84,8	98,2	89,1
Бивень, ВР – 4,0 л/га	04.05	69	-	257,8	-
	03.06	26	71,4	94,7	73,6
	18.06	22	78,4	70,1	87,0
	20.07	15	88,0	67,4	92,5

Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	04.05	71	-	284,6	-
	03.06	23	74,7	86,8	75,8
	18.06	18	82,4	81,2	84,9
	20.07	13	89,6	42,8	95,2
Контроль (без обработки)	04.05	74	-	280,5	-
	04.05	81	-	278,3	-
	03.06	25	72,5	88,5	75,3
	18.06	20	80,4	87,9	83,7

Средние результаты показали, что применение гербицидов значительно снижает засоренность посевов озимой пшеницы сорта Московская 56 по сравнению с контролем в условиях Московской области (таблица 12). В контрольной группе, где гербициды не применялись, наблюдался значительный рост засоренности: к 22 июля количество сорных растений достигло 94 экз./м², а их масса — 506,1 г/м². Наиболее высокую эффективность отметили при применении Гектор при дозе 0,05 кг/га, который обеспечил максимальное снижение числа сорных растений (92,9%) и их биомассы (95,0%) к концу наблюдений (22.07). При этом увеличение дозы Гектора с 0,03 кг/га до 0,05 кг/га привело к значительному улучшению эффективности: если на 22.07 при дозе 0,03 кг/га было отмечено снижение числа сорняков на 89,9% и массы на 91,4%, то при дозе 0,05 кг/га эти показатели составили 92,9% и 95,0% соответственно. Гербицид Бивень также проявил хорошую эффективность, причем при удвоении дозы с 2,0 л/га до 4,0 л/га наблюдалось заметное повышение результативности. Так, на 22.07 снижение числа сорняков увеличилось с 85,9% до 87,9%, а снижение массы – с 86,5% до 89,5%. Однако даже при максимальной дозе Бивень оказался менее эффективным, чем Гектор при дозе 0,05 кг/га. Гербицид Статус Макс при дозе 0,05 кг/га показал результаты, находящиеся между Гектором (0,03 кг/га) и Бивнем (4,0 л/га). На 22.07 он обеспечил снижение числа сорняков на 91,4% и массы на 93,7%, что несколько уступает Гектору при дозе 0,05 кг/га, но превосходит Бивень даже при минимальной дозе.

Важно отметить, что все препараты начали проявлять свою эффективность уже к 05.06, когда снижение числа сорных растений составило от 70,3% (Бивень - 2,0 л/га) до 79,5% (Гектор - 0,05 кг/га), а снижение массы – от 68,6% до 75,7% соответственно. К концу сезона (22.07) эффективность всех препаратов значительно возросла, что свидетельствует об их длительном действии (таблица 13).

Таким образом, исследование подтвердило, что использование гербицидов является эффективным методом контроля засоренности посевов озимой пшеницы.

Таблица 13 –Влияние гербицидов на общую засоренность посевов пшеницы озимой сорта Московская 56 (Московская область, 2022 – 2024 гг.)

Варианты опыта	Запись даты	Количество сорных растений		Масса сорных растений	
		экз./м ²	снижение, % к контролю	г/м ²	снижение, % к контролю
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	1-й учет	62,7	-	197,3	-
	2-й учет	21,0	73,8	82,4	72,2
	3-й учет	1 6,0	81,5	64,3	81,5
	4-й учет	9,7	89,9	34,4	91,4
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	1-й учет	61,0	-	177,4	-
	2-й учет	16,3	79,5	72,0	75,7
	3-й учет	11,3	87,0	44,5	86,6
	4-й учет	7,0	92,9	21,0	95,0
Бивень, ВР – 2,0 л/га	1-й учет	65,7	-	188,3	-
	2-й учет	23,7	70,3	92,2	68,6
	3-й учет	19,3	77,6	69,4	78,6
	4-й учет	13,3	85,9	59,7	86,5
Бивень, ВР – 4,0 л/га	1-й учет	63,0	-	181,2	-
	2-й учет	21,3	73,2	78,1	73,8

	3-й учет	16,3	81,3	52,7	83,5
	4-й учет	11,3	87,9	42,2	89,5
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	1-й учет	64,3	-	195,8	-
	2-й учет	20,7	73,9	83,9	71,6
	3-й учет	15,3	82,2	62,2	82,1
	4-й учет	8,3	91,4	27,4	93,7
Контроль (без обработки)	1-й учет	74,7	-	253,8	-
	2-й учет	80,0	-	295,6	-
	3-й учет	86,0	-	347,3	-
	4-й учет	94,0	-	506,1	-

5.2. Влияние гербицидов на виды сорных растения в посевах пшеницы озимой

Влияние гербицидов на виды сорных растения в посевах пшеницы озимой 2022 г. В исследовании, проведенном в Московской области в 2022 году, изучалось влияние различных гербицидов на засоренность посевов озимой пшеницы сорта Московская 56 по видам сорняков. В контрольной группе, где гербициды не применялись, количество сорняков оставалось высоким на протяжении всего периода наблюдений. При этом количество сорных растений оставалось стабильно высоким (ярутка полевая — 11–16 экз./м², метлица обыкновенная — 10–12 экз./м², горчица полевая — 7–11 экз./м², подмаренник цепкий — 5–8 экз./м², ромашка — 9–12 экз./м², марь белая — 10–13 экз./м², бодяк полевой — 8–9 экз./м², клевер ползучий — 4–6 экз./м²) в контроле без обработки в зависимости от даты учетов (таблица 14).

Результаты показали, что наиболее эффективными препаратами являются Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га и Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га. К 22 июля Гектор обеспечил полное уничтожение ярутки полевой и горчицы полевой, а также значительное снижение других видов сорняков (метлица обыкновенная — 95.0%, подмаренник цепкий — 92.0%, ромашка — 88.9%, марь белая —

95.0%, бодяк полевой — 87.5%, клевер ползучий — 86.0%) по сравнению с контролем без обработки. Статус Макс продемонстрировал аналогичные результаты, снизив засоренность метлицей обыкновенной на 98.0%, ярушкой полевой на 95.5%, полностью уничтожив горчицу полевую, и снизив количество остальных видов сорняков на 80–93%. Препарат "Бивень" показал меньшую эффективность, особенно при дозировке 2,0 л/га, хотя увеличение дозировки до 4,0 л/га привело к улучшению результатов (таблица 15). Эти данные подтверждают, что использование гербицидов Гектор и Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га является наиболее эффективным способом контроля засоренности посевов озимой пшеницы.

Таблица 14 – Влияние гербицидов на засоренность однолетних и многолетних сорняков в посевах озимой пшеницы сорта Московская 56 (Московская область, 2022 г.)

Варианты опыта	Даты учетов	Снижение количества сорных растений, % к контролю							
		Однолетние сорняки						Многолетние сорняки	
		<i>Thlaspi arvense</i>	<i>Apera spic- aventi</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Trifolium repens</i>
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	05.06	87,5	87,5	76,4	66,3	63	88,5	68,8	66,7
	21.06	92,9	93,6	83,3	78,6	73,3	91,7	72,2	70
	22.07	94,5	94	100	90	80	96	83,8	78
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	05.06	91,3	87,5	84,5	67,5	76	84,6	75	60
	21.06	100	90,9	100	81,4	85	91,7	83,3	75
	22.07	100	95	100	92	88,9	95	87,5	86
Бивень, ВР – 2,0 л/га	05.06	85	80	75,5	72,5	54	75,4	57,5	50
	21.06	91,4	83,6	77,8	82,9	75,8	88,3	65,6	60
	22.07	92,7	90	82,9	80	76,7	84	72,5	68
Бивень, ВР – 4,0 л/га	05.06	86,9	89,2	86,4	87,5	49	79,2	62,5	58
	21.06	89,3	92,7	92,2	85,7	69,2	95,8	70	67,5
	22.07	93,6	93	94,3	84	76,7	90	73,8	70
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га (эталон)	05.06	83,1	82,5	86,4	73,8	68	75,4	61,3	62
	21.06	90	87,3	88,9	80	82,5	83,3	76,7	72,5
	22.07	95,5	98	100	92	88,9	93	85	80
Контроль	05.06	16	12	11	8	10	13	8	6
	21.06	14	11	9	7	12	12	9	4
	22.07	11	10	7	5	9	10	8	5

Влияние гербицидов на виды сорных растения в посевах пшеницы озимой 2023 г. В исследовании, проведенном в Московской области в 2023 году, изучалось влияние гербицидов на засоренность посевов озимой пшеницы сорта "Московская 56" по различным видам сорняков. В контрольном варианте, где гербициды не применяли, количество сорняков оставалось высоким: к 18 июля зафиксировано 16 экз./м² ярутки полевой, 14 экз./м² метлицы обыкновенной, 12 экз./м² горчицы полевой, 11 экз./м² подмаренника цепкого, 9 экз./м² ромашки, 10 экз./м² мари белой, 8 экз./м² бодяка полевого и 5 экз./м² клевера ползучего. Наиболее эффективными препаратами оказались Гектор, ВДГ (0,05 кг/га) и Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га). К 18 июля Гектор (0,05 кг/га) обеспечил полное уничтожение ярутки полевой (100% снижение), а также значительное снижение других сорняков: метлицы обыкновенной (96,4%), горчицы полевой (98,3%), подмаренника цепкого (90,9%), ромашки (88,9%), мари белой (95,0%), бодяка полевого (88,0%) и клевера ползучего (89,1%). Статус Макс показал схожую эффективность, снизив засоренность ярушкой полевой на 92.5%, метлицей обыкновенной на 96.4%, бодяком полевым на 91.0%, подмаренником цепким на 95.5% и другими видами сорняков на 88–95%. Препарат Бивень показал меньшую эффективность, особенно при дозировке 2,0 л/га, хотя увеличение дозировки до 4,0 л/га привело к улучшению результатов. Полученные данные подтверждают, что применение гербицидов Гектор и Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га является наиболее эффективным способом контроля засоренности посевов озимой пшеницы (таблица 15).

Таблица 15– Влияние гербицидов на засоренность однолетних и многолетних сорняков в посевах озимой пшеницы сорта Московская 56 (Московская область, 2023 г.)

Варианты опыта	Даты учетов	Снижение количества сорных растений, % к контролю							
		Однолетние сорняки						Многолетние сорняки	
		<i>Thlaspi arvense</i>	<i>Apera spic- aventi</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Trifolium repens</i>
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	01.06	83,3	87,5	71,4	54,3	67,3	88,9	64,3	68,6
	16.06	92,9	93,6	83,3	60,0	75,0	90,0	72,5	72,9
	18.07	96,9	96,4	91,7	85,5	80,8	94,4	85,0	86,4
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	01.06	86,7	81,3	78,6	62,9	78,2	77,8	71,4	74,3
	16.06	92,9	90,9	91,1	71,4	85,0	85,0	76,3	77,1
	18.07	100,0	96,4	98,3	90,9	88,3	95,6	88,0	89,1
Бивень, ВР – 2,0 л/га	01.06	80,0	80,0	78,6	51,4	70,9	77,8	57,1	55,7
	16.06	89,3	89,1	86,7	64,3	75,8	85,0	68,8	60,0
	18.07	93,8	94,3	95,0	83,6	79,2	82,2	74,0	75,5
Бивень, ВР – 4,0 л/га	01.06	84,4	70,0	75,7	57,1	63,6	76,7	68,6	65,7
	16.06	87,9	81,8	83,3	68,6	69,2	80,0	70,0	68,6
	18.07	93,8	92,9	91,7	86,4	82,5	88,9	77,0	76,4
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га (эталон)	01.06	70,0	73,8	80,0	60,0	73,6	71,1	65,7	70,0
	16.06	84,3	83,6	88,9	68,6	77,5	82,0	76,3	74,3
	18.07	92,5	96,4	94,2	95,5	85,8	91,1	91,0	90,9
Контроль	01.06	9	8	7	7	11	9	7	7
	16.06	14	11	9	7	12	10	8	7
	18.07	16	14	12	11	12	9	10	11

Влияние гербицидов на виды сорных растений в посевах пшеницы озимой 2024 г. В исследовании, проведенном в Московской области в 2024 году, изучалось влияние гербицидов на засоренность посевов озимой пшеницы сорта Московская 56 по различным видам сорняков. В контрольном варианте, где гербициды не применялись, количество сорняков к 20 июля составило: ярутка полевая — 17 экз./м², метлица обыкновенная — 15 экз./м², горчица полевая — 15 экз./м², подмаренник цепкий — 14 экз./м², ромашка — 18 экз./м², марь белая — 15 экз./м², бодяк полевой — 14 экз./м² и клевер ползучий — 17 экз./м² (таблица 16).

Наиболее эффективными препаратами оказались Гектор, ВДГ (0,05 кг/га) и Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га). К 20 июля Гектор (0,05 кг/га) обеспечил снижение количества ярутки полевой на 94,1%, метлицы обыкновенной на 94,7%, горчицы полевой на 92,7%, подмаренника цепкого на 87,1%, ромашки на 88,3%, мари белой на 90,0%, бодяка полевого на 88,6% и клевера ползучего на 86,5%. Статус Макс продемонстрировал аналогичные результаты, снизив засоренность в зависимости от видов на 85% – 92%. Гербицид Бивень, ВР при дозировке 2,0 л/га оказался менее эффективным. Полученные данные подтверждают, что применение гербицидов Гектор и Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га является наиболее эффективным способом контроля засоренности посевов озимой пшеницы, значительно превосходящим контрольный вариант без обработки.

Таблица 16– Влияние гербицидов на засоренность однолетних и многолетних сорняков в посевах озимой пшеницы сорта Московская 56 (Московская область, 2024 г.)

Варианты опыта	Даты учетов	Снижение количества сорных растений, % к контролю							
		Однолетние сорняки						Многолетние сорняки	
		<i>Thlaspi arvense</i>	<i>Apera spic- aventi</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Trifolium repens</i>
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	10.06	79,2	82,0	72,2	60,0	70,0	83,3	65,0	64,6
	25.06	85,0	87,5	81,8	72,7	77,5	88,5	74,5	75,0
	25.07	94,1	94,0	90,0	84,3	82,8	95,3	82,9	84,7
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	10.06	86,7	90,0	77,8	67,8	78,7	80,8	76,0	72,3
	25.06	91,4	91,7	87,3	78,2	84,4	85,4	80,0	80,0
	25.07	94,1	94,7	92,7	87,1	88,3	90,0	88,6	86,5
Бивень, ВР – 2,0 л/га	10.06	80,0	80,0	76,7	54,4	70,7	73,3	64,0	60,0
	25.06	85,0	85,0	81,8	65,5	76,3	77,7	70,9	68,6
	25.07	91,2	90,7	90,7	78,6	82,2	84,0	77,9	78,2
Бивень, ВР – 4,0 л/га	10.06	82,5	76,0	74,4	60,0	66,7	76,7	67,0	63,1
	25.06	87,1	80,8	81,8	71,8	73,8	81,5	73,6	72,1
	25.07	92,9	90,7	90,0	82,9	84,4	88,0	79,3	78,8
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га (эталон)	10.06	77,5	76,0	76,7	68,9	72,0	78,3	68,0	76,9
	25.06	85,7	85,0	85,5	80,0	78,8	83,8	77,3	82,9
	25.07	92,9	92,0	92,0	88,6	87,2	89,3	85,7	88,8
Контроль	10.06	12	10	9	9	15	12	10	13
	25.06	14	12	11	11	16	13	11	14
	25.07	17	15	15	14	18	15	14	17

Средние показатели указали на значительное снижение количества сорных растений при применении различных гербицидов. В контрольной группе, где гербициды не применялись, наблюдался незначительный рост засоренности: количество сорных растений ярутки полевой увеличилось до 14,7%, метлицы обыкновенной – до 13,0%, горчицы полевой – до 11,3% и подмаренника цепкого 10,0%. Наиболее эффективным оказался гербицид Гектор, ВДГ в дозе 0,05 кг/га, который к 2-му учету снизил количество таких сорняков, как ярутка полевая, метлица обыкновенная, горчица полевая и подмаренник цепкий, на 98,0%, 95,4%, 97,0% и 90,0% соответственно.

При этом гербицид также показал высокую эффективность против ромашки, мари, бодяка полевого и клевера ползучего, снизив их количество на 88,5%, 93,5%, 88,0% и 87,2% соответственно. Гербицид Бивень, ВР в дозе 4,0 л/га также продемонстрировал хорошие результаты, снизив количество сорняков на 93,4%, 92,2%, 92,0% и 84,4% для ярутки полевой, метлицы обыкновенной, горчицы полевой и подмаренника цепкого соответственно. Статус Макс, ВДГ в дозе 0,05 кг/га показал высокую эффективность против горчицы полевой и клевера ползучего, снизив их количество на 95,4% и 86,6% (таблица 17).

Таким образом, применение гербицидов доказало свою эффективность в борьбе с широким спектром сорняков, что способствует повышению урожайности озимой пшеницы.

Таблица 17– Влияние гербицидов на засоренность однолетних и многолетних сорняков в посевах озимой пшеницы сорта Московская 56 (Московская область, 2022 – 2024 гг.)

Варианты опыта	Даты учетов	Снижение количества сорных растений, % к контролю							
		Однолетние сорняки						Многолетние сорняки	
		<i>Thlaspi arvense</i>	<i>Apera spic-aventi</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Trifolium repens</i>
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	1-й учет	83,3	85,7	73,3	60,2	66,8	86,9	66,0	66,6
	2-й учет	90,2	91,6	82,8	70,4	75,3	90,0	73,1	72,6
	3-й учет	95,2	94,8	93,9	86,6	81,2	95,3	83,9	83,0
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	1-й учет	88,2	86,3	80,3	66,0	77,6	81,1	74,1	68,9
	2-й учет	94,8	91,2	92,8	77,0	84,8	87,4	79,9	77,4
	3-й учет	98,0	95,4	97,0	90,0	88,5	93,5	88,0	87,2
Бивень, ВР – 2,0 л/га	1-й учет	81,7	80,0	76,9	59,5	65,2	75,5	59,5	55,2
	2-й учет	88,6	85,9	82,1	70,9	76,0	83,7	68,4	62,9
	3-й учет	92,6	91,7	89,5	80,7	79,4	83,4	74,8	73,9
Бивень, ВР – 4,0 л/га	1-й учет	84,6	78,4	78,8	68,2	59,8	77,5	66,0	62,3
	2-й учет	88,1	85,1	85,8	75,4	70,7	85,8	71,2	69,4
	3-й учет	93,4	92,2	92,0	84,4	81,2	89,0	76,7	75,1
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га (этанол)	1-й учет	76,9	77,4	81,0	67,5	71,2	74,9	65,0	69,6
	2-й учет	86,7	85,3	87,7	76,2	79,6	83,1	76,7	76,5
	3-й учет	93,6	95,5	95,4	92,0	87,3	91,1	87,2	86,6
Контроль	1-й учет	12,3	10,0	9,0	8,0	12,0	11,3	8,3	8,7
	2-й учет	14,0	11,3	9,7	8,3	13,3	11,7	9,3	8,3
	3-й учет	14,7	13,0	11,3	10,0	13,0	11,3	10,7	11,0

Исследования подтвердили необходимость применения гербицидов для контроля засоренности посевов озимой пшеницы. Без применения защитных средств количество сорных растений достигало 125 экз./м², а их масса - 897,5 г/м². Установлено, что наиболее эффективным препаратом является Гектор, ВДГ при дозировке 0,05 кг/га, который обеспечил максимальное снижение количества сорных растений на 92,9% и их биомассы на 95,0% к концу наблюдений. Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) показал несколько меньшую эффективность, обеспечив снижение числа сорняков на 91,4% и массы - на 93,7%. Препарат Бивень, ВР демонстрировал зависимость эффективности от дозировки: при 2,0 л/га снижение составило 85,9% по количеству и 86,5% по массе, а при 4,0 л/га - 87,9% и 89,5% соответственно.

Анализ воздействия гербицидов на отдельные виды сорняков показал, что Гектор и Статус Макс обеспечивают практически полное уничтожение таких проблемных сорняков, как ярутка полевая и горчица полевая, а также значительное снижение численности метлицы обыкновенной, подмаренника цепкого, ромашки, мари белой и других видов (85% – 98%). При этом эффективность препаратов возрастала к концу вегетационного периода.

Полученные данные свидетельствуют о том, что использование гербицидов Гектор и Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га является наиболее эффективным способом борьбы с широким спектром сорняков, что способствует повышению урожайности культуры за счет уменьшения конкуренции за питательные вещества, влагу и свет.

ГЛАВА 6. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ НА СТРУКТУРУ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

6.1. Влияние фунгицидов на структуру урожая

Формирование урожайности зерна озимой пшеницы сорта Московская 56 (2022-2024 гг.). Формирование урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы, является сложным процессом, зависящим от множества факторов, включая генетические особенности сорта, агротехнические условия, климатические факторы и защиту растений от болезней и вредителей. Урожайность зерновых культур определяется не только количеством собранного зерна, но и его качеством, что напрямую связано с элементами структуры урожайности. Эти элементы включают такие показатели, как количество растений на единицу площади, число продуктивных стеблей, длину колоса, количество зёрен в колосе, массу зерна с колоса и массу 1000 зёрен. Каждый из этих параметров вносит свой вклад в конечный результат и может быть оптимизирован с помощью агротехнических приёмов, включая применение фунгицидов.

Фунгициды играют важную роль в защите растений от грибных заболеваний, которые могут существенно снизить урожайность и качество зерна. Заболевания септориоз и ржавчина негативно влияют на фотосинтетическую активность растений, что приводит к уменьшению количества продуктивных стеблей и снижению массы зерна. Применение фунгицидов позволяет не только защитить растения от патогенов, но и улучшить их физиологическое состояние, что способствует более эффективному использованию ресурсов среды и формированию высокого урожая.

Изучение влияния фунгицидов на элементы структуры урожайности озимой пшеницы является актуальной задачей, так как позволяет определить наиболее эффективные препараты и их дозировки для конкретных условий выращивания. Это особенно важно в условиях изменяющегося климата и увеличения устойчивости патогенов к химическим средствам защиты. В

данном исследовании рассматривается влияние различных фунгицидов на структуру урожайности озимой пшеницы сорта Московская 56, что позволит сделать выводы об их эффективности и целесообразности применения в агротехнологиях.

В таблице представлены ключевые параметры урожайности озимой пшеницы сорта Московская 56 за 2022 год. Контрольный вариант (без обработки) показал наименьшую урожайность (3,62 т/га), что подчеркивает важность применения агрономических технологий для повышения продуктивности. Все варианты обработки фунгицидами показали положительное влияние на элементы структуры и урожайности озимой пшеницы по сравнению с контролем. Наиболее эффективным вариантом оказался Прицел, КЭ (0,7 л/га), который обеспечил максимальные значения по количеству продуктивных стеблей (459), массе 1000 зёрен (45,1 г) и урожайности (4,62 т/га). Систебу, КС (1,0 л/га) также показал высокую эффективность, особенно по количеству продуктивных стеблей (425) и урожайности (4,26 т/га). Брандер, КС (1,0 л/га) и Прицел, КЭ (0,4 л/га) также улучшили показатели урожайности, но в меньшей степени по сравнению с Прицел, КЭ (0,7 л/га). Систебу, КС (0,8 л/га) показал наименьшую эффективность среди всех вариантов обработки, но всё же превзошёл контроль по всем параметрам (таблица 18).

Таблица 18 – Структура урожайности зерна озимой пшеницы сорта Московская 56 (2022 г).

Варианты	Высота растения. см.	Количество растений. шт./м ²	Количество продуктивных стеблей. шт.	Масса 1000 зерен, г.	Урожай зерна, т/га.
Систебу, КС (0,8 л/га)	87	249	401	43,9	4,14
Систебу, КС (1,0 л/га)	88	250	425	44,1	4,26
Прицел, КЭ 0,4 л/га	86	254	406	44,2	4,04
Прицел, КЭ 0,7 л/га	88	270	459	45,1	4,62
Брандер, КС (1,0 л/га)	87	257	411	44,3	4,41

Контроль (без обработки)	81	238	357	42,2	3,62
НСР ₀₅	3,40	4,44	7,04	0,35	0,34

Таким образом, применение фунгицидов, особенно Прицел, КЭ (0,7 л/га), значительно повышает урожайность и улучшает структуру урожая озимой пшеницы сорта Московская 56.

