

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

Макаренко Владимир Вадимович

**БИОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ
ЯРОВОЙ И ОЗИМОЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

Шифр и наименование научной специальности
4.1.3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание учёной степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик РАН
Долженко Виктор Иванович

Санкт-Петербург
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ЛИСТОВЫЕ БОЛЕЗНИ ПШЕНИЦЫ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1 Септориоз пшеницы. Биологические особенности возбудителя, вредоносность, распространение и меры борьбы	10
1.2 Пиренофороз пшеницы. Биологические особенности возбудителя, вредоносность, распространение и меры борьбы	25
1.3 Мучнистая роса пшеницы. Биологические особенности возбудителя, вредоносность, распространение и меры борьбы	36
ГЛАВА 2. МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	49
2.1 Описание сортов пшеницы, включённых в исследования	49
2.2 Характеристика действующих веществ изучаемых препаратов	52
2.3 Методы исследований	55
ГЛАВА 3. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕГЛАМЕНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ПШЕНИЦЕ.....	59
3.1 Фитопатологическое состояние агроценозов пшеницы яровой и озимой в периоды вегетации 2018-2021 гг.	59
3.2 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Балая, КЭ на пшенице яровой	62
3.2.1 Обработка в фазу кущения.....	62
3.2.2 Обработка в фазу раскрытия влагалища флаг-листа	67
3.3 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Балая, КЭ на пшенице озимой	73
3.4 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Ревистар Топ, КЭ на пшенице яровой	79
3.4.1 Обработка в фазу кущения.....	79
3.4.2 Обработка в фазу раскрытия влагалища флаг-листа	85

3.5 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Альтасал Супер, КЭ на пшенице яровой	91
3.5.1 Обработка в фазу кущения.....	91
3.5.2 Обработка в фазу раскрытия влагалища флаг-листа	96
3.6 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Миравис Нео, СЭ на пшенице яровой	103
3.7 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Миравис Эйс, СК на пшенице яровой	108
3.8 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Кобальт, КМЭ на пшенице яровой	115
3.9 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Альтазол Форте, КЭ на пшенице яровой.....	120
3.10 Биологическая эффективность и регламенты применения препарата Квейк 112,5 Нео, КЭ на пшенице яровой.....	125
3.11 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Каюнис, КЭ на пшенице яровой.....	129
3.12 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Магнелло, КЭ на пшенице яровой.....	133
Глава 4. Экотоксикологическая безопасность новых фунгицидов.....	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	143
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	146
СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ	147
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	149
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	175
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	177

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Исторически производство зерна было ведущей отраслью сельского хозяйства. Посевные площади России составляют около 9% от мировых, что свидетельствует о больших возможностях роста производства зерновых культур (Карпенко, Антонцев, 2018). Обеспечение оптимального производства пшеницы в России – очень важная стратегическая задача, которая является одной из самых насущных проблем агропромышленного комплекса, от которого зависит продовольственная безопасность нашей страны (Долгополова и др., 2009; Громова, 2011).

В настоящее время возделывают много современных высокопродуктивных сортов яровой и озимой пшениц. Однако, биологический потенциал растений не всегда способен реализоваться в полной мере. Одной из многих причин, обуславливающих этот факт, является поражение вредными организмами. Разработка интегрированной системы защиты стала огромным достижением в борьбе с вредными организмами колосовых хлебных злаков. Её внедрение началось в начале семидесятых годов прошлого века, и сегодня она является неотъемлемой частью научно обоснованной системы земледелия Российской Федерации. На протяжении всего периода освоения она постоянно изменяется с учетом последних научных достижений и передового опыта (Долженко, Силаев, 2010; Долженко и др., 2021).

Учитывая важность распространения наукоемких технологий и повышения эффективности производства, перспективно использование химических средств защиты, направленных на контроль семенной, аэрогенной и почвенной инфекций. В настоящее время характерной чертой зернового агробиоценоза является увеличение вредоносности болезней листьев разной этиологии. Наиболее распространенными инфекциями листьев пшеницы в условиях Северо-Запада Российской Федерации являются септориоз, пиренофороз, мучнистая роса

(Гулятьева и др, 2007; Михайлова и др., 2010; Кунгурцева и др., 2015; Шпанёв, 2015; Гулятьева и др., 2017, 2019; Левитин и др., 2019).

Ассортимент отечественного рынка пестицидов постоянно подвержен переменам, происходит внедрение новых фунгицидов, отвечающих предъявленным на сегодняшний день экотоксикологическим требованиям. В связи с этим биологическое обоснование использования новых действующих веществ на пшенице яровой и озимой является вполне актуальным.

Степень разработанности темы

В настоящее время необходимость расширения перечня фунгицидов продиктована возникновением резистентности фитопатогенных грибов к действующим веществам, а также экологической безопасностью окружающей среды, человека и животных.

В последние десятилетия в Российской Федерации проводилась оценка биологической эффективности однокомпонентных и комбинированных препаратов против листовых болезней пшеницы, были определены оптимальные сроки обработок в фазы вегетации культуры, а также периоды защитного действия пестицидов и их экотоксикологическая нагрузка на агробиоценоз (Попова, 2009; Гришечкина, Долженко, 2012, 2013а,в; Санин и др., 2011, 2012, 2015; Лавринова, Евсеева, 2015; Доронин и др., 2016; Туренко, Горяинова, 2016; Гришечкина, Силаев, 2017; Глазунова и др., 2013, 2018; Лавринова и др., 2018; Петрова, Долженко, 2021; Гришечкина и др., 2022). Однако обоснование биолого-токсикологических регламентов применения фунгицидов с новыми действующими веществами на посевах пшеницы в борьбе с листовыми фитопатогенами является перспективным.

В исследования были включены прогрессивные препараты с новыми действующими веществами (мефентрифлуконазол, пидифлуметофен, фенпикоксамид), а также их комбинациями с ранее известными составляющими (мефентрифлуконазол + пираклостробин; мефентрифлуконазол + флуксапироксад; пидифлуметофен + азоксистробин + пропиконазол; пидифлуметофен + пропиконазол; фенпикоксамид + пираклостробин;

спироксамин + трифлуксистробин + биксафен). В рамках настоящих исследований также была проведена оценка эффективности однокомпонентного препарата Кобальт, в новой препаративной форме – концентрат микроэмульсии. Для усовершенствования ассортимента фунгицидов против листовых пятнистостей на пшенице яровой были изучены новые препараты Магнелло, КЭ и Альтазол Форте, КЭ.

Цель исследований: оценка биологической эффективности и безопасности новых комбинированных фунгицидов и разработка регламентов их применения для защиты пшеницы яровой и озимой от возбудителей листовых болезней в условиях Северо-Запада Нечерноземной зоны.

Задачи исследований:

1. определить биологическую эффективность новых фунгицидов с различными комбинациями действующих веществ для защиты пшеницы от возбудителей пиренофороза, септориоза и мучнистой росы;
2. оценить влияние фунгицидных обработок на продуктивность и показатели урожайности пшеницы яровой и озимой;
3. разработать регламенты эффективного и безопасного использования изучаемых фунгицидов на посевах пшеницы яровой и озимой;
4. оценить экотоксикологические показатели новых препаратов и определить остаточные количества действующих веществ исследуемых фунгицидов в зерне и соломе пшеницы яровой и озимой;
5. усовершенствовать ассортимент фунгицидов для защиты пшеницы от возбудителей листовых болезней за счёт новых комбинированных препаратов.

Научная новизна

Впервые в агроценозах пшеницы Ленинградской области была проведена оценка эффективности новых фунгицидов (Балая, КЭ; Ревистар Топ, КЭ; Альтасал Супер, КЭ; Миравис Нео, СЭ; Миравис Эйс, СК; Кобальт, КМЭ; Альтазол Форте, КЭ; Квейк 112,5 Нео, КЭ; Каюнис, КЭ; Магнелло, КЭ) против возбудителей пиренофороза, септориоза и мучнистой росы в разные фенологические фазы развития пшеницы яровой и озимой.

Определены экотоксикологические характеристики изучаемых фунгицидов и разработаны регламенты безопасного применения 10-ти новых препаратов на посевах пшеницы яровой и озимой.

Теоретическая и практическая значимость

Полученные экспериментальные данные дополняют теоретические представления о возможности эффективного и экологически безопасного применения новых фунгицидов в системе защиты яровой и озимой пшениц от листовых патогенов. С учетом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ были включены следующие фунгициды в 2022 году: Балая, КЭ, Кобальт, КМЭ, Миравис Нео, СЭ; Магнелло, КЭ; в 2023 году: Миравис Эйс, СК и Альтазол Форте, КЭ. Остальные препараты (Ревистар Топ, КЭ, Альтасал Супер, КЭ, Квейк 112,5 Нео, КЭ и Каюнис, КЭ) на данный момент подготовлены к государственной регистрации.

Методология и методы исследований

Методология настоящих исследований основана на современной концепции фитосанитарной оптимизации агробиоценоза зерновых культур. Включала постановку и проведение полевых опытов на посевах яровой и озимой пшеницы в условиях Ленинградской области, а также лабораторных исследований в соответствии с утвержденными методами оценки биологической эффективности и безопасности фунгицидов. В работе применялись принципы системного анализа и общепринятые апробированные методики. Подтверждение сформулированных выводов базируется на оценке достоверности статистических показателей.

Положения, выносимые на защиту

1. Новые средства борьбы с болезнями пшеницы яровой и озимой в условиях Ленинградской области (Балая, КЭ; Ревистар Топ, КЭ; Альтасал Супер, КЭ; Миравис Нео, СЭ; Миравис Эйс, СК; Кобальт, КМЭ; Альтазол Форте, КЭ; Квейк 112,5 Нео, КЭ; Каюнис, КЭ; Магнелло, КЭ).

2. Биологическая эффективность новых фунгицидов в отношении возбудителей *Pyrenophora tritici-repentis* Died., *Zymoseptoria tritici* Robergeex

Desm., *Blumeria graminis* Speer f. sp. tritici March. на посевах пшеницы яровой и озимой.

3. Регламенты эффективного и безопасного использования новых фунгицидов для защиты пшеницы от возбудителей пиренофороза, септориоза и мучнистой росы.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности результатов исследований определяется достаточным объемом полученных экспериментальных данных для проведения статической обработки и выявления достоверности различий.

Данные диссертации были представлены на: Международной научно-практической конференции «Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК» (Санкт-Петербург, 28-30 марта 2019 г.); Международной научно-практической конференции «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий» (Санкт-Петербург, 23-25 янв. 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур» (Тирасполь, 10 апр. 2020 г.); X Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию КубГАУ (Краснодар, 21-25 июня 2021 г.); XVI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 9-10 фев. 2021 г.); V Всероссийском конгрессе по защите растений, посвящённого 300-летию Российской академии наук (Санкт-Петербург, 16-19 апр. 2024 г.).

Публикации результатов исследований

Основные материалы диссертации изложены в 9 печатных работах, в т.ч. в 3 статьях, опубликованных в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ.

Личный вклад автора

Представленная диссертационная работа является результатом четырёхлетних научных исследований, выполненных автором. Диссертанту принадлежит подготовка и проведение полевых исследований, учётов и наблюдений, анализ полученных результатов.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 180 страницах машинописного текста, иллюстрирована 31 таблицами и 53 рисунками. Состоит из введения, обзора литературы, 4 глав, заключения, списка работ, опубликованных по теме диссертации, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 223 источника, в т.ч. 44 на иностранных языках, 1 электронного интернет-ресурса, 2 приложений.

ГЛАВА 1. ЛИСТОВЫЕ БОЛЕЗНИ ПШЕНИЦЫ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Септориоз пшеницы. Биологические особенности возбудителя, вредоносность, распространение и меры борьбы

В России септориоз пшеницы был впервые обнаружен в 1911 г. в Тульской и Воронежской областях А.А. Ячевским, а в 1914 г. – в Крыму и Казахстане А.С. Бондарцевым. В настоящее время болезнь имеет распространение во всех районах возделывания пшеницы: Южный федеральный округ, Центральное Черноземье, Поволжье, Алтайский край, Урал, Сибирь, Нечерноземная зона (Кочоров, 2015; Коломиец, 2017). Септориоз пшеницы способен снижать продуктивность растений на 30 – 40% и более (Пересыпкин, 1989).

На территории Российской Федерации наиболее распространёнными и вредоносными возбудителями септориоза листьев пшеницы являются – *Zymoseptoria tritici* Robergeex Desm. (телеоморфа *Mycosphaerella graminicola* Fuckel) и *Parastagonospora nodorum* Berk. (телеоморфа *Phaeosphaeria nodorum* Müll.) Hedjar. Первый вид поражает преимущественно листья, а второй все надземные органы (листья, колос, зерно) и проявляется в более поздние фазы развития культуры. *Zymoseptoria tritici* (*Septoria tritici*) и *Parastagonospora nodorum* (*Septoria nodorum*) различаются по биологическим свойствам и требованиям к условиям окружающей среды. Зачастую оба вида могут существовать совместно на одном и том же растении; их представленность зависит от складывающихся погодных условий, сорта и фаз развития растений (Кудашов, 2015; Гультияева и др., 2007, 2017, 2019).

Согласно филогенетическому анализу, возбудитель *Zymoseptoria tritici* относится к отделу Dikarya, классу Dothideomycetes, подклассу Dothideomycetidae, порядку Mycosphaerellales, семейству Phaeosphaeriaceae. Возбудитель септориоза пшеницы – *Parastagonospora nodorum* относится к отделу Ascomycota, классу Dothideomycetes, подклассу Pleosporomycetidae, порядку Pleosporales, семейству Phaeosphaeriaceae (URL: <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search>).

Характер поражения грибом *Zymoseptoria tritici* на листьях проявляется в виде продолговатых желтовато-коричневых полос или темно-бурых, зеленовато-бурых пятен с пепельно-серым центром, без каймы или с жёлтой, или тёмно-пурпуровой каймой, 5-10×2-5 мм. С течением времени пятна постепенно разрастаются и сливаются, образуя некротические полосы. Это приводит к преждевременному засыханию листьев. Плодовые тела – пикниды светло-коричневые, бурые или жёлтые, шаровидные или шаровидно-эллипсоидальной формы, располагающиеся группами или рядами вдоль жилок на обеих сторонах листьев, погруженные, диаметром 75-270 мкм, с овальным или круглым устьищем 30-40×15-18 мкм в диаметре. В каждой пикниде могут образовываться до 15-20 тыс. пикноспор; они по форме прямые или слегка согнутые, нитевидные, зеленоватые или почти бесцветные, с закругленными концами, с 3-4, реже 5-7 перегородками, размером 36-98×3,5-5 мкм (Хохряков и др., 1984; Ишкова и др., 2002; Quaedvlieg et al., 2011, 2013; Lalosevic et al., 2016; Койшыбаев, 2018; Figueroa et al., 2018).

Помимо конидиальной стадии возбудитель формирует сумчатую стадию (телеоморфу). Весной на растительных остатках образуются псевдотеции, с коротким коническим устьищем. Аски цилиндрически-булавовидные, на короткой ножке, 24-28×8-9 мкм, содержат по восемь двуклеточных аскоспор. Аскоспоры яйцевидные, веретеновидно-овальные, прямые или слегка изогнутые (Ишкова и др., 2002; Шамрай, 2011).

Parastagonospora nodorum поражает листья, стебли, колосковые чешуйки и семена. На листьях и влагалищах возбудитель образует многочисленные, мелкие, продолговатые, в виде штрихов или темно-бурые с хлоротичным окаймлением пятна. Пикниды образуются на верхней стороне листа, шаровидные, разбросанные или расположенные рядами, полупогруженные, светло-бурые. Конидии и аскоспоры являются источником первичного заражения всходов пшеницы. Аскомы (псевдотеции) формируются на перезимовавших частях растений. В течение вегетации распространение возбудителя происходит с помощью конидий. Пикниды шаровидные, темно-коричневые, 66-150 мкм в

диаметре, стенки тонкие, устье округлое, окруженное слоем более темных клеток. Конидии с 1-3 перегородками, палочковидные или цилиндрические, прямые или изогнутые, на концах закругленные, 13-38,4×2,0-3,0 мкм, бесцветные. Аскомы 160-300 мкм в диаметре, с коротким коническим устьищем. Аски цилиндрически-булавовидные, на короткой ножке, 20-28×4-6 мкм. Аскоспоры веретеновидные, бледно-бурые, с 3 перегородками, 20-28×4-6 мкм (Хохряков и др., 1984; Танский и др., 2005; Бакулина и др., 2020).

Скорость развития инфекции имеет прямую зависимость от многих факторов: наличия исходного инокулюма, скорости распространения и развития возбудителя, его плодовитости и числа генераций за сезон (Санин, 2012а).

Пикниды сохраняются на растительных остатках, злаковых сорняках, всходах падалицы и озимых культур, пораженном семенном материале. Источниками первичного заражения всходов являются конидии и аскоспоры (Дерова и др., 2015).

Распространение возбудителей происходит двумя способами воздушным или воздушно-капельным. Споры грибов способны переноситься ветром на большие расстояния, которые могут достигать тысячи километров. Воздушно-капельное распространение спор обычно происходит во время дождя. Важную роль играет скорость развития возбудителя после контакта с растением-хозяином. После попадания на листовую поверхность растения-хозяина, споры возбудителя при наличии капельной влаги прорастают. Образуются ростковые трубки, которые проникают в ткань листа через устья или кутикулу. При оптимальной температуре прорастание спор возбудителя септориоза происходит в течение 2-15 ч, а заражение им наблюдается примерно через 6-24 ч. Первые симптомы заражения септориозом визуально можно увидеть через 10-14 дней. Для формирования зрелых пикнид *Septoria nodorum* требуется 8-14 дней после инокуляции, а *Zymoseptoria tritici* 14-20 дней. При благоприятных погодных факторах возбудители септориоза листьев пшеницы могут давать от 6 до 12 генераций (Пахолкова, 2015).

При хранении листьев, инфицированных возбудителем *Zymoseptoria tritici*, было отмечено, что пикноспоры снижают жизнеспособность в течение 3-4 лет, а *Septoria nodorum* в течение 8 лет, после чего полностью её теряют (Зеленева, Судникова, 2014а).

Развитие септориоза зависит от температуры воздуха и количества осадков. Так при более прохладной погоде в августе ($r = -0,42$ и $r = -0,28$) с достаточным количеством осадков ($r = 0,29$ и $r = 0,38$) развитие септориоза возрастает (Шешегова и др., 2017).

Погодные условия, наиболее благоприятные для появления септориоза, определяются следующие метеорологическими факторами и их параметрами: среднесуточная температура воздуха более 15°C , продолжительность дождливой погоды более 1,5 суток (36 часов); среднесуточная температура воздуха $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$, продолжительность дождливой погоды более 2 суток (48 часов); среднесуточная температура воздуха $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$, продолжительность дождливой погоды более 3 суток (72 часа). Количество выпавших осадков в период дождливой погоды >12 мм (Санин и др., 2015). За семилетний период исследований по определению влияния климатических факторов на развитие септориоза пшеницы было выявлено, что частота выделения возбудителей септориоза тесно коррелирует как с дождями, так и с высокими температурами (Gilbert et al., 1998).

При постановке прогноза септориоза следует в первую очередь ориентироваться на число дней с осадками за период конец выхода в трубку (фаза 39 по Zadoks) – начало молочной спелости (фаза 71 по Zadoks). Если в этот фенологический период ожидается засушливая погода с интенсивностью осадков меньше 20 мм и менее 5 дождливых дней, то развитие болезни будет относительно слабым с интенсивностью поражения флагового листа менее 30% и потерями урожая зерна менее 10%. При интенсивности осадков 20–60 мм и количестве дней с осадками 5–20 будет иметь место умеренное развитие болезни с поражением флагового листа 30–50% и потерями урожая 10–20%. Если ожидается дождливая погода с интенсивностью осадков более 60 мм и числом дней с осадками более 20 прогнозируется эпифитотийное развитие септориоза

листьев, пораженность флагового листа превысит 50%, а потери урожая – 20% (Санин и др., 2015).

Устойчивые сорта, химический контроль и агротехнические мероприятия как составляющие интегрированной защиты растений позволяют контролировать развитие и распространение септориоза в посевах пшеницы. На состав могут влиять поток генов, давление отбора, оказываемое хозяином (сортом, видом), взаимодействие между изолятами и окружающая среда (Gilchrist, Dubin, 2002; Афанасенко, 2020; Зеленева и др., 2020).

Появление резистентных форм возбудителя *Zymoseptoria tritici* приводит к необходимости контролировать его с помощью сортовой устойчивости. Stb6 и Stb15 наиболее распространенные качественные гены устойчивости в современных сортах пшеницы, которые определяют специфическую устойчивость к авирулентным грибным генотипам, следуя соотношению ген-ген (Orton et al., 2017).

Механизмы, участвующие в сопротивлении вредоносному заболеванию листьев – септориозу, способствуют созданию устойчивых сортов. Сортовая устойчивость зависит, прежде всего, от различного паттерна экспрессии генов (Orgs и др., 2018; Харина, Волкова, 2023).

Итогом многолетних исследований образцов пшеницы из коллекции GRIN (США) является обнаружение 10 сортов, обеспечивающих частичную устойчивость растений к септориозу за счет увеличения продолжительности латентного периода и уменьшения развития инфекционных пятен (Коломиец и др., 2017).

Выбор сорта пшеницы играет решающую роль в формировании фитосанитарной ситуации в посевах. Расширение посевных площадей менее поражаемых сортов пшеницы позволит существенно снизить затраты на защиту от листостеблевых болезней и повысить рентабельность возделываемой культуры (Буга и др., 2012).

Агротехнические приемы являются базовыми мероприятиями в системе повышения урожайности зерновых культур, которые способствуют созданию

неблагоприятных условий для развития болезней и вредителей не только на протяжении вегетационного периода, но и в последующие годы (Трубилин, 2005). Борьба с сорной растительностью является наиболее востребованным мероприятием в защите посевов яровой пшеницы, в условиях Северо-Запада Нечерноземной зоны. Целевыми объектами обработок преимущественно являются однолетние двудольные сорные растения. Высокий эффект достигается при применении комбинированных гербицидов, действие которых направлено на однолетние, так и на многолетние двудольные сорные растения, например, Линтура, ВДГ (659 г/кг дикамба (натриевая соль) + 41 г/кг триасульфурона) (Шпанёв и др., 2015).