Формирование урожайность зерна озимой пшеницы сорта Московская 56 (2023г). В таблице представлены ключевые параметры урожайности озимой пшеницы сорта Московская 56 за 2023 год. Контрольный вариант (без обработки) показал наименьшие значения по всем параметрам структуры урожайности. Применение фунгицидов значительно улучшило структуру урожайности озимой пшеницы сорта Московская 56 по сравнению с контролем. Прицел, КЭ (0,7 л/га) показал наилучшие результаты по всем параметрам: количество растений (271 шт./м²), количество продуктивных стеблей (453), длина колоса (8.2 см), количество зёрен в колосе (36), масса зерна с колоса (1.67 г), масса 1000 зёрен (46.5 г) и урожайность (5,01 т/га). Брандер, КС (1,0 л/га) и Систебу, КС (1,0 л/га) также показали высокую эффективность, но уступили Прицел, КЭ (0,7 л/га) по ключевым параметрам. Брандер, КС (1,0 л/га) также продемонстрировал высокую эффективность, особенно по количеству зёрен в колосе (36) и урожайности (4,94 т/га). Систебу, КС (1,0 л/га) показал хорошие результаты по высоте растения (88 см) и урожайности (4,74 т/га), но уступил Прицел, КЭ (0,7 л/га) по большинству параметров (таблица 20). Прицел, КЭ (0,4 л/га) и Систебу, КС (0,8 л/га) оказались менее эффективными, но всё же превзошли контроль по всем показателям. Результаты подтверждают важность применения фунгицидов для повышения урожайности и улучшения структуры урожая озимой пшеницы.

Таблица 19 – Структура урожайности зерна озимой пшеницы сорта Московская 56 (2023 г).

Варианты	Высота растения. см.	Количество растений. шт./м ²	Количество продуктивных стеблей. шт.	Масса 1000 зерен, г.	Урожай зерна, т/га.
Систебу, КС (0,8 л/га)	87	262	419	44,8	4,53
Систебу, КС (1,0 л/га)	88	265	424	45,7	4,74
Прицел, КЭ 0,4 л/га	84	257	414	44,9	4,46
Прицел, КЭ 0,7 л/га	86	271	453	46,5	5,01
Брандер, КС (1,0 л/га)	85	263	426	46,2	4,94
Контроль (без обработки)	80	253	369	43,1	3,98
НСР ₀₅	1,96	3,71	6,22	0,33	0,28

6.2. Влияние фунгицидов на урожайность пшеницы озимой

Формирование урожайности зерна озимой пшеницы сорта Московская 56 (2024г). Применение фунгицидов значительно улучшило структуру урожайности озимой пшеницы сорта Московская 56 по сравнению с контролем. Прицел, КЭ (0,7 л/га) показал наилучшие результаты по большинству параметров: по количеству растений (262 шт./м²), количеству продуктивных стеблей (419), массе 1000 зёрен (46,2 г) и урожайности (4,82 т/га). Брандер, КС (1,0 л/га) также показал высокую эффективность, особенно по урожайности (4,74 т/га). Систебу, КС (1,0 л/га) показал хорошие результаты по высоте растения (91 см) и урожайности (4,51 т/га), но уступил препарату Прицел, КЭ (0,7 л/га) по ключевым параметрам. Систебу, КС (0,8 л/га) и Прицел, КЭ (0,4 л/га) оказались менее эффективными, но всё же превзошли контроль по всем показателям (таблица 20).

**Таблица 20– Структура урожайности зерна озимой пшеницы сорта
Московская 56 (2024 г).**

Варианты	Высота растения. см.	Количество растений. шт./м ²	Количество продуктивных стеблей. шт.	Масса 1000 зерен, г.	Урожай зерна, т/га.
Систебу, КС (0,8 л/га)	90	256	410	44,7	4,42
Систебу, КС (1,0 л/га)	91	257	404	45,4	4,51
Прицел, КЭ 0,4 л/га	87	255	385	44,6	4,35
Прицел, КЭ 0,7 л/га	89	262	419	46,2	4,82
Брандер, КС (1,0 л/га)	88	259	414	45,9	4,74
Контроль (без обработки)	85	252	378	42,5	3,85
НСР ₀₅	2,50	5,54	6,06	0,33	0,28

6.3. Влияние гербицидов на показатели структуры урожая

Влияние гербицидов на показатели структуры урожая, сорт Московская 56 (Московская область, 2022г.). В таблице представлены данные о структуре урожая озимой пшеницы сорта Московская 56 в зависимости от применения различных гербицидов. Контрольный вариант без обработки показал самые низкие показатели: высота растений — 86 см, количество продуктивных стеблей — 356 шт./м², количество зерен в колосе — 27,4 шт. и масса 1000 зерен — 40,1 г. Результаты применения гербицидов показали, что наиболее эффективным является Гектор, ВДГ при дозировке 0,05 кг/га, обеспечивающий максимальные значения всех параметров: высота растений — 96 см (на 11,6% выше контроля), количество продуктивных стеблей — 485 шт./м² (на 36,2% больше контроля), количество зерен в колосе — 32,8 шт. (на 19,7% больше контроля) и масса 1000 зерен — 45,8 г (на 14,2% больше контроля). Другие препараты, такие как Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) и Бивень, ВР (4,0 л/га), также продемонстрировали положительное влияние, но показатели были несколько ниже: Статус Макс обеспечил высоту растений — 95 см, количество продуктивных стеблей — 479 шт./м², количество зерен в колосе — 32,4 шт. и массу 1000 зерен — 45,2 г, а Бивень (4,0 л/га) — высоту растений — 94 см,

количество продуктивных стеблей — 445 шт./м², количество зерен в колосе — 29,6 шт. и массу 1000 зерен — 43,2 г (таблица 21). Таким образом, использование гербицидов Гектор и Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га является наиболее эффективным способом повышения урожайности озимой пшеницы.

Таблица 21 – Структура урожая озимой пшеницы, сорт Московская 56 (Московская область, 2022 г.)

Варианты	Высота растений, см	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	95	465	31,6	44,1
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	96	485	32,8	45,8
Бивень, ВР – 2,0 л/га	92	430	28,7	42,6
Бивень, ВР – 4,0 л/га	94	445	29,6	43,2
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	95	479	32,4	45,2
Контроль (без обработки)	86	356	27,4	40,1
НСР ₀₅	2,79	8,0	0,46	0,32

В 2023 году в Московской области была проведена оценка структуры урожая озимой пшеницы сорта Московская 56 с использованием различных гербицидов. Контрольный вариант без обработки показал самые низкие показатели: высота растений — 84 см, количество продуктивных стеблей — 371 шт./м², количество зерен в колосе — 29 шт. и масса 1000 зерен — 40,7 г. Результаты эксперимента показали, что высота растений варьировала от 84 см в контрольной группе до 98 см при применении гербицида Гектор в дозировке 0,05 кг/га. Количество продуктивных стеблей на квадратный метр также изменялось, достигая максимума в 498 шт./м² при использовании того же гербицида. Количество зёрен в колосе составило от 28,6 до 32,0, что указывает на положительное влияние гербицидов на этот показатель. Масса 1000 зерен колебалась от 40,7 г в контрольной группе до 46,1 г при использовании Гектора в дозировке 0,05 кг/га (таблица 22). Эти данные подчеркивают важность

выбора эффективных средств защиты растений для повышения как количественных, так и качественных характеристик урожая озимой пшеницы.

Таблица 22 – Структура урожая озимой пшеницы, сорт Московская 56 (Московская область, 2023 г.)

Варианты	Высота растений, см	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	95	477	31,0	44,2
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	98	498	32,0	46,1
Бивень, ВР – 2,0 л/га	90	455	29,4	41,2
Бивень, ВР – 4,0 л/га	93	469	30,1	42,2
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	96	494	31,5	45,0
Контроль (без обработки)	84	371	28,6	40,7
НСР ₀₅	2,98	4,95	0,37	0,33

В 2024 году в Московской области была проведена оценка структуры урожая озимой пшеницы сорта Московская 56 с использованием различных гербицидов. Контрольный вариант без обработки показал самые низкие показатели: высота растений — 83 см, количество продуктивных стеблей — 398 шт./м², количество зерен в колосе — 29 шт. и масса 1000 зерен — 39,8 г. Результаты показали, что высота растений варьировала от 83 см в контрольной группе до 95 см при применении гербицида Гектор в дозировке 0,05 кг/га. Количество продуктивных стеблей на квадратный метр также изменялось в зависимости от варианта обработки: контрольная группа показала 398 стеблей/м², тогда как наибольшее количество (510 стеблей/м²) было зафиксировано при использовании Гектора в дозировке 0,05 кг/га. Что касается количества зёрен в колосе, то контрольный вариант имел 28,7 зёрен, в то время как наибольшее значение – 32,2 зёрен – было зарегистрировано также в варианте с Гектором в дозировке 0,05 кг/га. Масса 1000 зерен колебалась от 39,8 г в контрольной группе до 46,1 г при использовании Гектора в дозировке 0,05 кг/га (таблица 23).

Эти данные подчеркивают важность выбора гербицидов для оптимизации структуры урожая и повышения его качества, что является ключевым аспектом для успешного ведения сельского хозяйства.

Таблица 23 – Структура урожая озимой пшеницы сорта Московская 56 (Московская область, 2024 г.).

Варианты	Высота растений, см.	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г.
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	93	460	30,8	44,1
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	95	478	32,2	45,4
Бивень, ВР – 2,0 л/га	91	434	29,8	42,0
Бивень, ВР – 4,0 л/га	93	449	30,4	42,8
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	94	469	31,8	44,9
Контроль (без обработки)	83	398	28,7	39,8
НСР ₀₅	3,58	6,69	0,45	0,48

6.4. Влияние гербицидов на урожайность пшеницы озимой

В таблице представлены данные об урожайности озимой пшеницы сорта Московская 56 в зависимости от применения различных гербицидов, Исследования в 2022 году показали, что наиболее эффективным препаратом является Гектор, ВДГ (0,05 кг/га), обеспечивающий максимальную урожайность 4,62 т/га (прибавка к контролю — 23,2%). Другие препараты, такие как Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) и "Бивень, ВР (4,0 л/га), также продемонстрировали положительное влияние, но показатели были несколько ниже: Статус Макс обеспечил урожайность 4,54 т/га (прибавка к контролю — 21,1%), а Бивень (4,0 л/га) обеспечил 4,24 т/га урожайности (прибавка к контролю — 13,1%). Контрольный вариант без обработки показал самую низкую урожайность — 3,75т/га, что подчеркивает важность использования химических методов защиты для повышения продуктивности посевов (таблица 24).

Таблица 24 – Урожайность пшеницы озимой сорта Московская 56 при использовании гербицидов (Московская область, 2022 г.)

Варианты опыта	Средняя урожайность	
	т/га	Прибавка к контролю, %
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	4,42	17,9
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	4,62	23,2
Бивень, ВР – 2,0 л/га	4,17	11,2
Бивень, ВР – 4,0 л/га	4,24	13,1
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	4,54	21,1
Контроль (без обработки)	3,75	-
НСР ₀₅	0,03	-

Контрольный вариант без обработки показал самую низкую урожайность — 3,88 т/га в 2023. Исследования показали, что наиболее эффективным препаратом является Гектор, ВДГ при дозировке 0,05 кг/га, обеспечивающий максимальную урожайность — 4,89 т/га (прибавка к контролю — 26,0%). Другие препараты, такие как Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) и "Бивень, ВР" (4,0 л/га), также продемонстрировали положительное влияние, но показатели были несколько ниже: Статус Макс обеспечил урожайность — 4,86 т/га (прибавка к контролю — 25,3%), а Бивень (4,0 л/га) — урожайность — 4,47 т/га (прибавка к контролю — 15,2%). Эти результаты подчеркивают важность выбора эффективных гербицидов для повышения урожайности пшеницы (таблица 25).

Таблица 25 – Урожайность пшеницы озимой сорта Московская 56 при использовании гербицидов (Московская область, 2023 г.)

Варианты опыта	Средняя урожайность	
	т/га	Прибавка к контролю, %
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	4,54	17,0
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	4,89	26,0
Бивень, ВР – 2,0 л/га	4,32	11,3
Бивень, ВР – 4,0 л/га	4,47	15,2
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	4,86	25,3
Контроль (без обработки)	3,88	-
НСР ₀₅	0.17	-

В 2024 году результаты эксперимента показали, что средняя урожайность озимой пшеницы сорта Московская 56 варьировала от 3,70 т/га в контрольной группе до 4,54 т/га при применении гербицида Гектор в дозировке 0,05 кг/га, что соответствует 22,7% прибавке к контролю. Использование гербицида Гектор в дозировке 0,03 кг/га дало урожайность 4,24 т/га, что на 14,6% выше контрольного значения. Применение гербицида Бивень в дозировке 2,0 л/га показало наименьшую урожайность среди всех вариантов — 4,01 т/га с прибавкой в 8,4%. Вариант с Бивнем в дозировке 4,0 л/га показал урожайность 4,15 т/га, что на 12,2% выше контроля. Гербицид Статус Макс в дозировке 0,05 кг/га обеспечил урожайность 4,51 т/га, что на 21,9% больше, чем в контрольной группе. Эти данные подчеркивают эффективность применения гербицидов для повышения урожайности озимой пшеницы, что является важным аспектом для агрономов и фермеров в условиях современного сельского хозяйства (таблица 26).

Таблица 26 – Урожайность пшеницы озимой сорта Московская 56 при использовании гербицидов (Московская область, 2024 г.).

Варианты опыта	Средняя урожайность	
	т/га	Прибавка к контролю, %
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	4,24	14,6
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	4,54	22,7
Бивень, ВР – 2,0 л/га	4,01	8,4
Бивень, ВР – 4,0 л/га	4,15	12,2
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	4,51	21,9
Контроль (без обработки)	3,70	-
НСР ₀₅	0,04	-

Таблица 27 демонстрирует влияние различных гербицидов на среднюю урожайность озимой пшеницы сорта Московская 56 за период 2022 – 2024 годы. Контрольный вариант (без обработки гербицидами) показал самую низкую

урожайность: в 2022 году — 3,75 т/га, в 2023 году — 3,88 т/га, в 2024 году — 3,70 т/га, со средним значением 3,78 т/га.

Наибольшая эффективность наблюдалась при использовании гербицида Гектор, ВДГ в дозировке 0,05 кг/га. Урожайность в этом случае составила 4,62 т/га в 2022 году, 4,89 т/га в 2023 году и 4,54 т/га в 2024 году, что в среднем дало 4,68 т/га. Прибавка к контролю составила 23,25%. Гербицид Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) также показал высокие результаты: средняя урожайность достигла 4,64 т/га, а прибавка к контролю составила 22,02%.

Гербицид Гектор, ВДГ в дозировке 0,03 кг/га обеспечил урожайность на уровне 4,40 т/га (прибавка 15,79%), что является хорошим, но менее выраженным эффектом по сравнению с дозировкой 0,05 кг/га. Гербициды Бивень, ВР в дозировках 2,0 л/га и 4,0 л/га показали умеренные результаты: средняя урожайность составила 4,17 т/га (прибавка 9,65%) и 4,29 т/га (прибавка 12,81%), соответственно. Наименьшая годовая вариативность урожайности наблюдалась у гербицида Статус Макс, ВДГ, что подтверждается низким значением НСР05 (0,08). Это указывает на стабильность его действия в различных погодных условиях. Использование гербицидов положительно влияет на урожайность озимой пшеницы. Наиболее эффективным препаратом оказался Гектор, ВДГ в дозировке 0,05 кг/га, обеспечивший максимальную прибавку к контролю (23,25%). Гербицид Статус Макс, ВДГ также продемонстрировал высокую эффективность и стабильность.

Таблица 27 – Средняя урожайность пшеницы озимой сорта Московская 56 при использовании гербицидов (Московская область, 2022- 2024 гг.).

Варианты опыта	2022	2023	2024	Средняя	Прибавка к контролю, %
Гектор, ВДГ – 0,03 кг/га	4,42	4,54	4,24	4,40	15,79
Гектор, ВДГ – 0,05 кг/га	4,62	4,89	4,54	4,68	23,25
Бивень, ВР – 2,0 л/га	4,17	4,32	4,01	4,17	9,65

Бивень, ВР – 4,0 л/га	4,24	4,47	4,15	4,29	12,81
Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	4,54	4,86	4,51	4,64	22,02
Контроль (без обработки)	3,75	3,88	3,70	3,78	-
НСР ₀₅	0,03	0,17	0,04	0,08	-

Формирование урожайности озимой пшеницы сорта Московская 56 в Московской области в период с 2022 по 2024 годы показало, что ключевыми факторами, влияющими на продуктивность культуры, являются агротехнические условия, применение средств защиты растений (фунгицидов и гербицидов) и погодные условия. Исследования подтвердили, что использование фунгицидов и гербицидов значительно улучшает структуру урожайности и повышает урожайность зерна. Наиболее эффективным фунгицидом оказался Прицел, КЭ (0,7 л/га), который обеспечил максимальные значения по количеству продуктивных стеблей, длине колоса, количеству зёрен в колосе, массе зерна и урожайности. В 2022 году урожайность при его применении составила 4,62 т/га, в 2023 году — 5,01 т/га, а в 2024 году — 4,82 т/га. Это свидетельствует о стабильной эффективности данного препарата в различных погодных условиях. Среди гербицидов наибольшую эффективность продемонстрировал Гектор, ВДГ (0,05 кг/га), который обеспечил максимальную урожайность: 4,62 т/га в 2022 году, 4,89 т/га в 2023 году и 4,54 т/га в 2024 году. Средняя урожайность за три года составила 4,68 т/га, что на 23,25% выше контрольного варианта. Гербицид Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) также показал высокие результаты, обеспечив среднюю урожайность 4,64 т/га и прибавку к контролю на 22,02%. Эти данные подчеркивают важность выбора эффективных гербицидов для борьбы с сорняками, которые являются одним из основных факторов, снижающих урожайность.

Контрольный вариант (без обработки) показал наименьшие значения по всем параметрам структуры урожайности и урожайности зерна. В 2022 году урожайность составила 1,31 т/га, в 2023 году — 3,88 т/га, а в 2024 году — 3,70

т/га. Таким образом, использование современных средств защиты растений, таких как фунгициды и гербициды, является важным аспектом оптимизации агротехнологий. Выбор эффективных препаратов и их дозировок позволяет не только повысить урожайность, но и улучшить качественные характеристики зерна. Это особенно актуально в условиях изменяющегося климата и роста устойчивости патогенов к химическим средствам защиты. Результаты исследования подтверждают необходимость интегрированного подхода к защите растений, включающего мониторинг погодных условий, своевременное применение препаратов и соблюдение агротехнических норм.

ГЛАВА 7. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

7.1. Оценка влияния фунгицидов на качество зерна озимой пшеницы

Фунгициды играют важнейшую роль в системе защиты зерновых культур от широкого спектра заболеваний, способных негативно влиять на уровень урожайности и качество зерна. Качество зерна мягкой пшеницы в соответствии с ГОСТ Р 52554-2006, определяется по ряду показателей, включая цвет, аромат, стекловидность, натуру, влажность и уровень сорных примесей. Однако ключевыми критериями, в значительной степени определяют качество пшеничного зерна, являются процентное содержание белка и сырой клейковины. В результате проведенных исследований содержания белка в зерне озимой пшеницы установлено, что применение фунгицидов во всех вариантах опыта способствовало повышению содержания белка по сравнению с вариантом без обработки во все годы наблюдений (рисунок 27).

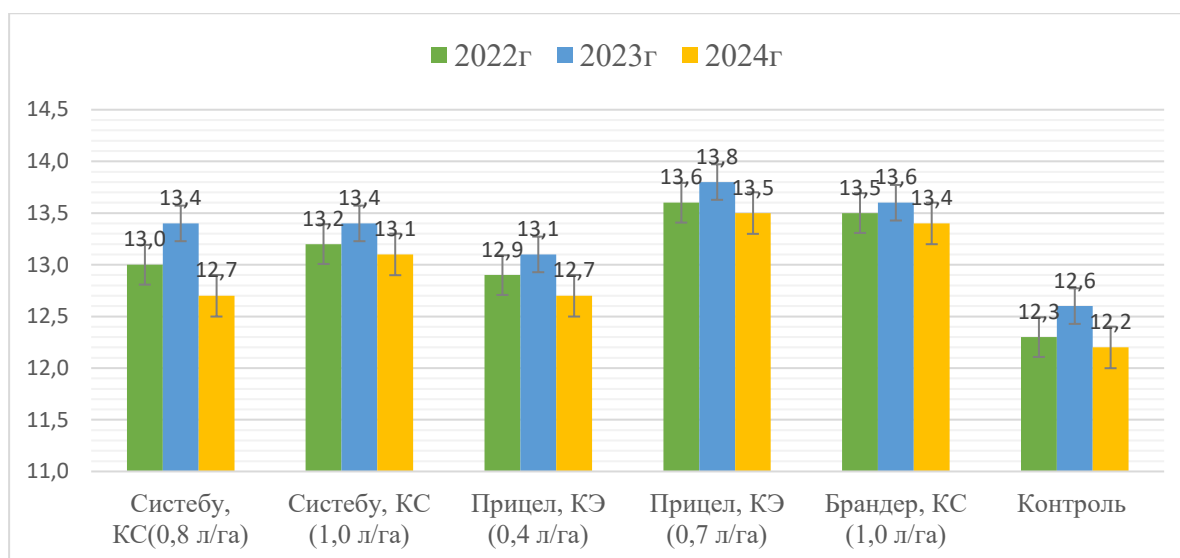


Рисунок 27 – Влияние фунгицидов на содержание белка (%) в зерне озимой пшеницы сорта Московская 56 в 2022 – 2024 гг.

В 2022 году содержание белка в зерне увеличилось с 12,9% до 13,6%, в 2023 году — с 13,1% до 13,8%, а в 2024 году — с 12,7% до 13,5%. Наивысшее содержание белка в зерне озимой пшеницы было зафиксировано в 2023 году, составив 13,6% и 13,8% в вариантах с применением фунгицидов Брандер, КС (эталон, норма расхода 1,0 л/га) и Прицел, КЭ (норма расхода 0,7 л/га). Это увеличение связано с благоприятными погодными условиями в период налива зерна.

Содержание сырой клейковины является важным показателем качества зерна озимой пшеницы. Совместное применение фунгицидов в условиях 2022 года показало следующие результаты: минимальное содержание клейковины отмечено в варианте опыта без применения фунгицидов и составило 24,5%. Максимальное содержание клейковины в варианте с Прицел, КЭ при норме расхода 0,7 л/га клейковины составило 27,1%, а в варианте Брандер, КС при норме расхода 1,0 л/га – 26,8%. В вариантах применения фунгицидов Систебу, КС при норме расхода 0,8 л/га и 1,0 л/га содержание клейковины составляло 25,7% и 26,2% (рис. 28).

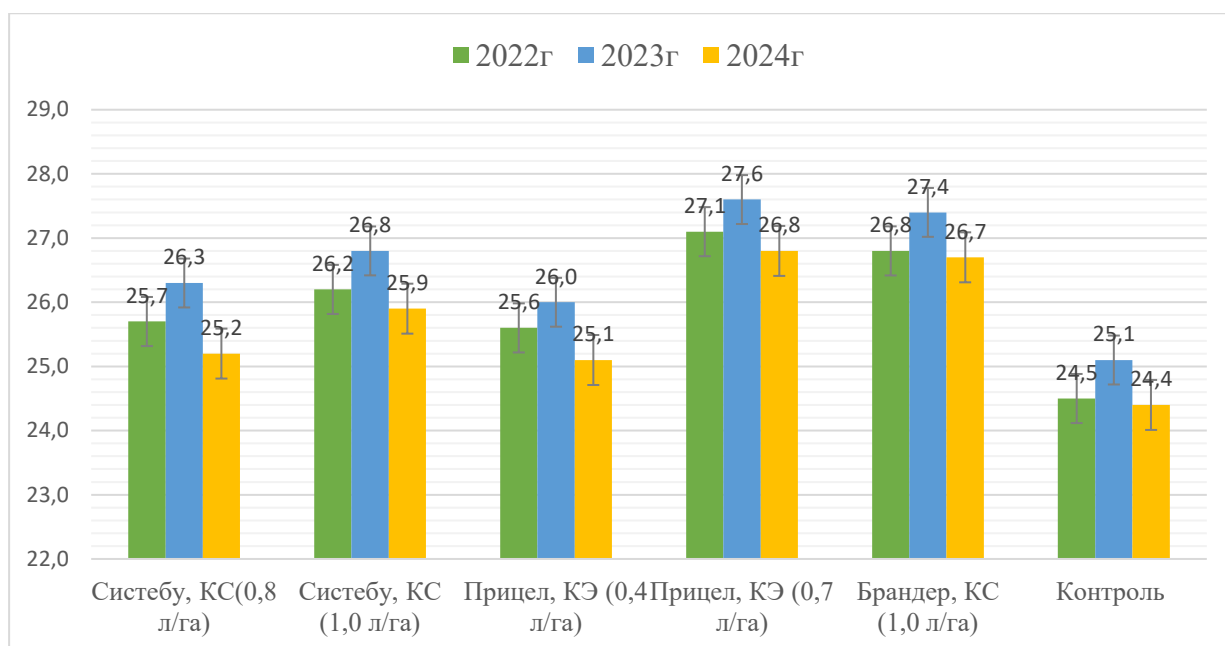


Рисунок 28 – Влияние фунгицидов на содержание клейковины (%) в зерне озимой пшеницы сорта Московская 56 в 2022 – 2024 гг.