Против септориоза пшеницы рекомендуется применение агротехнических мероприятий, направленных на уничтожение растительных остатков: вывоз соломы, глубокая зяблевая вспашка с заделкой стерни (Кудашов, 2015).

Ю.В. Зеленева совместно с В.П. Судниковой (Зеленева, Судникова, 2014б) изучили влияние предшествующей культуры в севообороте на развитие возбудителей септориоза пшеницы. Авторы выявили, что наиболее высоким развитием болезни отмечался посев яровой пшеницы по ячменю, а озимой пшеницы по люцерне. Также было отмечено, что при посеве пшеницы с поверхностной обработкой почвы степень поражения септориозом была выше, чем при вспашке. По мнению авторов, внесение больших доз азотных удобрений (от 80 до 160 кг д.в./га) способствует развитию болезни. Т.И. Пасько (2018) также выявил тенденцию высокого развития септориоза листьев в вариантах с повышенным уровнем минерального питания растений.

В дифференцированной системе ухода за посевами пшеницы озимой, разработанной С.А. Игольниковым (2015), подкормки удобрениями имеют важное значение и способствуют болезнеустойчивости растений. При раннем возобновлении весенней вегетации фосфорно-калийные подкормки стимулируют кущение и умеренный рост, сокращают продолжительность периодов развития, повышают выход зерна в урожай общей массы.

В России против септориоза листьев пшеницы, когда не ожидается эпифитотийного развития болезни, при правильном применении эффективными являются биофунгициды. На 2024 год в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» представлены фунгициды биологического происхождения, на основе бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* (штамм КС-2), *Bacillus subtilis* (штаммы 26 Д, В-10 ВИЗР, ИПМ 215, В-76, 63-Z, а также комбинации *Bacillus subtilis*, штамм В-2918+ *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм ИМВВ-7100 и *Bacillus subtilis*, штамм 26 Д+ штамм 1К+ штамм 3К+ штамм 3Н + штамм 8К + штамм 7К + штамм 3/28 в сочетании с *Trichoderma reesei*, штамм 4К+ *Trichoderma atroviride*, штамм 10К+ *Trichoderma longibrachiatum*, штамм 9К), препарат Метабактерин, СП с сочетанием нескольких штаммов разных бактерий *Methylobacterium extorquens* NVDBKMB-2879 + *Streptomyces hygroscopicus* subsp. «limoneus» ВКИМФС-1966 + штамм *Bacillus amyloliquefaciens* ВКИМВ-2918 ИПМ-215, наряду с этим предлагаются препараты на основе *Pseudomonas aureofaciens* штамм BS 1393, *Pseudomonas fluorescens* штаммы AP-33. Против септориоза на пшенице яровой рекомендуется к применению биофунгицид Фитотрикс, Ж на основе гриба из рода аскомицетов – *Trichoderma Asperellum M18* штамм ВКИМ F-1395.

Немецкие ученые в своих лабораторных исследованиях в качестве биоконтрольного агента против *Zymoseptoria tritici* использовали почвенную бактерию *Bacillus licheniformis*, которая способствовала ингибированию конидиального прорастания и обеспечивала высокую эффективность в подавлении развития возбудителя (Alippra et al., 2000).

При однократной обработке средние значения биологической эффективности биопестицидов против возбудителей септориоза листьев и колоса пшеницы находились в диапазоне 21-56%. По данным С.С. Санина и др. (2012б) биопрепараты в порядке снижения эффективности против возбудителей септориоза листьев располагались следующим образом: Бактофит-2 – Планриз – Псевдобактерин-2 – Псевдобактерин – Триходермин – Алирин-Б – Бактофит. По мнению автора, биопестициды по биологической и хозяйственной эффективности

несколько уступают современным химическим препаратам, но из-за низкой стоимости имеют незначительные различия в экономической эффективности.

В полевых опытах Л.М. Власовой с соавторами (2018) была изучена защита посевов пшеницы озимой от возбудителя септориоза при применении биологических препаратов: Фунгилекс, СК (*Bacillus subtilis*), Триходермин, СП (*Trichoderma viride*), а также системного комбинированного фунгицида Амистар Экстра, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола). Обработки проводились однократно в фазы выхода в трубку и колошения растений. Были получены данные по снижению развития болезни на 74-75% по сравнению с контролем при обработке как биологическими, так и химическим препаратами. Профилактическая обработка растений пшеницы баковой смесью Псевдобактерин-2, ПС + Гумат+7 приводит к минимальному развитию септориоза на листьях и увеличению густоты стояния растений пшеницы, а также ее урожайности (Манылова, Жаркова, 2020).

Сокращение посевных площадей под зерновые с одновременным увеличением доли необработанных земель, резкое уменьшение объемов химической обработки крайне негативно сказались на формировании агроценозов зерновых культур (Тарасов, 2009; Шишкин, Позднякова, 2010). Химический метод защиты пшеницы от фитопатогенов занимает ведущие позиции как наиболее оперативный и эффективный. Появление листовых патогенов фиксируется в фазы развития пшеницы флаговый лист – колошение, прохождение которых совпадает с максимумом осадков, что способствует быстрому нарастанию поражения растений. Применение фунгицидных препаратов при появлении флагового листа является оптимальным по эффективности защиты (Кекало и др., 2017б).

Своевременное применение фунгицидов даже при использовании технологии No-Till нивелирует проблему болезней листьев (Krupinsky et al., 2007; Власенко и др., 2019).

Большое значение имеют сроки применения рекомендованного фунгицида против листовых болезней. Так при заблаговременной обработке срок защитного

действия фунгицида может закончиться в период контакта возбудителя с листовой поверхностью, а при позднем – препарат не сможет обеспечить оптимальную биологическую эффективность из-за высокой скорости развития. Биологический порог, при котором необходимо проводить обработку фунгицидами составляет 5% развития болезни (Буга и др., 2015).

Ряд авторов в своих работах отмечают, что для комплексной защиты зерновых культур необходимо применять протравливание семян, а также обработку посевов фунгицидами в период вегетации. Данные рекомендации обусловлены тем, что протравители семян системного действия способны защищать растения до конца кущения, после чего, могут развиваться листостеблевые болезни (Савченко, 2007; Байбакова и др., 2015; Белицкая и др., 2015; Мехдиев, 2016; Цуканова и др., 2018).

В технологии возделывания озимой пшеницы совместное применение протравителя семян Иншур Перфом, КС (40 г/л пираклостробина + 80 г/л тритиконазола) против почвенно-семенных инфекций и фунгицида Абакус Ультра, СЭ (62,5 г/л пираклостробина + 62,5 г/л эпоксиконазола) против листостеблевых заболеваний в период вегетации позволило снизить развитие инфекций и повысить ее урожайность. Стоит отметить, что данная комбинация способствовала увеличению затрат антропогенной энергии, но при этом возрастал коэффициент энергетической эффективности (Тойгильдин и др., 2017; Слободчиков, 2020).

По мнению В.А. Лавриновой и И.М. Евсеевой (2015) рационально подобранные препараты с оптимальной нормой применения и при качественном применении дает хороший старт культуре. Совместное использование протравителя семян Дивиденд Экстрим, КС (92 г/л дифеноконазола + 23 г/л мефеноксама) и фунгицида Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) позволяет повысить урожайность пшеницы на 42,8%.

Некоторые авторы отмечают возможность применения фунгицидов – ингибиторов сукцинатдегидрогеназы против возбудителя септориоза пшеницы (Schurch, Cordete, 2013).

За последнее семь лет количество фунгицидов, направленных на борьбу с возбудителями листовых пятнистостей, заметно возросло, при этом ассортимент препаратов в основном увеличился за счёт комбинаций действующих веществ (приложение 2). В «Государственном каталоге пестицидов...» (2024), разрешенных к применению против септориоза листьев пшеницы рекомендовано около 95 действующих веществ в совокупности с их комбинациями. Превалирующее число фунгицидов относится к химической группе производных триазолов (класс триазолы), в меньшей степени стробилуринов и карбоксаминов.

Триазолы проявляют высокую эффективность против различных пятнистостей листьев. Производные триазола ингибируют фермент C14-диметилазу, участвующего в биосинтезе стеролов. Стероиды обеспечивают правильное развитие и функционирование клеточных стенок и мембран грибных клеток. Производные триазолов, проникая в фитопатогенные грибы, вызывают нарушение их роста и приводят в конечном счете к их гибели. В связи с тем, что все триазолы ингибируют только один специфический фермент, у фитопатогенов возможно возникновение устойчивости к ним. Фунгициды из группы триазолов обладают пролонгированным защитным периодом, высокой избирательной способностью, малой токсичностью для теплокровных животных и человека (Абеленцев, 2001; Харламова, Долженко, 2014; Макаров, 2019; Гришечкина и др., 2022).

В настоящее время ассортимент пестицидов пополняется препаратами селективного действия с положительными экотоксикологическими характеристиками, в первую очередь стробилуринами. Их применение способствует снижению пестицидной нагрузки на агробиоценозы. Стробилурины ингибируют митохондриальное дыхание грибов. Действующие вещества этой группы связываются с Q-центром цитохрома b и блокируют транспорт электронов между цитохромом b и цитохромом c. Это, в свою очередь, препятствует образованию в клетках грибов АТФ – универсального источника энергии для всех биохимических процессов. Существенное отличие по механизму действия стробилуринов от других фунгицидов состоит в том, что им свойственен

трансламинарный эффект, а также квазисистемное или мезосистемное перемещение действующих веществ по растению (Гришечкина, Долженко, 2012, 2013; Кунгурцева и др., 2015; Долженко и др., 2021).

Для борьбы с листовыми болезнями зерновых культур предлагается ряд фунгицидов системного действия. Среди них наиболее известны Альто супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола), Байлетон, СП (250 г/кг триадимефона), Импакт, КС (250 г/л флутриафола), Рекс Дуо, КС (310 г/л тиофанат-метила + 187 г/л эпоксиконазола), Тилт, КЭ (250 г/л пропиконазола), Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола), использование которых против возбудителя септориоза позволяет достичь биологическую эффективность 72-93%. Препараты с комбинацией действующих веществ обладают широким спектром фунгицидной активности, длительным периодом защитного действия, а также низким риском возникновения устойчивых рас патогенов (Попова, 2009).

В работе В.В. Чекмарева (2020) была выявлена высокая биологическая эффективность фунгицида Тилт против септориоза листьев пшеницы. Также был установлен высокий уровень корреляционной зависимости урожайности с массой 1000 зерен, поражением септориозом и уровнем интенсивности зеленой окраски листьев (r равен + 0,950; - 0,870; + 0,721 соответственно).

С.Г. Лукашина с соавторами (2012) провели оценку эффективности фунгицида Прозаро, КЭ (125 г/л тебуконазола + 125 г/л протиоконазола) против листовых патогенов пшеницы. Установили, что в фазы развитие флагового листа – язычка и начало появления колоса – начало цветения в вариантах с нормами применения 0,6 и 1 л/га получены наиболее высокие показатели биологической эффективности. Обработка посевов пшеницы препаратом Прозаро, КЭ в среднем за два года давала прибавку урожайности 10 ц/га (Куликович, 2017).

Применение фунгицидов Титул Дуо, ККР (200 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) и Триада, ККР (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 140 г/л эпоксиконазола) было высоко эффективно в борьбе с комплексом листовых болезней и удалось сохранить урожай пшеницы яровой (Порсев и др., 2015; Резвякова и др., 2021).

Испытываемые препараты Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) и Рекс С, КС (125 г/л эпоксиконазола) против септориоза листьев показали высокую эффективность (88,6-92,1% соответственно), а также положительно повлияли на фотосинтезирующую поверхность листьев (Гусев, Чекмарева, 2020).

При однократной обработке посевов пшеницы яровой в фазу выхода в трубку фунгицидами Абакус, КЭ (62,5 г/л эпоксиконазола + 2,5 г/л пиралостробина), Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола), Амистар Экстра, КС (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола), Амистар Трио, КЭ (100 г/л азоксистробина + 125 г/л пропиконазола + 30 г/л ципроконазола) и Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола) способствовало снижению степени развития септориоза до 8,2-14%. Двукратное применение в фазы выхода в трубку и колошения степень развития болезни продолжала уменьшаться, биологическая эффективность при этом составляла 65,7-88,2% (Туренко, Горяинова, 2016).

Аналогичная картина наблюдалась в отношении септориоза при однократной обработке фунгицидом Абакус Ультра, СЭ (62,5 г/л эпоксиконазол + 62,5 г/л пираклостробин) в фенологические фазы яровой пшеницы фазы 37-39 (флаг-лист) и фазы 53-61 (колошение). При уровне поражения растений в контроле 47,2% биологическая эффективность фунгицида при обоих сроках обработки растений отличалась незначительно и составила 95,3-98,7%. Применение фунгицида на посевах яровой пшеницы позволяет снизить степень развития септориоза и повысить урожайность культуры на 5,8 ц/га по отношению к необработанным участкам (Бутовец и др., 2018; Дубровская и др., 2019).

Совместное двукратное применение фунгицидов Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) и Амистар Экстра, КС (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) на фоне подкормок азотными удобрениями существенно увеличивает биологическую эффективность против возбудителя септориоза листьев до 80-99% (Ефимов, 2008).

На фоне внесения минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$ ингибирующее действие на возбудителя септориоза отмечено при применении смеси фунгицида Альто Супер, КЭ с силикатом натрия. Авторы отмечают целесообразность использования силиката натрия с сокращенными в два раза нормами применения фунгицида, так как это снижает загрязнение объектов окружающей среды и затраты на его применение (Шмакова, 2003; Коробейникова, 2005).

Опрыскивание растений пшеницы в фазы появления флагового листа и колошения фунгицидом Фалькон, КЭ (250 г/л спирокарба + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола) обеспечило 94-95% биологическую эффективность против возбудителя септориоза листьев. При использовании препарата Фалькона, КЭ, обладающего профилактическим и лечебным действиями, за счет подавления развития патогена, наблюдалось увеличение количества продуктивных стеблей пшеницы, а также увеличение числа зерен в колосе и увеличение содержания сырой клейковины в зерне на 5% (Сорока, 2009; Поляков, Савченко, 2014).

В исследованиях Л.Д. Гришечкиной и А.И. Силаева (2017) показана эффективность применения карбоксамидов. Была выявлена высокая фунгицидная активность препарата Адексар, КЭ (62,5 г/л флуксапироксад + 62,5 г/л эпоксиконазола) против комплекса болезней возбудителей листьев и колоса. В отношении септориоза листьев биологическая эффективность составила 74-83%. Статистически обоснованная прибавка урожайности при применении фунгицида Адексар, КЭ была несколько выше, чем в варианте с эталоном (Альто Супер, КЭ); при норме применения 1,4 л/га и на пшенице яровой составила 15,5%, а на озимой 23,3%.

Механизм действия карбоксамидов обусловлен ингибированием сукцинатдегидрогеназы в митохондриях возбудителя болезни: в дыхательной цепи комплекс II-окисление янтарной кислоты (сукцината) в фумарат, катализируемое сукцинатхинонредуктазой. В растениях карбоксин легко окисляется до нефунгитоксичных аналогов сульфоксида и сульфона. Способность

передвигаться по растению обеспечивает не только профилактическое, но и лечебное действие препарата (Тютюрев, 2010).

Флуксапироксад обладает системной активностью, подавляет прорастание спор и ингибирует развитие мицелия листостеблевых патогенов: *Zymoseptoria tritici*, *Puccinia triticina*, *Puccinia striiformis*, *Pyrenophora tritici-repentis* (The Pesticide Manual, 2012).

В настоящее время существует большая группа фунгицидов, обладающих высокой эффективностью против возбудителей листоблевых болезней пшеницы: Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола), Рекс, КС (310 г/л тиофанат-метила + 187 г/л эпоксиконазола), Фалькон, КЭ (250 г/л спирокарбама + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола), Амистар Экстра, КС (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола), Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола), Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола), Колфуго Супер, КС (200 г/л карбендазима) и некоторые другие. При своевременном применении они обеспечивают биологическую эффективность против ржавчинных болезней на уровне 80-90 %, мучнистой росы – 90-95 %, септориоза – 40-60 %. Такая эффективность против септориоза по отношению к другим болезням листового аппарата объясняется, более низкой природной чувствительностью возбудителя к фунгицидам, а также сложностью прогноза развития болезни в течение конкретного сезона. Основная сложность защиты на этом этапе состоит в определении оптимальных сроков проведения обработок. Так, применение препарата Альто Супер, КЭ в разные фазы вегетации растений показал наилучшие результаты при проведении защитных обработок в начале колошения и начале цветения (фазы 49-59 по Zadoks). Сохраненный урожай при этом в среднем за 5 лет составил соответственно 8,3 и 5,5 ц/га. Стоит отметить, что чем выше планируемый урожай, тем при более низких уровнях развития болезни и меньшей доли сохраненного урожая окупается применение химических средств защиты: при урожае 30–40 ц/га окупаются потери урожая 10% и более, а при урожае 60–70 ц/га – 5% и менее (Санин и др., 2011). Также применение Альто

Супер, КЭ оказывает положительное влияние не только на урожай пшеницы, но и качество её зерна (Павловская, Тупиков, 2023).

В результате исследований Н.М. Афонина и И.А. Лопатина (2023) было выявлено, что фунгициды со схожим химическим составом находятся на одном уровне, однако показатели экономической эффективности значительно могут отличаться. Поэтому при составлении комплексной защиты растений необходимо заблаговременно изучить ассортимент фунгицидов отечественных и зарубежных производителей. Так, эффективность фунгицидов отечественного производства Колосаль Про, КМЭ (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола), Фарго КС (250 г/л тебуконазола + 80 г/л ципроконазола), и зарубежного Амистар Экстра, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) при обработке пшеницы озимой в фазу появления флагового листа была одинаковой, однако показатели экономической эффективности оказались выше у Колосаль Про, КМЭ.

Рядом авторов приведены данные по высокой эффективности фунгицидов Амистар Экстра, КС (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола), Амистар Трио, КЭ (100 г/л азоксистробина + 125 г/л пропиконазола + 30 г/л ципроконазола), Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) и Абакус Ультра, СЭ (62,5 г/л пираклостробина + 62,5 г/л эпоксиконазола) против возбудителя септориоза листьев озимой пшеницы (Туренко, Горяинова, 2016; Пасько, 2018; Мазницына и др., 2022).

В условиях полевого стационара «Федерального научного центра биологической защиты растений» в городе Краснодар, М.С. Гвоздевой в сотрудничестве с Г.В. Волковой были получены результаты эффективности применения различных систем защиты растений: биологической, интегрированной и химической, на пшенице озимой против грибных болезней. Исследования показали, что против возбудителей септориоза и жёлтой пятнистости листьев в фазу цветения наиболее эффективна оказалась химическая система защиты растений (82,6% и 63,5%), при этом эффективность интегрированной системы составила 72,5% и 52,2%, а биологической – 52,2% и 43,5%. Обработка фунгицидом Амистар Экстра, КЭ способствовала прибавке

урожая зерна по отношению к контролю: при использовании интегрированной системы защиты пшеницы озимой на 6,1 ц/га, химической системы на 8,7 ц/га (Гвоздева, Волкова, 2023).

1.2 Пиренофороз пшеницы. Биологические особенности возбудителя, вредоносность, распространение и меры борьбы

Гомоталличный аскомицет *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler является возбудителем вредоносной болезни пшеницы – желтой пятнистости листьев. Помимо пшеницы *P. tritici-repentis* поражает более 60 видов кормовых и дикорастущих злаков. В Северной Америке и Австралии развитие болезни достигло высокого уровня в 70-е годы, в Европе – в 80-е годы XX в. Впервые жёлтая пятнистость в России была зарегистрирована в 1985 г. на Северном Кавказе. В 1992 и 1993 гг. эта болезнь была обнаружена на всей территории Краснодарского и Ставропольского краев. В 2006 г. на отдельных полях южной предгорной и центральной зон Северо-Кавказского региона ее распространенность достигала 100%, а развитие – 70-80%. В начале нынешнего столетия заболевание было обнаружено на Северо-Западе Нечерноземной зоны (Михайлова и др., 2010).

Гриб, вызывающий желтую пятнистость листьев пшеницы – гемибиотрофный аскомицет *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler, относится к отделу Dikarya, классу Dothideomycetes, подклассу Pleosporomycetidae, порядку Pleosporales, семейству Pleosporaceae. Несовершенная стадия – *Drechslera tritici-repentis* (URL: <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search>).

Заболевание проявляется на листьях и листовых влагалищах зерновых культур в виде мелких (3-4 × 1-2 мм) одиночных или многочисленных пятен овальной или округлой формы, желтой или светло-коричневой окраски, которые увеличиваются по мере развития, принимая линзообразную форму. Форма пятен может быть различной, но наиболее характерна в виде ромба или зерна чечевицы. В центре пятна более светлые, вокруг пятна имеется хлоротичная зона. При

развитии болезни пятна сливаются, листья желтеют и засыхают. Во влажную погоду на поверхности пятен образуется светлый, едва заметный и быстро исчезающий налет гриба (Ишкова и др., 2002; Шкаликов, 2010; Ким, Волкова 2020).

Возбудитель *P. tritici-repentis* может вызывать два симптома: некроз и хлороз. Величина некрозов и хлорозов может быть разной и зависит от токсинов, выделяемых грибом. Некроз часто начинает развиваться около верхушки листа и распространяется к основанию. Некротические пятна состоят из желто-коричневой, омертвленной ткани, тогда как хлоротичные пятна являются результатом постепенного пожелтения ткани, первоначально без ее повреждения (Lamari, Bernier, 1991).