Следовательно, в 2023 году сложились наиболее благоприятные фитосанитарные условия и высокое качество зерна благодаря умеренным температурам и повышенной влажности, что обеспечило оптимальный рост растений и эффективность применения средств защиты. На вариантах с отдельной обработкой пестицидами содержание клейковины находилось в пределах 26,0–27,6%, тогда как в контроле данный показатель составил 25,1%. Максимальное содержание клейковины в варианте Прицел, КЭ при норме расхода 0,7 л/га клейковины составило - 26,7%, а в варианте Брандер, КС при норме расхода 1,0 л/га - 26,7%. В вариантах применения фунгицидов Систебу, КС при норме расхода 0,8 л/га и 1,0 л/га содержание клейковины составляло 25,2% и 25,9%. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности использования фунгицидов для улучшения качественных

7.2. Оценка влияния гербицидов на качество зерна озимой пшеницы

Применение гербицидов способствовало значительному увеличению урожайности, а также улучшению качественных показателей зерна озимой пшеницы, включая повышение содержания белка и клейковины (Калабашкиной, Е. В 2017 и Воронов, С. И 2023). Результаты проведенных экспериментов в 2022 году свидетельствуют о том, что применение гербицида Гектор, ВДГ в дозировке

0,05 кг/га обеспечило наибольшее содержание белка в зерне — 13,3%, что на 0,8% выше, чем в контрольном варианте. На вариантах с применением гербицидов Бивень, ВР в дозе 4,0 л/га и Статус Макс, ВДГ (этанол) в дозе 0,05 кг/га содержание белка находилось в пределах 12,9–13,1%, что на 0,4–0,6% превышало показатели контрольного варианта (рис. 29).

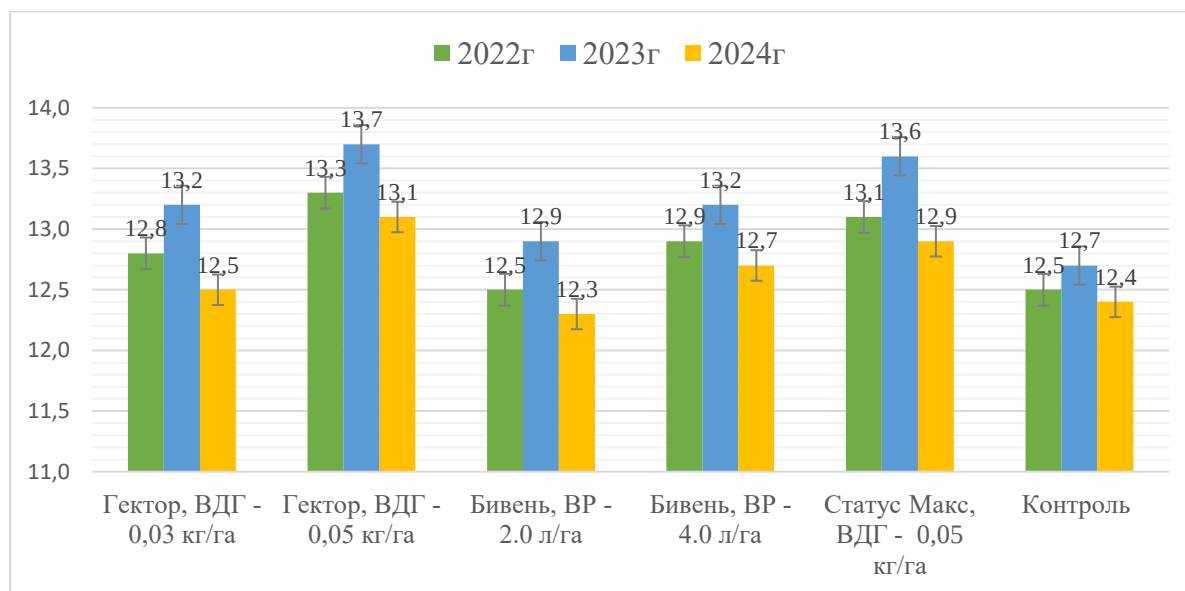


Рисунок 29 – Влияние гербицидов на содержание белка (%) в зерне озимой пшеницы сорта Московская 56 в 2022 – 2024 гг.

В 2023 году сложились наиболее благоприятные фитосанитарные условия, а также было достигнуто высокое качество зерна благодаря умеренным температурным показателям и повышенной влажности, что способствовало оптимальному развитию растений и повышению эффективности применения средств защиты. Наибольшее содержание белка в зерне озимой пшеницы зафиксировано в 2023 году и составило 13,6% и 13,7% в вариантах с применением гербицидов Статус Макс, ВДГ (эталон) и Гектор, ВДГ в дозе 0,05 кг/га. В 2024 году содержание белка в зерне увеличилось с 12,9% до 13,1% в вариантах с применением гербицидов Статус Макс, ВДГ (эталон) и Гектор, ВДГ в дозе 0,05 кг/га, тогда как в контрольном варианте без обработки этот показатель составил 12,4%.

Содержание сырой клейковины является одним из ключевых показателей, определяющих качество зерна озимой пшеницы. В условиях 2022 года при совместном применении гербицидов минимальное содержание клейковины было зафиксировано в контрольном варианте без использования гербицидов и составило 23,5%. Наибольшее содержание клейковины наблюдалось в варианте с применением гербицида Гектор, ВДГ в дозе 0,05 кг/га, где данный показатель достиг 26,3%, а в варианте с использованием Статус Макс, ВДГ (эталон) в дозе 0,05 кг/га — 26,1%. Применение гербицида Бивень, ВР в дозах 2,0 л/га и 4,0 л/га обеспечило содержание клейковины на уровне 24,0% и 25,6% соответственно (рисунок 30).

В 2023 году в вариантах с отдельной обработкой пестицидами Статус Макс, ВДГ (эталон) и Гектор, ВДГ в дозе 0,05 кг/га наибольшее содержание клейковины находилось в пределах 24,6% – 26,8%, тогда как в контрольном варианте данный показатель составил 24,1%.

В 2024 году максимальное содержание клейковины было зафиксировано в варианте с применением гербицида Гектор, ВДГ в дозе 0,05 кг/га и составило 26,3%, а в варианте с использованием Статус Макс, ВДГ (этанол) — 26,1%. На вариантах с применением гербицида Бивень, ВР в дозах 2,0 л/га и 4,0 л/га содержание клейковины составило 24,0% и 25,6% соответственно. Результаты проведенных исследований подтверждают эффективность применения гербицидов, способствующих улучшению качественных показателей зерна озимой пшеницы (рис. 30).

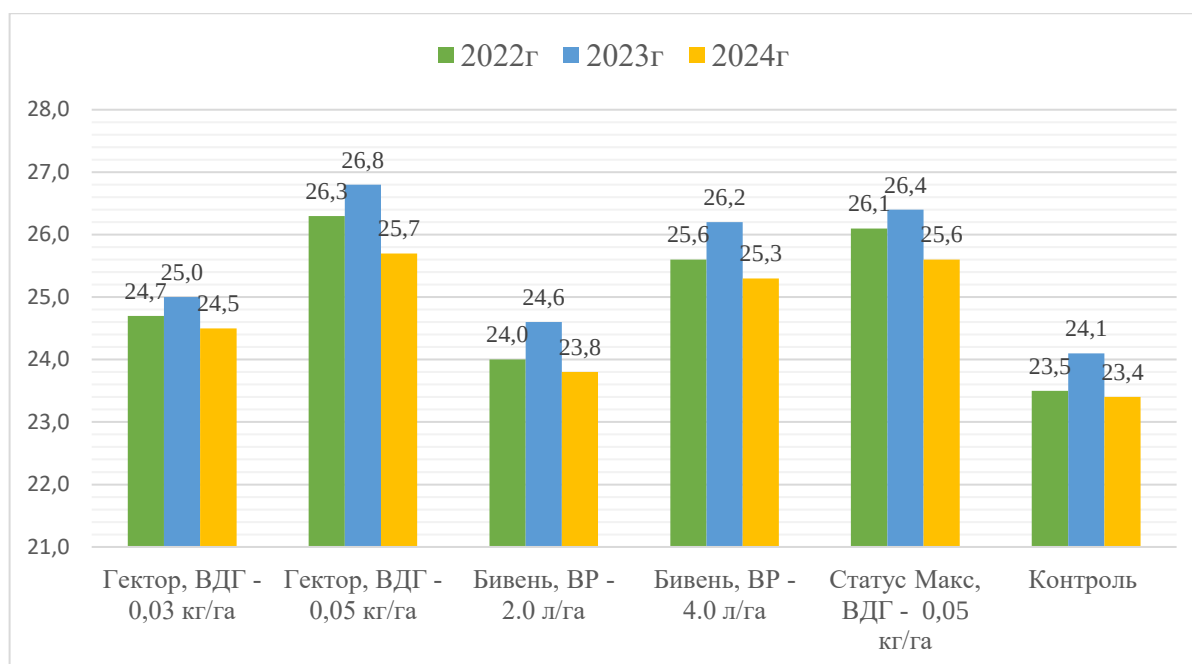


Рисунок 30 – Влияние гербицидов на содержание клейковины (%) в зерне озимой пшеницы сорта Московская 56 в 2022 – 2024 гг.

7.3. Динамика разложения действующих веществ фунгицидов в растениях и зерне озимой пшеницы

В рамках наших исследований мы проводили изучение динамики разложения остаточных количеств фунгицидов Систебу, КС (200г/л азоксистробина+160 г/л тебуконазола), Прицел, КЭ (125 г/л протиоконазола + 80 г/л ципроконазола), Брандер, КС (200 г/л азоксистробин+160 г/л тебуконазол) в зеленой массе, зерне и соломе пшеницы озимой.

Результаты исследований препарата Систебу, КС (200 г/л азоксистробина + 160 г/л тебуконазола) в норме применения 0,8 л/га и 1,0 л/га в 2023 году показали, что остаточные количества действующего вещества азоксистробина в день обработки были обнаружены в количестве 0,4 мг/кг – 0,6 мг/кг, через 10 дней – 0,2 мг/кг – 0,3 мг/кг, через 20 дней – 0,1 мг/кг – 0,05 мг/кг, что не превышало максимально допустимого уровня (МДУ), равного для азоксистробина 0,5 мг/кг; через 30 дней после обработки остаточных количеств азоксистробина в урожае пшеницы озимой не обнаружено.

Динамика разложения изучаемого фунгицида Систебу, КС в 2024 году показала, что в день обработки остаточные количества действующего вещества в соответствии с нормами применения обнаружено в количестве 0,6 мг/кг и 0,4 мг/кг, через 14 дней было выявлено 0,3 мг/кг и 0,2 мг/кг и через 20 дней остаточных количеств в продукции не обнаружено. Медленная деградация действующих веществ изучаемого фунгицида в 2024 году обусловлена более сухой погодой по сравнению с 2023 годом.

Изучение в 2023г. динамики деградации действующих веществ комбинированного фунгицида Прицел, КЭ (протиокназол 125 г/л + ципроконазол 80 г/л) в норме применения 0,4-0,7 л/га показало, что остаточные количества действующего вещества протиокназола в норме применения 0,4 л/га в день обработки были обнаружены в количестве 0,5 и 0,3 мг/кг, через 14 дней - 0,3 и 0,1 мг/кг, что не превышало МДУ, равное 0,5 мг/кг. Через 28 дней остаточных количеств протиокназола и ципроконазола в пробах не обнаружено.

Динамика разложения изучаемого фунгицида в 2024 году показала, что в день обработки остаточные количества действующего вещества в соответствии с нормами применения обнаружено в количестве 0,5 и 0,4 мг/кг, через 14 дней было выявлено 0,3 и 0,2 мг/кг и через 20 дней остаточных количеств в продукции не обнаружено. Медленная деградация в 2024 году обусловлена более сухой погодой по сравнению с 2023 годом.

Результаты исследований препарата Брандер, КС (200 г/л азоксистробин+160 г/л тебуконазол) в норме применения 1,0 л/га в 2023 году по деградации действующих веществ азоксистробин (200 г/л) + тебуконазол (160 г/л) в норме применения 1,0 л/га показали, что в день обработки обнаружены остаточные количества в количестве 0,7 мг/кг, через 14 дней в зеленой массе – 0,4 мг/кг и через 28 дней в количестве, соответствующем 0,1 мг/кг, что ниже максимально допустимого уровня (таблица 28).

Таблица 28 – Содержание остаточных количеств фунгицидов в пшенице озимой (2023 – 2024 гг.)

Препарат (нормы применения)	Сроки отбора проб (сутки), остаточные количества пестицидов, мг/кг						Максимально- допустимый уровень, мг/кг
	0	10	20	30	40	Урожай	
Систебу, КС (0,8л/га)	0,4	0,2	0,1	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	0,5
Систебу, КС (1,0 л/га)	0,6	0,3	0,05	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	0,5
Прицел, КЭ -0,4 л/га	0,3	0,1	0,2	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	0,5
Прицел, КЭ -0,7 л/га	0,5	0,3	0,1	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	0,5
Брандер, КС -1,0 л/га	0,7	0,4	0,1	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	0,2

Обобщая данные по деградации действующих веществ в отношении фунгицидов Систебу, КС (200 г/л азоксистробина + 160 г/л тебуконазола), Прицел, КЭ (125 г/л протиоконазола + 80 г/л ципроконазола), Брандер, КС (200 г/л азоксистробин+160 г/л тебуконазол) в зеленой массе, зерне и соломе пшеницы озимой), можно сказать, что действующие вещества данных препаратов не были обнаружены в урожае озимой пшеницы, что свидетельствует о том, что получаемая продукция полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10.

7.4. Динамика разложения действующих веществ гербицидов в растениях и зерне озимой пшеницы

Результаты исследований по динамике разложения осуществляли в отношении гербицидов: Гектор, ВДГ (388г/кг тифенсульфурон-метила + 313 г/кг трибенурон-метила + 117 г/кг флорасулама) в норме применения 0,3 - 0,05 кг/га; Бивень, ВР (480 г/л бентазона) в норме 2,0-4.0 л/га и Статус Макс, ВДГ (500 г/кг Тифенсульфурон-метил + 250 г/кг трибенурон-метила+ 80 г/кг флорасулам).

В норме применения 0,03 кг/га гербицид Гектор, ВДГ по деградации действующего вещества Флорасулам показал, что в день обработки в 2023 году

в зеленой массе были обнаружены остаточные количества Флорасулама в количестве 0,06 мг/кг. На 10 сутки в колосьях пшеницы озимой обнаружено менее 0,047 мг/кг, что уже было на уровне МДУ (0,05 мг/кг). Начиная с 20 суток флорасулам в колосьях выявлялся ниже МДУ – в количестве 0,04 мг/кг, на 30 сутки – 0,02 мг/кг и на 50 сутки в зерне и соломе пшеницы отсутствовал.

В 2024 году в норме применения 0,03 кг/га гербицид Гектор, ВДГ по деградации действующего вещества Флорасулам показал следующие результаты: в день обработки в зеленой массе были обнаружены остаточные количества Флорасулама в количестве 0,05 мг/кг. На 10 сутки в колосьях пшеницы озимой обнаружено менее 0,05 мг/кг, что уже было на уровне МДУ (0,048 мг/кг). Начиная с 20 суток флорасулам в колосьях выявлялся ниже МДУ – в количестве 0,02 мг/кг, на 30 сутки – 0,01 мг/кг и на 50 сутки в зерне и соломе пшеницы отсутствовал.

В норме применения 0,05 кг/га гербицид Гектор, ВДГ по деградации действующего вещества Флорасулам показал следующее: в день обработки в 2023 году в зеленой массе были обнаружены остаточные количества Флорасулама в количестве 0,07 мг/кг. На 10 сутки в колосьях пшеницы озимой обнаружено менее 0,05 мг/кг, что уже было на уровне МДУ (0,05 мг/кг). Начиная с 20 суток флорасулам в колосьях выявлялся ниже МДУ в количестве 0,04 мг/кг, на 30 сутки – 0,03 мг/кг и на 50 сутки в зерне и соломе пшеницы отсутствовал.

В 2024 году в норме применения 0,05 кг/га гербицид Гектор, ВДГ по деградации действующего вещества Флорасулам показал, что в день обработки в зеленой массе были обнаружены остаточные количества Флорасулама в количестве 0,08 мг/кг. На 10 сутки в колосьях пшеницы озимой обнаружено менее 0,06 мг/кг, что уже было выше уровня МДУ. Начиная с 20 суток флорасулам в колосьях выявлялся ниже МДУ в количестве 0,04 мг/кг, на 30 сутки – 0,02 мг/кг и на 50 сутки в зерне и соломе пшеницы отсутствовал.

В результате наших исследований по определению остаточных количеств действующих веществ препарата Бивень, ВР (480 г/л бентазона) в норме 2,0-4,0 л/га в 2023-2024 гг. было установлено, что в урожае действующее

вещество бентазон не обнаружен, при максимально-допустимого уровне 0,1 мг/кг. Бентазон, входящий в состав гербицида деградировал до неопределяемых количеств уже на 50 сутки после обработки (остаточные количества отмечены в день проведения обработки -0,3 - 0,05 мг/кг, и, на 10-й день после обработки в количестве 0,03-0,05 мг/кг, что выше МДУ. Действующее вещество препарата деградировало до МДУ на 30 сутки после обработки. На 10-й день после обработки в количестве 0,2-0,3 мг/кг, на 20-й день после обработки в количестве 0,1-0,2 мг/кг, на 30-й день до 0,05 -0,1 мг/кг, что соответствовало ниже МДУ).

При изучении деградации действующих веществ комбинированного препарата Статус Макс, ВДГ (500 г/кг тифенсульфурон-метил + 250 г/кг трибенурон-метила+ 80 г/кг флорасулам) в норме применения 0,05 кг/га установлено, что флорасулам, входящий в состав препарата деградировал до неопределяемых количеств уже на 20 сутки после обработки (остаточные количества отмечены только в день проведения обработки – 0,05 мг/кг, и вещество того же препарата деградировало до МДУ на 30 сутки после обработки 0,5 мг/кг – 0,1 мг/кг.

Обобщая данные по деградации действующих веществ отношении гербицидов: Гектор, ВДГ (388г/кг тифенсульфурон-метила + 313 г/кг трибенурон-метила + 117 г/кг флорасулама) в норме применения 0,3 - 0,05 кг/га; Бивень, ВР (480 г/л бентазона) в норме 2,0-4,0 л/га и Статус Макс, ВДГ (500 г/кг Тифенсульфурон-метил + 250 г/кг трибенурон-метила+ 80 г/кг флорасулам) можно сказать, что действующие вещества данных препаратов не были обнаружены в урожае озимой пшеницы, что свидетельствует о том, что получаемая продукция полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10 (таблица 29). Исследования, проведенные в период 2022 – 2024 годов, позволили всесторонне оценить влияние фунгицидов и гербицидов на урожайность, качество зерна и безопасность продукции озимой пшеницы сорта Московская 56.

Таблица 29 – Содержание остаточных количеств гербицидов в пшенице озимой (2023 – 2024 гг.)

Препарат (нормы применения)	Сроки отбора проб (сутки), остаточные количества пестицидов, мг/кг						Максимально- допустимый уровень, мг/кг
	0	10	20	30	50	Урожай	
Гектор, ВДГ, 0,03 кг/га	0,06	0,047	0,04	0,02	Не обнар.	Не обнар.	0,05
Гектор, ВДГ, 0,05 кг/га	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	Не обнар.	0,05
Бивень, ВР, 2.0 л/га	0,3	0,2	0,1	0,05	Не обнар.	Не обнар.	0,1
Бивень, ВР, 4.0 л/га	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05	Не обнар.	0,1
Статус Макс, ВДГ, 0,05 кг/га	0,05	0,02	0,01	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	0,05

Полученные данные подтверждают важность использования современных средств защиты растений для повышения продуктивности посевов и улучшения их качества. Результаты также демонстрируют зависимость эффективности этих препаратов от погодных условий и норм применения.

Качество зерна озимой пшеницы оценивалось по содержанию белка и сырой клейковины, которые являются ключевыми показателями при определении класса зерна. Применение фунгицидов способствовало увеличению содержания белка: в 2023 году максимальное значение (13,8%) было зафиксировано при использовании Прицела, КЭ (0,7 л/га) и Брандера, КС (1,0 л/га). Содержание клейковины также повысилось: в 2023 году максимальное значение (26,8%) наблюдалось при применении Прицела, КЭ.

Гербициды также оказали положительное влияние на качественные показатели зерна. В 2022 году использование Гектора, ВДГ (0,05 кг/га) обеспечило наибольшее содержание белка (13,3%), а в 2023 году — максимальное содержание клейковины (26,8%). Эти результаты подтверждают, что совместное применение гербицидов и фунгицидов способствует не только повышению урожайности, но и улучшению качества зерна.

Исследования динамики разложения действующих веществ фунгицидов и гербицидов показали, что все изученные препараты полностью соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам. Остаточные количества действующих веществ в зерне и соломе пшеницы не превышали максимально допустимого уровня (МДУ). Например, действующие вещества Систебу, КС, Прицела, КЭ и Брандера, КС деградировали до неопределяемых количеств через 20–30 дней после обработки. Аналогичные результаты были получены в вариантах с гербицидами Гектор, ВДГ, Бивень, ВР и Статус Макс, ВДГ. Это подтверждает безопасность применения данных препаратов в условиях современного сельского хозяйства.

Таким образом, использование фунгицидов и гербицидов является ключевым фактором повышения урожайности и улучшения качества зерна озимой пшеницы. Наиболее эффективными препаратами оказались Прицел, КЭ (фунгицид) и Гектор, ВДГ (гербицид), которые показали высокие результаты по всем исследуемым параметрам. Исследования подтвердили безопасность применения этих средств, что делает их пригодными для широкого использования в сельском хозяйстве. Учёт погодных условий и оптимизация норм применения препаратов позволяют минимизировать экологические риски и максимизировать экономическую эффективность агротехнологий.

ГЛАВА 8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Экономическая эффективность применения средств защиты озимой пшеницы является одной из ключевых задач современного сельского хозяйства. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы напрямую зависят от эффективности защиты посевов от вредных организмов, таких как сорные растения, грибные заболевания и вредители. В условиях интенсивного земледелия применение химических средств защиты растений, включая

фунгициды и гербициды, становится необходимым элементом технологии возделывания озимой пшеницы.

Фунгициды используются для борьбы с такими грибными заболеваниями, как септориоз и ржавчина, которые могут значительно снизить урожайность и ухудшить качество зерна. Гербициды, в свою очередь, направлены на уничтожение сорных растений, конкурирующих с культурными растениями за питательные вещества, воду и свет. Эффективное применение этих средств позволяет не только сохранить урожай, но и повысить его рентабельность (Трепашко и др., 2019; Засорина, 2020).

Однако использование химических средств защиты растений требует тщательного экономического обоснования. Это связано с тем, что затраты на приобретение и применение фунгицидов и гербицидов составляют значительную часть себестоимости продукции.

8.1. Экономическое обоснование применения фунгицидов в посевах озимой пшеницы

Экономическое обоснование применения фунгицидов в посевах озимой пшеницы за 2022 – 2024 гг. показало, что использование химических средств защиты растений значительно повышает урожайность, прибыль и рентабельность производства.

Наибольшая урожайность была достигнута при применении фунгицида Прицел, КЭ (0,7 л/га) – 4,72 т/га, что на 22,6 % выше, чем в контроле без обработки (3,85 т/га). Это позволило получить максимальную денежную выручку – 56 640 руб./га, при этом себестоимость 1 т продукции составила 6 122 руб., что является одним из самых низких показателей среди всех вариантов. Прибыль с 1 га при использовании данного фунгицида достигла 27 745 руб., а рентабельность – 96,00 %, что свидетельствует о высокой экономической эффективности.