Конидиеносцы выходят из устьиц листьев группами по 2-3 или одиночно, длина их от 10-20 до 400 мкм, ширина 6-12 мкм. Светлоокрашенные, прямые или извилистые, иногда коленчато-изогнутые, часто со вздутым основанием, цилиндрические или слегка суживающиеся к вершине, с несколькими неясно выраженными рубчиками. Конидии одиночные, прямые или слегка изогнутые, цилиндрические, с закруглёнными концами, желтоватые или желтовато-бурые, с 1-9 (обычно 5-7) дистосептами, 70-250×14-20 мкм. Базальная клетка почти коническая, по очертаниям напоминает голову змеи. Сумчатая стадия образуется на перезимовавших листьях и стеблях. Псевдотеции с щетинками, до 500 мкм в диаметре, с коротким сосочковидным устьищем. Аски 8-споровые, 180-290×24-60 мкм. Аскоспоры бесцветные или желтовато-бурые, с закруглёнными концами, с 3 поперечными перегородками, с продольной перегородкой в одной, реже в двух центральных клетках, или без продольной перегородки, окружённые слизистым чехлом, 42-69×14-29 мкм (Ишкова и др., 2002; Койшыбаев, 2018).

На сегодняшний день на основе паттернов вирулентности по дифференциальному набору генотипов пшеницы идентифицировано 8 рас возбудителя *P. tritici-repentis*. Разнообразие рас позволяет возбудителю адаптироваться в новых условиях существования, также ареал обитания пиренофороза совпадает с основными зонами возделывания пшеницы. Каждой

расе соответствует определенный набор патотоксинов: раса 1 распознается благодаря токсинам Ptr Tox A (вызывает некроз) и Ptr Tox C (вызывает хлороз); раса 2 несет в себе только Ptr Tox A, а раса 3 – и Ptr Tox C; раса 4 не образует патотоксины; раса 5 имеет Ptr Tox B (вызывает хлороз), а раса 6 помимо последнего несет Ptr Tox C; раса 7 имеет Ptr Tox A и Tox B; 8 раса самая вирулентная так как несет в себе все три патотоксина (Gamba et al., 1998; Левитин и др., 2019; Ким, Волкова, 2020).

В Южной Америке ученые отобрали более 80 проб на пшеничных полях и протестировали их на расовую вирулентность по отношению к растениям-дифференциаторам. Был установлен низкий уровень патогенного разнообразия, около 50% протестированных изолятов были классифицированы как раса 1, остальные как раса 2. Исследователи рекомендуют для полной оценки структуры вирулентности *P. tritici-repentis* использовать большое число растений-дифференциаторов в наборе (Gamba et al., 2012).

В Чешской Республике 23 сорта озимой пшеницы были оценены на предмет их реакции на искусственную инокуляцию *P. tritici-repentis* в течение 3 лет в полевых условиях. Установлено, что позднеспелые сорта пшеницы были более устойчивы к возбудителю желтой пятнистости, чем раннеспелые (Sarova et al., 2002).

Болезнь широко распространена, однако ее диагностика сопряжена с трудностями, так как симптомы пиренофороза напоминают нетипичный септориоз. В центре пятна эпидермис слегка приподнят. В период разрастания пятен в продольном направлении, когда они становятся темно-коричневыми, они не отличаются от пятен при септориозе, но не образуют пикнид. Гриб может вызывать поражение колосковых чешуй. На них пятна удлиненные или в виде штрихов 2-4×1-2 мм, не разрастающиеся. Заболевание может привести к значительным потерям в урожае зерна (23-65%). Гриб зимует псевдотециями на растительных остатках пшеницы и дикорастущих злаках, а весной аскоспоры возбудителя инфицируют листья пшеницы. В течение периода вегетации распространение гриба осуществляется конидиями (Кекало и др., 2017а).

Конкурентные взаимодействия между *P. tritici-repentis* и *S. nodorum* изучались с помощью стандартной схемы изучения конкуренции de Wit. Для этого проводили инокуляцию листьев пшеницы патогенами в различных вариантах: индивидуально и в смеси в различных пропорциях. При появлении симптомов болезни листья инкубировали в условиях влажной камеры, после чего устанавливали количество спор. Выявлено, что *P. tritici-repentis* был лучшим конкурентом, поскольку его развитие меньше зависело от присутствия *S. Nodorum* (Adele et al., 1990).

С.К. Evans, R.M. Hunger и W.C. Siegerist (1999) установили, что средняя урожайность зерна с пораженных посевов пшеницы возбудителем *P. tritici-repentis* на 15% меньше, чем с посевов, обработанных фунгицидами.

Миграционная способность *P. tritici-repentis* не высока, потому как аскоспоры и конидии переносятся ветром на короткие расстояния – от 2 до 200 м (Schilder, Bergstrom, 1992).

Первичные симптомы заболевания проявляются на посевах пшеницы в фазу кущения – начало выхода в трубку (фазы 29-31 по Zadoks), пик развития желтой пятнистости приходится на фазу молочно-восковой спелости зерна (фазы 75-80 по Zadoks) (Волкова и др., 2015).

В интегрированной защите посевов пшеницы важное место занимают устойчивые сорта. Расширению генетического разнообразия сортов способствуют исследования по устойчивости сортов пшеницы и ее диких сородичей к грибным заболеваниям листового аппарата и изучение изменчивости популяций фитопатогенов. При проведении оценки устойчивости сорока трех сортов пшеницы было выявлено, что сорта дифференцированно реагируют на разные по вирулентности расы возбудителя, то есть обладают расоспецифической устойчивостью (Кремнева, Волкова, 2007).

Некоторые авторы полагают, что возраст популяции отражается в ее структуре по признаку вирулентности. Так, северокавказская популяция *P. tritici-repentis* в исследованиях оказалась наименее вирулентной, чем популяция патогена Северо-Запада. Авторы предполагают, что это связано с более низким

генным разнообразием и наличием более высокой доли клональной фракции в северокавказской популяции по сравнению с молодой популяцией Северо-Запада. Также было выявлено, что основная доля изолятов грибов образуют токсин Ptg ToxA (индуцирует образование некрозов), возможно именно он является основным в обеспечении патогенности и жизнеспособности популяций гриба (Михайлова и др., 2010).

Цитологические исследования развития пиренофороза на сортах разной степени устойчивости свидетельствуют, что начальные этапы заражения у всех сортов одинаковы. В первые 72 часа прорастают 99% конидий. Каждая конидия дает 2-3 ростовые трубочки как на восприимчивом, так и на устойчивом сорте. Различия проявляются на третий день, выражаясь в разной степени и скорости роста в мезофильных тканях. Морфологические отличия проявляются на чувствительных сортах в виде более темных гиф гриба и большего диаметра. Начальный рост гриба можно рассматривать как лаг-период. Патоген в устойчивом растении не может развиваться дальше лаг-периода, возможно из-за аккумуляции веществ с антимикробной активностью (Михайлова, 1999).

Во ВНИИБЗР в 2010-2011 гг. были изучены на искусственном инфекционном фоне сорта озимой пшеницы и тритикале на устойчивость к возбудителям желтой пятнистости листьев. Заражение посевов пшеницы возбудителями пиренофороза осуществляли в начале колошения. Было выявлено, что устойчивых сортов к возбудителю желтой пятнистости листьев среди районированных и перспективных сортов озимой пшеницы выявлено незначительное количество (до 10%), что указывает на необходимость постоянного фитосанитарного контроля развития данного патогена и поиска новых надежных источников устойчивости к нему (Горбунов, Маслов, 2012; Жуковский и др., 2012).

Влияние сортосмешанных посевов на развитие желтой пятнистости листьев пшеницы имеет положительный результат. Смесь устойчивых и восприимчивых сортов пшеницы в соотношении 4:1 и 1:1 позволяет снизить степень развития *P. tritici-repentis* (Кремнева и др., 2018).

Т.С. Маркелова и О.В. Иванова (2012) в своих исследованиях по изучению устойчивости яровой и озимой пшеницы к возбудителю *P. tritici-repentis* установили, что существует ограниченное число источников устойчивости к патогену желтой пятнистости. Так, ими протестировано 1058 коллекционных образцов пшеницы, из которых 40 образцов обладают высокой устойчивостью к пиренофорозу и 58 – умеренной.

Главным резерваторм пиренофороза являются остатки стерни и дикорастущие злаки, меры борьбы с болезнью должны быть направлены на уничтожение данного источника первичного инокулюма инфекции. Стерню необходимо сжигать или запахивать в почву. Основным агротехническим барьером в распространении пиренофороза является соблюдение севооборота (Михайлова, 1999; Евсеев, 2013).

В одном из опытов изучали влияние безотвальной стерневой обработки почвы, а также заделывание стерни. В течение двух лет стерню, естественно зараженную *P. tritici-repentis*, оставляли на поверхности почвы, после чего заделывали дисковой бороной в поверхностный слой почвы или закапывали в сетчатые мешки. Было установлено, что оба способа заделки стерни препятствовали продолжению образования псевдотеций грибом на пожнивных остатках и вызывали гибели возбудителя. Через 26 недель гриб *P. tritici-repentis* редко поднимался из погребенной стерни. При заделке стерни в поверхностный слой почвы развитие возбудителя через 104 недели уменьшилось на 50% (Summerell, Burgess, 1989).

Одним из важных аспектов успешного ведения защиты растений является выполнение всех агротехнических приемов, разработанных применительно к почвенно-климатическим условиям, в соответствии со складывающимися погодными условиями. В исследованиях, посвященных изучению влияния севооборота и методов обработки почвы на распространение желтой пятнистости в посевах пшеницы, за четыре года были сделаны следующие выводы. При выращивании пшеницы в севообороте с сорго и при непрерывном возделывании пшеницы в одних вариантах применялась заплата стерни, в других

использовалась схема no-till (без обработки почвы). Положительный результат в предотвращении распространения *P. tritici-repentis* был получен в вариантах с севооборотом пшеница-сорго, где применялась запашка стерни. Стоит отметить, что лишь в одном из четырех лет возникали очаги пиренофороза на полях с пшенично-сорговым севооборотом с применением схемы no-till. При непрерывном выращивании пшеницы только запашка стерни способствовала сокращению распространения болезни (Bockus, Claassen, 1992).

Климатические данные помогают объяснить вариабельность ежегодных уровней заболеваемости желтой пятнистости листьев пшеницы.

Результаты многолетних обследований фитосанитарного состояния посевов пшеницы свидетельствуют о широком распространении желтой пятнистости листьев с максимальными показателями развития болезни в зонах с умеренным увлажнением (Кремнева, Волкова, 2011).

А.Г. Жуковский с соавторами (2012) отметил, что теплая и сухая погода является более благоприятной для развития пиренофороза на посевах озимой пшеницы и тритикале.

В лабораторных условиях В.А. Summerell и L.W. Burgess (1989) изучали влияние факторов (температура и водный потенциал) на выживаемость возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы. Авторы выявили, что прохладные сухие условия благоприятствуют выживанию *P. tritici-repentis* в искусственно колонизированной пшеничной мякине, хранящейся с контактом почвы и без него. *P. tritici-repentis* был восстановлен через 104 недели из пшеничной мякины, хранящейся при водном потенциале -150 МПа при температурах 10°, 20° и 30°C.

В настоящее время система интегрированной защиты зерновых культур от болезней грибной этиологии, в том числе и пятнистостей, включает в себя применение фунгицидов биологического и химического происхождения. Ассортимент фунгицидов, представленный в «Государственном каталоге пестицидов...» (2024), против возбудителя пиренофороза листьев пшеницы в основном состоит из ряда препаратов, относящихся к следующим химическим

группам: триазолы, бензоимидазолы, карбоксамиды. Всего разрешено против пиренофороза листьев пшеницы 69 действующих веществ в совокупности с их комбинациями.

Фунгициды биологического происхождения против пиренофороза пшеницы не разрешены для применения на территории РФ. Однако некоторые авторы отмечают в своих исследованиях тесную связь между уровнем поражения листьев яровой пшеницы желтой пятнистостью и количеством в филлосфере растений эпифитных пенициллов, триходермы и бациллярных форм микроорганизмов (Li, Sutton, 1995; Кремнева и др., 2013). Коэффициент корреляции между числом КОЕ пенициллов, а также *Bacillus subtilis* и уровнем поражения листьев пшеницы пиренофорозом составил $r=-0,71$ и $r=-0,84$ соответственно (Евсеев, 2013).

Эффективность препаратов биологического происхождения Экстрасол, Ж – 1,0 л/га (на основе штамма ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13) и Биодукс, Ж – 0,1 мл/га (содержащий экстракт гриба *Mortierella alpine*, обогащённый арахидоновой кислотой) против ризотокниозно-пиренофорозной пятнистости листьев озимой пшеницы не уступала биологической эффективности фунгицида Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) (Андросова и др., 2018).

Штамм *Pseudomonas fluorescens* Pf-5, продуцирующий многие противогрибные метаболиты, включая антибиотик пирролнитрин, способен ингибировать рост мицелия *P. tritici-repentis* в агаровой культуре и подавлять образование аскокарп грибом на аксенически зараженной пшеничной соломе, поддерживаемой влажной во время инкубации (Pfender, 1993).

В Бразилии для биоконтроля пиренофороза были использованы *Altenaria alternata*, *Fusarium pallidoroseum*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Serratia liquifaciens*. В общей сложности 28 из 100 изолятов мицелиальных грибов и 39 из 100 бактерий уменьшили количество поражений болезнью в среднем на 50%, при инокуляции патогена в сегменты листьев (Pfender et al., 1993).

Обработка семян препаратом Диведенд Экстрим (92 г/л дифеноконазол + 23 г/л мефеноксам) совместно с опрыскиванием растений яровой пшеницы в фазу

колошения фунгицидом Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) позволили оценить целесообразность данной схемы защиты культуры своей эффективностью против возбудителя пиренофороза на 79,1-100% (Лавринова, Евсеева, 2015).

Во время вегетации в основном используют препараты группы триазолов, которые характеризуются наличием защитного, куративного и искореняющего эффекта, что позволяет их использовать на любой стадии инфекционного процесса. Стробилурины обладают высоким уровнем природной активности в отношении многих возбудителей болезни, однако из-за отсутствия лечебного действия обработки при проявлении симптомов заболевания недостаточно результативны. Сочетание с азолами или морфолинами повышает их эффективность. Наиболее длительный эффект на листовые болезни оказывают эпокси-, тебуко-, ципроконазолные препараты. Эффект будет зависеть и от сорта. Так, при ускоренной колонизации растений возбудителями эффективность фунгицидов снижается, на более устойчивом к патогену сорте эффект возрастает (Волкова и др., 2015).

Немецкие ученые установили два порога для фунгицидной обработки против *P. tritici-repentis*: 1) когда частота спорообразования достигает 5%, конидии могут быть обнаружены на 5% листьев данной стадии листа; 2) когда симптомы инфекции могут наблюдаться на более 5% верхних трех листьях (Wolf, Hoffmann, 1994).

При обработке фунгицидом на основе эпоксиконазола+азоксистробина в норме 0,6 л/га отмечена эффективная защита первого подфлагового листа от пиренофорозной инфекции, а сочетание ципроконазола+эпоксиконазола в норме 0,3 л/га оказалось неэффективным (Защепкин и др., 2015).

В исследованиях Г.В. Волковой, О.Ю. Кремневой и И.Б. Попова (2015) произведена оценка биологической эффективности ряда фунгицидов: Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола); Импакт, СК (250 г/л флутриафола); Рекс Дуо, КС (310 г/л тиофанат-метила + 187 г/л эпоксиконазола); Прозаро, КЭ (125 г/л тебуконазола + 125 г/л протиоконазола); Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола

+ 80 г/л ципроконазола); Колосаль Про, КМЭ (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола); Амистар Экстра, КС (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола); Амистар Трио, КЭ (100 г/л азоксистробина + 125 г/л пропиконазола + 30 г/л ципроконазола), КЭ; Фалькон, КЭ (250 г/л спирокарбама + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола). Двукратная обработка, проведенная в фазы выхода в трубку (Z 37) начало колошения (Z 51), позволила выявить высокую биологическую эффективность исследуемых фунгицидов. Большинство препаратов подавляло развитие возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы на 70-76%. Причем, фунгициды Амистар Экстра, КС (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) и Прозаро, КЭ (125 г/л пропиконазола + 125 г/л тебуконазола), КЭ оказались высокоэффективными (80,7 и 83,7% соответственно) и обеспечили более длительный защитный период (40 дней). Авторы полагают, что это может быть обусловлено как способом действия триазолов и стробилуринов, так и фунгитоксичностью действующих веществ, их поведением при проникновении в растение.

Л.Д. Гришечкина и А.И. Силаев (2017) доказали эффективность применения карбоксамидов против возбудителя пиренофороза пшеницы. Обработка вегетирующих растений комбинированным фунгицидом Адексар, КЭ (62,5 г/л флуксапироксада + 62,5 г/л эпоксиконазола) позволило снизить интенсивность развития болезни на 60-76%.

В работе И.Н. Порсева с соавторами (2015) описано эффективное применение фунгицидов Титул Дуо, ККР (200 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) и Триада, ККР (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола) против листовых патогенов яровой пшеницы, в том числе и пиренофороза. Использование данных препаратов способствовало росту уровня продуктивности растений и лучшему функционированию защищенных листьев. Также была отмечена ростостимулирующая активность фунгицида Титул Дуо, ККР по отношению к контролю, прирост растений был больше на 12 см.

Влияние пропиконазола на пшеницу оценивалось в ходе испытаний фунгицидов в Национальном исследовательском центре пшеницы EMBRAPA

(Бразилия). Обработка пропиконазолом проводилась двукратно в фазу выхода в трубку и цветения. Разница в урожайности между обработанными и необработанными участками варьировала от 18% до 203%. Обработанные участки имели среднюю урожайность на 44,6% выше, чем на необработанном контрольном участке. Обработки пропиконазолом привели к чистой прибыли в размере 161,94 доллара США с гектара (Picinini et al., 1996).

Фунгицид Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазол) обладает продолжительным действием и высокой биологической эффективностью (92%) в борьбе с пиренофорозом на посевах озимой пшеницы (Шабатуков и др., 2022).

По данным литературы эффективность фунгицида Прозаро, КЭ (125 г/л протиконазола + 125 г/л тебуконазола) против возбудителя пиренофорозной пятнистости листьев озимой пшеницы имеет наивысшие показатели при использовании фунгицида в фазе колошения в норме 0,8 л/га (Лукашина и др., 2012).

В исследованиях Н.Г. Зубко и Т.В. Долженко (2023) по оценке эффективности фунгицида Альто Турбо, КЭ (250 г/л пропиконазола + 160 г/л ципроконазола) против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей пшеницы яровой было выявлено, что препарат высокоэффективен при двукратном применении в нормах 0,4-0,5 л/га. Обработка препаратом Альто Турбо, КЭ в норме 0,3 л/га в фазу выхода в трубку пшеницы озимой также оказывал высокое фунгицидное действие по отношению к комплексу листостеблевых пятнистостей (Макарова, Григорович, 2022).

В Институте защиты растений Польши проводились научно-исследовательские эксперименты по обработке семян фунгицидами против болезней листьев и колоса пшеницы, вызываемых патогенными грибами: *Blumeria graminis*, *Phaeosphaeria nodorum*, *Puccinia recondita* и *P. tritici-repentis*. В эксперимент были включены два варианта защиты: протравливание семян фунгицидами с комбинацией действующих веществ триптиконазол + прохлораз; совместное применения протравливания семян препаратом с содержанием триадименола + имазалила + фуберидазола и однократное применение

внекорневой обработки двухкомпонентным препаратом (тридеморф + эпоксиконазол). Было выявлено, что зараженность листьев, а также масса 1000 зерен и урожайность в экспериментальной комбинации с использованием тритиконазола + прохлораза находились на том же уровне, что и в экспериментальном варианте, где после протравливания семян трехкомпонентным препаратом опытные участки обрабатывали препаратом с комбинацией тридеморф + эпоксиконазол. Сделан вывод о том, что препарат для протравливания семян, содержащий тритиконазол + прохлораз, является хорошей основой для защиты яровой пшеницы от некорневых болезней (Krzyzinska et al., 2005).

1.3 Мучнистая роса пшеницы. Биологические особенности возбудителя, вредоносность, распространение и меры борьбы

Возбудитель мучнистой росы листьев пшеницы – грибок *Blumeria graminis* (*Erysiphe graminis*) (DC) E.O. Speer f. sp. tritici E.J. Marchal относится к отделу Dikarya, классу Leotiomycetes, подклассу Leotiomycetidae, порядку Helotiales, семейству Erysiphaceae (URL: <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search>). Мучнистая роса в посевах пшеницы способна снижать продуктивность растений на 10-68% (Costamilan, 2005; Немченко и др., 2012; Баздырев и др., 2014).

Мучнистая роса может привести к значительному недобору урожая, если заражение происходит в ранней фазе развития растений, и имеются благоприятные условия и высокий инфекционный фон до колошения пшеницы (Дувеиллер и др., 2018).

В пяти полевых испытаниях в течение трех сезонов изучалось влияние внекорневого применения фунгицидов на урожайность сортов озимой пшеницы, отличающихся восприимчивостью к мучнистой росе. Потери урожая до 63% были оценены для всех сортов на необработанных фунгицидами участках (Cromeu, Hansen, 1992).

Blumeria graminis является облигатным паразитом, который паразитирует на пшенице, ржи, ячмене, овсе и других злаках. Цикл развития патогена включает сумчатую и конидиальную стадии в следующей последовательности: клейстотеции с сумками и сумкоспорами, мицелий, конидиеносцы с конидиями, снова мицелий. На листьях, листовых влагалищах, стеблях, иногда на колосьях появляется мучнистый налет – грибница и бесполое конидиальное спороношение. Мицелий поверхностный, разветвленный, септированный. На концах, растущих гиф образуются сосковидные апрессории диаметром 3,5-7 мкм, под действием выделяемых апрессорием ферментов клеточная стенка размягчается и набухает. На стороне апрессория, прижатой к клетке растения, образуется тонкая гифа, которая легко преодолевает размягченную клеточную стенку растения-хозяина и проникает в полость клетки. Достигнув полости клетки, гифа разрастается в более сложное лопастное образование – гаусторий. Со временем налет становится ватообразным и располагается плотными подушечками чаще с верхней, а иногда с обеих сторон листа (Попкова, 2005).