Применение фунгицида Брандер, КС (1,0 л/га) также показало хорошие результаты: урожайность составила 4,58 т/га, выручка – 54960,00 руб./га, а

рентабельность – 92,50 %. Однако этот вариант оказался менее выгодным по сравнению с препаратом Прицел, КЭ (0,7 л/га).

Использование фунгицида Систебу, КС в двух нормах расхода (0,8 л/га и 1,0 л/га) показало более низкие результаты. При норме 0,8 л/га урожайность составила 4,28 т/га, а рентабельность – 80,20 %, тогда как при увеличении нормы до 1,0 л/га рентабельность выросла до 82,60 %, но всё же уступила варианту с фунгицидом Прицел, КЭ (0,7 л/га).

Таблица 30 – Экономическое обоснование применения фунгицидов в посевах озимой пшеницы за 2022 – 2024 гг.

Варианты	Контроль (без обработки)	Систеб у, КС	Систебу, КС	Прицел, КЭ	Прицел, КЭ	Брандер, КС
Норма применения препарата	—	0,8 л/га	1,0 л/га	0,4 л/га	0,7 л/га	1,0 л/га
Урожайность, т/га	3,85	4,28	4,39	4,20	4,72	4,58
Цена реализации, руб./т	12000,00	12000,0 0	12000,00	12000,00	12000,0 0	12000,00
Денежная выручка, руб.	46200,00	51360,0 0	52680,00	50400,00	56640,0 0	54960,00
Затраты, руб.	27105,00	28505,0 0	28855,00	28128,00	28895,0 0	28559,00
Себестоимость 1 т, руб.	7040,00	6660,00	6573,00	6697,00	6122,00	6235,00
Прибыль, руб.	19095,00	22855,0 0	23825,00	22272,00	27745,0 0	26402,00
Рентабельность, %	70,40	80,20	82,60	79,20	96,00	92,50

Таким образом, наиболее экономически выгодным вариантом является применение фунгицида Прицел, КЭ (0,7 л/га), который обеспечивает максимальную урожайность, прибыль и рентабельность. Использование таких фунгицидов, как Систебу, КС и Брандер, КС, также эффективно, но менее выгодно по сравнению с Прицелом, КЭ (0,7 л/га). В целом, применение фунгицидов в посевах озимой пшеницы позволяет значительно повысить

экономические показатели производства по сравнению с контролем без обработки.

8.2. Экономическое обоснование применения гербицидов в посевах озимой пшеницы

Анализ экономической эффективности применения гербицидов в посевах озимой пшеницы показывает, что использование химических средств защиты растений значительно повышает урожайность, прибыль и рентабельность производства.

Наибольшая урожайность была достигнута при применении гербицида Гектор, ВДГ (0,05 кг/га) – 4,68 т/га, что на 23,80 % выше, чем в контроле без обработки (3,78 т/га). Это позволило получить максимальную денежную выручку – 56160,00 руб./га, при этом себестоимость 1 т продукции составила 5871,00 руб., что является одним из самых низких показателей среди всех вариантов. Прибыль с 1 га при использовании данного гербицида достигла 28685,00 руб., а рентабельность – 104,40 %, что свидетельствует о высокой экономической эффективности.

Применение гербицида Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) также показало хорошие результаты: урожайность составила 4,64 т/га, выручка – 55 680 руб./га, а рентабельность – 101,70 %. Однако этот вариант оказался менее выгодным по сравнению с препаратом Гектор, ВДГ (0,05 кг/га).

Использование гербицида Бивень, ВР в двух нормах расхода (2,0 л/га и 4,0 л/га) показало более низкие результаты. При норме 2,0 л/га урожайность составила 4,17 т/га, а рентабельность – 67,90 %, тогда как при увеличении нормы до 4,0 л/га рентабельность снизилась до 55,50 % из-за значительного роста производственных затрат (33100,00 руб./га) и себестоимости продукции (7716,00 руб./т).

Таким образом, наиболее экономически выгодным вариантом является применение гербицида Гектор, ВДГ (0,05 кг/га), который обеспечивает

максимальную урожайность, прибыль и рентабельность. Использование Бивень, ВР (4,0 л/га) оказалось наименее эффективным из-за высоких затрат и низкой рентабельности. В целом, применение гербицидов в посевах озимой пшеницы позволяет значительно повысить экономические показатели производства по сравнению с контролем без обработки.

Таблица 31 – Экономическое обоснование применения гербицидов в посевах озимой пшеницы за 2022 – 2024 гг.

Варианты	Контроль (без обработк и)	Гектор, ВДГ	Гектор, ВДГ	Бивень, ВР	Бивень, ВР	Статус Макс, ВДГ
Норма применения препарата	„	0,03 кг/га	0,05 кг/га	2,0 л/га	4,0 л/га	0,05 кг/га
Урожайность с 1 га, т.	3,78	4,40	4,68	4,17	4,29	4,64
Цена реализации 1 т, руб.	12000,00	12000,00	12000,00	12000,0 0	12000,0 0	12000,00
Денежная выручка с 1 га, руб.	45360,00	52800,00	56 160,00	50 040,0 0	51 480,0 0	55 680,00
Производственны е затраты на 1 га, руб.	26500,00	27085,00	27475,00	29800,0 0	33100,0 0	27600,00
Себестоимость 1 т продукции, руб.	7010,00	6156,00	5871,00	7146,00	7716,00	5948,00
Прибавь на 1 га, руб.	18860,00	25715,00	28685,00	20240,0 0	18380,0 0	28080,00
Рентабельность продукции, %	71,20	94,90	104,40	67,90	55,50	101,70

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В условиях Нечерноземной зоны доминирующими болезнями озимой пшеницы являются пиренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis*), септориоз (*Zymoseptoria tritici*), ржавчина стеблевая (*Puccinia graminis Pers.*), ржавчина бурая (*Puccinia recondita*). Наиболее распространёнными видами сорных растений – ярутка полевая (*Thlaspi arvense L.*), метлица обыкновенная (*Apera spic-aveni L.*), горчица полевая (*Sinapis arvensis L.*), подмаренник цепкий (*Galium aparine L.*), ромашка пахучая (*Matricaria chamomilla L.*), марь белая (*Chenopodium album L.*), бодяк полевой (*Cirsium arvense L.*), клевер ползучий (*Trifolium repens L.*).

2. В условиях Нечерноземной зоны высокую биологическую эффективность на зараженность пшеницы озимой возбудителями исследуемых болезней показали новые фунгициды: Прицел, КЭ (0,7 л/га), который обеспечил максимальную биологическую эффективность против всех исследованных заболеваний (до 95,9% для пиренофороза, до 88,1% для септориоза, до 90,2% для стеблевой ржавчины и до 90,6% для бурой ржавчины); Систебу, КС (1,0 л/га) со стеблевой ржавчиной (84,3%), бурой ржавчиной (82,7%).

3. Использование фунгицидов способствовало увеличению продуктивности и улучшило качество и безопасность зерна. Максимальная урожайность зерна была достигнута при использовании фунгицида Прицел, КЭ (0,7 л/га): 4,62 т/га – 4,82 т/га. Важнейшие элементы структуры урожая, как высота растений, количество продуктивных стеблей и масса 1000 зерен, существенно улучшились благодаря применению фунгицидов.

4. Высокую биологическую эффективность на пшенице озимой против основных видов сорных растений: ярутки полевой (*Thlaspi arvense L.*), метлицы обыкновенной (*Apera spica-venti L.*), горчицы полевой (*Sinapis arvensis L.*), подмаренника цепкого (*Galium aparine L.*), ромашки пахучей (*Matricaria chamomilla L.*), мари белой (*Chenopodium album L.*), бодяка полевого (*Cirsium arvense L.*), клевера ползучего (*Trifolium repens L.*) обеспечивает применение новых гербицидов, как Гектор, ВДГ, Бивень, ВР и Статус Макс, ВДГ. При

обработке в фазу кущения снижение количества сорных растений достигало 94,60%, а их массы — до 97,00%.

5. Применение гербицидов способствовало улучшению структуры урожая: высоты растений, количества продуктивных стеблей, количества зерен в колосе и массы 1000 зерен. Максимальная урожайность была зафиксирована при использовании гербицида Гектор, ВДГ (0,05 кг/га): 4,62 т/га – 4,54 т/га. Прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 23,20% – 26,00%.

6. Применение комбинированных новых фунгицидов и гербицидов не влияют на безопасность производимой продукции, на 20-й день после обработок остаточные количества препаратов в зеленой массе или продукции не обнаруживаются.

7. При применении фунгицида Прицел, КЭ (0,7 л/га) получили максимальную денежную выручку в 56640,00 руб./га, при себестоимости 1 т продукции в 6122,00 руб. Прибыль с 1 га при использовании данного фунгицида достигла 27745,00 руб., а рентабельность – 96,00 %, что свидетельствует о высокой экономической эффективности.

8. Максимальная прибыль в технологии производства озимой пшеницы выявлены при применении гербицида Гектор, ВДГ (0,05 кг/га) – 4,68 т/га, что позволило получить максимальную денежную выручку – 56160,00 руб./га, при этом себестоимость 1 т продукции составила 5871,00 руб. Прибыль на 1 га при использовании данного гербицида достигла 28685,00 руб. а рентабельность – 104,40 %, что свидетельствует о высокой экономической эффективности.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В условиях Нечерноземной зоны с целью получения качественного и безопасного урожая зерна озимой пшеницы предлагается:

1. Для борьбы с грибными заболеваниями использовать в фазу кущения такие комбинированные фунгициды, как Прицел, КЭ (0,7 л/га) и Систебу, КС (1,0 л/га) после государственного испытания и регистрации.

2. Результаты изучения новых гербицидов Гектор, ВДГ (0,05 кг/га) и Статус Макс, ВДГ (0,05 кг/га) в части оценки биологической эффективности могут быть

использованы в процессе Государственной регистрации, как перспективные гербициды на озимой пшенице.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов, Н.И. Влияние основной обработки и гербицида «Тризлак» на фитосанитарное состояние посевов, урожайность и качество зерна озимой пшеницы / Н.И. Абакумов, & Ю.А. Бобкова // Вестник аграрной науки. – 2012. №37 (4). - 26-29.

2. Асеева, Т.А. Грибные болезни на зерновых культурах в муссонном климате Дальнего Востока / Т.А. Асеева, К.В. Зенкина, И.Б. Трифунтова [и др.] //

Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 12. – С. 12-18. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-11202. – EDN BRAAZD.

3. Бережная, Е.В. Особенности ростингибирующего эффекта фунгицида азоксистробина и его способность тормозить расход сахаров в проростках озимой пшеницы / Е.В. Бережная, А.В. Корсукова, О.А. Федотова, Н.В. Дорофеев, О.И. Грабельных // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2020. - № 10 (4). - С. 657-665. – DOI 10.21285/2227-2925-2020-10-4-657-665.

4. Бильчук, В.С. Разделение смеси гербицидов–производных сульфонилмочевины методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (вэжх) / В.С. Бильчук, Ф.А. Чмиленко, И. Н. Плахотный. - 2008.

5. Большаков, Д.С. Определение гербицидов и их метаболитов в природных водах методом капиллярного зонного электрофореза в сочетании с дисперсионной жидкостно-жидкостной микроэкстракцией и on-line концентрированием / Д.С. Большаков, В.Г. Амелин, А.В. Третьяков // Журнал аналитической химии. – 2014. – Т. 69. - №1. – С. 77. – DOI 10.7868/S0044450213110042. – EDN RPARNR.

6. ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) <https://www.who.int/ru> (Дата обращения: 20.07.2023).

7. Волкова Г.В. Иммунологическая оценка сортов озимой тритикале к *Pyrenophoratrutici-repentis* и *Russiniatriticina* в условиях юга России / Г.В. Волкова, О.А. Кудинова, Ю.С. Ким [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. - № 5. – С. 5-9. – DOI 10.53859/02352451_2023_37_5_5. – EDNRBXBDP.

8. Воловик, В.Т. Горчица белая - значение, использование / В.Т. Воловик // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – №2. – С. 41-67. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-41-67. – EDN DXTNTL.

9. Воронов, С.И. Влияние гербицидов и их баковых смесей на продуктивность пшеницы озимой на дерново-подзолистых почвах центрального нечерноземья / С.И. Воронов. – 2023.

10. Ганиев, М.М. Химические средства защиты растений: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям / М.М. Ганиев, В.Д. Недорезков; Международная ассоциация "Агрообразование". – Москва, 2006. – 248 с. – (Учебники и учебные пособия). – ISBN 5-9532-0368-3. – EDN QIOOSJ.

11. Гвоздева, М.С. Влияние фунгицида Колосаль на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы по признакам патогенности и чувствительности / М.С. Гвоздева, Г.В. Волкова // Микология и фитопатология. – 2022. – Т. 56, № 1. – С. 52-63. – DOI 10.31857/S0026364822010044. – EDNROWMIY.

12. Глазунова, Н.Н. Влияние фунгицидов на количество и качество урожая озимой пшеницы / Н. Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов, Л. В. Мазницына // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. - № 4 (28). – С 98-102.

13. Глазунова, Н.Н. Оптимизированная система защиты озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Защита и карантин растений. – 2019. – № 12. – С. 16-19. – EDN HQORTQ.

14. Глазунова, Н.Н. Современные гербициды в посевах озимой пшеницы и их влияние на урожайность культуры / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов, Л.В. Мазницына, О.В. Шарипова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 29 (9). – С. 29-31.

15. Голуб, А.А. Одновременное определение остаточных количеств азоксистробина и изопиразам в пробах воды, почвы, воздуха рабочей зоны и растительных материалов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / А.А. Голуб, Н.А. Шилова // Здоровье и окружающая среда. – 2014. – № 24-2. – С. 192-195. – EDN ZBJZIL.

16. Голубев, А.С. Эффективность применения нового гербицида на основе бентазона и тифенсульфурон-метила в посевах сои / А.С. Голубев, П.И. Борушко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3(35). – С. 67-72. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11187. – EDN QHXRTM.

17. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2020. – 826 с.

18. Гришечкина, Л.Д. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко, О.В. Кунгурцева [и др.] // Агрохимия. – 2020. – № 9. – С. 32-47. – DOI 10.31857/S0002188120090070. – EDN FVOOLD.

19. Гришечкина, Л.Д. Современный ассортимент средств защиты картофеля от вредных организмов / Л.Д. Гришечкина // Защита и карантин растений. – 2024. – № 2. – С. 30-31. – DOI 10.47528/1026-8634_2024_2_30. – EDN XZHNJB.

20. Гришечкина, Л.Д. Элатус риа - эффективный фунгицид для защиты озимой пшеницы от пятнистостей листьев и колоса / Л.Д. Гришечкина, А.И. Силаев // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 2. – С. 9-15. – DOI 10.28983/asj.y2020i2pp9-15. – EDN NGWEEE.

21. Дворянкин, Е.А. Распространённость и вредоносность сорняков в посевах сахарной свёклы в условиях ЦЧР / Е.А. Дворянкин // Сахар. – 2019. – № 6. – С. 46-50. – EDN ZTNFLN.

22. Долгополова, Н.В. Значение озимой и яровой пшеницы в производстве продуктов питания / Н.В. Долгополова, В.А. Скрипин, О.М. Шершнева, Ю.В. Алябьева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 5. – С. 52-56. – EDN LALPOD.

23. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с. – EDN ZJQBUD.

24. Дубровская, Н.Н. Сроки обработки посевов озимой пшеницы фунгицидами для контроля развития возбудителя бурой ржавчины / Н.Н. Дубровская, О.И. Корабельская, В.В. Чекмарев, Г.Н. Бучнева // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 4(58). – С. 70-72. – DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-70-72. – EDN XVRHCH.

25. Дьяченко, В. В. Влияние баковой смеси гербицидов на засоренность посевов и продуктивность яровой пшеницы / В. В. Дьяченко, В. М. Никифоров, М. И. Никифоров, В. В. Мамеев, И. Д. Сазонова, С. М. Сычѳв // Аграрная наука. – 2022. – № 9. – С 147-150. – DOI 10.32634/0869-8155-2022-362-9-147-150.

26. Желтова, Е.В., Фунгицидная композиция для протравливания семян / Е. В. Желтова, М.А. Славашевич, С. Д. Каракотов; заявитель ЗАО "Щелково Агрохим". – 2013. – EDN ZGSJAT.

27. Жогалева, О.С. Изучение коллекционного материала озимой твердой пшеницы на наличие гена устойчивости к септориозу Stb2 / О.С. Жогалева, А.Ю. Мышастая, О.С. Павленко [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 6(72). – С. 51-55. – DOI 10.31367/2079-8725-2020-72-6-51-55. – EDN EPDLAW.

28. Засорина, Э.В. Эффективность осеннего применения фунгицидов на посевах озимой пшеницы в условиях Центрального Черноземья / Э.В. Засорина, М.А. Тысячник // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 9. – С. 62-67. – EDN HRVICN.

29. Зеленева, Ю.В. Влияние агроклиматических условий, жизненной формы и вида хозяина на видовой комплекс возбудителей септориоза пшеницы / Ю.В. Зеленева, О.С. Афанасенко, В.П. Судникова // Поволжский экологический журнал. – 2020. – № 2. – С. 177-190. – DOI 10.35885/1684-7318-2020-2-177-190. – EDN OJGFWU.

30. Зеленева, Ю.В. Распространенность и развитие возбудителей листовых пятнистостей на территории Центрально-Черноземного региона / Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 21, № 2. – С. 598-602. – DOI 10.20310/1810-0198-2016-21-2-598-602. – EDN XBAYXD.

31. Зинченко, В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Агрономия", "Агрохимия и агропочвоведение", "Садоводство" / В.А. Зинченко; Ассоц. "Агрообразование". – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: КолосС, 2012. – (Учебники и учебные пособия

для студентов высших учебных заведений). – ISBN 978-5-9532-0816-1. – EDN QLCTDX.

32. Зубко, Н.Г. Действие фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов в растениях пшеницы яровой // Н.Г. Зубко, Т.В. Долженко // Аграрная наука. – 2023. – №12. – С. 110-118. – DOI 10.32634/0869-8155-2022-365-12-110-118.

33. Илларионов, А.И. Современные методы и средства защиты озимой пшеницы от сорных растений / А.И. Илларионов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12, № 3(62). – С. 78-93. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2019.3.78. – EDN XBOATN.

34. Калабашкина, Е.В. Влияние противозлаковых гербицидов на урожайность и качественные показатели пшеницы озимой сорта Немчиновская-17 / Е.В. Калабашкина, Р.М. Гафуров, В.А. Цымбалова [и др.] // Научные труды тувинского государственного университета : материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов ТувГУ, посвященной Году экологии в Российской Федерации и Году молодежных инициатив в Туве, Кызыл, 21 октября 2017 года. Том Выпуск XVI. – Кызыл: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тувинский государственный университет", 2017. – С. 241-242. – EDN YQEYUH.

35. Кекало, А.Ю. Защита зерновых культур от болезней / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Цыпышева. – Куртамыш: Куртамышская типография, 2017. – 172 с. – ISBN 978-5-98271-251-6. – EDN YLUIUB.

36. Ким, Ю.С. Желтая пятнистость листьев пшеницы: распространение, вредоносность, расовый состав (Обзор) / Ю.С. Ким, Г.В. Волкова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2(50). – С. 105-116. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-2-105-116. – EDNCPSHYU.

37. Климат URL: <http://priroda.ru/regions/climate> (Дата обращения: 4.11.2023).

38. Кондратюк, М.В. Гігієнічне обґрунтування безпечності повітряного середовища при застосуванні комбінованого фунгіциду на основі пропіконазолу, солатенолу та ципроконазолу на зернових колосових культурах // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії. – 2017. – Т. 17, №. 4-2(60). – С. 62-66. – EDN ZWMIJX.

39. Корсукова, А.В. Влияние обработки семян тебуконазолом на содержание сахаров и морозоустойчивость проростков озимых пшеницы и ржи / А. В. Корсукова, О.И. Грабельных, О.А. Боровик [и др.] // Агрохимия. – 2016. – № 7. – С. 52-58. – EDN WHGKMR.

40. Корсукова, А.В. Различия в механизмах действия тебуконазола и тебуконазол-содержащего протравителя на активность митохондрий озимой пшеницы / А.В. Корсукова, О.А. Боровик, Т.П. Побежимова [и др.] // Механизмы регуляции функций органелл эукариотической клетки : Материалы докладов II Всероссийской научной конференции с международным участием, Иркутск, 22–24 мая 2018 года. – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, 2018. – С. 58-60. – DOI 10.31255/978-5-94797-318-1-58-60. – EDN XTYPWP.

41. Кошеляев, В.В. Влияние гербицидов с различным спектром действия на стрессовую устойчивость и урожайность семян озимой пшеницы / В. В. Кошеляев, С.М. Кудин, И.П. Кошеляева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 1. – С. 51-56. – DOI 10.12737/18330. – EDN WWZJKL.

42. Криг, У. Комбинации активных веществ, содержащие проквиназид, биксафен и/или протиоконазол / У. Криг, П. Дамен, М. Штайнбек // Байер Интеллектуэль Проперти ГмбХ. – 2015. – EDN PWBJXH.

43. Крупенько, Н.А. Особенности действия и ретроспективный анализ эффективности фунгицидов для защиты пшеницы мягкой озимой от болезней листового аппарата / Н.А. Крупенько, И.Н. Одинцова // Вестник защиты растений. – 2020. – Т. 103, № 4. – С. 224-232. – DOI 10.31993/2308-6459-2020-103-4-13741. – EDN LRSTXH.

44. Кузнецова, Л.А. Продуктивность и качество сортов озимой пшеницы в Орловской области / Л.А. Кузнецова, Н.В. Котов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1(34). – С. 43-46. – EDN PWIUTP.

45. Лавринова, В.А. Осеннее применение гербицидов в посевах озимой пшеницы в условиях Центрального Черноземья / В.А. Лавринова, Т.С. Полунина, И.В. Гусев // Аграрная наука. – 2019. – № S2. – С. 145-149. – DOI 10.32634/0869-8155-2019-326-2-145-149. – EDN OVWANG.

46. Лобачевский, Я.П. Регистр технологий производства зерна в Центральном районе Нечерноземной зоны России: Система технологий / Я.П. Лобачевский, Н.В. Войтович, В.Г. Егоров // Российская академия сельскохозяйственных наук Государственное научное учреждение научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – 2003. – 220 с. – EDN UCQJGL.

47. Лунева, Н.Н. Формирование видового состава сорных растений на примере посевов моркови в Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Вестник защиты растений. – 2017. – № 2(92). – С. 36-40. – EDN ZFHRFF.

48. Манн, Р.К. Гербицидные композиции, содержащие бентазон и ингибитор АЛС, и ингибитор АККады: / Р.К. Манн, И.с. Хуан, ЛНгуйен // ДАУ АГРОСАЙЕНСИЗ. – 2017. – EDN KCLGTM.

49. Матвеева, И.П. Желтая ржавчина пшеницы. Распространение, вредоносность, меры борьбы (обзор) / И.П. Матвеева, Г.В. Волкова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2(46). – С. 102-116. – DOI 10.18286/1816-4501-2019-2-102-116. – EDN EYLIIB.

50. Олонова, М.В. Растения Томской области. Пора цветения / М.В. Олонова, Н.А. Олонов, И.Н. Ульянова; М.В. Олонова, Н.А. Олонов, И. Н. Ульянова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской обл., ТРОО "Центр экологической политики и информ.", Каф. экологического менеджмента БИН ТГУ. – Томск:Печ. мануфактура, 2009. – 46 с. – (Мир природы Томской области). – ISBN 978-5-94476-179-8. – EDN QKSRPN.

51. Орлов, В. Н. Вредители зерновых колосовых культур / В. Н. Орлов, А. С. Замотайлов; Bayer CropScience. – Москва: Печатный Город, 2006. – 104 с. – ISBN 5-98467-004-6. – EDN DLFQGH.

52. Павлюшин, В.А. Интегрированная защита озимой пшеницы / В.А. Павлюшин, В.И. Долженко, А.М. Шпанев [и др.] // Защита и карантин растений. – 2015. – № 5. – С. 38-71. – EDN UYNUZR.

53. Петрова, Н.Г. Биологическое и токсикологическое обоснование применения средств защиты пшеницы яровой от листовых болезней на Северо-Западе Нечерноземной зоны: специальность 06.01.07 "Защита растений": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Петрова Наталья Геннадьевна, 2022. – 250 с. – EDN DVUPQG.

54. Поддымкина, Л.М. Влияние фунгицидов на пораженность озимой пшеницы грибными заболеваниями, а также на урожайность и качество зерна / Л.М. Поддымкина, И.А. Гулова // Агрохимический вестник. – 2019. – № 3. – С. 60-64. – DOI 10.24411/0235-2516-2019-10044. – EDN OTOZQY.

55. Положенцев, В.П. Эффективность использования инсектицидов при хранении зерна / В.П. Положенцев, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 2(38). – С. 53-58. – EDN XSVHFR.

56. Производство пшеницы в России в сезоне 2023/24 оценивается в 91 млн тонн/Растениеводство. URL: <https://agbz.ru/news/proizvodstvo-pshenitsy-v-rossii-v-sezone-2023-24-otsenivaetsya-v-91-mln-tonn>. ((Дата обращения: 18.11.2024).

57. Редюк, С.И. Защита картофеля от сорных растений / С.И. Редюк // Вестник защиты растений. – 2017. – № 2(92). – С. 55-58. – EDN ZFHRHN

58. Российский статистический ежегодник. 2023: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2023–692 с.

59. Санин, С.С. Защита пшеницы от эпифитотий септориоза листьев и колоса / С.С. Санин, А.А. Санина, Е.В. Пахолкова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2022. – № 11. – С. 4-13. – DOI 10.47528/1026-8634_2022_11_4. – EDNMOHWCS.

60. Санин, С.С. Технологии интенсивного зернопроизводства и защита растений / С.С. Санин, Б.И. Сандухадзе, Р.З. Мамедов [и др.] // Защита и карантин растений. – 2021. – № 5. – С. 9-16. – DOI 10.47528/1026-8634_2021_5_9. – EDN BYLVCD.

61. Санин, С.С. Фитосанитарная экспертиза зернового поля и принятие решений по опрыскиванию пшеницы фунгицидами. Теория и практические рекомендации / С.С. Санин // Приложение к журналу Защита и карантин растений. - 2016. - 41 с.

62. Санин, С.С. Эпидемиология септориоза пшеницы: формирование инфекционных потенциалов возбудителей / С.С. Санин, Е.В. Пахолкова, А.А. Санина [и др.] // Защита и карантин растений. – 2018. – № 5. – С. 25-29. – EDN UNZJQL.

63. Славашевич, М.А. Гербицидная композиция на основе бентазона для защиты зернобобовых культур / М.А. Славашевич, Д.С. Стручков, Е.В. Желтова, С.Д. Каракотов. – 2018.

64. Сорокин, Н.С. Пестициды на озимой пшенице / Н.С. Сорокин, А.В. Гринько, Т.И. Кузюба // Земледелие. – 2009. – № 4. – С. 26-28. – EDN KXIGCF.

65. Спиридонов, Ю.Я. Особенности видового состава сорной растительности в современных агроценозах Российского Нечерноземья / Ю.Я. Спиридонов // Вестн. защита растений. – 2004. – № 2. – С. 15–24.

66. Спиридонов, Ю.Я. Совершенствование мер ликвидации сорных растений в современных технологиях возделывания полевых культур / Ю.Я. Спиридонов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 1. – С. 31-43. – EDN ISDLRH.

67. Сычева, И. В. Применение фунгицидов в защите озимой пшеницы сорта московская 39 от септориоза / И. В. Сычева, В. В. Мамеев, М. С. Сычев // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : Сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора М.Е. Николаева, Горки, 16–17

февраля 2016 года. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 208-211. – EDN CSCBPP.

68. Торилов, В.Е. Урожайность, адаптивный потенциал и качества зерна сортов озимой пшеницы / В.Е. Торилов, О.В. Мельникова, Н.С. Шпилев [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 34, № 2. – С. 318-333. – EDN PAEQPJ.

69. Трепашко, Л.И. Экономическое обоснование применения пестицидов на посевах зерновых культур в Беларуси / Л.И. Трепашко, С.В. Бойко, И.А. Козич // Защита и карантин растений. – 2019. – № 8. – С. 23-28. – EDN CGHWVRV.

70. Трухан, О.В. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.): биологические особенности, хозяйственное значение, сорта и приемы семеноводства при выращивании в травосмесях со злаковым компонентом / О.В. Трухан // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 3. – С. 71-87. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2021-3-71-87. – EDN BMUIYA.

71. Трухачев, В.И. Сорные, лекарственные и ядовитые растения / В. И. Трухачев, Г.Р. Дорошко, Ю.А. Дударь. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2006. – 264 с. – ISBN 5-9596-0145-1. – EDN QKPEJP.

72. ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций). URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. (Дата обращения: 24.06.2023).

73. Фетюхин, И.В. Эффективность применения гербицидов НА посевах ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ / И.В. Фетюхин, М.А. Алейницкая, М.С. Алейницкий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 152. – С. 200-210. – EDN DEZAPW.

74. Хатнянский, В.И. Сравнительная эффективность действия гербицидов имидазолиноновой и сульфонилмочевинной группы на заразику при селекции крупноплодных сортов подсолнечника / В.И. Хатнянский, А.А. Децына, И.В. Илларионова, & Я.Н. Демурин // Масличные культуры. – 2023. – № 1 (193)). – С. 19-25.

75. Чернуха, В.Г. Применение гербицида Статус Макс, ВДГ в посевах пшеницы яровой в Ленинградской области / В.Г. Чернуха, Н.В. Свирина // Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – 2017. – С. 177-179. – EDN YKJZVF.

76. Шашко, Ю.К. Прямые и косвенные потери, определяющие вредоносность грибов *P. Fusarium* - возбудителей фузариоза колоса и зерна пшеницы / Ю.К. Шашко, Е.Л. Долгова, М.Н. Шашко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2020. – Т. 58, № 1. – С. 55-67. – DOI 10.29235/1817-7204-2020-58-1-55-67. – EDN JZLKZG.

77. Шпанев, А.М. Влияние азотного питания на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в Северо-Западном регионе РФ / А.М. Шпанев, В.В. Смур // Агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 58-65. – DOI 10.1134/S0002188119010101. – EDN YVTRRB.

78. Шпанев, А.М. Вредоносность сорных растений в посевах пшеницы озимой на Северо-Западе России / А.М. Шпанев // Вестник защиты растений. – 2018. – № 2(96). – С. 42-46. – EDN UUNYDS.

79. Шульц, Т. Патент № 2690448 С2 Российская Федерация, МПК А01N 43/40, А01Р 3/00. Синергетические фунгицидные смеси для борьбы с грибами на злаковых растениях: № 2017100033: заявл. 08.08.2015: опубл. 03.06.2019 / Т. Шульц; заявитель ДАУ АГРОСАЙЕНСИЗ ЭлЭлСи. – EDN YJETEZ.

80. Шутко, А.П. Совершенствование системы защиты озимой пшеницы от болезней на Ставрополье / А.П. Шутко // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: Материалы III Всероссийского съезда по защите растений (в трех томах), Санкт-Петербург, 16–20 декабря 2013 года. Том 1. – Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН, 2013. – С. 290-293. – EDN WVSCZL.

81. Эбель, Т.В. Распространение ярутки полевой (*Thlaspi arvense* L., Brassicaceae) в агроценозах Сибирского федерального округа с подкарантинной продукцией / Т.В. Эбель, С.И. Михайлова // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 1(166).

– C. 56-61. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-1-56-61. – EDN SOZGNQ.
ЭкоРодинки URL: <https://www.ecorodinki.ru> (Дата обращения: 6.08.2023).

82. Adamczewski, K. Influence of long-term used herbicides on resistance development in *Apera spica-venti* L. to sulfonylureas / K. Adamczewski, R. Kierzek, K. Matysiak // Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. – 2009. – Vol. 74, No. 2. – P. 491-496.

83. Agapkin, A.M. The state of the Russian grain market / A.M. Agapkin, I.A. Makhotina // International trade and trade policy. – 2021. – Vol. 7, No. 3. – DOI 10.21686/2410-7395-2021-3-133-148

84. Altendorf, K.R. Characterization of Field Pennycress (*Thlaspi arvense* L.) Germplasm for Use as a Cover Crop and Biofuel Feedstock (Doctoral dissertation, UNIVERSITY OF MINNESOTA). – 2017.

85. Arzani, A. Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): A potential source of health-beneficial food products / A. Arzani, M. Ashraf // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2017. – Vol. 16, No. 3. – P. 477-488. – DOI 10.1111/1541-4337.12262

86. Baghestani, M.A. Response of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and weeds to tank mixtures of 2, 4-D plus MCPA with clodinafop propargyl / M.A. Baghestani, E. Zand, S. Soufizadeh, M. Mirvakili, N. Jaafarzadeh // Weed biology and management. – 2007. – Vol. 7, No. 4. – P. 209-218.

87. Bajwa, A.A. Impact of climate change on biology and management of wheat pests / A.A. Bajwa, M. Farooq, A.M. Al-Sadi, A. Nawaz, K. Jabran, & K.H. Siddique // Crop Protection. – 2020. – Vol. 137. – P. 105304. – DOI 10.1016/j.cropro.2020.105304

88. Baranova, O.A. Evaluation of Resistance to Stem Rust and Identification of Sr Genes in Russian Spring and Winter Wheat Cultivars in the Volga Region / O.A. Baranova // Agriculture. – 2023. – DOI 10.3390/agriculture13030635

89. Bayat, M. Response of common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) to chemical weed control programs / M. Bayat, A. Engeribo, M. Zargar [et al.] // Research

on Crops. – 2019. – Vol. 20, No. 4. – P. 859-863. – DOI 10.31830/2348-7542.2019.127. – EDN RNRLHH.

90. Bhatta, M. Foliar Fungicide Effects on Disease Severity, Yield, and Agronomic Characteristics of Modern Winter Wheat Genotypes / M. Bhatta, T. Regassa, S.N. Wegulo, and P.S. Baenziger // *Agron. J.* – 2018. – Vol. 110, No 2. – P. 602-610. – DOI 10.2134/agronj2017.07.0383

91. Binalf, L. Septoria Tritici Blotch (*Septoria tritici*) of bread wheat (*Triticum aestivum* L.): Effect and management options—a review / L. Binalf, & H. Shifa // *J Nat Sci Res.* – 2018. – Vol. 8, No. 22. – P. 45-54

92. Bolton, M.D. Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina* / M.D. Bolton, J.A. Kolmer, & D.F. Garvin // *Molecular plant pathology.* – 2008. – Vol. 9, No. 5. – P. 563-575. – DOI 10.1111/J.1364-3703.2008.00487. X

93. Borlaug, N. Feeding a Hungry World / N. Borlaug // *Science.* – 2007. – Vol. 318, No. 5849. – P. 359.

94. Bradshaw, C.D. Transmission pathways for the stem rust pathogen into Central and East Asia and the role of the alternate host, barberry / C.D. Bradshaw, D.L. Hemming, T. Mona, W. Thurston, M.K. Seier, D.P. Hodson, & C.A. Gilligan // *Environmental Research Letters.* – 2024. – Vol. 19, No. 11. – P. 114097. – DOI 10.1088/1748-9326/ad7ee3

95. Byamukama, E. Winter Wheat Grain Yield Response to Fungicide Application is Influenced by Cultivar and Rainfall / E. Byamukama, S. Ali, J. Kleinjan, D.N. Yabwalo, C. Graham, M. Caffee-Treml [et al.] // *The plant pathology journal.* – 2019. – Vol. 35, No. 1. – P. 63–70. – DOI 10.5423/PPJ.OA.04.2018.0056

96. Callejo, M.J. *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* and ssp. *spelta* cultivars: 2. Bread-making optimization / M.J. Callejo, M.E. Vargas-Kostiuk, M. Ribeiro, & M. Rodríguez-Quijano // *European Food Research and Technology.* – 2019. – Vol. 245. – P. 1399-1408.

97. Chhokar, R.S. Weed management strategies in wheat-A review / R.S. Chhokar, R. K. Sharma, & I. Sharma // *Journal of Wheat Research.* – 2012. – Vol. 4, No. 2. – P. 1-21.

98. Chungu, C. *Septoria tritici* blotch development as affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentration, and host / C. Chungu, J. Gilbert, & F. Townley-Smith // Plant disease. – 2001. – Vol. 85, No. 4. – P. 430-435.

99. Dedryver, C.A. The conflicting relationships between aphids and men: a review of aphid damage and control strategies / C.A. Dedryver, A. Le Ralec, & F. Fabre // Comptesrendusbiologies. – 2010. – Vol. 333, No. 6-7. – P. 539-553.

100. Delmotte, F. Combining Selective Pressures to Enhance the Durability of Disease Resistance Genes / F. Delmotte, D. Bourguet, P. Franck, T. Guillemaud, X. Reboud, C. Vacher, & A.S. Walker // Frontiers in Plant Science. – 2016. – Vol. 7. – DOI 10.3389/fpls.2016.01916

101. Didace, R. Optimizing herbicide doses for weed control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Moscow region of Russia / R. Didace, S. Diakite, M. Zargar, A. A. A. Abdiee // Research on Crops. – 2023. – Vol. 24, No. 3. – P. 463-474. – DOI .31830/2348-7542.2023.ROC-963

102. Dubcovsky, J. Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication / J. Dubcovsky, & J. Dvorak // Science. – 2007. – Vol 316, No. 5833. – P. 1862-1866. – DOI 10.1126/science.1143986

103. Ellis, J.G. The past, present and future of breeding rust resistant wheat / J.G. Ellis, E. S. Lagudah, W. Spielmeyer, & P.N. Dodds // Frontiers in plant science. – 2014. – Vol. 5. – P. 641. – DOI 10.3389/fpls.2014.00641

104. EUROPEAN COMMISSION HEALTH & CONSUMERS DIRECTORATE-GENERAL. "Review report for the active substance cyproconazole finalised in the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health, 11 March 2011" // EU Pesticides database. – 2015.

105. Eyal, Z. The Septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management / Z. Eyal, A.L. Sharen, J.M. Prescott & M. V Ginkel // CIMMYT. – 1987. – 52 p.

106. FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (24 February 2011). "Cyproconazole" (PDF). 2010 JMPR Monograph - Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). – 2015. – P. 766–938.

107. Farid, M. Analysis of wheat (*Triticum aestivum* L.) brown rust (*Puccinia triticina*) disease factor and identification of resistance genes in wheat germ plasms in Iran / M. Farid, F. Afshari, M. Khodarahmi, & M. Mohamadi // Archives of Phytopathology and Plant Protection. – 2013. – Vol. 4, No. 12. – P. 1417-1429. – DOI 10.1080/03235408.2013.769314
108. Faris, J.D. Genetics of tan spot resistance in wheat / J.D. Faris, Z. Liu, S.S. Xu // Theoretical and Applied Genetics. – 2013. – Vol. 126. – P. 2197-2217. – DOI 10.1007/s00122-013-2157-y
109. Favrelière, E. Nonchemical control of a perennial weed, *Cirsium arvense*, in arable cropping systems. A review / E. Favrelière, A. Ronceux, J. Pernel, J.M. Meynard // Agronomy for Sustainable Development. – 2020. – Vol. 40, No. 4 – P. 31. – DOI 10.1007/s13593-020-00635-2
110. Feng, Z.H. Hyperspectral monitoring of powdery mildew disease severity in wheat based on machine learning / Z.H. Feng, L.Y. Wang, Z.Q. Yang, Y.Y. Zhang, X. Li, L. Song, & W. Feng // Frontiers in Plant Science. – 2022. – Vol. 13. – P. 828454. – DOI 10.3389/fpls.2022.828454
111. Ficke, A. Understanding yield loss and pathogen biology to improve disease management: *Septoria nodorum* blotch-a case study in wheat / A. Ficke, C. Cowger, G. Bergstrom, & G. Brodal // Plant disease. – 2018. – Vol. 102, No. 4. – P. 696-707. – DOI 10.1094/PDIS-09-17-1375-FE
112. Gaba, S. Herbicides do not ensure for higher wheat yield, but eliminate rare plant species / S. Gaba, E. Gabriel, J. Chadœuf [et al.] // Scientific reports. – 2012. – Vol. 6, No. 1. – P. 30112. - DOI 10.1038/srep30112
113. Goyeau. H. *Puccinia triticina* (wheat brown rust) / H. Goyeau. // CABI Compendium. – 2022. - DOI 10.1079/cpc.45859.20210100344.
114. Hafez, Y. Yield losses in wheat genotypes caused by stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) in North Delta, Egypt / Y. Hafez, Y. Mazrou, A. Shahin, F. Mehیار, E. I. D. Mohamed, & K. Abdelaal // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2022. – Vol. 50, No. 2. – P. 12622-12622. – DOI 10.15835/nbha50212622.

115. Henningsen, E.C. Identification of candidate susceptibility genes to *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in wheat / E.C. Henningsen, V. Omidvar, R. Della Coletta, J. M. Michno, E. Gilbert, F. Li, & M. Figueroa // *Frontiers in Plant Science*. – 2021. – Vol. 12. – P. 657796. – DOI 10.3389/FPLS.2021.657796.
116. Huang, J.Z. Effect of temperature and photoperiod on the phenological development of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) / J.Z. Huang, A. Shrestha, M. Tollenaar, W. Deen, I. Rajcan, H. Rahimian, & C.J. Swanton // *Field Crops Research*. – 2001. – Vol. 70, No. 1. – P. 75-86. – DOI 10.1016/S0378-4290(00)00155-6.
117. Ishtiaq, M. Management of root rot diseases of eight wheat varieties using resistance and biological control agents techniques / M. Ishtiaq, T. Hussain, K.H. Bhatti, T. Adesemoye, M. Maqbool, S. Azam [et al.]// *Pakistan Journal of Botany*. – 2019. – Vol. 51, No. 1. – P. 1-13. – DOI 10.30848/PJB2019-1.
118. Jabran, K. Weed dynamics and management in wheat / K. Jabran, K. Mahmood, B. Melander, A. A. Bajwa, & P. Kudsk // *Advances in Agronomy*. – 2017. – Vol. 145. – P. 97-166. – DOI 10.1016/bs.agron.2017.05.002.
119. Konkova, E.A. Yellow leaf spot of winter bread wheat in the Saratov region / E.A Konkova, S. V. Lyashcheva // *Grain Economy of Russia*. – 2020. – No. 3. – P. 67-71. – DOI 10.31367/2079-8725-2020-69-3-67-71.
120. Kudinova, O. Influence of biotic and abiotic factors on the virulence of *Puccinia triticina* population in southern Russia / O. Kudinova, V. Agapova, O. Vaganova [et al.] // *Plant Pathology*. – 2024. – Vol. 73, No. 2. – P. 404-418. – DOI 10.1111/ppa.13816.
121. Kumarbayeva, M. Identification of sources of resistance to septoria tritici in winter wheat germoplasm / M. Kumarbayeva, A. Кохметова. А. Малышева, А. Болатбекова, А. Кохметова // *İzdenister, nătiželer*. – 2023. – No 4 (100). 57-62. - DOI 10.37884/4-2023/07.
122. Kushalappa, A.C. Plant innate immune response: qualitative and quantitative resistance / A. C. Kushalappa, K. N. Yogendra, & S. Karre // *Critical Reviews in Plant Sciences*. – 2016. – Vol. 35, Nol. 1. – P. 38-55. – DOI 10.1080/07352689.2016.1148980.

123. Leonard, K.J. Stem rust of small grains and grasses caused by *Puccinia graminis* / K. J. Leonard, L. J. Szabo // *Molecular plant pathology*. – 2005. – Vol. 6, No. 2. – P. 99-111. – DOI 10.1111/J.1364-3703.2005.00273.X
124. Li, J. Wheat, a popular cereal crop / J. Li, J. Xuan, & R. Cai // *Field Crop*. – 2020. – Vol. 3.
125. Lidiya, T. Current Status of Wheat Stem Rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) and Reactions of Genotypes to Predominant races in Arsi and Bale Zones of Oromia, Ethiopia / T. Lidiya, A. Girma, H. Bekele // Jimma University, Ethiopia. M. Sc. Thesis. – 2019.
126. Line, R.F. Stripe rust of wheat and barley in North America: a retrospective historical review / R.F. Line // *Annual review of phytopathology*. – 2002. – Vol. 40, No. 1. – P. 75-118. – DOI 10.1146/annurev.phyto.40.020102.111645.
127. Lioubimtseva, E. Grain production trends in Russia, Ukraine and Kazakhstan: New opportunities in an increasingly unstable world? / E. Lioubimtseva, G.M. Henebry // *Frontiers of Earth Science*. – 2012. – Vol. 6. – P. 157-166. – DOI 10.1007/s11707-012-0318-y
128. Loyce, C. Interaction between cultivar and crop management effects on winter wheat diseases, lodging, and yield / C. Loyce, J.M. Meynard, C. Bouchard, B. Rolland, P. Lonnet, P. Bataillon [et al.] // *Crop Protection*. – 2008. – Vol. 27, No. 7. – P. 1131-1142. – DOI 10.1016/j.cropro.2008.02.001.
129. McDonald, B.A. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance / B.A. McDonald, C. Linde // *Annual Review of Phytopathology*. – 2002. – Vol. 40. No. 1. – p. 349-379. – DOI 10.1146/annurev.phyto.40.120501.101443
130. Mcfall, K.L. Overview of Wheat Classification and Trade / K.L. Mcfall, M.E. Fowler // *Wheat Sci. Trade*. – 2009. – P. 437–454. – DOI 10.1002/9780813818832.ch19
131. Melander, B. Apera spica-venti population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes / B. Melander, N. Holst, P. K. Jensen, E.M. Hansen, & J.E. Olesen // *Weed Research*. – 2008. – Vol. 48, No. 1. – P. 48-57.

132. Moyo, C. Wiper Application of herbicides to *Cirsium arvense* / C. Moyo, K. C. Harrington, P.D. Kemp, J.P. Eerens, & H. Ghanizadeh // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12, No. 10. – P. 2262.

133. Mushtaq, I. Characterization of environmental factors conducive for brown rust development in wheat (*Triticum aestivum* L.) / I. Mushtaq, M. Ashfaq, M.A. Mehmood, Z. Ali, R. Binyamin, & A. Rauf // *Pakistan Journal of Phytopathology*. – 2022. – Vol. 34, No. 2. – P. 263-280. – DOI 10.33866/phytopathol.034.02.0812

134. Oerke, E.C. Crop losses to pests / E.C. Oerke // *The Journal of agricultural science*. – 2006. – Vol. 144, No. 1. – P. 31-43. – DOI 10.1017/S0021859605005708

135. Olivera, P.D. *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* population causing recent wheat stem rust epidemics in Kazakhstan is highly diverse and includes novel virulence pathotypes / P.D. Olivera, L.J. Szabo, A. Kokhmetova, A. Morgounov, G. Luster, & Y. Jin // *Phytopathology*. – 2022. – Vol. 112, No. 11. – P. 2403-2415. – DOI 10.1094/PHYTO-08-21-0320-R

136. Papapanagiotou, A.P. *Galiumspurius* and *G. aparine* resistance to ALS-inhibiting herbicides in northern Greece / A.P. Papapanagiotou, C.A. Damalas, I. Bosmali, P. Madesis, G.C. Menexes, & I.G. Eleftherohorinos // *Planta Daninha*. – 2019. – Vol. 37, e019207288. – DOI 10.1590/S0100-83582019370100106

137. Peksa, K. Characterization of *pucciniarecondita*, the causal agent of brown rust: a review / K. Peksa, & B. Bankina // *Res Rural Dev*. – 2019. – Vol. 2, No. 1. – P. 70-76. – DOI 10.22616/RRD.25.2019.051

138. Perez-Nadales, E. Fungal model systems and the elucidation of pathogenicity determinants / E. Perez-Nadales, M.F. Almeida Nogueira, C. Baldin, S. Castanheira, M. El Ghalid, E. Grund, et al. // *Fungal Genetics and Biology*. – 2014. – Vol. 70. – P. 42-67. – DOI 10.1016/j.fgb.2014.06.011

139. Ponomarenko, A. *Septoria tritici* blotch (STB) / A. Ponomarenko, S. Goodwin, & G.H. Kema // *Plant Health Instr*. – 2011. – Vol. 10. – DOI:10.1094/PHI-I-2011-0407-01.