Повторные заражения вызывают одноклеточные конидии в виде цепочек на коротких конидиеносцах ($60-90 \times 4-7$ мкм), отходящих от многоклеточного мицелия. Конидии в цепочках по 10-20 штук, одноклеточные, бесцветные, эллипсоидные $25-30 \times 8-10$ мкм. Пробиравливая клетки эпидермиса, ростки конидий внедряются в растения. Заболевание развивается по местному типу (Пересыпкин, 1989).

Постепенно мицелий приобретает серый или бурый цвет и на поверхности образуются мелкие черные точки – клейстотеции диаметром 110-280 мкм, в которых формируются сумки с сумкоспорами. Аски 6-30 штук со стебельком, $50-105 \times 20-45$ мкм, 4-8 споровые. Аскоспоры эллипсоидально-овальные $20-24 \times 10-14$ мкм, желтоватые (Ишкова и др., 2002; Шкаликов, 2010).

Зимует гриб в виде мицелия на всходах озимой пшеницы и падалице, а также клейстотециями на растительных остатках. Весной и летом гриб развивается в конидиальной стадии вначале на озимой пшенице, откуда переходит на яровую пшеницу. Начиная с фазы выхода в трубку, по мере

старения мицелия, гриб формирует сумчатую стадию. С августа по октябрь происходит созревание аскоспор, которые являются источником инфекции для всходов озимых и падалицы. В засушливых районах, в основном в районах выращивания яровых пшениц, аски с аскоспорами образуются медленно, а созревают лишь после перезимовки клейстотециев весной и служат источником инфекции для всходов (Lalosevic et al., 2016).

Начальное развитие патогена при благоприятном первичном контакте с эпидермальной клеткой состоит в росте вдоль длинной оси и образовании вторичных гаусторий в клетке растения-хозяина. При неблагоприятных условиях происходит нарушение регуляции ростовых процессов патогена и образованию аномально удлинённых ростковых трубок, не способных инфицировать растительную клетку, но продолжающих расти в поперечном направлении в соответствии с первичным импульсом. Содержание фитогормонов-цитокининов аденинового типа при инфицировании растений различными фитопатогенными грибами увеличивается, но их влияние на рост инфекционных структур неоднозначно, потому как в исследованиях ученых показано их стимулирующее и ингибирующее действие на патогенез (Рябченко и др., 2009).

В условиях умеренного климата в течение вегетации растений возбудитель может давать примерно десять генераций путем бесполого размножения гаплоидными конидиями. Патоген легко преодолевает большие расстояния с помощью ветра, споры также разносятся с дождем и брызгами (Волуевич, 2013).

Возбудитель мучнистой росы менее требователен к условиям увлажнения. Данный патоген может заражать растения и без наличия на них капельной влаги при широком диапазоне погодных факторов: температуре 4-30°C и относительной влажности воздуха от 10 до 100 %. Повышенная температура воздуха (выше 30°C) задерживает развитие мучнистой росы пшеницы. Согласно данным литературы, мучнистая роса имеет слабое проявление в засушливые годы, при этом пораженность растений не превышает 15 %. Ослабление тургорного состояния растений, вызываемое высокими температурами и резкими их перепадами, а

также засушливая погода способствуют повышению восприимчивости растений к мучнистой росе (Назарова и др., 2012; Кекало и др., 2017б).

Мучнистая роса на озимой пшенице имеет сильное проявление при наличии влаги в почве и ранних всходах, а также теплой и затяжной осени. В данном случае осенняя обработка посевов по листовой поверхности фунгицидами экономически не оправдывается из-за отсутствия или мизерной величины сохраненного урожая (Зазимко, Долженко, 2011).

В условиях Тамбовской области на развитие мучнистой росы озимой пшеницы в период прохождения фаз флаг-лист и начало колошения было выявлено, что интенсивность развития патогена зависит, главным образом, от количества выпавших осадков. Коэффициент корреляции математически подтвердил эти данные и составил 0,861. Среднесуточная температура воздуха не оказала существенного влияния на поражение пшеницы патогеном, на что указывает коэффициент корреляции – 0,040 (Чекмарев, 2019).

Гиперспектральные исследования поражения пшеницы мучнистой росой являются новым подходом для получения информации о появлении, развитии и распространении фитопатогена. На двух сортах с разной восприимчивостью к мучнистой росе по мере увеличения индексов болезней коэффициент отражения значительно снижался в ближней инфракрасной области и был достоверно отрицательно коррелирован с индексом болезни (Сао et al., 2013). В статье Р.Ю. Данилова с соавторами (2022), представлены изменения спектральных характеристик инфицированных сортов пшеницы озимой, подверженных воздействию комплекса листостеблевых пятнистостей. Было выявлено, что данные аэросъемки имели схожий результат с наземным спектрометрированием экспериментальных участков, который проявляется в характерном повышении или снижении значений коэффициента спектральной яркости для изучаемых сортов в фазу колошения.

Мучнистая роса может контролироваться генетической устойчивостью растения-хозяина. Однако по данным литературы патоген имеет способность заражать сорта пшеницы, которые оставались устойчивыми в течение многих лет.

Возбудитель мучнистой росы быстро преодолевает устойчивость сорта, контролируемую главными генами: обычно в течение 3–4 лет возделывания на больших площадях, в некоторых случаях может происходить и быстрее – за 1–3 года (Волуевич, 2013).

При разработке программ интегрированной защиты, особого внимания требует отбор и использование в хозяйстве сортов, которые проявляют устойчивость против распространенных и опасных видов фитопатогенов (Пискарев и др., 2022; Фадеева, Курмакаев, 2023). На Украине при благоприятных для развития мучнистой росы метеорологических условиях поражение возбудителем на восприимчивом сорте было в 5 раз больше, чем на устойчивом (Биловус, 2019).

В настоящее время в геном мягкой пшеницы включены восьмидесяти гены ювенильной и возрастной устойчивости к *Blumeria graminis* (символ Pm), половина из которых имеют чужеродное происхождение. Для генов Pm1, Pm2, Pm3, Pm4, Pm5, Pm24, локализованных в хромосомах выявлено от двух до шести аллелей, имеющих разное происхождение и различный защитный эффект по отношению к мучнистой росе (Леонова, 2019).

Ученые из Бразилии, оценивая изменчивость патогенных штаммов *Blumeria graminis* и эффективность генов устойчивости пшеницы к мучнистой росе, выявили тридцать одно сочетание эффективных и неэффективных генов резистентности. Только гены Pm4a+ и Pm6 оставались полностью эффективными для всех изолятов (менее 10% восприимчивости) (Costamilan, 2005).

В Египте из семи провинций, расположенных в разных частях страны, было получено около семидесяти изолятов из отдельных аскоспор. Проведена индивидуальная оценка реакции четырнадцати сортов мягкой и шести сортов твердой пшеницы на каждый из семидесяти изолятов. Среди всех протестированных генов Pm только семь (Pm1b, Pm2, Pm21, Pm34, Pm36, Pm37и Pm53) были эффективны против *Blumeria graminis* (Abdelrhim et al., 2018).

Использование единичных главных генов обычно не обеспечивает долговременную защиту от мучнистой росы, для повышения устойчивости к

болезни в сортах пшеницы рекомендуется использовать комбинации генов-модификаторов, которые являются высокоэффективными против нескольких местных штаммов *Blumeria graminis* (Basandrai et al., 1996; Волуевич, 2013; Сочалова, Пискарев, 2017; Cowger, 2018; Li, 2019; Лебедева и др., 2020).

Использование макроудобрений повышает иммунитет растений, но нерациональное их применение в больших дозах может спровоцировать распространение мучнистой росы в 2,3 раза, а развитие в 4,1 раза по отношению к контролю. В работе И.Я. Пигорева (2021) изучено совместное применение макро- и микроудобрений, которые способствуют снижению распространения мучнистой росы в 1,5 раза.

Существенное влияние на степень пораженности озимой пшеницы мучнистой росой оказывает содержание в пахотном слое аммонийного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия. В период осеннего кушения озимой пшеницы, возможно, определить коэффициент ее общей кустистости и по математическому выражению Н.Н. Доля (1991) рассчитать прогнозируемую степень развития мучнистой росы.

В работе А.А. Гаянэ (2021) выявлено следующее, что подкормка 0,2%-ым водным раствором KMnO_4 приводит к ухудшению развития мучнистой росы в стадии формирования грибом инфекционных структур и колоний.

Сроки проведения агротехнических мероприятий оказывают особое влияние на развитие фитопатогенов. Так, в Краснодарском крае в посевах озимой пшеницы уже в апреле было зафиксирована эпифитотия мучнистой росы, превышающая экономический порог в 3-4 раза. При анализе сложившейся ситуации оказалось, что в хозяйстве были использованы три тактические схемы внесения аммиачной селитры. На части посевов озимых ее внесли однократно по 300 кг/га в физическом весе, на остальных – мелко в 2 приема по 150 кг/га. При этом интервалы между внесением азота варьировали на одних полях от 7 до 10, на других – от 15 до 20 дней. В результате оказалось, что на полях, где удобрения вносили мелко, с укороченным интервалом 7–10 дней, распространение и развитие мучнистой росы оказались существенно выше (Зазимко и др., 2011).

Технология возделывания пшеницы имеет важное значение в препятствии накопления инфекционного начала грибных болезней. В длительном полевом опыте было изучено влияние разных технологий на интенсивность поражения мучнистой росой. Было выявлено, что при экстенсивном способе возделывания на фоне безотвальной обработки почвы развитие и распространение болезни находилось на максимальном уровне. При интенсивной технологии не зависимо от способа обработки почвы развитие мучнистой росы было в 7-9 раз ниже, чем при вышеуказанной (Пикушова и др., 2013).

Севооборот и подбор оптимальных предшественников играют важную роль в повышении урожаев, сокращении инфекционного запаса в почве и снижении пораженности растений основными заболеваниями (Sutton, Vyn, 1990).

В одном из опытов изучалось влияние предшествующих культур на степень заселенности озимой пшеницы патогенами. Было установлено, что при посеве пшеницы после пропашных культур, а также черного пара процент распространенности мучнистой росы и развития болезни был ниже, чем в вариантах со злаковыми предшественниками и повторными посевами пшеницы. В вариантах с прямым посевом (без перепахивания почвы) отмечено наиболее сильное проявление заболевания: распространенность мучнистой росы была выше в среднем на 8,9%, по сравнению с применением вспашки, и на 3,0% с минимальной обработкой (Безгина и др., 2019).

Для снижения вредоносности мучнистой росы рекомендуется проводить посев озимой пшеницы по полупару во второй половине оптимального для зоны срока, так как ранние сроки способствуют заражению растений болезнью и увеличению засоренности посевов (Зазимко, Найденов, 2009; Шпанёв, Лаптиев, 2011).

Пожнивная сидерация почвы позволяет снизить распространенность мучнистой росы в посевах озимой пшеницы повторного высева в 2 раза (Гасанов и др., 2012).

Критическим для яровой пшеницы являются фазы выхода растений в трубку – выход флаг-листа, когда формируется верхний ярус (флаг-лист, 2-й, 3-й

листья, колос). При наличии благоприятных условий сигнальным уровнем заражения в этот период является 10 %. В фазу колошения развитие болезни более 20% характеризует эпифитототийное состояние развития патогена, 10-20 % – умеренное, менее 10 % – депрессивное (Кекало и др., 2017а).

В «Государственном каталоге пестицидов...» (2024), разрешенно к применению на территории Российской Федерации против возбудителя мучнистой росы пшеницы всего 92 действующих веществ и их комбинаций, из них 9 биологического происхождения. Превалирующее число фунгицидов относится к химической группе производных триазолов, имидазолов, бензимидазолов, морфолинов и стробилуринов.

Современный спектр применения биофунгицидов достаточно широк. Рекомендуются к применению на пшенице яровой и озимой против мучнистой росы препараты на основе бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* (штамм OPS-32, штамм KC-2), *Bacillus subtilis* (штаммы 26 Д, В-10 ВИЗР, В-76, 63-Z, а также комбинации *Bacillus subtilis*, штамм В-2918+ *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм ИМВВ-7100 и *Bacillus subtilis*, штамм 26 Д+ штамм 1К+ штамм 3К+ штамм 3Н + штамм 8К + штамм 7К + штамм 3/28 в сочетании с *Trichoderma reesei*, штамм 4К+ *Trichoderma atroviride*, штамм 10К+ *Trichoderma longibrachiatum*, штамм 9К), препарат Метабактерин, СП с сочетанием нескольких штаммов разных бактерий *Methylobacterium extorquens* NVDBKMB-2879 + *Streptomyces hygroscopicus* subsp. «limoneus» ВКПМФС-1966 + штамм *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМВ-2918 ИПМ-215, наряду с этим предлагаются препараты на основе *Pseudomonas aureofaciens* штамм BS 1393, штамм ВКМ В-2391Д и комбинация штаммов ИМВВ-7096+ штамм ИМВВ-7097, *Pseudomonas fluorescens* штаммы AP-33. Против септориоза на пшенице яровой рекомендуется к применению биофунгицид Фитотрикс, Ж на основе гриба из рода аскомицетов – *Trichoderma Asperellum M18* штамм ВКПМ F-1395.

Применение биопрепаратов с фунгицидной активностью обеспечивает развитие здоровых растений и способствует снижению пестицидной нагрузки (Жемчужин и др., 2019; Павловская, Тупиков 2023). За счет новых биопрепаратов

показатели эффективности на зерновых культурах удалось стабилизировать в отношении листовых пятнистостей в интервале 57-65% (Лаптиев, 2019).

Некоторые авторы указывают в своих исследованиях эффективность совместного применения Псевдобактерин-3, Ж (*Pseudomonas aureofaciens*), препарата на основе фосфатмобилизирующих бактерий Органит П (*Bacillus megaterium*) и на основе азотфиксирующих бактерий Органит Н (*Azospirillum zeae*) и регулятора роста Биодукс. Использование данной смесевой композиции в фазы кущения и трубкования озимой пшеницы способствовали усилению иммунитета и повышению сопротивляемости растений к мучнистой росе (Шабатуков и др., 2019).

Имеются данные по сдерживанию развития мучнистой росы на пшенице при весенней обработке семян Триходермин, СП (*Trichoderma viride*) и Споробактерином, СП (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma viride*.) Мучнистая роса в фазах начало молочной спелости зерна и молочно-восковой спелости подавлялась в среднем на 36,2 и 17,3% соответственно. Фунгицидная обработка Фитоспорином-М, Ж (*Bacillus subtilis*) в фазу колошения пшеницы способствовала снижению развития болезни. Лучше других снижал пораженность растений химический фунгицид Титул Дуо, ККР (200 г/л пропиконазол+ 200 г/л тебуконазол), эффективность применения которого к концу вегетации в зависимости от фона обработки семян против мучнистой росы составила 60,2-63,6% (Власенко и др., 2020).

Некоторые авторы в своих исследованиях указывают положительное влияние применения Фитоспорином-М, Ж (*Bacillus subtilis*) в период вегетации на биометрические показатели растений пшеницы. Основой данного препарата является эндофитная бактерия *Bacillus subtilis*, которая при взаимодействии с тканями растений через сосудистую систему препятствует проникновению внутрь растений многих болезнетворных патогенов. Благодаря споровой препаративной форме препарат способен долго сохранять свою активность. При низком развитии болезней Фитоспорин-М, Ж способен подавлять патогены, обеспечивать получение оптимальной густоты продуктивного стеблестоя, повышать

озерненность колоса и массы 1000 зерен, способствует формированию наибольшей площади листовой поверхности по отношению к контролю (Давлетшин и др., 2014; Немченко, Цыпышева, 2014).

В северной части Германии уже в 1998 г. была обнаружена устойчивость мучнистой росы к стробилуринам. Причем были отмечены высокие уровни перекрестной резистентности между стробилуринами и морфолинами, анилинпиримидинами, хиноксифеном. В следующем году резистентность *Erysiphe graminis* к стробилуринам и морфолинам прослеживалась во Франции, Бельгии, Великобритании и Дании (Godet, Limpert, 1998; Chin et al., 2001).

Устойчивые к стробилурину изоляты *Blumeria graminis*, вызывавшие мучнистую росу пшеницы, были более чем в десять раз чувствительны к азоксистробину. Во всех резистентных изолятах была обнаружена мутация, приводящая к замене глицина остатком аланина в гене митохондриального цитохрома b (Fraaije et al., 2002).

В Северной Каролине применение триадименола для подавления семенной и почвенной инфекции твердой головки пшеницы и спорыньи совместно с внекорневым использованием триадимефона снижало степень развития мучнистой росы и повышало урожайность зерновых культур (Leath, Bowen, 1989).

Некоторые ученые при проведении цитологических исследований взаимосвязи в патосистеме «растение пшеницы – возбудитель мучнистой росы» выявили, что окислительный стресс, вызванный обработкой инфицированных листьев пшеницы перекисью водорода и 3-амино-1,2,4-триазолом, способствует образованию различных размеров и структуры концентрической зоны (гало), связанной с индивидуальной реакцией эпидермальной клетки растения при контакте с мучнисторосным грибом. Также показано, что действие прооксидантов вызывало формирование аномалий при прорастании конидий мучнистой росы и снижало интенсивность развития заболевания. Авторы предполагают, что характер проявления гало связан с восприимчивостью растения-хозяина и степенью защитных реакций (Аветисян, Аветисян, 2020).

Проведены исследования по эффективности однократной и двукратной обработки фунгицидами Амистар Экстра, КС (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) и Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) в период вегетации озимой пшеницы. При двукратном применении препаратов достигнут наилучший результат, при котором степень развития болезни в среднем не превышала 2,4%. При этом биологическая эффективность пестицидов была на уровне 98%. При однократной обработке фунгицидами биологическая эффективность к моменту фазы молочно-восковой и восковой спелости зерна снизилась до 85-89%, что позволило вторичной инфекции патогенной микрофлоры вновь заразить растения озимой пшеницы (Глазунова и др., 2013).

Однократное применение фунгицидов Абакус Ультра, СЭ (62,5 г/л пираклостробина + 62,5 г/л эпоксиконазола), Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола), Амистар Экстра, КС (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола), Амистар Трио, КЭ (100 г/л азоксистробина + 125 г/л пропиконазола + 30 г/л ципроконазола) и Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола) в фазу выхода в трубку пшеницы яровой привело к снижению развития мучнистой росы в 3-4 раза, при двукратной обработке этими препаратами в фазу колошения степень развития болезни имела дальнейшую тенденцию снижения (Туренко, Горяинова, 2016).

Таким образом, для подавления возбудителя мучнистой росы пшеницы достаточно однократной обработки фунгицидами в фазу выхода в трубку, при более высокой степени пораженности болезнью целесообразным является двукратная обработка.

Экспериментальная проверка эффективности разрешенных для применения на колосовых культурах ростстимулирующих препаратов и агрохимикатов – Агата-25К, ТПС, Альбита, ТПС, Иммуноцитифита, ТАБ, Кристалона, Акварина, Гуматов калия и натрия, Лигногумата, Новосила, проведенная Кубанским ГАУ и Краснодарским НИИ сельского хозяйства, показала, что большинство из них

оказывает лишь частичное действие на снижение развития мучнистой росы и септориоза в осенний период (на уровне 10–25 %) (Зазимко, Найденов, 2009).

В течение восьми лет на посевах яровой пшеницы было исследовано влияние действующих веществ из класса триазолы, а также их комбинация с химическими компонентами из класса бензимидазолы, стробилурины, морфолины: Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола); Рекс С, КС (125 г/л эпоксиконазола); Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазола + 125 г/л тебуконазола); Рекс Дуо, КС (310 г/л тифанат-метила + 187 г/л эпоксиконазола); Амистар Трио, КЭ (100 г/л пропиконазола + 125 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола); Абакус, СЭ (62,5 г/л пираклостробина + 62,5 г/л эпоксиконазола); Фалькон, КЭ (250 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола). Наилучший эффект против мучнистой росы был достигнут при применении Альто Супер, КЭ и Амистар Трио, КЭ. Данные препараты способствовали подавлению развития мучнистой росы и обеспечивали эффективность 74,9 и 94,4% соответственно. Также была выявлена полевая устойчивость растений к поражению мучнистой росой при обработке их препаратом на основе тритерпеновых кислот Биосил, ВЭ, при этом биологическая эффективность регулятора роста составила 32,6% (Доронин и др., 2016).

В исследованиях Н.Г. Петровой с соавторами (2021) была проведена сравнительная оценка биологической эффективности двух фунгицидов Эвито Т, КС (180 г/л флуоксастробина + 250 г/л тебуконазола) и Абакус Ультра, СЭ (62,5 г/л пираклостробина + 62,5 г/л эпоксиконазола). Была выявлена высокая эффективность Эвито Т, КС в норме 1,0 л/га против листостеблевых пятнистостей, причём показатели были на уровне Абакус Ультра, СЭ (1,5 л/га), либо превышали его.

В условиях Центрального Предкавказья были проведены исследования по определению эффективности применения фунгицидов Аканто Плюс, КС (200 г/л пикоксистробин + 80 г/л ципроконазол) и Абакус Ультра, СЭ (62,5 г/л пираклостробин + 62,5 г/л эпоксиконазол) против возбудителя мучнистой росы. В ходе исследований выявлено, что все исследуемые фунгициды в течение 24 дней

обладают 100% биологической эффективностью в отношении мучнистой росы, как по показателю «распространенность заболевания», так и показателю «развитие заболевания» (Безгина и др., 2017).

Фунгициды Инпут, КЭ (160 г/л протиокконазола + 300 г/л спироксамина), Зантара, КЭ (50 г/л биксафена + 166 г/л тебуконазола), Солигор, КЭ (53 г/л протиокконазола + 224 г/л спироксамина + 148 г/л тебуконазола) и Фалькон (250 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола) способны защитить озимую пшеницу в фазу кущения, обеспечивая 100% биологическую эффективность (Глазунова и др., 2018).