140. Prank, M. Climate change impacts the spread potential of wheat stem rust, a significant crop disease / M. Prank, S.C. Kenaley, G.C., Bergstrom, M. Acevedo, &

N.M. Mahowald // Environmental Research Letters. – 2019. – Vol. 14, – No. 12. – P. 124053. – DOI 10.1088/1748-9326/AB57DE

141. Saquee, F.S. The Efficacy of Micronutrient Fertilizers on the Yield Formulation and Quality of Wheat Grains / F.S. Saquee, S. Diakite, N.J. Kavhiza, E. Pakina, & M. Zargar // Agronomy. – 2023. – Vol. 13, No. 2. – P. 566. - DOI 10.3390/agronomy13020566.

142. Shewry, P. R. Wheat / P. R. Shewry // Journal of experimental botany. – 2009. – Vol. 60, No. 6. – P. 1537-1553. – DOI 10.1093/jxb/erp058

143. Shewry, P.R. The contribution of wheat to human diet and health / P.R. Shewry, & S. J. Hey // Food and energy security. – 2015. – Vol. 4, – No. 3. – P. 178–202. – DOI 10.1002/fes3.64.

144. Shiekh, N.A. Stem Rust of Wheat- A Basic Review / N.A. Shiekh // International Journal of Pure & Applied Bioscience. – 2017. – Vol. 5. – P. 316-328. – DOI 10.18782/2320-7051.2880

145. Sibikeev, S.N. Likely threat of the spread of race UG99 of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* on wheat in southeastern Russia / S.N. Sibikeev. T.S. Markelova. E.A. Baukenova. A.E. Druzhin // Russian Agricultural Sciences. – 2016. – Vol. 42, No. 2. – 145-148. - DOI 10.3103/S1068367416020154

146. Skolotneva, E.S. The wheat stem rust pathogen in the central region of the Russian Federation / E.S. Skolotneva, S.N. Lekomtseva, & E. Kosman // Plant Pathology. – 2013. – Vol. 62, No. 5. – P. 1003-1010. – DOI 10.1111/PPA.12019

147. Song, Y. Insight into the mode of action of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) as an herbicide / Y. Song // Journal of integrative plant biology. – 2014. – Vol. 56, No. 2. – P. 106-113. – DOI 10.1111/jipb.12131

148. Suffert, F. Assessment of quantitative traits of aggressiveness in *Mycosphaerellagraminicola* on adult wheat plants / F. Suffert, I. Sache, C. Lannou // Plant Pathology. – 2013. – Vol. 62. –P. 1330-1341. – DOI 10.1111/ppa.12050

149. Szczepaniak, W. Effect of foliar application of micronutrients and fungicides on the nitrogen use efficiency in winter wheat / W. Szczepaniak, B. Nowicki,

D. Bełka, A. Kazimierowicz, M. Kulwicki, & W. Grzebisz // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12, No. 2. – P. 257. – DOI 10.3390/agronomy12020257

150. Thynne, E., Ali, H., Seong, K., Abukhalaf, M., Guerreiro, M. A., Flores-Nunez, V. M., ... & Stukenbrock, E. H. (2024). An array of *Zymoseptoria tritici* effectors suppress plant immune responses. *Molecular Plant Pathology*, 25(10), e13500.

151. Varshney, S. Effects of herbicide applications in wheat fields: is phytohormones application a remedy? / S. Varshney, S. Hayat, M.N. Alyemeni, & A. Ahmad // *Plant signaling & behavior*. – 2012. – Vol. 7, No. 5. – P. 570–575. – DOI 10.4161/psb.19689.

152. Venske, E. Bread wheat: a role model for plant domestication and breeding/ E Venske, R.S. Dos Santos, C. Busanello, P. Gustafson, & A. Costa de Oliveira // *Hereditas*. – 2019. – 156. – P. 1-11. – DOI 10.1186/s41065-019-0093-9

153. Weng, Z.A. review on processing methods and functions of wheat germ-derived bioactive peptides / Z.A. Weng, Y. Chen, T. Liang, Y. Lin, H. Cao, H. Song, & J. Xiao // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2023. – Vol. 63, No. 22. – P. 5577-5593. – DOI 10408398.2021.2021139.

154. Yewste, T., Jemal, A., & Tadesse, Y. (2024). Effect of *Septoria tritici* blotch (*Zymoseptoria tritici*) on yield and yield components of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Holeta, Ethiopia.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1. Агроклиматические данные за период 2021-2022 гг. по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

Месяц	Декад	Температура, °С		Осадки, мм	
		Ср.мн	факт	Ср.мн	факт
2021 год					
Сентябрь	I	11,0	12,4	25,0	20,0
	II	9,0	10,3	50,0	19,0
	III	7,0	8,2	70,0	19,0
	Ср	9,0	10,3	48,3	19,3
Октябрь	I	4,0	6,1	0,0	19,0
	II	6,0	3,9	20,0	19,0
	III	6,0	1,7	8,0	17,0
	Ср	5,3	3,9	9,3	18,3
Ноябрь	I	5,0	-0,6	14,0	15,0
	II	1,0	-2,7	14,0	15,0
	III	0,0	-4,8	39,0	15,0
	Ср	2,0	-2,7	22,3	15,0
Декабрь	I	-5,0	-6,7	34,0	14,0
	II	-5,0	-8,2	47,0	14,0
	III	-13,0	-8,1	20,0	14,0
	Ср	-7,7	-7,7	33,7	14,0
2022 год					
Январь	I	-5,0	-10,4	20,0	13,0
	II	-9,0	-10,8	24,0	12,0
	III	-6,0	-11,1	25,0	10,0
	Ср	-6,7	-10,8	23,0	11,7
Февраль	I	-4,0	-11,0	10,0	12,0
	II	-0,6	-10,3	10,0	11,0
	III	0,0	-9,2	10,0	11,0
	Ср	-1,5	-10,2	10,0	11,3
Март	I	-4,0	-7,7	0,0	12,0
	II	-2,5	-5,4	0,0	13,0
	III	1,5	-3,1	10,0	14,0
	Ср	-1,7	-5,4	3,3	13,0
Апрель	I	3,0	0,1	52,0	11,0
	II	6,0	3,5	58,0	12,0
	III	8,0	7,2	34,0	12,0
	Ср	5,7	3,6	48,0	11,7
Май	I	8,5	9,7	2,0	14,0
	II	11,0	11,4	43,0	16,0
	III	10,0	19,1	30,0	19,0
	Ср	9,8	13,4	25,0	16,3
Июнь	I	16,0	12,4	10,0	19,0
	II	18,0	15,4	30,0	21,0
	III	19,0	16,4	3,0	23,0
	Ср	17,7	14,7	14,3	21,0
Июль	I	20,0	17,4	79,0	25,0
	II	20,0	17,9	35,0	26,0

Август	Ш	20,0	17,9	78,0	27,0
	Ср	20,0	17,7	64,0	26,0
	I	20,0	17,2	26,5	27,0
	II	20,0	16,1	0,0	24,0
	Ш	20,0	14,6	0,0	23,0
	Ср	20,0	16,0	8,8	24,7

Таблица 2. Агроклиматические данные за период 2022-2023 гг. по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

Месяц	Декад	Температура, °С		Осадки, мм	
		Ср.мн	факт	Ср.мн	факт
2022 год					
Сентябрь	I	9,0	12,4	13,0	20,0
	II	11,5	10,3	48,0	19,0
	III	10,0	8,2	102,0	19,0
	Ср	10,2	10,3	54,3	19,3
Октябрь	I	10,0	6,1	52,0	19,0
	II	6,0	3,9	20,0	19,0
	III	4,0	1,7	15,0	17,0
	Ср	6,7	3,9	29,0	18,3
Ноябрь	I	2,0	-0,6	12,0	15,0
	II	1,0	-2,7	15,5	15,0
	III	-6,0	-4,8	25,0	15,0
	Ср	-1,0	-2,7	17,5	15,0
Декабрь	I	-8,2	-6,7	15,0	14,0
	II	-4,0	-8,2	134,0	14,0
	III	-2,5	-8,1	36,0	14,0
	Ср	-4,9	-7,7	61,7	14,0
2023 год					
Январь	I	-9,0	-10,4	17,5	13,0
	II	-2,6	-10,8	20,0	12,0
	III	-2,0	-11,1	0,0	10,0
	Ср	-4,5	-10,8	12,5	11,7
Февраль	I	-1,6	-11,0	30,0	12,0
	II	-4,4	-10,3	13,0	11,0
	III	-6,0	-9,2	15,0	11,0
	Ср	-4,0	-10,2	19,3	11,3
Март	I	-2,5	-7,7	15,0	12,0
	II	0,3	-5,4	30,0	13,0
	III	5,6	-3,1	57,0	14,0
	Ср	1,1	-5,4	34,0	13,0
Апрель	I	7,9	0,1	0,0	11,0
	II	9,1	3,5	0,0	12,0
	III	10,4	7,2	6,0	12,0
	Ср	9,1	3,6	2,0	11,7
Май	I	7,2	9,7	18,0	14,0
	II	13,8	11,4	0,0	16,0
	III	11,0	19,1	15,0	19,0
	Ср	10,7	13,4	11,0	16,3
Июнь	I	14,6	12,4	22,0	19,0

	II	17,0	15,4	6,0	21,0
	III	16,3	16,4	52,0	23,0
	Ср	16,0	14,7	26,7	21,0
Июль	I	18,0	17,4	54,0	25,0
	II	16,0	17,9	25,0	26,0
	III	18,0	17,9	54,0	27,0
	Ср	17,3	17,7	44,3	26,0
Август	I	22,0	17,2	18,0	27,0
	II	20,0	16,1	8,0	24,0
	III	15,0	14,6	68,0	23,0
	Ср	19,0	16,0	31,3	24,7

Таблица 3. Агроклиматические данные за период 2023-2024 годы по данным метеостанции ВНИИА «Барыбино» Московской области

Месяц	Декад	Температура, °С		Осадки, мм	
		Ср,мн	факт	Ср,мн	факт
2023 год					
Сентябрь	I	14,6	12,4	8,0	20,0
	II	12,5	10,3	0,0	19,0
	III	14,9	8,2	0,0	19,0
	Ср	14,0	10,3	2,7	19,3
Октябрь	I	7,8	6,1	50,0	19,0
	II	6,5	3,9	30,0	19,0
	III	2,0	1,7	80,0	17,0
	Ср	5,4	3,9	53,3	18,3
Ноябрь	I	6,9	-0,6	73,0	15,0
	II	-0,5	-2,7	51,0	15,0
	III	-4,0	-4,8	38,0	15,0
	Ср	0,8	-2,7	54,0	15,0
Декабрь	I	-8,8	-6,7	18,0	14,0
	II	-4,0	-8,2	14,0	14,0
	III	0,0	-8,1	16,5	14,0
	Ср	-4,3	-7,7	16,2	14,0
2024 год					
Январь	I	-17,0	-10,4	14,0	13,0
	II	-9,5	-10,8	31,0	12,0
	III	-3,7	-11,1	12,0	10,0
	Ср	-10,1	-10,8	19,0	11,7
Февраль	I	-5,3	-11,0	22,0	12,0
	II	-6,0	-10,3	27,0	11,0
	III	-1,3	-9,2	0,0	11,0
	Ср	-4,2	-10,2	16,3	11,3
Март	I	-2,3	-7,7	0,0	12,0
	II	0,9	-5,4	0,0	13,0
	III	4,6	-3,1	10,0	14,0
	Ср	1,1	-5,4	3,3	13,0
Апрель	I	10,0	0,1	0,0	11,0
	II	9,5	3,5	44,0	12,0
	III	13,0	7,2	38,0	12,0
	Ср	10,8	3,6	27,3	11,7

Май	I	6,7	9,7	48,0	14,0
	II	10,9	11,4	20,0	16,0
	III	19,2	19,1	0,0	19,0
	Ср	12,3	13,4	22,7	16,3
Июнь	I	20,0	12,4	29,0	19,0
	II	19,0	15,4	113,0	21,0
	III	19,3	16,4	9,0	23,0
	Ср	19,4	14,7	50,3	21,0
Июль	I	23,0	17,4	16,0	25,0
	II	22,7	17,9	40,0	26,0
	III	19,0	17,9	64,0	27,0
	Ср	21,6	17,7	40,0	26,0
Август	I	18,0	17,2	16,0	27,0
	II	17,7	16,1	31,0	24,0
	III	19,8	14,6	47,0	23,0
	Ср	18,5	16,0	31,3	24,7



Рис. 3. Учёт элементов структуры урожайности



Рис. 4. Диагностика болезней растений

Таблица 4. Эффективность применения фунгицидов, против пиренофороза (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2022 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	25 Мая		04 Июня		14 Июня		Среднее	
		Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %
Систебу, КС	0,8 л/га	3,1	89,8	5,9	82,3	7,8	81,3	5,6	84,5
Систебу, КС	1,0 л/га	3,0	90,1	5,4	83,8	7,4	82,3	5,3	85,4
Прицел, КЭ	0,4 л/га	6,3	79,2	5,6	83,2	6,1	85,4	6,0	82,6
Прицел, КЭ	0,7 л/га	4,7	84,5	3,7	88,9	4,3	89,7	4,2	87,7
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	2,9	90,4	5,1	84,7	7,2	82,7	5,1	86,0
Контроль	без обработки	30,3		33,4		41,7		35,1	-
НСР ₀₅		0,26		0,47		0,31			

Таблица 5. Эффективность применения фунгицидов, против пиренофороза (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2023 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	24 мая		03 июня		13 июня		Среднее	
		Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %
Систебу, КС	0,8 л/га	2,9	82,2	4,8	76,5	6,2	76,9	4,6	78,5
Систебу, КС	1,0 л/га	2,7	83,4	4,2	79,4	5,4	79,9	4,1	80,9
Прицел, КЭ	0,4 л/га	1,2	92,6	4,1	79,9	5,2	80,6	3,5	84,4
Прицел, КЭ	0,7 л/га	0,5	96,9	0,9	95,6	1,3	95,1	0,9	95,9
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	2,1	87,1	2,8	84,8	4,6	82,8	3,2	84,9
Контроль	без обработки	16,3		20,4		26,8		21,2	
НСР ₀₅		0,12		0,26		0,42		0,3	

Таблица 6. Эффективность применения фунгицидов, против пиренофороза (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2024 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	22 мая		01 июня		11 июня		Среднее	
		Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %
Систебу, КС	0,8 л/га	2,8	85,3	3,8	85,5	6,8	78,5	4,5	83,1
Систебу, КС	1,0 л/га	2,0	89,5	3,6	86,3	6,2	80,4	3,9	85,4
Прицел, КЭ	0,4 л/га	1,5	92,1	4,2	84,0	6,1	80,7	3,9	85,6
Прицел, КЭ	0,7 л/га	0,9	95,3	2,1	92,0	1,3	95,9	1,4	94,4
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	0,8	93,7	2,5	86,4	4,2	86,7	2,5	88,9
Контроль	без обработки	19,1		26,2		31,6		25,6	
НСР ₀₅		0,43		0,41		0,35			

Таблица 7. Эффективность применения фунгицидов, против септориоза (*Zymoseptoria tritici*) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2022 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	25 Мая		04 Июня		14 Июня		Среднее	
		Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %
Систебу, КС	0,8 л/га	2,2	71,8	4,1	67,2	5,3	65,6	3,9	68,4
Систебу, КС	1,0 л/га	1,2	84,6	3,2	74,4	3,5	77,3	2,6	78,7
Прицел, КЭ	0,4 л/га	1,4	82,1	4,2	66,4	4,0	74,0	3,2	74,0
Прицел, КЭ	0,7 л/га	0,8	89,7	1,5	88,0	2,0	87,0	1,4	88,8
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	1,0	87,2	1,7	86,4	2,8	81,8	1,8	85,3
Контроль	без обработки	7,8		12,5		15,4		11,9	
НСР ₀₅		0,28		0,44		0,55			

Таблица 8. Эффективность применения фунгицидов, против Септориоза (*Zymoseptoria tritici*) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2023 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	24 мая		03 июня		13 июня		Среднее	
		Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %
Систебу, КС	0,8 л/га	2,7	73,3	5,1	65,1	7,2	72,3	5,0	70,4
Систебу, КС	1,0 л/га	2,6	74,3	4,7	67,8	5,5	78,8	4,3	74,7
Прицел, КЭ	0,4 л/га	3,4	66,3	5,2	64,4	7,8	70,0	5,5	67,8
Прицел, КЭ	0,7 л/га	1,4	86,1	2,2	84,9	2,4	90,8	2,0	88,3
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	2,4	76,2	3,1	78,8	3,4	86,9	3,0	82,1
Контроль	без обработки	10,1		14,6		26,0		16,9	
НСР ₀₅		0,32		0,33		0,56			

Таблица 9. Эффективность применения фунгицидов, против Септориоза (*Zymoseptoria tritici*) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2024 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	22 мая		01 июня		11 июня		Среднее	
		Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %
Систебу, КС	0,8 л/га	5,2	67,7	6,8	71,8	7,4	78,4	6,5	73,5
Систебу, КС	1,0 л/га	3,7	77,0	6,2	74,3	7,1	79,2	5,7	76,7
Прицел, КЭ	0,4 л/га	5,4	66,5	7,1	70,5	9,4	72,5	7,3	70,1
Прицел, КЭ	0,7 л/га	2,1	87,0	3,2	86,7	3,9	88,6	3,1	87,2
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	3,5	78,3	4,8	80,1	6,8	80,1	5,0	79,5
Контроль	без обработки	16,1		24,1		34,2		24,8	
НСР ₀₅		0,49		0,30		0,42			

Таблица 10. Эффективность применения фунгицидов, против ржавчины стеблевой (*P. graminis* Pers.) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2022 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	25 Мая		04 Июня		14 Июня		Среднее	
		Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %
Систебу, КС	0,8 л/га	1,2	85,7	1,8	84,6	3,5	79,5	2,2	82,2
Систебу, КС	1,0 л/га	1,0	88,1	1,5	87,2	2,4	86,0	1,6	86,9
Прицел, КЭ	0,4 л/га	1,3	84,5	1,6	86,3	2,8	83,6	1,9	83,9
Прицел, КЭ	0,7 л/га	0,6	92,9	0,9	92,3	1,4	91,8	1,0	91,4
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	0,8	90,5	1,2	89,7	2,4	86,0	1,5	87,4
Контроль	без обработки	8,4		11,7		17,1		12,4	82,2
НСР ₀₅		0,33		0,26		0,44			

Таблица 11. Эффективность применения фунгицидов, против ржавчины стеблевой (*P. graminis* Pers.) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2023 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	24 мая		03 июня		13 июня		Среднее	
		Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность, %
Систебу, КС	0,8 л/га	2,4	81,3	3,4	80,6	3,8	84,0	3,2	82,2
Систебу, КС	1,0 л/га	2,2	82,8	3,3	81,1	3,7	84,5	3,1	83,0
Прицел, КЭ	0,4 л/га	2,5	80,5	3,6	79,4	4,8	79,8	3,6	80,2
Прицел, КЭ	0,7 л/га	0,9	93,0	1,8	89,7	2,5	89,5	1,7	90,4
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	1,4	89,1	2,6	85,1	3,8	84,0	2,6	85,6
Контроль	без обработки	12,8		17,5		23,8		18,0	
НСР ₀₅		0,05		0,45		0,39			

Таблица 12. Эффективность применения фунгицидов, против ржавчины стеблевой (*P. graminis* Pers.) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2024 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	22 мая		01 июня		11 июня		Среднее	
		Развитие заболевания,	Биологическая	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность
Систебу, КС	0,8 л/га	3,0	78,7	4,5	80,1	6,2	81,6	4,6	80,7
Систебу, КС	1,0 л/га	2,6	81,6	4,2	81,4	5,1	84,9	4,0	83,1
Прицел, КЭ	0,4 л/га	3,2	77,3	5,6	75,2	7,1	78,9	5,3	77,1
Прицел, КЭ	0,7 л/га	1,6	88,7	2,8	87,6	3,4	89,9	2,6	88,9
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	2,6	81,6	3,7	83,6	5,2	84,6	3,8	83,8
Контроль	без обработки	14,1		22,6		33,7		23,5	80,7
НСР ₀₅		0,32		0,34		0,27			

Таблица 13. Эффективность применения фунгицидов, против ржавчины бурой (*Puccinia recondita*.) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2022 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	25 Мая		04 Июня		14 Июня		Среднее	
		Развитие заболевания,	Биологическая	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность
Систебу, КС	0,8 л/га	1,2	70,7	1,9	73,6	2,5	76,6	1,9	73,1
Систебу, КС	1,0 л/га	0,7	82,9	1,4	80,6	2,4	77,6	1,5	80,2
Прицел, КЭ	0,4 л/га	1,1	73,2	1,7	76,4	2,5	76,6	1,8	75,2
Прицел, КЭ	0,7 л/га	0,3	92,7	0,7	90,3	0,9	91,6	0,6	91,6
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	0,6	85,4	1,5	79,2	2,3	78,5	1,5	81,1
Контроль	без обработки	4,1		7,2		10,7		7,3	
НСР ₀₅		0,23		0,24		0,37			

Таблица 14. Эффективность применения фунгицидов, против ржавчины бурой (*Puccinia recondita*.) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2023 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	24 мая		03 июня		13 июня		Среднее	
		Развитие заболевания,	Биологическая	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность	Развитие заболевания, %	Биологическая эффективность
Систебу, КС	0,8 л/га	1,8	75,7	2,7	78,0	3,5	78,3	2,7	77.3
Систебу, КС	1,0 л/га	1,4	81,1	2,2	82,1	2,6	83,9	2,1	82.3
Прицел, КЭ	0,4 л/га	1,8	75,7	2,9	76,4	3,9	75,8	2,9	76.0

Прицел, КЭ	0,7 л/га	0,8	89,2	1,0	91,9	1,3	91,9	1,0	91.0
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	1,2	83,8	2,4	80,5	3,2	80,1	2,3	81.5
Контроль	без обработки	7,4		12,3		16,1		11,9	
НСР ₀₅		0,30		0,38		0,57			

Таблица 15. Эффективность применения фунгицидов, против ржавчины бурой (*Puccinia recondita*.) на озимой пшенице сорта Московская 56 (Московская область, 2024 г.)

Варианты	Норма расхода препарата	22 мая		01 июня		11 июня		Среднее	
		Развитие заболевание, %	Биологическая	Развитие заболевание, %	Биологическая эффективность	Развитие заболевание, %	Биологическая эффективность	Развитие заболевание, %	Биологическая эффективность
Систебу, КС	0,8 л/га	2,0	81,7	3,6	78,6	5,9	79,0	3,8	79.7
Систебу, КС	1,0 л/га	1,4	87,2	2,7	83,9	4,4	84,3	2,8	85.1
Прицел, КЭ	0,4 л/га	1,7	84,4	2,8	83,3	6,0	78,6	3,5	82.1
Прицел, КЭ	0,7 л/га	1,1	89,9	1,9	88,7	2,5	91,1	1,8	89.9
Брандер, КС (эталон)	1,0 л/га	1,6	85,3	2,8	83,3	6,3	77,6	3,6	82.1
Контроль	без обработки	10,9		16,8		28,1		18,6	
НСР ₀₅		0,34		0,35		0,24			

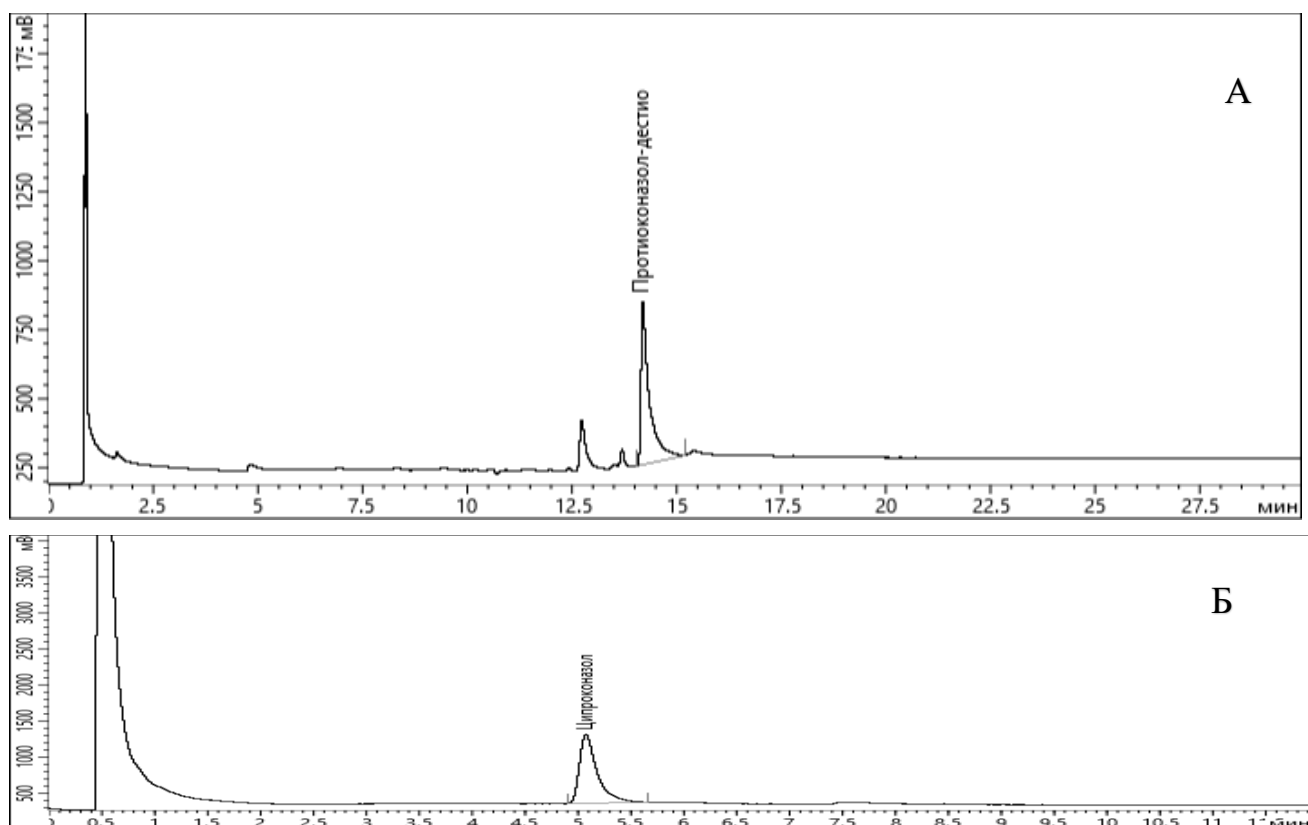


Рис. 5 Хроматограммы экстрактов зеленой массы пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестиио (А) и ципроконазол (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №0-21. Первый день после обработки.

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестиио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя –210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30

°C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

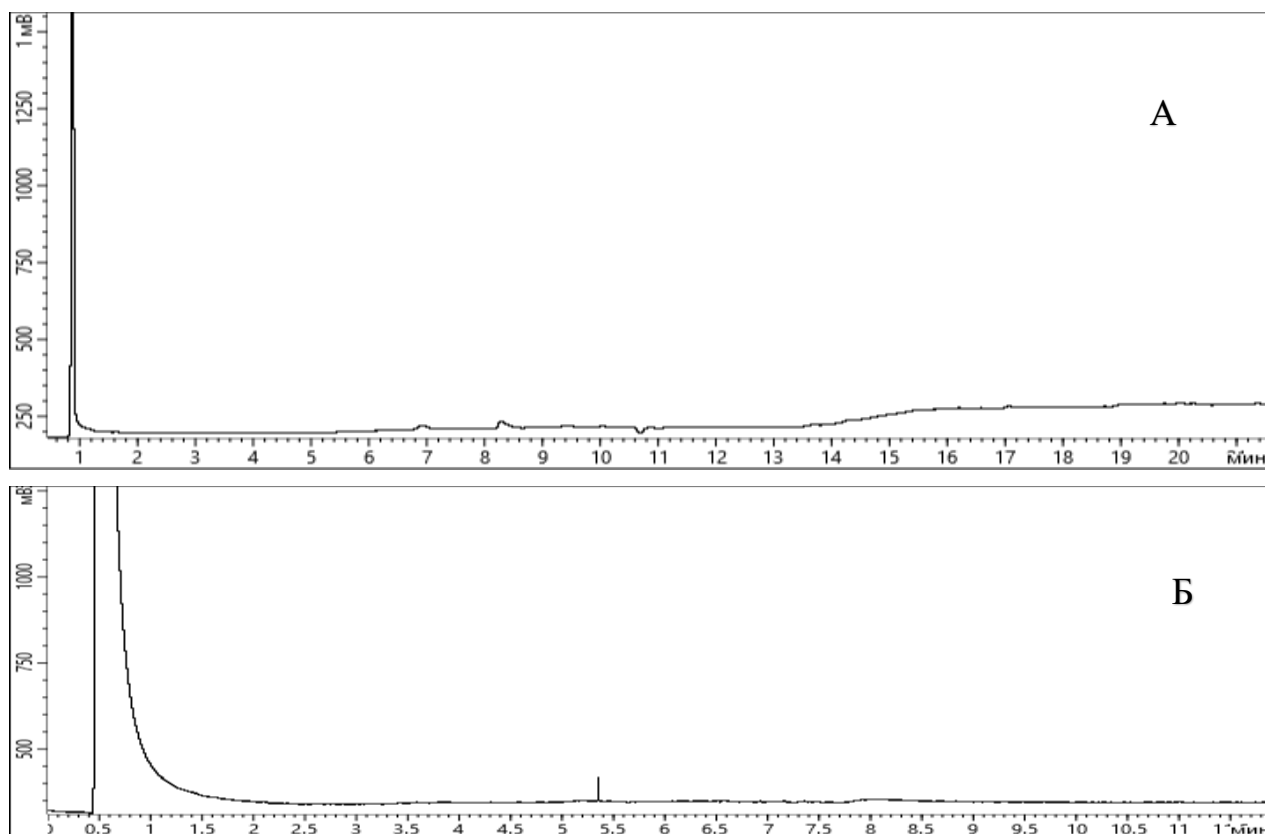


Рис. 6. Хроматограммы экстрактов зеленой массы пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестио (А) и ципроконазолш (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №01-21. Контроль без обработки

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка

хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя – 210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

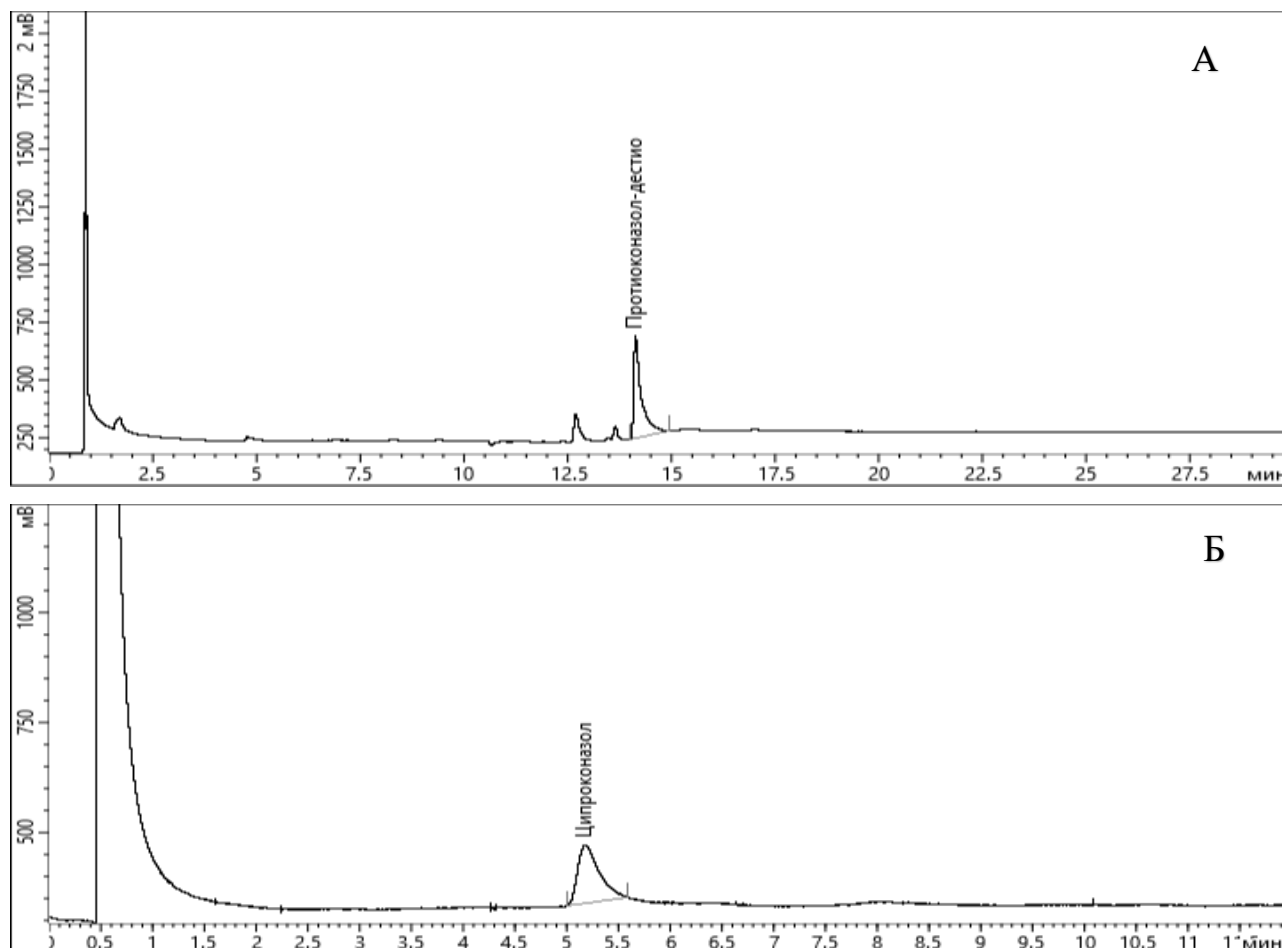


Рис. 7. Хроматограммы экстрактов зеленой массы пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестео (А) и ципроконазола (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №14-21. Четырнадцатый день после обработки.

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестео: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя – 270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.)

20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя – 210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

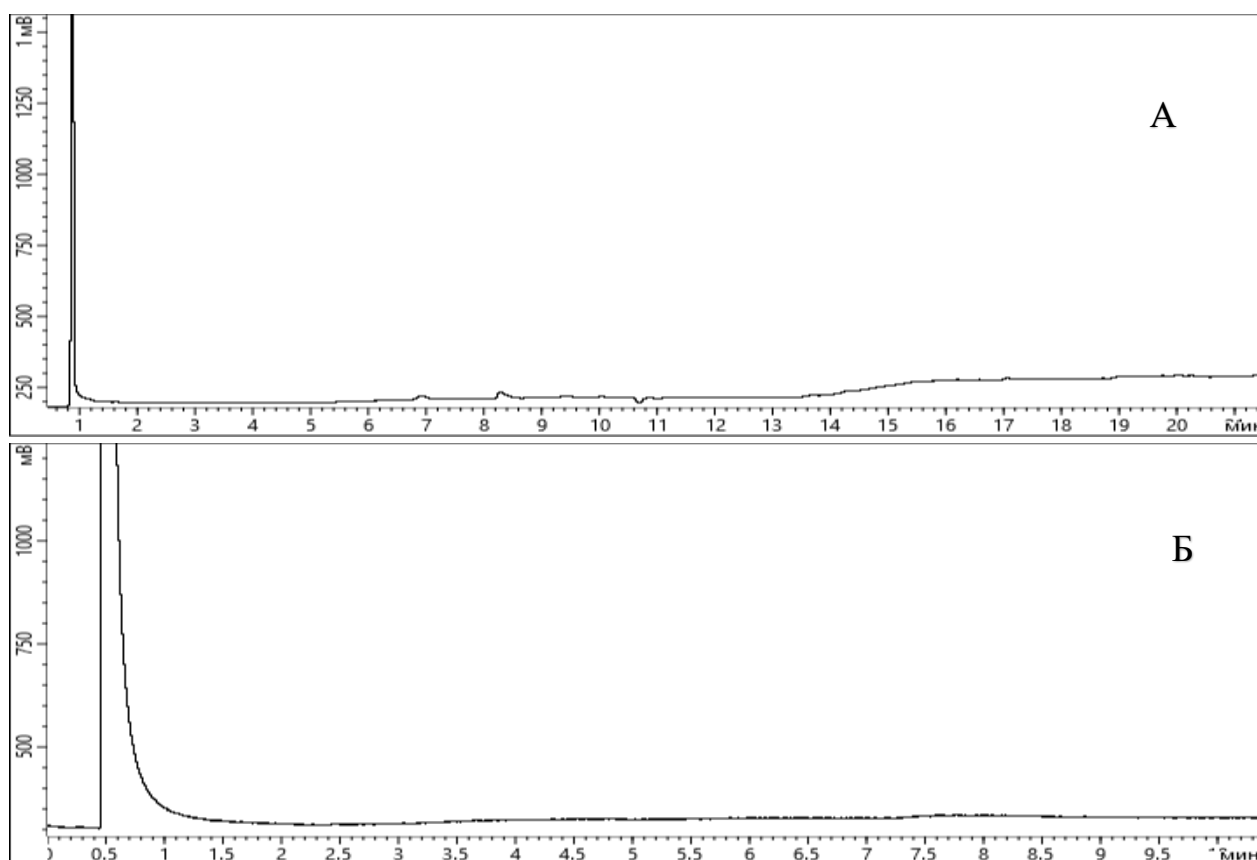
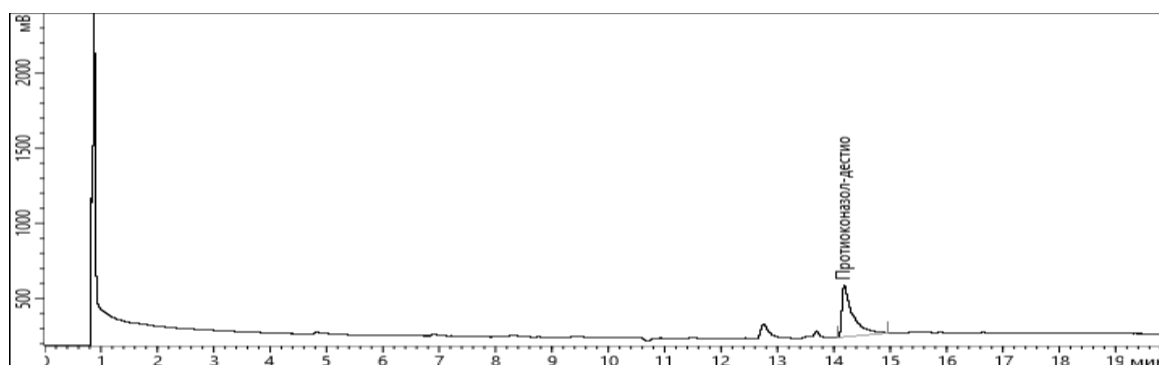


Рис. 8. Хроматограммы экстрактов зеленой массы пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестио (А) и ципроконазола (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №15-21. Контроль без обработки, четырнадцатый день.

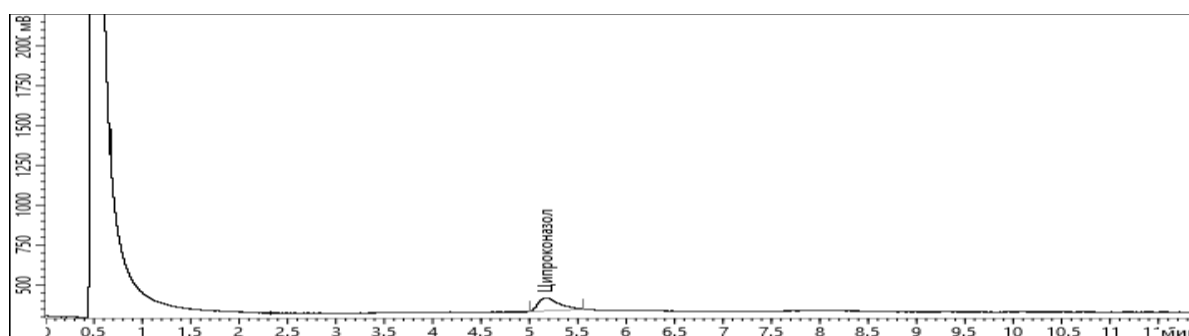
Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза

0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя – 270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя – 210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.



А



Б

Рис. 9. Хроматограммы экстрактов зеленой массы пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазолдестиио (А) и ципроконазола (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №28-21. Двадцать восьмой день после обработки

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестиио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка

хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя – 270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя – 210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

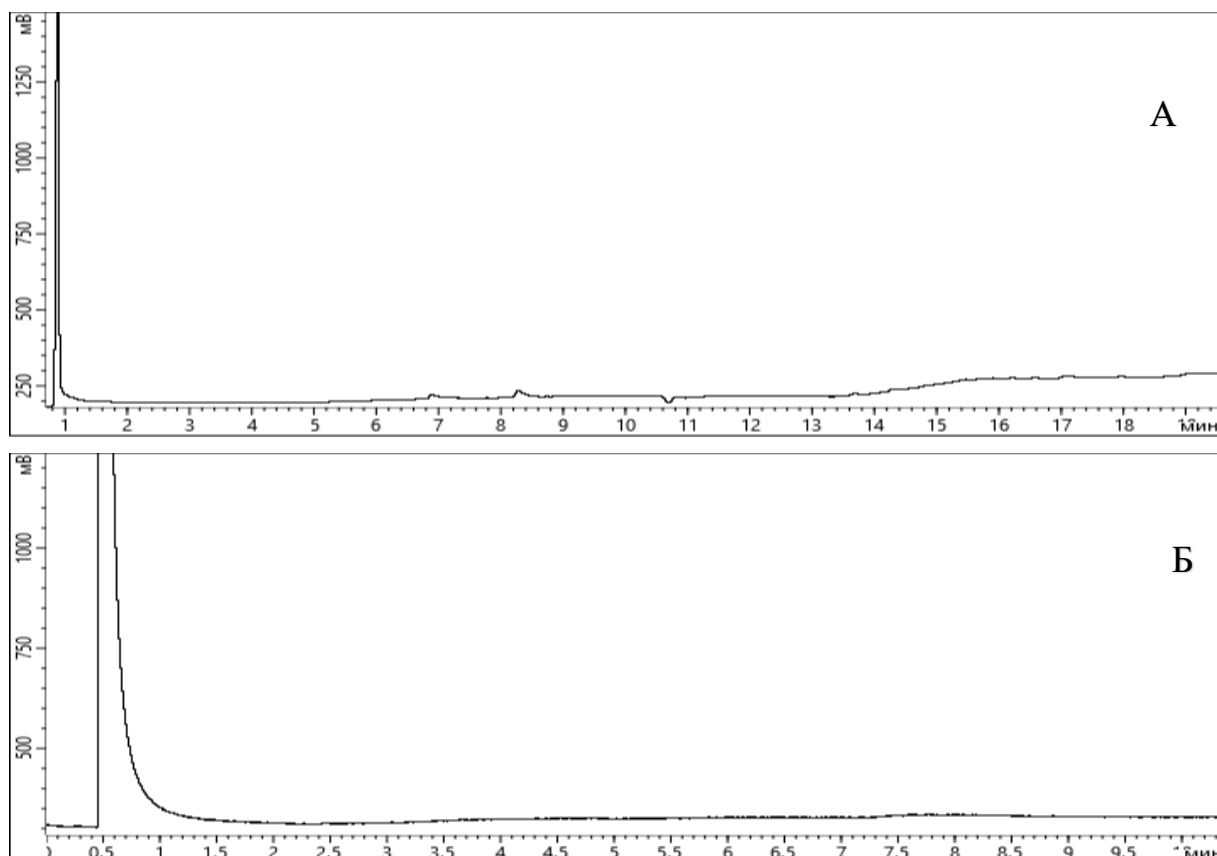
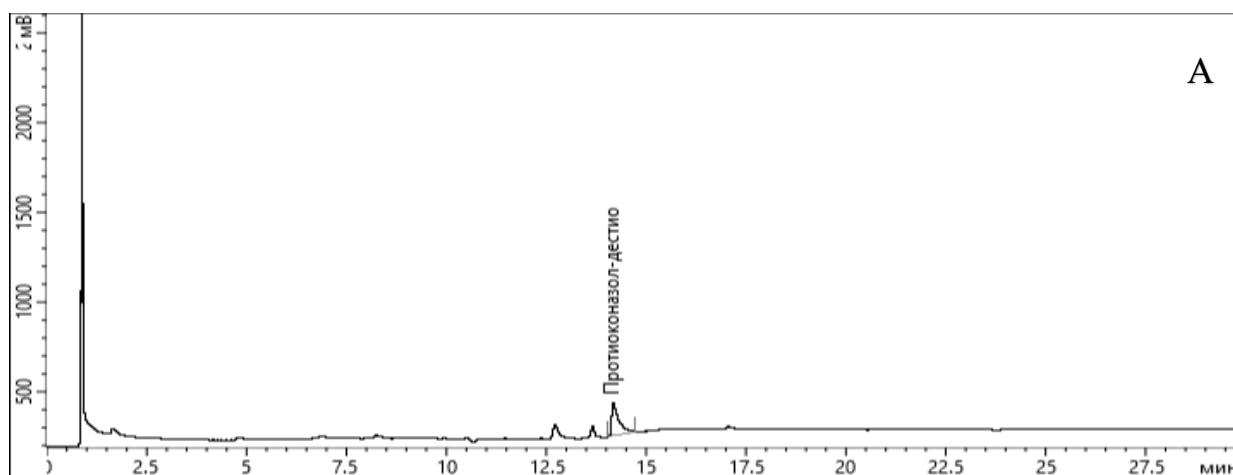


Рис 10. Хроматограммы экстрактов зеленой массы пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестию (А) и ципроконазола (Б) при

применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №29-21. Контроль без обработки, двадцать восьмой день.

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестиио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя –210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.



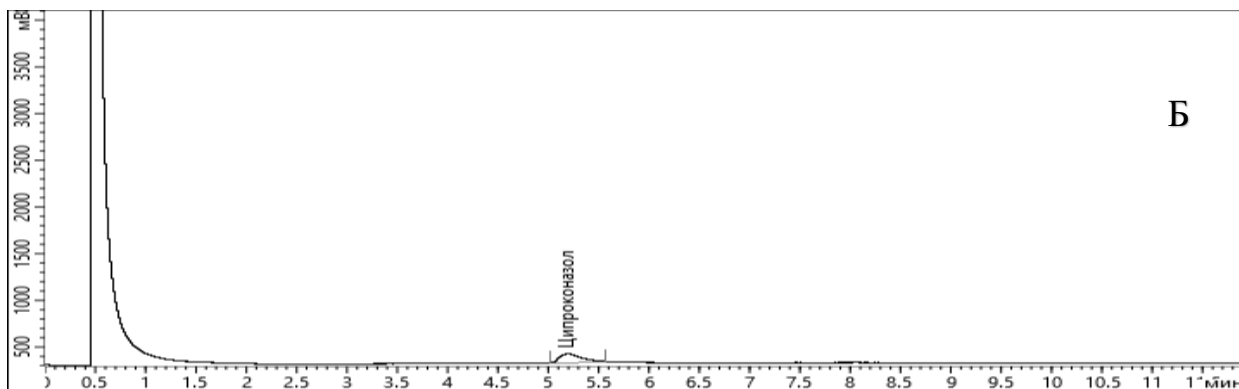


Рис 11. Хроматограммы экстрактов зерне пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестиио (А) и ципроконазола (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №40-21. Сороковой день после обработки.