В пятилетних исследованиях А.Ю. Кекало с соавторами (2020) по мере увеличения биологической и хозяйственной эффективности в посевах яровой пшеницы против возбудителя мучнистой росы фунгициды распределились в ряду следующим образом: Фитоспорин-М, Ж (35%) – Альто Турбо, КЭ (71%) – Колосаль Про, КМЭ (76%) – Рекс Дуо, КС (78%) – Абакус Ультра, СЭ (80%) – Фалькон, КЭ (82%). В отношении мучнисто-росяных грибов поликомпонентные препараты результативнее боролись с инфекцией, по сравнению с биологическим фунгицидом.

В исследованиях Н.Г. Петровой и Т.В. Долженко (2021) по оценке эффективности препаратов из группы триазолов: Тилт, КЭ (250 г/л пропиконазола), Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола), Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола) оказали высокое фунгицидное действие в борьбе с мучнистой росой.

Ученые-исследователи Е.В. Никифоров и С.С. Санин (2013, 2015) с помощью компьютерных технологий разработали справочно-консультативные системы контроля болезней озимой пшеницы (бурая ржавчина, септориоз и мучнистая роса) при современных интенсивных технологиях ее возделывания. Система основана на выборе определённого вида защитных мероприятий (обработка химическими фунгицидами, обработка биопрепаратами, режим ожидания с дальнейшим слежением за развитием болезни и прекращение наблюдений за посевами ввиду отсутствия угрозы) и осуществляется на основе

сравнения фактической интенсивности поражения пшеницы той или иной болезнью с уровнем фитосанитарной сигнальной поражённости (ФСП). Этот параметр является результатом огромного числа многолетних полевых наблюдений, включивших в себя подавляющее большинство возможных агротехнических, фитосанитарных, метеорологических и ряда других факторов, оказывающих влияние на развитие конкретного патогена.

ГЛАВА 2. МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводились с 2018 по 2021 годы в Гатчинском районе, Ленинградской области на опытных полях Меньковского филиала Агрофизического НИИ. Опытные делянки были размещены на дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почве, с содержанием гумуса 2,5%, среднекислой (pH_{KCl} 4,6). Размер делянок составлял 10 м². Размещение делянок было рендомизированное. Количество повторностей – 4 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид полевого опыта (2020 г.) (ориг.)

2.1 Описание сортов пшеницы, включённых в исследования

Исследования проводились на пшенице яровой и озимой следующих сортов: Дарья, Сударыня, Московская 56 и Галина. Все сорта пшеницы включены

в Государственный реестр селекционных достижений и имеют следующее описание.

У пшеницы яровой сорта Дарья куст прямостоячий – полупрямостоячий. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на верхнем междоузлии соломины очень сильный, на влагалище и листовой пластинке флагового листа сильный – очень сильный. Колос пирамидальный, средней плотности, белый. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец слегка изогнут, средней длины. Зерно яйцевидное, окрашенное, с хохолком средней длины. Масса 1000 зерен варьирует от 33 до 38 г. Среднеспелый, вегетационный период 85-95 дней. Средне поражается мучнистой росой; умеренно восприимчив к септориозу; восприимчив к бурой ржавчине, пыльной и твердой головне (<https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9705798/>).

Норма высева пшеницы сорта Дарья в 2018 г. составила 281 кг/га, в 2019 г. – 300 кг/га. Дата посева 17.05.2018 и 11.05.2019. Дата появления всходов – 25.05.2018 и 26.05.2019.

Пшеница яровая сорта Сударыня имеет высоту стебля 80-83 см, высокоустойчива к полеганию. Куст полупрямостоячий. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на колосе, верхнем междоузлии соломины и влагалище флагового листа сильный. Колос цилиндрический, средней плотности, белый. Остевидные отростки на конце колоса короткие. Плечо прямое, средней ширины. Зубец умеренно изогнут, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен колеблется от 40 до 43 г. Вегетационный период 71-84 дня. Данный сорт умеренно восприимчив к поражению мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчиной, септориозом (<https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9052538/>).

Норма высева пшеницы сорта Сударыня в 2020 г. составила 320 кг/га, в 2021 г. – 300 кг/га. Дата посева 01.05.2020 и 27.04.2021. Дата появления всходов – 12.05.2020 и 07.05.2021.

Характеристика пшеницы озимой сорта Московская 56 имеет следующие морфологическое описание и селекционные признаки. Куст полупрямостоячий. Растение среднерослое. Восковой налет на влагалище флагового листа средний,

на верхнем междоузлии средний – сильный, на колосе отсутствует или очень слабый. Колос полубулавовидный, рыхлый – средней плотности, белый, короткий – средней длины. Ости на конце колоса средней длины. Среднеспелый. Высота растений 74-103 см. Вегетационный период составляет 294-328 дней. Зимостойкость повышенная. Восприимчив к снежной плесени, среднеустойчив к бурой ржавчине и мучнистой росе, септориозом поражается слабо (<https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9553369/>).

Исследования на пшенице озимой сорта Московская 56 проводились в 2019 году с нормой высева 280 кг/га. Дата посева – 11.09.18. Дата появления всходов – 21.09.18.

Пшеница озимая сорта Галина средней высоты (65-98 см) имеет полустелющийся куст. Опушение верхнего узла отсутствует или очень слабое. Восковой налет на листовой пластинке флагового листа отсутствует или очень слабый, на колосе слабый, на влагалище флагового листа средний, на верхнем междоузлии сильный. Колос веретеновидный, рыхлый – средней плотности, белый. Ости размещены по всей длине колоса, на конце колоса длинные. Нижняя колосковая чешуя на внутренней стороне имеет слабое опушение, рисунок отсутствует или очень мелкий. Плечо прямое, средней ширины. Зубец прямой, средней длины. Зерновка удлиненная, окрашенная, хохолок средней длины. Масса 1000 зерен 38-52 г. Устойчив к полеганию. Умеренно устойчив к твердой головне, но сильно восприимчив к бурой ржавчине, снежной плесени, корневым гнилям. Среднеспелый. Вегетационный период 296-330 дней (<https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9908115/>). Норма высева пшеницы озимой сорта Галина в 2020 г. составила 286 кг/га. Дата посева 13.09.2019. Дата появления всходов – 24.09.2019.

Учёт урожая проводили методом пробных снопов с 1 м² на каждой делянке опыта. Определялись количество продуктивных стеблей, общая масса зерна с делянки, масса зерна с 1-го колоса и масса 1000 зёрен.

После уборки предшествующей культуры осенью проводилась зяблевая вспашка на глубину 20-22 см, перед севом всех сортов пшеницы яровой и озимой

проводилась предпосевная культивация, а также осуществлялось внесение аммиачной селитры в дозе 90-180 кг/га.

2.2 Характеристика действующих веществ изучаемых препаратов

В опытах изучались новые фунгициды с различными комбинациями действующих веществ: Балая, КЭ (100 г/л мефентрифлуконазола + 100 г/л пиракlostробина), Ревистар Топ, КЭ (100 г/л мефентрифлуконазола + 50 г/л флуксапироксада), Альтасал Супер, КЭ (66,7 г/л мефентрифлуконазола + 66,7 г/л флуксапироксада), Миравис Нео, СЭ (75 г/л пидифлуметофена + 100 г/л азоксистробина + 125 г/л пропиконазола), Миравис Эйс, СК (150 г/л пидифлуметофена + 125 г/л пропиконазола), Кобальт, КМЭ (400 г/л пропиконазола), Альтазол Форте, КЭ (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола), Квейк 112,5 Нео, КЭ (50 г/л фенпикоксамид + 62,5 г/л пиракlostробина), Каюнис, КЭ (150 г/л спирокарбама + 100 г/л трифлуксистробина + 75 г/л биксафена), Магнелло, КЭ (100 г/л дифеноконазола + 250 г/л тебуконазола). Ниже приводится описание действующих веществ и расшифровка условных обозначений препаративных форм.

Азоксистробин по химическому строению ($C_{22}H_{17}N_3O$) относится к группе стробилуринов. Фунгицид контактного и системного действия имеет длительный защитный эффект. Механизм действия обусловлен ингибированием митохондриального дыхания, блокировкой транспорта электронов в цепи цитохромов *b* и *c*₁. Для теплокровных животных малотоксичен (ЛД₅₀ для крыс более 5000 мг/кг) (Зинченко, 2005).

Пиракlostробин ($C_{19}H_{18}ClN_3O_4$) – фунгицид широкого спектра действия. Он относится к синтетическим стробилуринам и схож с азоксистробином. Пиракlostробин препятствует росту мицелия грибов и спорообразованию из-за ингибирования клеточного дыхания. Повышает устойчивость некоторых растений к патогенам не грибной природы. Это происходит, потому что пиракlostробин стимулирует выработку белков, связанных с патогенезом (PR-белков), некоторые из которых обладают антимикробной активностью. Он также способствует

увеличению урожая некоторых культур, поскольку стимулирует их рост. Для теплокровных животных малотоксичен (ЛД₅₀ для крыс более 5000 мг/кг) (Environmental Protection Agency, 2008; Асхадуллин и др., 2020).

Флуксапироксад ($C_{18}H_{12}F_5N_3O$) относится к классу карбоксамидов. Он характеризуется низкой токсичностью для людей (ЛД₅₀ для крыс 5000 мг/кг). Механизм действия обусловлен угнетением дыхательного процесса грибов, что в последствие приводит к подавлению синтеза биополимеров в клетках грибных организмов. Такое нарушение энергетического метаболизма связано с ингибированием дыхательного фермента сукцинатдегидрогеназы в митохондриях возбудителя болезни: в дыхательной цепи комплекс II-окисление янтарной кислоты (сукцината) в фумарат, катализируемое сукцинатхинонредуктазой. В растениях карбоксин легко окисляется до нефунгитоксичных аналогов сульфоксида и сульфона. Способность передвигаться по растению обуславливает не только профилактическое, но и лечебное действие препарата. Для теплокровных животных малотоксичен (ЛД₅₀ для крыс более 5000 мг/кг) (Турко и др., 2018).

Пидифлуметофен относится к новой химической группе в классе пиразолкарбоксамиды – к N-метокси-(фенилэтил)-пиразол-карбоксамидам. Пидифлуметофен токсичен для водных организмов в степени от умеренной до очень высокой. Препарат имеет третий класс опасности в отношении человека. Для теплокровных животных среднетоксичен (ЛД₅₀ для крыс более 500 мг/кг) (Кузовкова, Ивашкевич, 2019).

Спироксамин ($C_{18}H_{35}NO_2$) по химическому строению относится к группе морфолины. Является ингибитором синтеза стерина (ингибирует $\Delta^{8,7}$ -изомеразу и Δ^{14} -редуктазу). Морфолины тормозят образование мицелия и предотвращают синтез эргостерола и редукцию двойного соединения С-С. Благодаря липофильным группам хорошо растворяется в липидах, проникая внутрь клетки через клеточные мембраны гриба. Относится ко 2 классу опасности для человека по ингаляционной токсичности (ЛД₅₀ для крыс более 595 мг/кг). Токсичен для

водных организмов, в почве относительно стабилен (DT_{50} = 35-64 дня) (Попов, 2003).

Биксафен ($C_{18}H_{12}Cl_2F_3N_3O$) относится к пиразолкарбоксамидам, обладает локально-системной активностью, подавляет прорастание спор и ингибирует развитие мицелия таких патогенов как *Zymoseptoria tritici*, *Puccinia triticina*, *P. striiformis* и *Pyrenophora tritici-repentis*. В смеси с тебуконазолом проявляется синергетический эффект, что, в зависимости от складывающихся погодных условий, увеличивает период защитного действия препарата до 5 недель. Для теплокровных животных малотоксичен (LD_{50} для крыс более 5000 мг/кг) (Гришечкина, Силаев, 2013б).

Пропиконазол ($C_{15}H_{17}Cl_2N_3O_2$) по химическому строению относится к группе триазолов. Проникает в растение через листья и стебли, передвигаясь по тканям к месту локализации инфекции акропетально, искореняет заболевание за счет ингибирования биосинтеза эргостеролов и деметилирования стероидов, приводящего к нарушению биосинтеза клеточных мембран у патогенных грибов. Для теплокровных характеризуется средней токсичностью (LD_{50} для крыс 958 мг/кг) (Зинченко, 2005; Юрин, Дитченко, 2009).

Тебуконазол ($C_{16}H_{22}ClN_3O$) относится к классу триазолы. Подавляет биосинтез эргостерина в мембранах клеток фитопатогенов, ингибируя деметилирование в положении С-14. Также на метаболизм действует образующиеся Д5-стерины, что отличает действующее вещество от прочих триазолов. Для млекопитающих характеризуется малой токсичностью (LD_{50} для крыс 1700 мг/кг) (Белицкая и др., 2015).

Дифеноконазол ($C_{19}H_{17}Cl_2N_3O_3$) является системным фунгицидом защитного, иммунизирующего и лечашего действия из класса производных триазола. Препарат имеет третий класс опасности в отношении человека. Дифеноконазол проникая в ткани растения, полностью ингибирует рост субкутикулярного мицелия, снижает уровень спороношения патогена. При обработке семенного материала проникает глубоко внутрь семян и способен распространяться по мере роста растений по всем органам. Для теплокровных

животных малотоксичен (ЛД₅₀ для крыс более 1453 мг/кг) (Белицкая и др., 2015; Балакирева и др., 2017).

Трифлуксистеробин ($C_{20}H_{19}F_3N_2O_4$) – химическое соединение из группы стробилуринов. Подавляет митохондриальное дыхание грибов. Препараты на основе трифлуксистеробина относятся к 3 классу опасности для человека (ЛД₅₀ для крыс более 5000 мг/кг) (Иода и др., 2019).

Мефентрифлуконазол (2-[4-(4-хлорфенокси)-2-(трифторметил) фенил]-1-(1Н-1,2,4 -триазол-1-ил) пропан-2-ол]) – ингибитор биосинтеза стероидов из группы триазолов. Для теплокровных животных малотоксичен (ЛД₅₀ для крыс более 2000 мг/кг) (Environmental Protection Agency, 2019).

Фенпиноксамид является производным ацилоксиметилового эфира природного фунгицидного соединения. Первоначально выделен из ферментационных бульонов актиномицета *Streptomyces* sp. В опытах *in vitro* демонстрировал сильную противогрибную активность в отношении широкого спектра грибов. Ингибирует митохондриальный комплекс III путем связывания с участком убихинона Q_i30, а не с участком Q_o, нацеленным на фунгициды класса стробилуринов, и поэтому перекрестная резистентность на основе целевого участка к фунгицидам класса стробилуринов не ожидается. Для теплокровных животных малотоксичен (ЛД₅₀ для крыс более 2000 мг/кг) (Owen et al., 2017).

В исследованиях применялись средства защиты со следующими препаративными формами: концентрат эмульсии (КЭ), суспензионный концентрат (СК), суспензионная эмульсия (СЭ), концентрат суспензии (КС), концентрат микроэмульсии (КМЭ), концентрат коллоидного раствора (ККР), микроэмульсия (МЭ).

2.3 Методы исследований

Обработка изучаемыми препаратами пшеницы яровой всех сортов проводилась однократно ручным опрыскивателем «Solo 400» в фазу кущения: видны 9 и более стеблей (Z 29) и фазу раскрытия влагалища флагового листа (Z 47). Двукратная обработка пшеницы озимой всех сортов проводилась в фазу

выхода в трубку: образовались 2 узла (Z 32) и начало колошения (Z 51). Определение стадий развития пшеницы яровой и озимой проводили по шкале J.C. Zadoks (1974). Расход рабочей жидкости 300 л/га.

Эффективность новых фунгицидов изучали в отношении следующих возбудителей болезней: *Pyrenophora tritici-repentis* Died. (пиренофороз), септориоз *Zymoseptoria tritici* Rob. (септориоз), *Blumeria graminis* Speer f. sp. tritici March (мучнистая роса) (рисунки 2, 3).

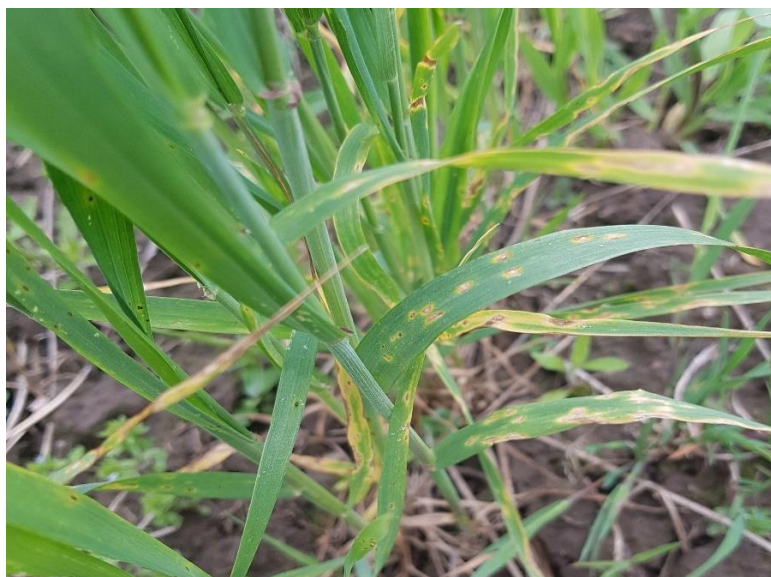


Рисунок 2 – Септориозная и пиренофорозная пятнистости на пшенице яровой (2019 г., сорт Дарья) (ориг.)



Рисунок 3 – Мучнистая роса на пшенице яровой (2019 г., сорт Дарья) (ориг.)

Вид патогена определяли путём микроскопирования с использованием методического пособия Т.И. Ишковой с соавторами (2002) и определителя болезней сельскохозяйственных культур М.К. Хохрякова (1984).

Определение биологической эффективности, учёты болезней, расчёт степени их развития, а также учёт урожая пшеницы проводили в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» (2009).

Статистическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову (1985) методом дисперсионного анализа с использованием электронных таблиц «Microsoft Office Excel».

Определение остаточных количеств изучаемых фунгицидов в зелёной массе, в соломе и зерне пшениц проводилось согласно «Унифицированным правилам отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания, объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» (1979).

Определение остаточных количеств флуксапироксада проводили в соответствии с методическими указаниями «Определение остаточных количеств флуксапироксада в воде, почве, зеленой массе, зерне и соломе зерновых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» МУК 4.1.3021-12 (2013).

Определение остаточных количеств мефентрифлуконазола проводили в соответствии с методическими указаниями «Определение остаточных количеств мефентрифлуконазола в воде, почве, зеленой массе, зерне и соломе зерновых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» МУК 4.1.3639-20 (2020).

Определение остаточных количеств пираклостробина проводили в соответствии с методическими указаниями «Методическими указаниями по определению остаточных количеств пираклостробина в зерне, соломе и зеленой массе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» МУК 4.1.1974-05 (2007).

Определение остаточных количеств пропиконазола изучали согласно «Методическим указаниям по определению Тилта в растениях, почве и воде методом газожидкостной хроматографии» № 3190-85 (1992). Очистку экстрактов проводили согласно МУК 4.1.2592-10 «Методическим указаниям по определению остаточных количеств пропиконазола в ягодах винограда и виноградном соке, зелёной массе, семенах и масле рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» (2010).

Определение остаточных количеств пидифлуметофена проводили в соответствии с методическими указаниями «Определение остаточных количеств пидифлуметофена в воде и почве методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» МУК 4.1.3643-20 (2020).

Расчёт токсической нагрузки пестицидов проводили с помощью формулы, предложенной Ю.Н. Фадеевым (1988).

ГЛАВА 3. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕГЛАМЕНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ПШЕНИЦЕ

3.1 Фитопатологическое состояние агроценозов пшеницы яровой и озимой в периоды вегетации 2018-2021 гг.

Ежегодно в Российской Федерации потери урожая сельскохозяйственных культур от вредных объектов составляют более 35%, включая от вредителей 13,8%, болезней – 11,6%, сорной растительности – 9,5% (Догадина, 2022). В Ленинградской области на посевах пшеницы яровой в зависимости от сложившихся погодно-климатических условий за вегетационный период потери урожая от болезней, в том числе и листовых, могут достигать 9,0% (Шпанёв, 2015).

В рамках наших исследований был проведён мониторинг фитопатологического состояния посевов пшеницы яровой и озимой в Ленинградской области, в ходе которого было отмечено ежегодное развитие возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей, и в отдельные годы наблюдалось развитие мучнистой росы. Стоит отметить, что септориоз во все годы наблюдений имел превалирующее развитие в комплексе листовых болезней пшениц.

В 2018 г. в первой декаде июня были визуально отмечены начальные симптомы развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей, а к началу второй декады июля развитие болезней возросло до 15,2-20,2%. Слабая степень развития возбудителя мучнистой росы 5,1-6,3% была отмечена в середине июля. Мы предполагаем, что вредоносность болезней в фазу кущения пшеницы яровой сорта Дарья была лимитирована погодными условиями (высокой температурой).

Повышение уровня влажности воздуха в июле и августе способствовали относительно умеренной степени развития септориоза и пиренофороза (21,1-30,5%) на посевах пшеницы яровой сорта Дарья в фазу раскрытия влагалища флаг-листа, при этом развитие мучнистой росы возросло до 14,0-20,1%.

Гидрометеорологические данные за период вегетации пшеницы яровой представлены в приложении 1. Средняя температура в мае составила 14°C, что превышало средний многолетний показатель на 3,1°C, в июне была равна среднему многолетнему значению 15°C, в июле составила 19,1°C (выше на 2,8°C), в августе – 17,5°C (выше на 2,5°C). В начале вегетационного периода наблюдались засушливые явления: за май и июнь выпало на 66,7 и 67,3% осадков меньше в сравнении со среднемноголетним значением, однако в июле осадков выпало больше на 45,9% от нормы, в августе на 25%. Влажность в мае варьировала от 56 до 67%, в июне – 62-70%, в июле – 68-85%, в августе 69-81%.

В 2019 г. в связи с частыми осадками в мае и засушливыми явлениями в июне, степень развития листовых фитопатогенов была не высокой. На пшенице озимой сорта Московская 56 в фазы выхода в трубку и начало колошения развитие возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей варьировало в пределах 4,5-12,1%; на пшенице яровой сорта Дарья в фазу кущения – 1,0-5,3%, при этом развитие мучнистой росы находилось в диапазоне 7,5-14,2%.

Дождливые погодные условия в июле не способствовали высокой степени развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей на посевах пшеницы яровой сорта Дарья в фазу раскрытия влагалища флаг-листа, показатели развития болезней на учётных делянках опыта не превышали 9,2%, а мучнистой росы 8,9%.

В 2019 г. гидрометеорологические данные были следующими: средняя температура в мае (11,3°C) была равна среднемноголетнему значению; в июне (17,8°C) была выше нормы на 3°C; в июле (15°C) температура была ниже на 1,6°C; в августе – 16,0°C (выше на 1,0°C) (приложение 1). В мае и июле выпало осадков на 61,3 и 114,1% больше среднемноголетнего показателя, июнь оказался засушливым (на 86,3% меньше нормы), август отклонился от нормы на 25,7% в меньшую сторону. Влажность за вегетационный период варьировала от 60 до 82%.

В 2020 г. начальные симптомы развития возбудителей септориоза и пиренофороза визуально были отмечены во второй декаде мая на посевах

пшеницы озимой сорта Галина, и в первой декаде июня развитие листовых патогенов достигло 20,3%. Сложившиеся погодные условия в июне 2020 г. ($t_{\text{ср}}$ 18,1°C и умеренная влажность 61-70%) способствовали умеренному характеру развития листовых болезней (26,6-30,8%) на посевах пшеницы озимой в фазу начало колошения.

По сравнению с предыдущим годом погодные условия в вегетационном сезоне не ограничивали развитие возбудителей септориоза и пиренофороза на посевах пшеницы яровой сорта Сударыня, в фенологические фазу раскрытие влагалища флаг-листа развитие возросло до уровня 38,3%. Напротив, развитие мучнистой росы не имело интенсивного характера, в результате обследований учётных делянок за весь период исследований, было отмечено локальное распространение болезни в слабой степени развития.

В 2020 г. средняя температура в мае составила 8,8°C, что было ниже среднемноголетней на 1,5°C, а в июне (18,1°C) выше на 3,3°C. В июле была равна среднемноголетнему значению 16,5°C; в августе – 15,5°C (выше на 1,5°C) (приложение 1). Дождливые май, июль и август превысили норму осадков на 55,6%, 108,0% и 126,1%, а июнь был ниже среднего многолетнего показателя на 43,3%. Влажность за вегетационный период колебалась от 56 до 81%.

Вегетационный сезон 2021 г. отличался отклонениями параметров погоды от многолетних значений, наблюдались обильные дожди в мае и августе и высокие температурные показатели в июне и июле. В связи с этим мы предполагаем, что развитие листовых болезней на пшенице яровой и озимой было лимитировано сложившимися погодными условиями. Септориоз и пиренофороз имел слабый характер развития, на пшенице озимой сорта Галина в фазы выхода в трубку и колошения развитие болезни было отмечено на уровне (10,5-17,8%), на пшенице яровой сорта Сударыня в фазу раскрытия влагалища флаг-листа – 9,4-10,3%. Симптомы мучнистой росы на учётных делянках за период исследований не были обнаружены.

В 2021 г. средняя температура в мае (10,8°C) была равна среднемноголетнему значению; в июне (19,7°C) была выше нормы на 4,9°C; в

июле (21,1°C) температура была выше на 4,4°C; в августе – 15,4°C (равна среднемуголетнему значению) (приложение 1). В мае и августе выпало осадков на 377,6% и 132,2% больше среднемуголетнего показателя, июнь и июль оказались засушливыми на 57,7% и 55,1% меньше нормы. Влажность за вегетационный период варьировала от 61 до 87%.

Исходя из наших наблюдений, можно заключить, что погодные условия в основном способствовали развитию возбудителей болезней, что позволило провести эксперименты с фунгицидами.

3.2 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида

Балая, КЭ на пшенице яровой

3.2.1 Обработка в фазу кущения

Изучение эффективности препарата Балая, КЭ (100 г/л мефентрифлуконазола + 100 г/л пираклостробина) проводилось в 2018 и 2019 гг. Обработка осуществлялась однократно (22.06.2018 и 17.06.2019) в фазу кущения пшеницы яровой (Z 29) сорта Дарья в нормах применения 0,4 и 0,6 л/га. В качестве эталона был выбран фунгицид Спирит, СК (240 г/л азоксистробина + 160 г/л эпоксиконазола) в норме 0,6 л/га.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Балая, КЭ	0,4 л/га
2	Балая, КЭ	0,6 л/га
3	Спирит, СК (эталон)	0,6 л/га
4	Контроль	0

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что обработка фунгицидом Балая, КЭ в 2018 году сдерживала развитие септориозной и пиренофорозной пятнистостей на посевах пшеницы яровой в фазу кущения, однако по отношению к мучнистой росе действие препарата оказалось слабым.

Наибольшие показатели структурных элементов урожайности получены в варианте с Балая, КЭ в норме применения 0,6 л/га: масса зерна с 1-го колоса – 0,53 г., масса 1000 зерен – 32,6 г., при этом величина сохраненного урожая составила 28,1%.

Таблица 1 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Балая, КЭ (2018 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма примен ения препара та, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>		<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %						ц/га	% к контр олю
		12.07.	23.07.	12.07.	23.07.				
Балая, КЭ (100+100 г/л)	0,4	1,0	9,7	4,5	4,7	0,46	32,5	16,6	113,7
	0,6	0,6	8,9	4,4	2,4	0,53	32,6	18,7	128,1
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	1,3	7,4	2,4	5,1	0,45	31,7	15,7	107,5
Контроль (без обработки)	0	15,2	20,2	5,1	6,3	0,39	31,6	14,6	100
НСР ₀₅		2,1	1,1	2,0	2,1	0,14	0,4	2,8	-

После обработки изучаемым фунгицидом, направленного на борьбу с возбудителями пиренофороза и септориоза, было выявлено, что на 20-е сутки учёта (12.07.18) по эффективности препарат Балая, КЭ при 2-х нормах применения: 93,4% (0,4 л/га); 96,1% (0,6 л/га), был выше эталона (91,4%) при развитии болезней в контроле 15,2% (рисунок 4). На 31-е сутки после обработки (23.07.18) эффективность испытываемого препарата при всех нормах применения: 52,0% (0,4 л/га); 55,9% (0,6 л/га) уступала эффективности эталона (63,4%) при нарастании развития болезней в контроле до 20,2%.

На рисунке 5 представлена биологическая эффективность изучаемого препарата по отношению к мучнистой росе. Против возбудителя мучнистой росы на 20-е сутки после обработки (12.07.18) испытываемый препарат при 2-х нормах применения: 11,8% (0,4 л/га); 13,7% (0,6 л/га) был малоэффективным и

значительно уступал эталону (52,9%) при развитии болезни в контроле 5,1%. В дальнейшем на 31-ые сутки (23.07.18), эффективность комбинированного фунгицида при нормах применения 0,4 л/га (25,4%) и 0,6 л/га (61,9%) превышала эффективность эталона (19,0%), при развитии болезни в контроле 6,3%.

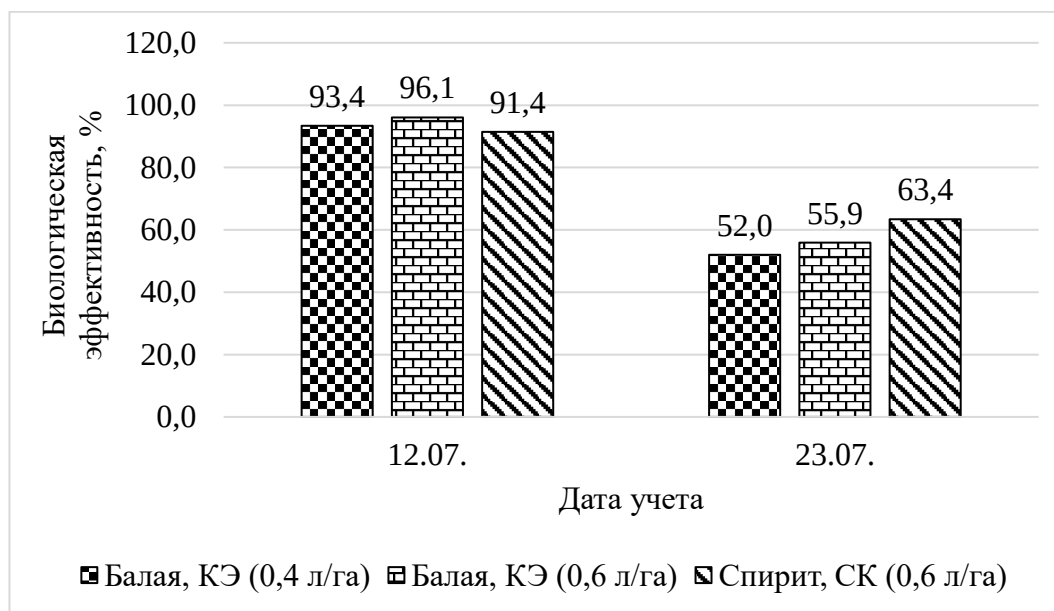


Рисунок 4 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2018 г., сорт Дарья)

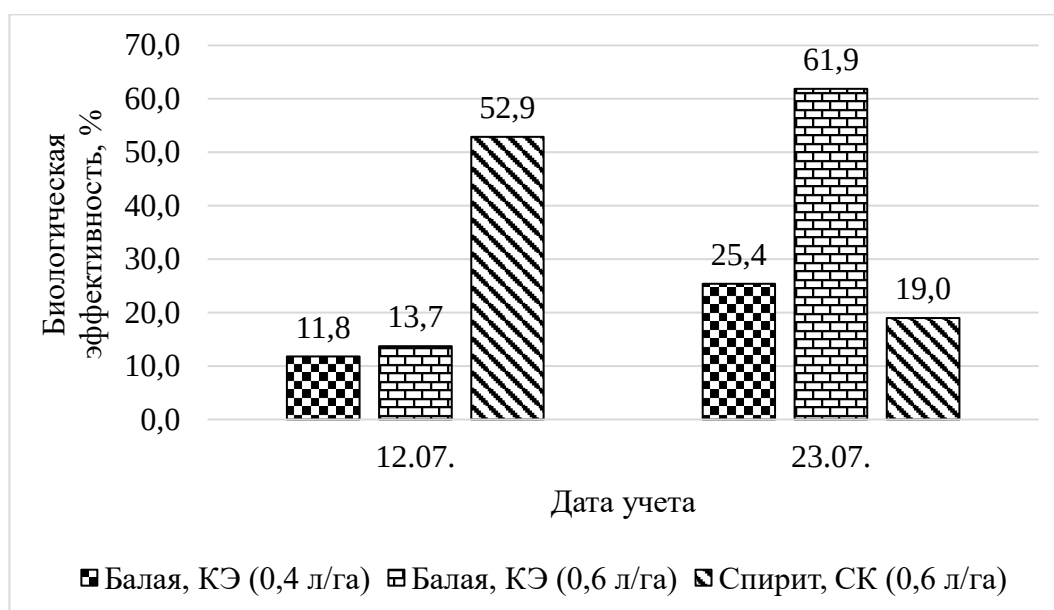


Рисунок 5 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2018 г., сорт Дарья)

В 2019 году был заложен повторный полевой опыт по аналогичной схеме на посевах того же сорта, что и в предыдущем вегетационном сезоне. В связи с малым количеством осадков в данный период вегетации (июнь) наблюдались невысокие показатели развития болезней, однако несмотря на это отмечена достоверная прибавка урожайности в обрабатываемых вариантах. Сохраненный урожай, полученный в варианте с Балая, КЭ в норме применения 0,6 л/га составил 11%, в варианте со Спирит, СК был равен 14,8% (таблица 2).

Таблица 2 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Балая, КЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма примене ния препара та, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %							ц/га	% к контро лю
		27. 06.	09. 07.	22. 07.	09. 07.	22. 07.				
Балая, КЭ (100+100 г/л)	0,4	0,5	1,3	2,1	2,0	3,6	0,42	39,5	20,9	100
	0,6	0,5	1,0	1,9	1,6	4,4	0,44	40,2	23,2	111,0
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	0,7	0,9	2,2	3,1	4,9	0,43	40,1	21,9	114,8
Контроль (без обработки)	0	1,0	3,5	5,3	7,5	14,2	0,41	38,6	20,9	100
НСР ₀₅		0,2	0,3	1,3	0,6	1,6	0,02	1,3	2,4	-

При применении изучаемого препарата показатели структурных элементов урожайности были на уровне эталона.

По отношению к возбудителям септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 10-е сутки после обработки (27.06.19) по эффективности изучаемый препарат при 2-х нормах применения (по 50,0%) уступал эталону (70,0%) на фоне низкого развития болезни в контроле (1,0%) (рисунок 6). На 22-е сутки (09.07.19) эффективность Балая, КЭ повысилась и при норме применения 0,6 л/га (71,4%) была на уровне эффективности эталона (74,3%), при норме – 0,4 л/га (62,9%) уступала ему при развитии болезней в контроле 3,5%. На 35-е сутки

после обработки (22.07.19), показатели эффективности в вариантах с Балая, КЭ и со эталоном были на одном уровне и составили: Балая, КЭ в норме 0,6 л/га (64,2%), Балая, КЭ в норме 0,4 л/га (60,4%), эталон (58,5%) при развитии болезней в контроле 5,3%.

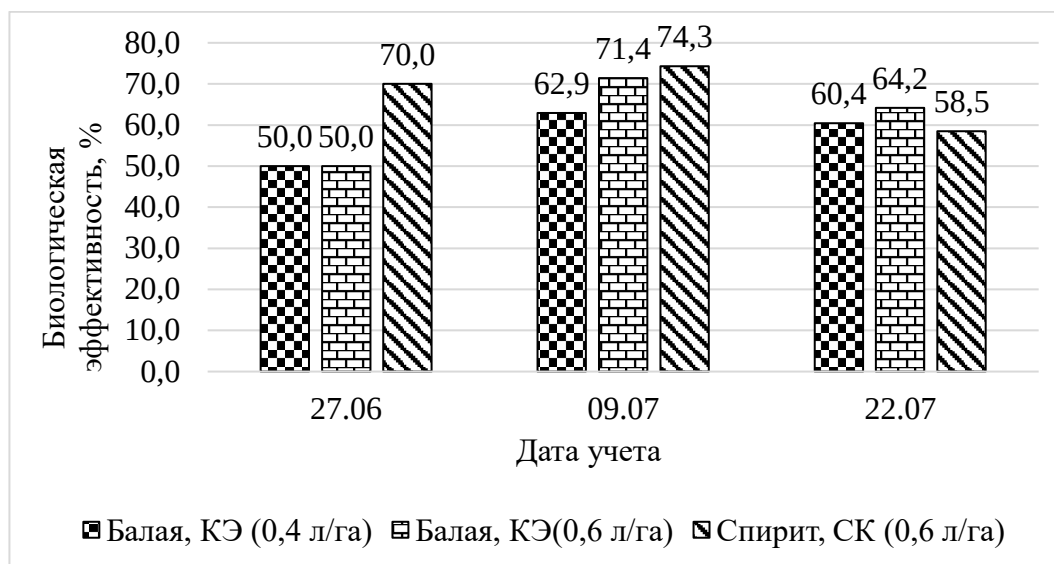


Рисунок 6 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

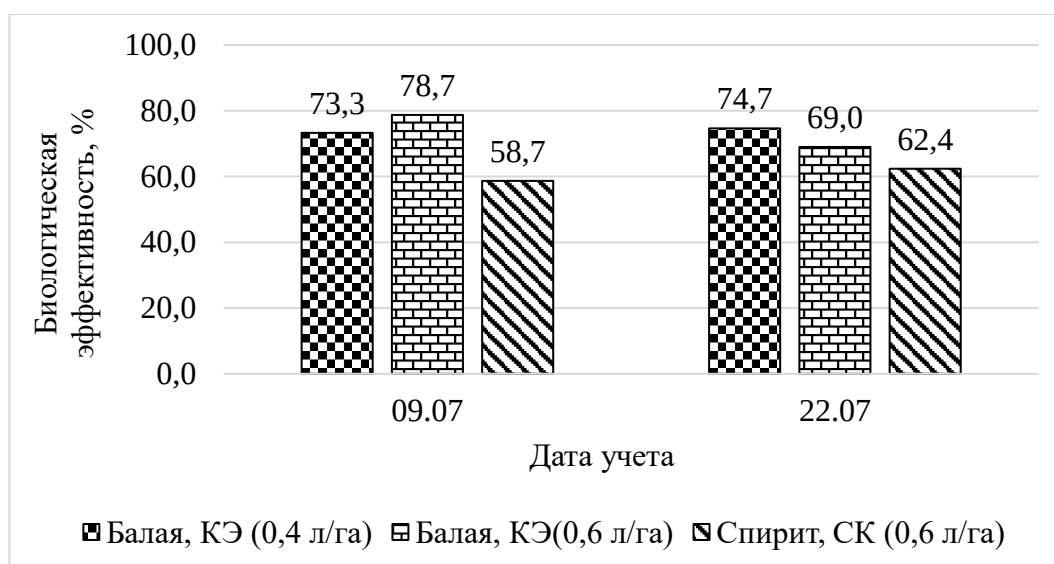


Рисунок 7 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

По эффективности против возбудителя мучнистой росы на 22-е сутки после обработки (09.07.19) исследуемый препарат при 2-х нормах применения: 73,3% (0,4 л/га); 78,7% (0,6 л/га) превышал эталон (58,7%) (рисунок 7). На 35-е сутки (22.07.19) учета наблюдалась вышеотмеченная тенденция: 74,7% (0,4 л/га); 69,0% (0,6 л/га); 62,4% (эталон), при нарастании развития болезни в контроле до 14,2%.

3.2.2 Обработка в фазу раскрытия влагалища флаг-листа

Оценку биологической эффективности препарата Балая, КЭ проводили также и в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47) пшеницы яровой сорта Дарья. Обработка осуществлялась однократно 05.07.2018 и 26.06.2019 в нормах применения 0,4 л/га, 0,6 л/га и дополнительно 0,8 л/га, 1,0 л/га. Эталоном послужил, как и в предыдущих опытах, фунгицид Спирит, СК в норме 0,6 л/га.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Балая, КЭ	0,4 л/га
2	Балая, КЭ	0,6 л/га
3	Балая, КЭ	0,8 л/га
4	Балая, КЭ	1,0 л/га
5	Спирит, СК (эталон)	0,6 л/га
6	Контроль	0

В 2018 году обработка фунгицидом Балая, КЭ посевов пшеницы яровой в фазу раскрытия влагалища флаг-листа позволила установить, что изучаемый препарат подавляет развитие листовых пятнистостей, это прослеживалось во всех вариантах опыта с Балая, КЭ (таблица 3). Однако, по урожайности пшеницы достоверных различий в вариантах по отношению к контролю было не выявлено, но стоит отметить, что показатели структурных элементов продуктивности превосходили эталон.

Согласно данным, полученным на 15-е сутки (20.07.18) после обработки изучаемым фунгицидом, было выявлено что против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей эффективность Балая, КЭ при всех нормах

применения превышала уровень эталона (67,3%) и по вариантам составила: 73,5% (0,4 л/га); 82,0% (0,6 л/га); 87,7% (0,8 л/га); 84,4% (1,0 л/га) при развитии болезней в контроле 21,1% (рисунок 8).

Таблица 3 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Балая, КЭ (2018 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма приме нения препар ата, л/га	<i>Zymoseptori a tritici + Pyrenophor a tritici- repentis</i>		<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %						ц/га	% к контр олю
		20. 07.	30. 07.	20. 07.	30. 07.				
Балая, КЭ (100+100 г/л)	0,4	5,6	19,1	5,0	2,0	0,47	33,9	14,8	101,4
	0,6	3,8	18,2	3,3	0,8	0,45	34,0	15,1	103,4
	0,8	2,6	16,9	3,3	1,4	0,45	33,1	15,0	102,7
	1,0	3,3	16,1	2,3	0,7	0,45	33,0	15,2	104,1
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	6,9	20,9	4,6	4,7	0,43	31,0	14,8	101,4
Контроль (без обработки)	0	21,1	30,5	14,0	20,1	0,39	31,6	14,6	100
НСР ₀₅		1,5	2,4	0,7	1,1	0,03	0,6	2,5	-

В дальнейшем на 25-е сутки после обработки (30.07.18), на фоне отмирания листьев нижних ярусов и значительного снижения эффективности изучаемого препарата, наблюдалась та же тенденция. Биологическая эффективность при этом составила: 37,4% (0,4 л/га); 40,3% (0,6 л/га); 44,6% (0,8 л/га); 47,2% (1,0 л/га), эталон (31,5%) при развитии болезней в контроле 30,5%.

По отношению к мучнистой росе на 15-е сутки после обработки эффективность изучаемого препарата при минимальной норме применения 0,4 л/га (64,3%) была на уровне эталона (67,1%), при 3-х больших нормах: по 76,4% (0,6 и 0,8 л/га); 83,6% (1,0 л/га) превышала его при развитии болезни в контроле 14,0% (рисунок 9). На 25-е сутки учёта показатели биологической эффективности Балая, КЭ при всех нормах применения возросли приблизительно до одного

уровня: 90,0% (0,4 л/га); 96,0% (0,6 л/га); 93,0% (0,8 л/га); 96,5% (1,0 л/га) и были выше эффективности эталона (76,6%) при развитии болезни в контроле 20,1%.