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестиио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя –210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

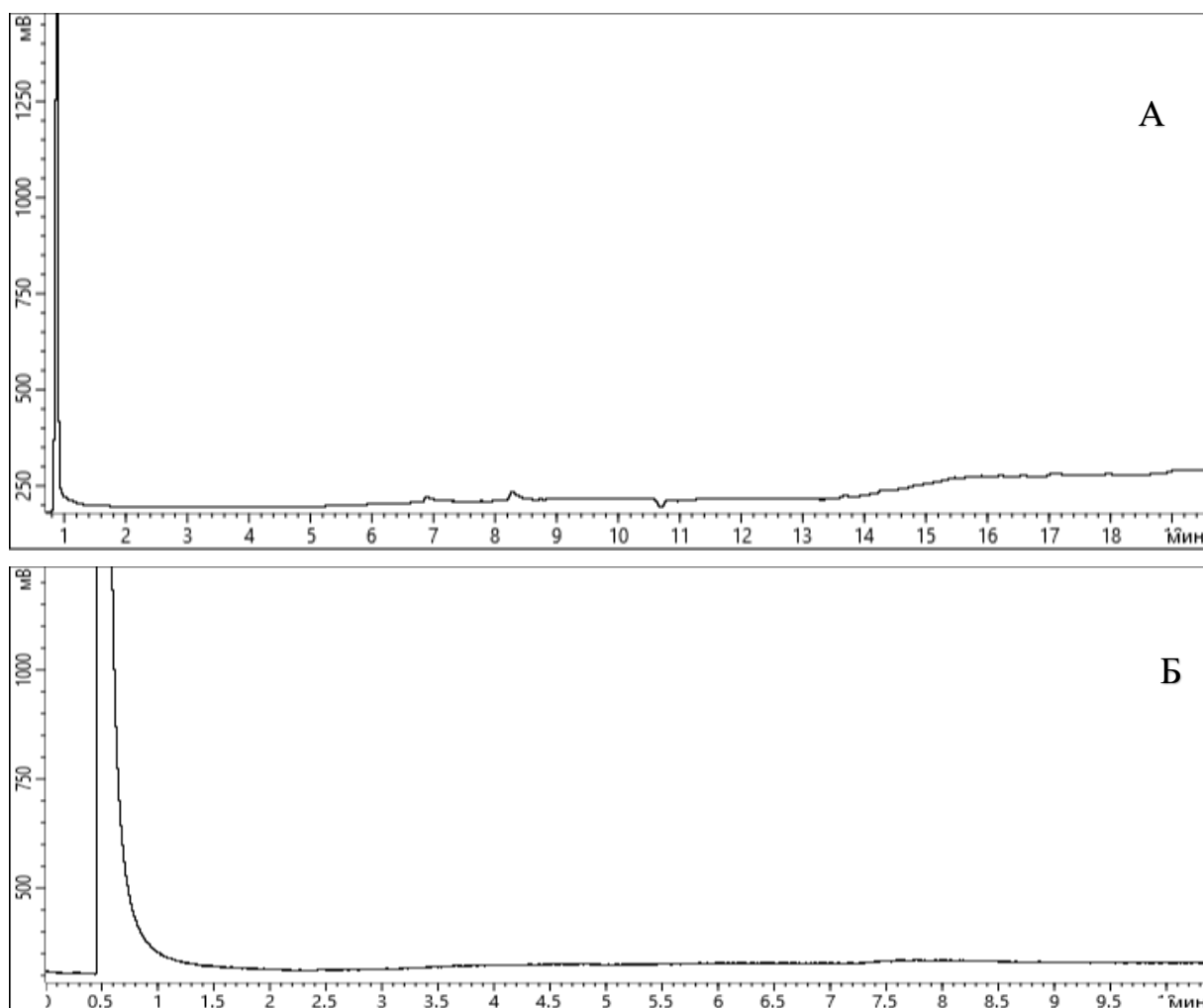


Рис 12. Хроматограммы экстрактов зерне пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестиио (А) и ципроконазола (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №41-21. Контроль без обработки, сороковой день. Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестиио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °С (2 мин.) 20 °С/мин до температуры 230 °С, (0 мин.) 3 °С/мин до температуры 240 °С (4 мин.) 20 °С/мин до температуры 270 (20 мин) °С. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый

хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя – 210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

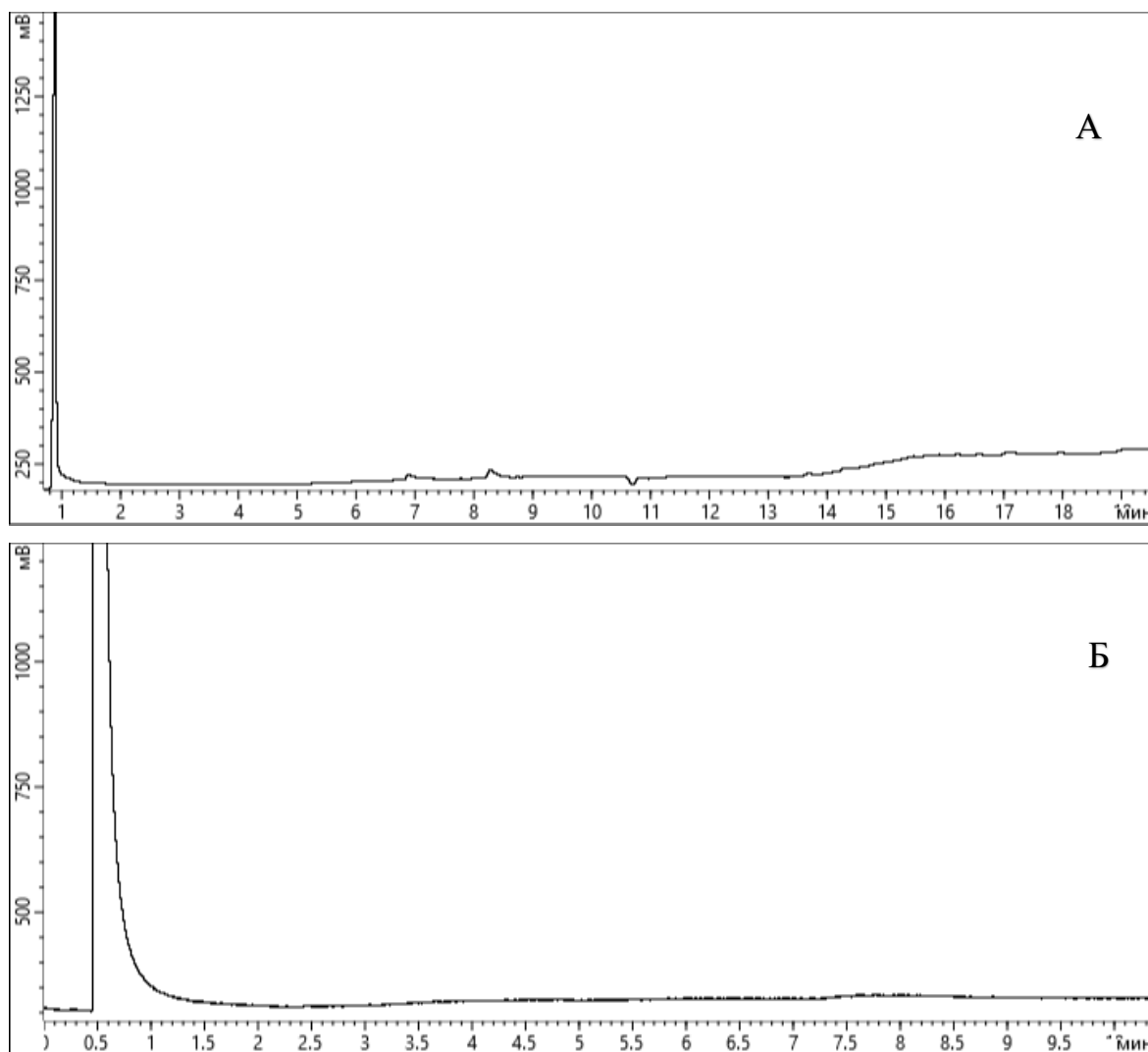


Рис 13. Хроматограммы экстрактов зерна пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестиио (А) и ципроконазола (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №50-21. Пятидесятый день после обработки.

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестиио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза

0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя – 270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

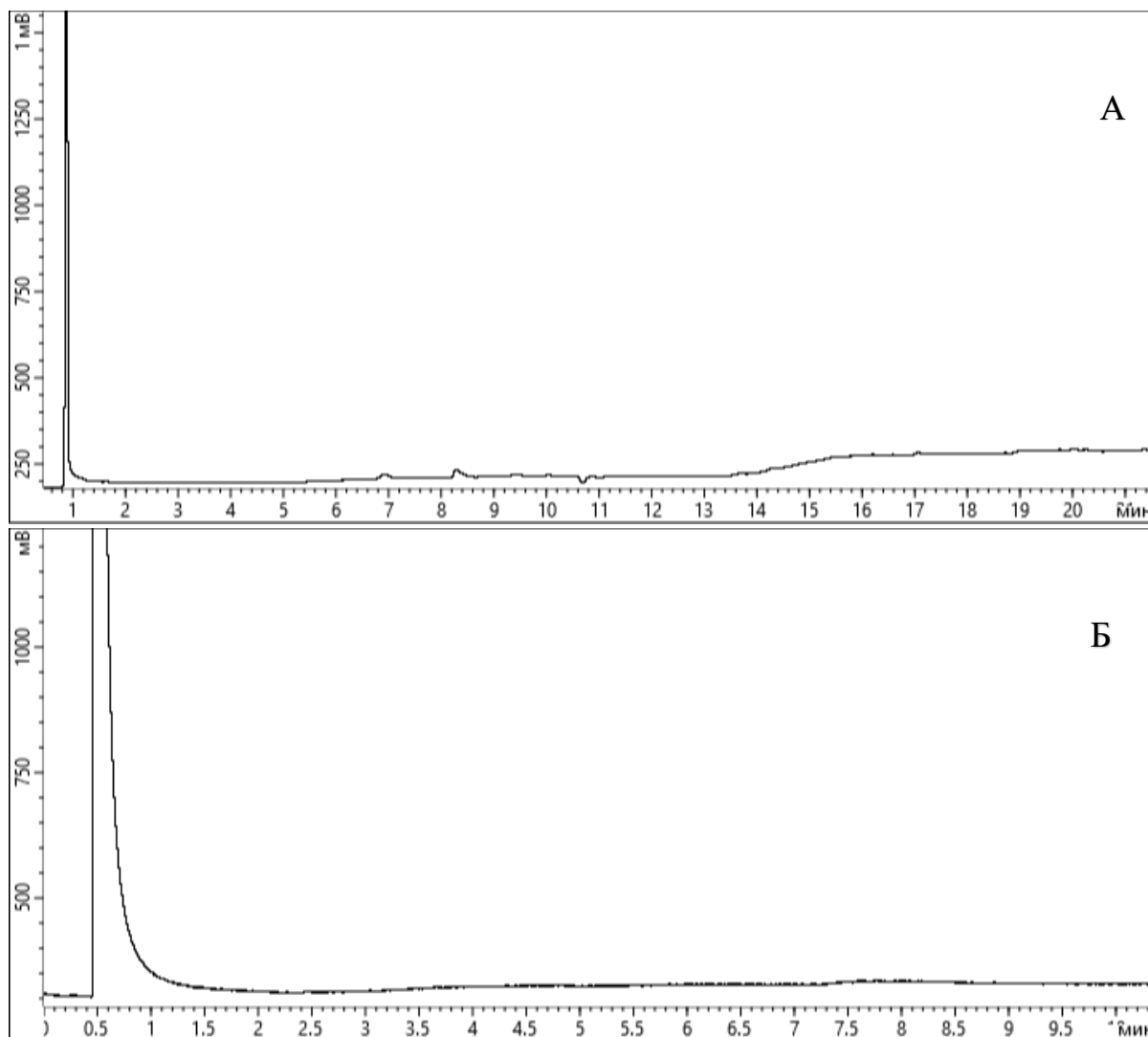
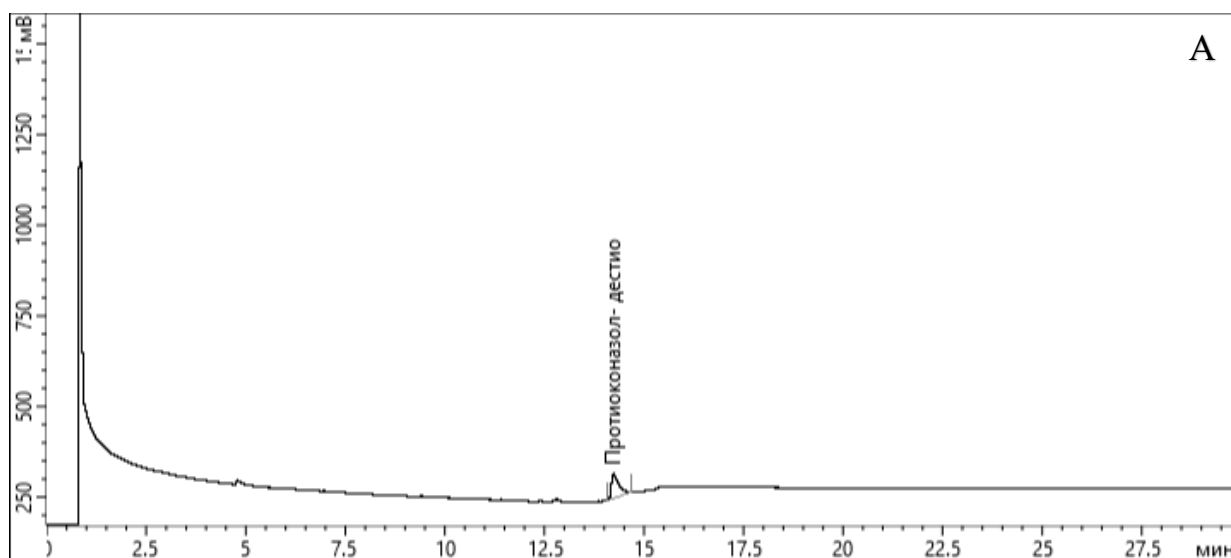


Рис 14. Хроматограммы экстрактов зерна пшеницы на содержание остаточных количеств протиоконазол-дестиио (А) и ципроконазола (Б) при применении препарата Прицел КЭ, в Московской области. Проба по акту №51-21. Контроль без обработки, пятидесятый день.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C,

температура испарителя –210°C, температура колонки - 200 °С (2 мин.) 30 °С/мин до температуры 240 °С, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл. Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °С (2 мин.) 20 °С/мин до температуры 230 °С, (0 мин.) 3 °С/мин до температуры 240 °С (4 мин.) 20 °С/мин до температуры 270 (20 мин) °С. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя –210°C, температура колонки - 200 °С (2 мин.) 30 °С/мин до температуры 240 °С, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.



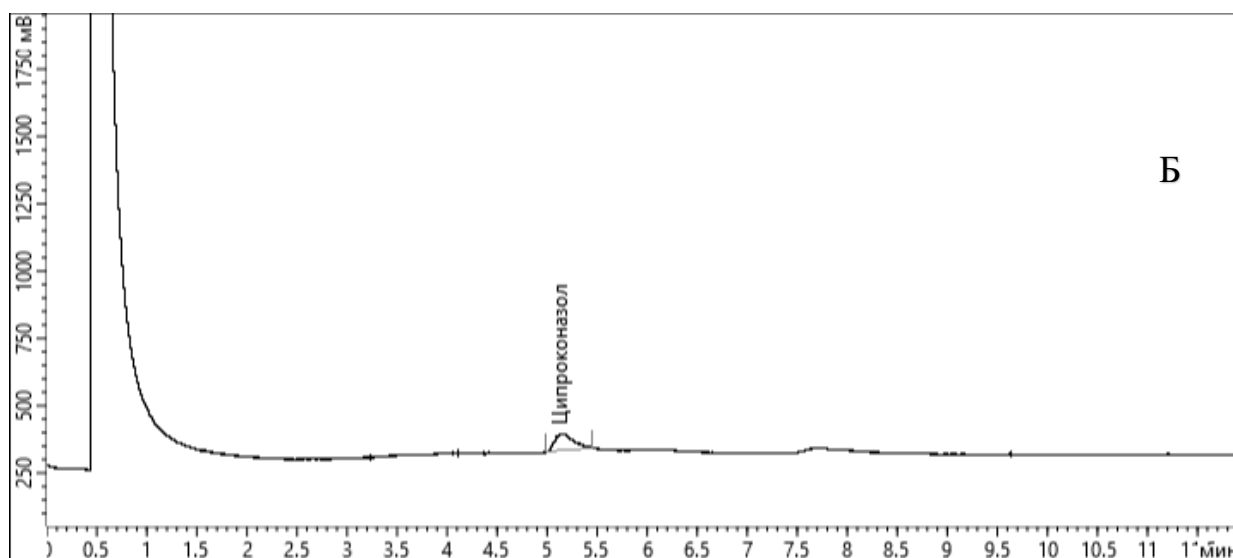


Рис 15. Хроматограммы стандартных растворов протиоконазола-дестио 0,05 мкг/см³ (А) и ципроконазола 0,2 мкг/см³ (Б)

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °С (2 мин.) 20 °С/мин до температуры 230 °С, (0 мин.) 3 °С/мин до температуры 240 °С (4 мин.) 20 °С/мин до температуры 270 (20 мин) °С. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя –210°C, температура колонки - 200 °С (2 мин.) 30 °С/мин до температуры 240 °С, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

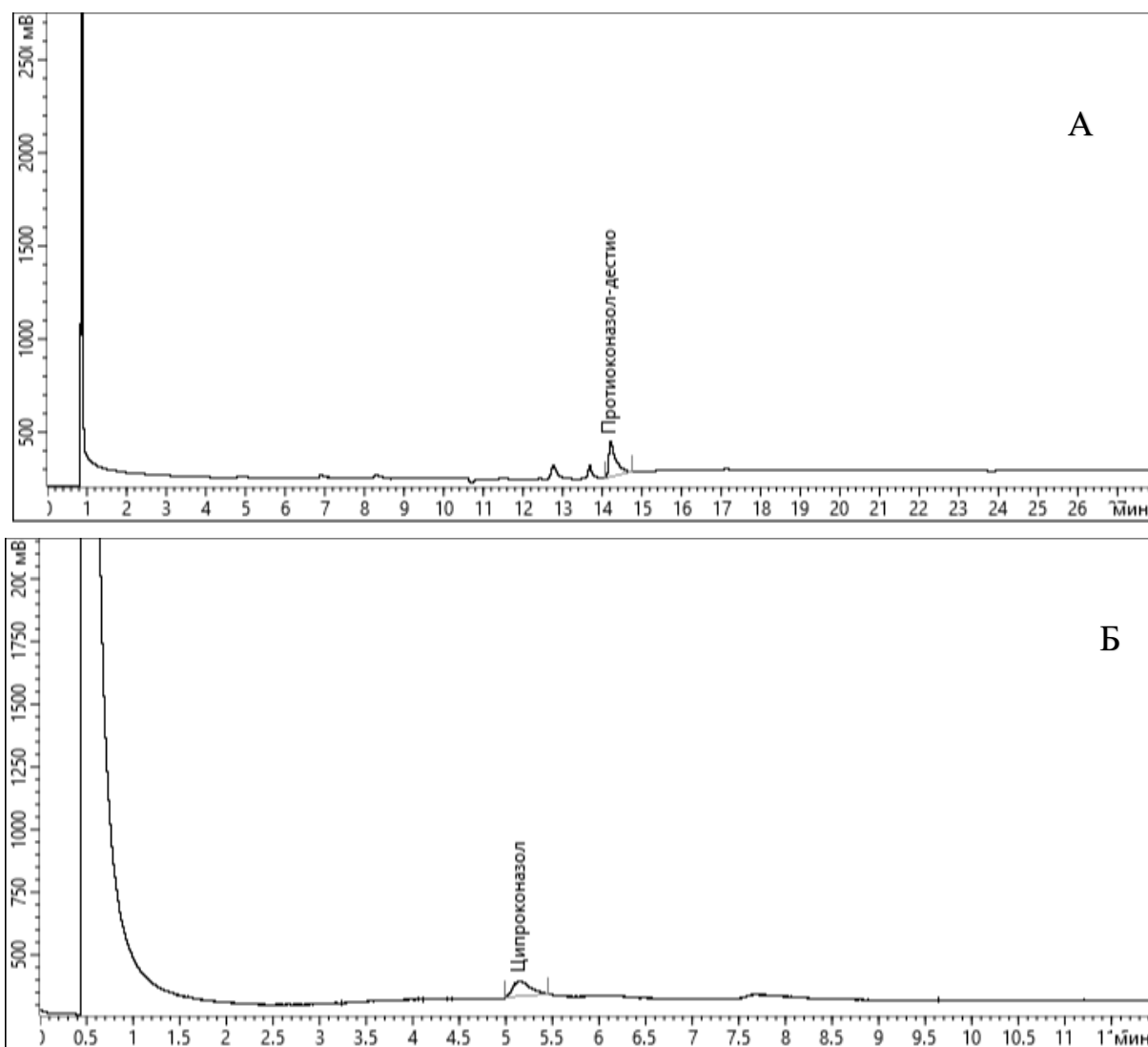


Рис. 12 Хроматограммы экстрактов контрольных проб зерна пшеницы: (А) – контрольная проба зерна с внесением 0,02 мг/кг протиоконазол-дестиио; (Б) контрольная проба зерна с внесением 0,02 мг/кг ципроконазола.

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестиио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый

хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя –210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

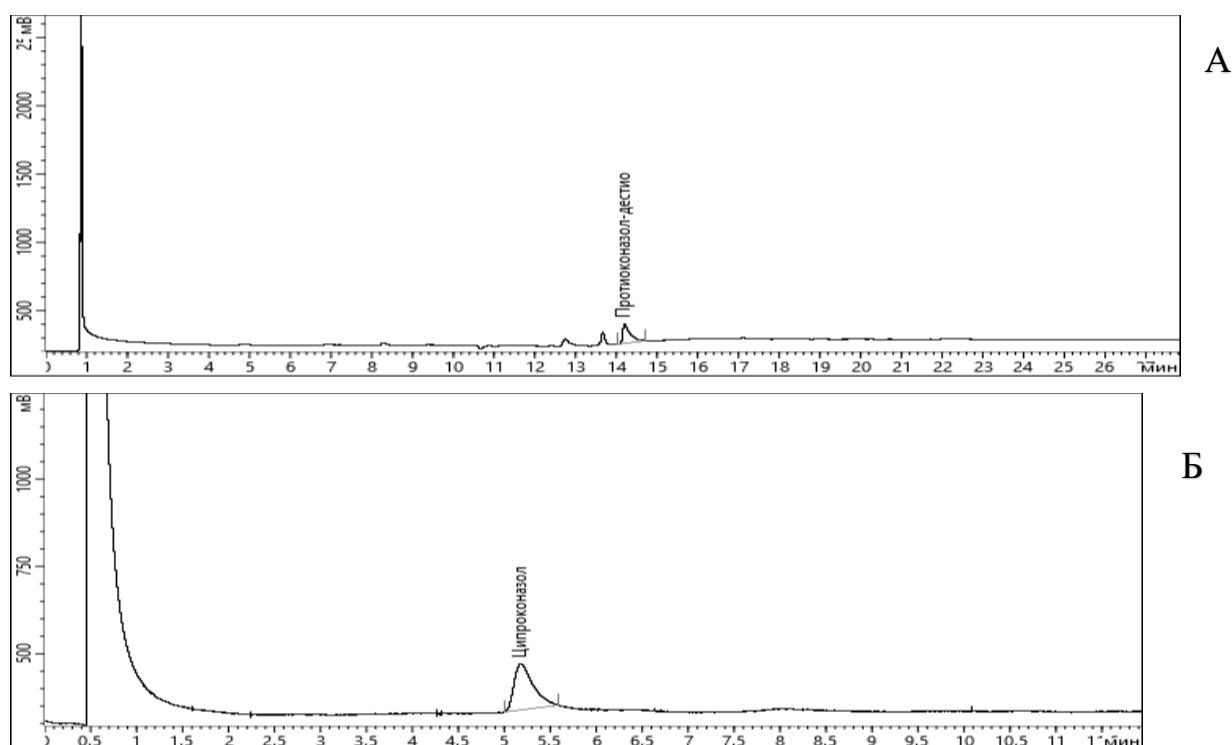


Рис. 13 Хроматограммы экстрактов контрольных проб зеленой массы пшеницы: (А) – контрольная проба зеленой массы с внесением 0,1 мг/кг протиоконазола-дестио; (Б) контрольная проба зеленой массы с внесением 0,5 мг/кг ципроконазола.

Условия хроматографирования для определения протиоконазол-дестио: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ЭЗД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 320°C, температура испарителя –270°C, температура колонки - 150 °C (2 мин.) 20 °C/мин до температуры 230 °C, (0 мин.) 3 °C/мин до температуры 240 °C (4 мин.) 20 °C/мин до температуры 270 (20 мин) °C. Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.

Условия хроматографирования для определения ципроконазола: газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл» 5000.2 с детектором ТИД. Колонка хроматографическая ULTRA-2, длина 25m, внутренний диаметр 0,2 мм, фаза 0,33 мкм Agilent Technologies. Режим прибора: температура детектора – 350°C, температура испарителя – 210°C, температура колонки - 200 °C (2 мин.) 30 °C/мин до температуры 240 °C, (2 мин.). Расхода газа носителя (азот) – 19 см³/мин, без деления потока. Объем вводимой пробы 1 мкл.