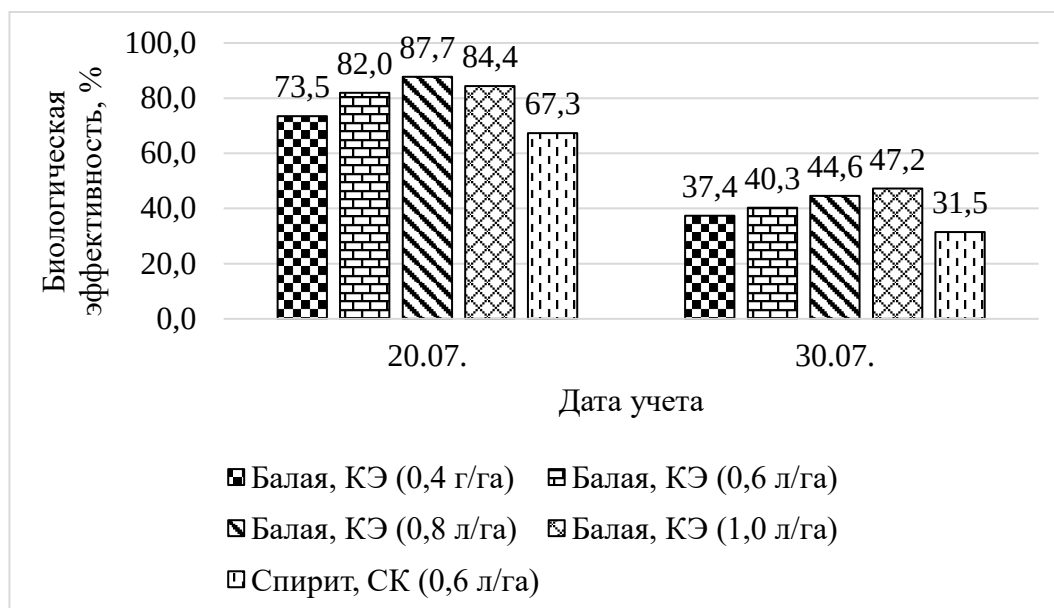


Рисунок 8 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2018 г., сорт Дарья)

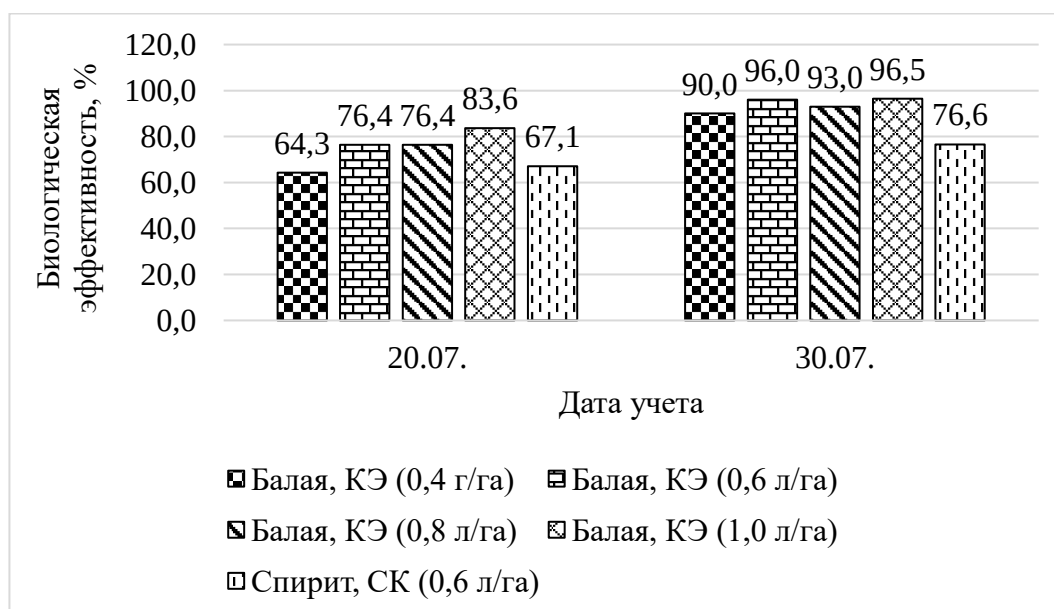


Рисунок 9 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2018 г., сорт Дарья)

В 2019 году был заложен повторный полевой опыт по аналогичной схеме на посевах того же сорта, что и в предыдущем вегетационном сезоне, данные представлены в таблице 4 и рисунках 10, 11.

Таблица 4 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Балая, КЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма приме- нения препа- рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %								ц/га	% к контр олю
		08. 07.	17. 07.	30. 07.	08. 07.	17. 07.	30. 07.				
Балая, КЭ (100+100 г/л)	0,4	2,2	2,5	5,9	1,0	4,7	2,0	0,41	39,9	16,4	100,6
	0,6	2,4	2,8	5,7	0,6	5,1	2,4	0,41	39,7	20,5	125,8
	0,8	2,4	2,7	4,7	0,8	5,3	2,5	0,40	39,4	17,7	108,6
	1,0	2,5	2,9	5,4	0,2	4,5	2,1	0,41	39,8	19,4	119,0
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	2,2	2,2	5,2	0,6	5,0	1,4	0,39	38,3	16,7	102,5
Контроль (без обработки)	0	3,0	3,3	9,2	2,6	8,9	4,7	0,39	39,0	16,3	100
НСР ₀₅		0,4	0,4	0,8	0,5	1,0	0,9	0,03	0,5	3,0	-

Из данных таблицы видно, что фунгицидное действие препарата Балая, КЭ по отношению к листовым болезням наблюдалось во все даты учетов. Отдельно стоит отметить, что в вариантах с Балая, КЭ в нормах применения 0,6 и 1,0 л/га сохраненный урожай был выше по сравнению с другими вариантами опыта, прибавка составила 25,8% и 19% соответственно.

Основные элементы структуры урожая пшеницы яровой сорта Дарья по вариантам находились в одном диапазоне значений: по массе зерна с 1-го колоса – 0,39-0,41 г., по массе 1000 зёрен – 38,3-39,9 г.

Против септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 12 и 21-е сутки после обработки эффективность изучаемого препарата (12,1-26,7%) и эталона (26,7-33,3%) была невысокой, на фоне низкого развития болезней в контроле (3,0-3,3%). В дальнейшем, на 34-е сутки после обработки, эффективность препаратов

возросла: 35,9% (0,4 л/га); 38,1% (0,6 л/га); 48,9% (0,8 л/га); 41,3% (1,0 л/га); 43,5% (эталон) при развитии болезней в контроле 9,2% (рисунок 10).

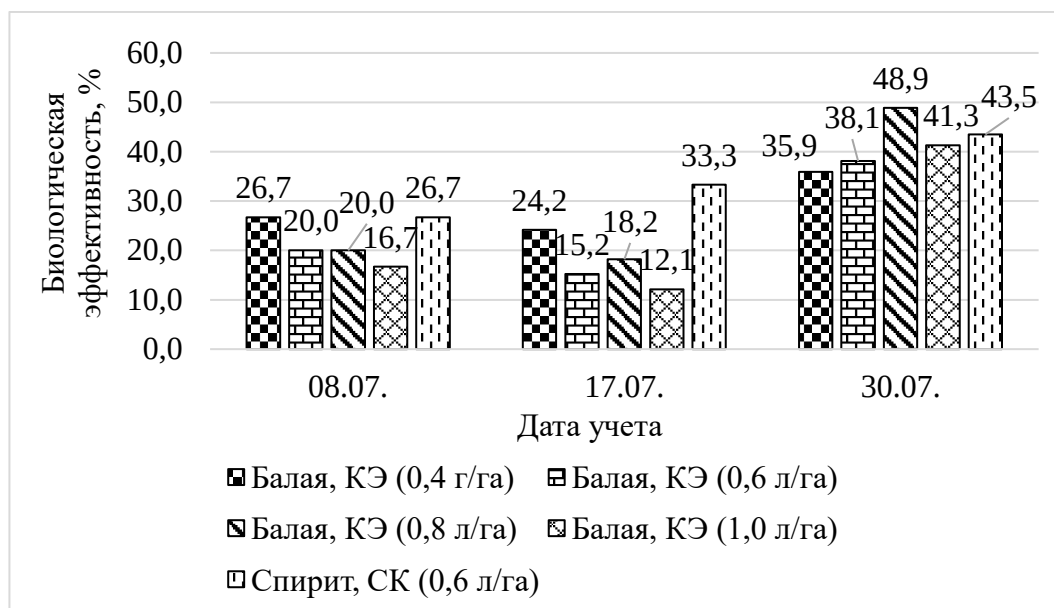


Рисунок 10 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

По эффективности против возбудителя мучнистой росы на 12-е сутки после обработки эффективность Балая, КЭ в варианте с нормой применения 1,0 л/га достигла максимального значения (92,3%), при норме 0,6 л/га (76,9%) была равнозначна эффективности эталона, при 0,4 л/га (61,5%) и 0,8 л/га (69,2%) была ниже уровня последнего при развитии болезни в контроле 2,6% (рисунок 11). На 21-е сутки (17.07) после обработки эффективность Балая, КЭ при нормах применения 0,4 л/га (47,2%) и 1,0 л/га (49,4%) была выше эталона (43,8%), при норме 0,6 л/га (42,7%) и 0,8 л/га (40,5%) эффективность была на уровне эталона при нарастании развития болезни в контроле до 8,9%. В дальнейшем на 34-е сутки после обработки (30.07), учет был сделан только на верхнем ярусе, ввиду отмирания нижних листьев, и по эффективности изучаемый препарат при 4-х нормах применения: 57,5% (0,4 л/га); 48,9% (0,6 л/га); 46,8% (0,8 л/га); 55,3% (1,0 л/га) уступал эталону (70,2%) при развитии болезни в контроле 4,7%.

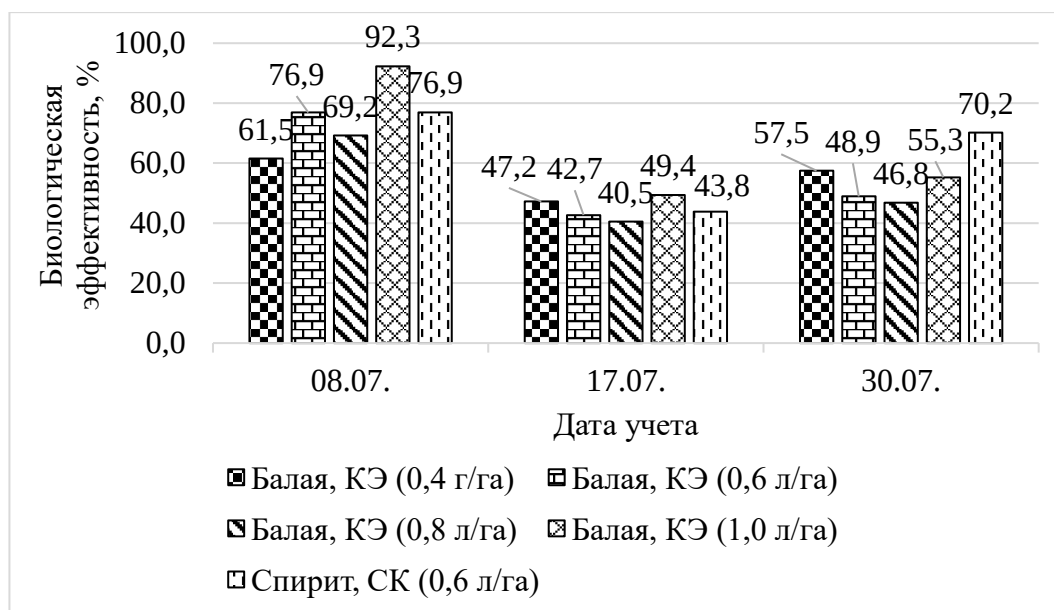


Рисунок 11 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

Результаты двухлетних исследований по оценке биологической эффективности препарата Балая, КЭ по отношению к листовым инфекциям пшеницы яровой сорта Дарья позволяют заключить, что обработка растений в фазу кущения изучаемым фунгицидом в нормах 0,4 л/га и 0,6 л/га эффективно подавляло развитие как септориозной и пиренофорозной пятнистостей (93,4% и 96,1%), так и мучнистой росы (73,3% и 78,7% соответственно). В фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы установлены наиболее эффективные регламенты применения препарата Балая, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей – 0,8 л/га и 1,0 л/га (87,7% и 84,4%), а также с мучнистой росой – 0,6 л/га, 0,8 л/га и 1,0 л/га (96%, 93% и 96,5%) (Макаренко, Долженко, 2020г).

С учетом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации препарат Балая, КЭ был включён в 2022 году.

3.3 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Балая, КЭ на пшенице озимой

Для решения поставленных задач в рамках наших исследований необходимо было также оценить биологическую эффективность препарата Балая, КЭ и разработать регламенты его применения на пшенице озимой против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей. Опыты проводились в течение 3-х лет в фазы выхода в трубку (Z 32) и начало колошения (Z 51).

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Балая, КЭ	0,4 л/га
2	Балая, КЭ	0,6 л/га
3	Балая, КЭ	0,8 л/га
4	Балая, КЭ	1,0 л/га
5	Спирит, СК (эталон)	0,6 л/га
6	Контроль	0

Обработка проводилась двукратно в нормах применения 0,4 л/га, 0,6 л/га, 0,8 л/га и 1,0 л/га: в 2019 г. на сорте Московская 56 – 28 мая (Z 32) и 10 июня (Z 51); в 2020 г. на сорте Галина – 29 мая (Z 32) и 13 июня (Z 51); в 2021 г. на сорте Галина – 30 мая (Z 32) и 12 июня (Z 51). В качестве эталона использовали фунгицид Спирит, СК (0,6 л/га).

Как видно из таблицы 5, засушливые условия в июне не способствовали высокому развитию листовых пятнистостей на посевах пшеницы озимой сорта Московская 56. Применение фунгицида Балая, КЭ в 2019 году способствовало сохранению урожая озимой пшеницы сорта Московская 56 (Z 32), который по вариантам составил: 0,4 л/га – 17,4%; 0,6 л/га – 29,8%; 0,8 и 1,0 л/га – 34,8%. При этом показатели структурных элементов урожайности, полученные в вариантах с Балая, КЭ превосходили эталон и имели наибольшие показатели при норме 0,8 л/га: 0,81 г. (масса зерна с 1-го колоса) и 42,8 г. (масса 1000 зёрен).

Таблица 5 – Развитие болезней и урожайность пшеницы озимой после применения фунгицида Балая, КЭ (2019 г., сорт Московская 56)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масс а 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контро лю
		10.06.	17. 06.	25. 06.				
Балая, КЭ (100+100 г/л)	0,4	1,4	2,9	2,6	0,70	40,2	20,9	117,4
	0,6	1,3	1,8	3,2	0,77	41,9	23,1	129,8
	0,8	0,7	0,8	1,1	0,81	42,8	24,0	134,8
	1,0	1,5	1,2	1,3	0,76	42,1	24,0	134,8
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	1,6	3,5	2,2	0,68	38,3	19,4	109,0
Контроль (без обработки)	0	4,5	10,5	12,1	0,66	37,6	17,8	100
НСР ₀₅		0,5	1,3	1,8	0,04	0,6	2,3	-

После однократной обработки посевов пшеницы озимой (Z 32) изучаемым фунгицидом было установлено, что в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 13-е сутки учёта (10.06.19) препарат Балая, КЭ при нормах применения 0,4 л/га и 1,0 л/га был близок эффективности эталона (64,4%), при обработке в норме 0,6 л/га показатель эффективности был равен 71,1%, при норме 0,8 л/га достиг максимального значения 84,4%, на фоне невысокого развития болезни в контроле 4,5% (рисунок 12).

После повторной обработки Балая, КЭ в фазу колошения пшеницы озимой на 7-е сутки учёта (17.06.19) эффективность изучаемого фунгицида при нормах применения 0,6 л/га, 0,8 л/га, 1,0 л/га оставалась высокой, превышая показатель эффективности Спирит, СК (66,7%): 82,9%, 92,4% и 88,6% соответственно; при наименьшей норме применения 0,4 л/га (56,2%) эффективность уступала эталону при развитии болезней в контроле 10,5%.

На 15-е сутки учёта болезни (25.06.19), препарат Балая, КЭ был наиболее эффективен при нормах применения 0,8 л/га (90,9%) и 1,0 л/га (89,3%), превышая эффективность эталона (81,8%), при 0,4 л/га (78,5%) был близок к уровню

последнего, при норме 0,6 л/га (73,6%) уступал им при развитии болезней в контроле 12,1%.

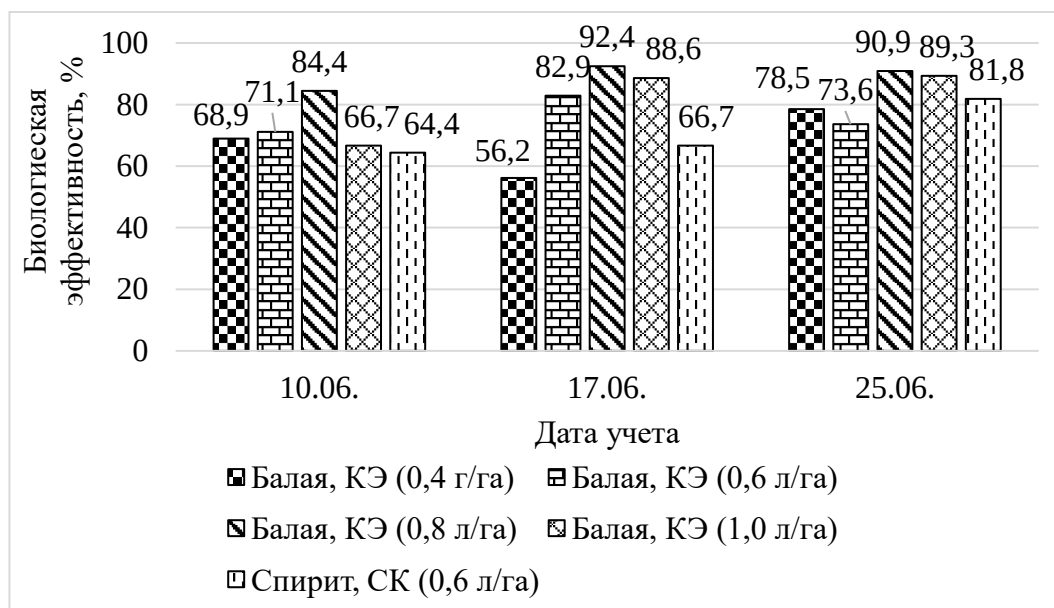


Рисунок 12 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Московская 56)

В 2020 году был заложен повторный полевой опыт по схеме 2019 года на посевах сорта Галина. В текущем году при применении Балая, КЭ сохранённый урожай озимой пшеницы в вариантах с нормами применения 0,8 и 1,0 л/га составил 21,3% и 32,8% (таблица 6). Показатели структурных элементов урожайности в данных вариантах опыта также были выше по сравнению с остальными: по массе зерна с 1-го колоса значения в обоих случаях были равны 1,1 г., по массе 1000 зёрен составили 57,6 г. и 58,6 г. соответственно.

При защите озимой пшеницы сорта Галина (Z 32) от возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 15-е сутки после первой обработки (13.06.20) было выявлено, что изучаемый препарат в нормах применения 0,4 л/га (65,4%) и 0,6 л/га (69,5%) был эффективен на уровне эталона (64,1%), при нормах 0,8 и 1,0 л/га достиг максимальных значений 81,7 и 80,7% (рисунок 13), на фоне развития болезни в контроле 20,3%.

Таблица 6 – Развитие болезней и урожайность пшеницы озимой после применения фунгицида Балая, КЭ (2020 г., сорт Галина)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici- repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контро лю
		13.06.	20.06.	03.07.				
Балая, КЭ (100+100 г/л)	0,4	7,0	6,8	6,9	0,97	53,9	35,5	105,1
	0,6	6,2	4,9	6,6	1,0	55,8	37,7	111,5
	0,8	3,7	2,8	3,6	1,1	57,6	41,0	121,3
	1,0	3,9	3,0	3,8	1,1	58,6	44,9	132,8
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	7,3	7,8	6,6	0,97	54,3	36,4	107,7
Контроль (без обработки)	0	20,3	26,6	30,8	0,87	53,9	33,8	100
НСР ₀₅		1,3	1,8	2,2	0,09	0,7	5,5	-

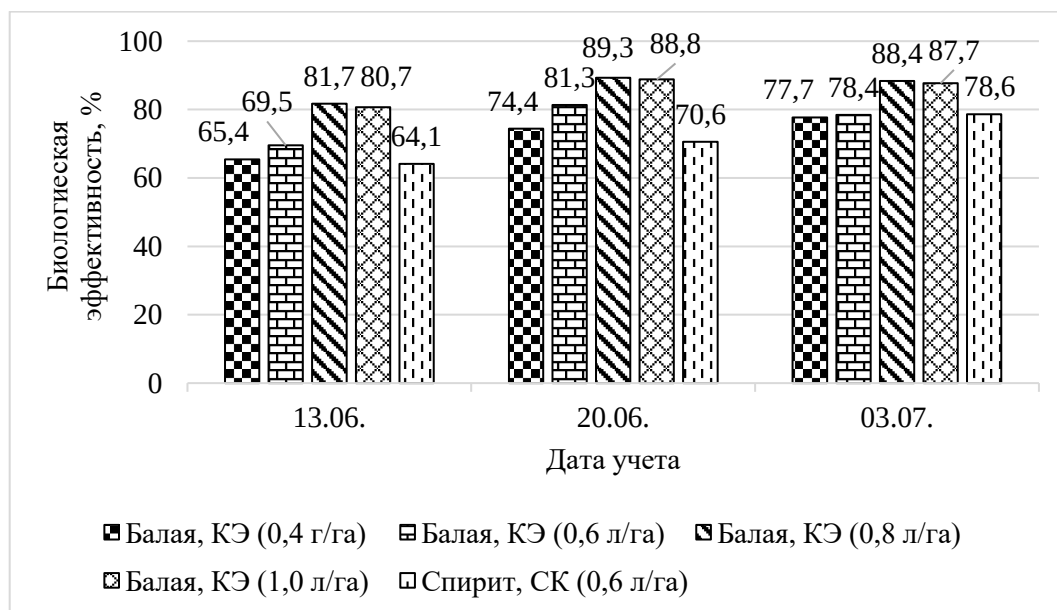


Рисунок 13 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2020 г., сорт Галина)

В фазу начало колошения на 7-е сутки после повторной обработки (20.06.20) эффективность Балая, КЭ продолжала возрастать во всех вариантах

опыта, превышая показатель эталона. Максимальные значения биологической эффективности были отмечены в вариантах с применением Балая, КЭ в норме 0,8 и 1,0 л/га (89,3 и 88,8%) при развитии болезни в контроле 26,6%. На 20-е сутки учёта (03.07.20) тенденция существенного снижения вредоносности патогена за счет фунгицидной обработки сохранялась. При этом в вариантах с исследуемым препаратом в нормах применения 0,8 л/га (88,4%) и 1,0 л/га (87,7%) эффективность была наибольшей; в варианте Спирит, СК (78,6%) эффективность возросла до уровня значений изучаемого фунгицида, применяемого в нормах 0,4 л/га (77,7%) и 0,6 л/га (78,4%) при развитии болезней в контроле 30,8%.

В 2021 году продолжились наши исследования по оценке эффективности Балая, КЭ, направленные на борьбу с возбудителями септориозной и пиренофорозной инфекциями пшеницы озимой сорта Галина. Результаты за данный полевой сезон представлены в таблице 7 и рисунке 14.

Таблица 7 – Развитие болезней и урожайность пшеницы озимой после применения фунгицида Балая, КЭ (2021 г., сорт Галина)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici- repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контро лю
		12.06.	20.06.	30.06.				
Балая, КЭ (100+100 г/л)	0,4	3,5	3,3	3,3	0,80	47,7	28,8	111,2
	0,6	3,1	2,7	2,5	0,83	48,1	29,3	113,1
	0,8	1,9	1,5	1,2	0,87	50,1	31,3	120,8
	1,0	2,2	1,7	1,5	0,87	48,9	30,5	117,8
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	2,6	2,3	2,1	0,85	48,4	30,8	118,9
Контроль (без обработки)	0	10,5	15,1	17,8	0,71	37,8	25,9	100
НСР ₀₅		0,5	1,2	2,3	0,07	0,9	2,8	-

При применении Балая, КЭ сохранённый урожай пшеницы озимой по вариантам составил: 0,4 л/га – 11,2%; 0,6 л/га – 13,1%; 0,8 – 20,8% и 1,0 л/га –

17,8%. В варианте со Спирит, СК показатель был равен 18,9% по отношению к контролю. Показатели структурных элементов урожайности в обрабатываемых вариантах находились приблизительно на одном уровне, однако в вариантах с Балая, КЭ в нормах применения 0,8 л/га и 1,0 л/га отмечены наибольшие значения: по 0,87 г. (масса зерна с 1-го колоса), 50,1 г. и 48,9 г. (масса 1000 зёрен).

В 2021 году после первой обработки посевов пшеницы озимой (Z 32) было выявлено, что в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 13-е сутки учёта (12.06.21) препарат Балая, КЭ при нормах применения 0,4 л/га (66,7%) и 0,6 л/га (70,5%) уступал эффективности препарата Спирит, СК (75,2%); при норме 0,8 л/га имел максимальное значение (81,9%); при норме 1,0 л/га (79%) был близок уровню эталона на фоне развития болезней в контроле 10,5% (рисунок 14).

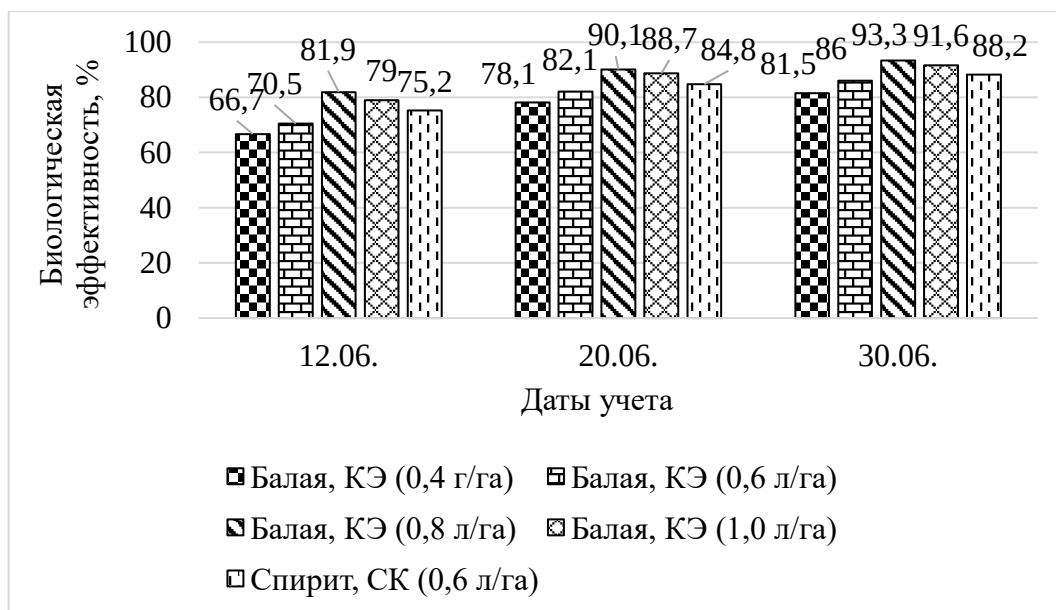


Рисунок 14 – Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2021 г., сорт Галина)

Повторная обработка растений озимой пшеницы изучаемым фунгицидом способствовала увеличению его эффективности по отношению к листовым патогенам. При этом на 8-е сутки учёта (20.06.21) биологическая эффективность Балая, КЭ в норме применения 0,4 л/га (78,1%) уступала эффективности эталона

(84,8%), в норме 0,6 л/га (82,1%) была близкой ему, в нормах 0,8 л/га (90,1%) и 1,0 л/га (88,7%) превышала уровень последнего при развитии болезней в контроле 15,1%.

На 18-е сутки после обработки (30.06.21) прослеживается идентичная направленность эффективности препаратов по вариантам опыта, при этом наибольшие показатели были достигнуты в вариантах с Балая, КЭ в нормах применения 0,8 л/га (93,3%) и 1,0 л/га (91,6%) при развитии болезней в контроле 17,8%.

На основании вышеизложенных результатов исследований, можно сделать вывод о высокой фунгицидной активности двухкомпонентного препарата Балая, КЭ по отношению к возбудителям септориозной и пиренофорозной пятнистостей. В фазы выхода в трубку и начало колошения озимой пшеницы выявлена схожая тенденция возрастания эффективности изучаемого фунгицида по суткам учёта болезней. Наибольшие показатели биологической эффективности отмечены в вариантах с применением препарата в нормах 0,8 л/га (93,3%) и 1,0 л/га (91,6%), при этом показатели превышали уровень эталона (Макаренко, Долженко, 2020а). С учетом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ препарат Балая, КЭ на пшенице озимой был включён в 2022 году.

3.4 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида

Ревистар Топ, КЭ на пшенице яровой

3.4.1 Обработка в фазу кущения

Изучение эффективности препарата Ревистар Топ, КЭ (100 г/л мефентрифлуконазола + 50 г/л флуксапироксада) против комплекса листовых болезней проводилось в течение 2-х лет. Обработка посевов пшеницы яровой сорта Дарья в фазу кущения (Z 29) осуществлялась однократно 22.06.2018 и 17.06.2019 в нормах применения 0,4 л/га, 0,5 л/га и 0,6 л/га. В качестве эталона использовали Спирит, СК (0,6 л/га).

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Ревистар Топ, КЭ	0,4 л/га
2	Ревистар Топ, КЭ	0,5 л/га
3	Ревистар Топ, КЭ	0,6 л/га
4	Спирит, СК (эталон)	0,6 л/га
5	Контроль	0

При обработке вегетирующих растений пшеницы двухкомпонентным фунгицидом Ревистар Топ, КЭ было выявлено снижение развития листовых болезней по отношению к контролю. В урожайных данных существенных отличий между вариантами опыта не выявлено. По массе зерна с 1-го колоса и массе 1000 зерен вариант с Ревистар Топ, КЭ в норме 0,6 л/га показал наивысшие показатели (0,48 г. и 32,0 г.) (таблица 8).

Таблица 8 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Ревистар Топ, КЭ (2018 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptori a tritici + Pyrenophora tritici- repentis</i>		<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %						ц/га	% к контро лю
		12. 07	23. 07	12. 07.	23. 07.				
Ревистар Топ, КЭ (100+50 г/л)	0,4	4,5	8,2	2,0	3,7	0,42	30,8	14,8	101,3
	0,5	4,1	7,1	2,1	3,9	0,47	31,6	16,5	113,0
	0,6	3,7	8,7	3,3	3,9	0,48	32,0	17,9	122,6
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	1,3	7,4	2,4	5,1	0,44	31,7	15,7	107,5
Контроль (без обработки)	0	15,2	20,2	5,1	6,3	0,39	31,6	14,6	100
НСР ₀₅		0,7	1,8	1,5	1,5	0,02	0,2	3,6	-

При изучении действия комбинированного фунгицида на основе мефентрифлуконазола + флуксапироксада против септориозной и

пиренофорозной пятнистостей в фазу Z 29 было выявлено, что на 20-е сутки (12.07.18) после обработки эффективность Ревистар Топ, КЭ при 3-х нормах применения уступала эталону при развитии болезней в контроле 15,2% (рисунок 15). На 31-е сутки (23.07.18) учёта эффективность изучаемого препарата, независимо от нормы применения, была на уровне препарата Спирит, СК при развитии болезней в контроле 20,2%.

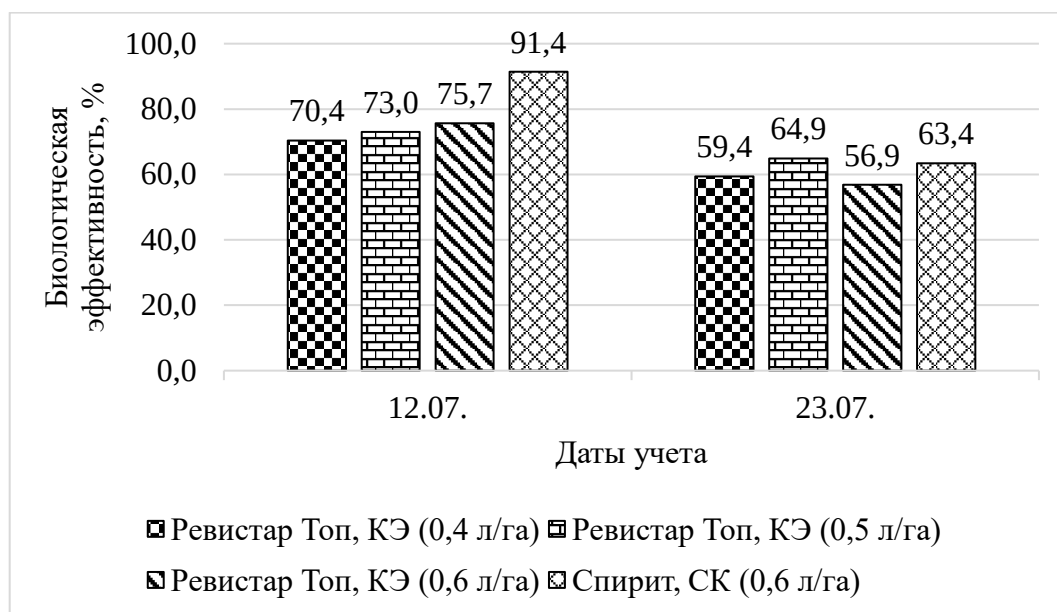


Рисунок 15 – Биологическая эффективность фунгицида Ревистар Топ, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2018 г., сорт Дарья)

Развитие мучнистой росы в данный период исследований имело слабую интенсивность в связи с дождливыми условиями. В борьбе с возбудителем мучнистой росы на пшенице яровой уже на 20-е сутки после обработки эффективность Ревистар Топ, КЭ при нормах применения 0,4 л/га (60,8%) и 0,5 л/га (58,8%) превышала эффективность Спирит, СК (52,9%), исключением стал вариант с большей нормой применения 0,6 л/га, где эффективность Ревистар Топ, КЭ была самой низкой – 35,3% (рисунок 16).

На 31-е сутки после обработки наблюдалась тенденция снижения эффективности испытываемого препарата при не высоком развитии болезни в

контроле (6,3%), стоит отметить, что показатели в вариантах с Ревистар Топ, КЭ превышали уровень эталона (19,0%) (Макаренко, Долженко, 2020б).

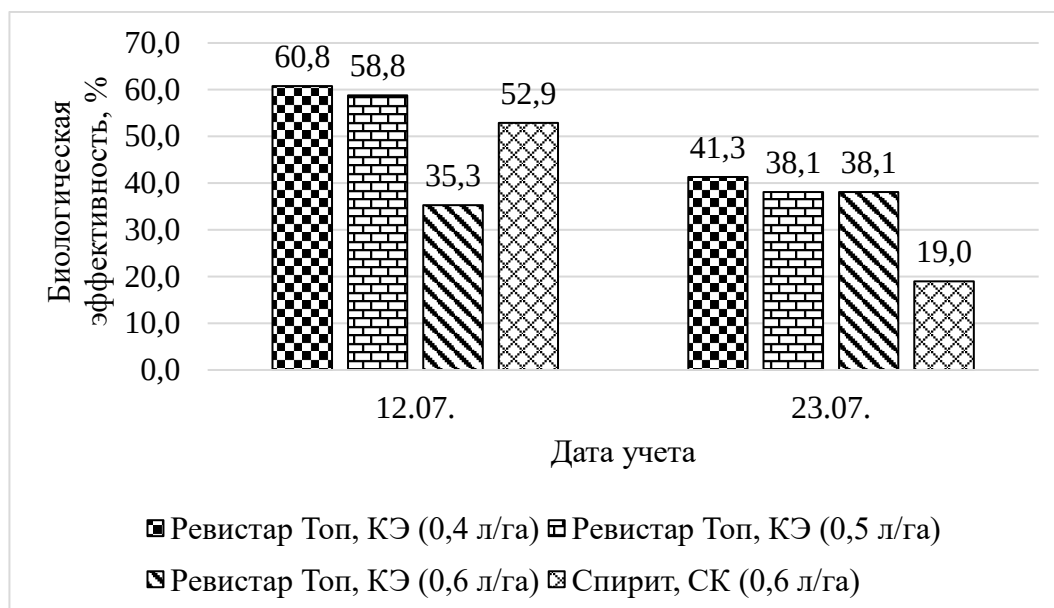


Рисунок 16 – Биологическая эффективность фунгицида Ревистар Топ, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2018 г., сорт Дарья)

В 2019 году продолжились наши исследования по оценке эффективности фунгицида Ревистар Топ, КЭ, направленного на борьбу с листовыми пятнистостями пшеницы яровой. Результаты за данный полевой сезон представлены в таблице 9 и рисунках 17, 18.

В вариантах с применением Ревистар Топ, КЭ уровень пораженности растений пшеницы яровой листовыми инфекциями находился ниже по отношению к варианту с эталоном (Спирит, СК) (таблица 9). Оценка применения Ревистар Топ, КЭ не показала достоверных различий в урожайности яровой пшеницы по сравнению с контролем. Показатели структурных элементов урожайности в вариантах с изучаемым препаратом были на уровне Спирит, СК.

При изучении нового фунгицида с комбинацией действующих веществ мефентрифлуконазол + флуксапироксад против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей в фазу Z 29 было выявлено, что на 10-е сутки после обработки (27.06.19) эффективность изучаемого препарата при всех нормах

применения (40-60%) превышала эффективность эталона (30,0%) при низком развитии болезней в контроле (1,0%) (рисунок 17).

Таблица 9 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Ревистар Топ, КЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма примен ения препара та, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайност ь	
		Развитие, %							ц/га	% к конт ролю
		27. 06.	09. 07.	22. 07.	09. 07.	22. 07.				
Ревистар Топ, КЭ (100+50 г/л)	0,4	0,4	1,1	1,7	1,7	3,0	0,40	39,4	20,9	100
	0,5	0,4	1,0	1,9	0,9	2,1	0,43	39,2	21,2	101,4
	0,6	0,6	1,1	1,8	1,1	2,0	0,44	39,7	20,9	100
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	0,7	0,9	2,2	3,1	4,9	0,43	40,1	21,9	104,8
Контроль (без обработки)	0	1,0	3,5	5,3	7,5	14,2	0,41	38,6	20,9	100
НСР ₀₅		0,2	0,8	1,2	1,2	0,9	0,02	0,5	1,9	-

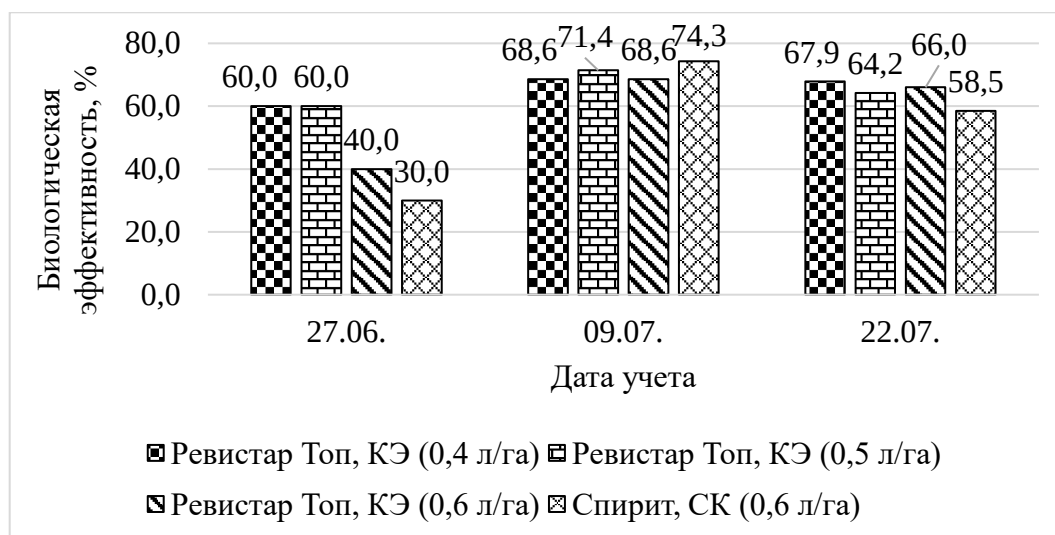


Рисунок 17– Биологическая эффективность фунгицида Ревистар Топ, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

На 22-е сутки учёта эффективности (09.07.19) показатели в обрабатываемых вариантах опыта находились приблизительно на одном уровне: 68,6% (0,4 л/га); 71,4% (0,5 л/га); 68,6% (0,6 л/га); 74,3% (эталон) при развитии болезней в контроле 3,5%. В дальнейшем на 35-е сутки после обработки (22.07.19), эффективность Ревистар Топ, КЭ при 3-х нормах применения: 67,9% (0,4 л/га); 64,2% (0,5 л/га); 66,0% (0,6 л/га) превышала эффективность эталона (58,5%) на фоне развития болезней в контроле 5,3%.

Применение Ревистар Топ, КЭ на посевах яровой пшеницы сорта Дарья в фазу кущения оказало существенное действие на развитие мучнистой росы. Как видно из рисунка 18 эффективность изучаемого фунгицида была значительно выше уровня эталона (62,4%), при этом показатели в период наблюдений (22 и 35-е сутки) были приблизительно равны и по вариантам варьировали в диапазоне: 77,3-78,9% (0,4 л/га), 88,0-85,2% (0,5 л/га), 85,3-85,9% (0,6 л/га) при развитии болезни в контроле 7,5-14,2%.

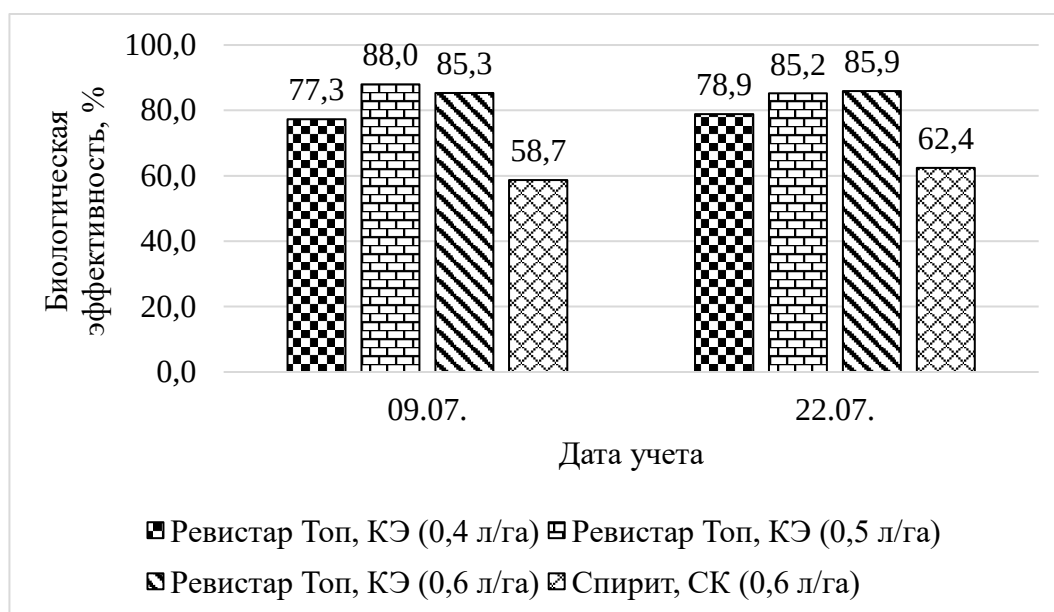


Рисунок 18 – Биологическая эффективность фунгицида Ревистар Топ, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

3.4.2 Обработка в фазу раскрытия влагалища флаг-листа

Наряду с предыдущими исследованиями мы также проводили оценку эффективности фунгицида Ревистар Топ, КЭ на посевах пшеницы яровой сорта Дарья в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47) в течение 2-х вегетационных сезонов. Обработка растений осуществлялась однократно 05.07.2018 и 26.06.2019 в нормах применения 0,4 л/га, 0,5 л/га, 0,6 л/га и дополнительно 0,8 л/га и 1,0 л/га. Эталон – Спирит, СК (0,6 л/га).

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Ревистар Топ, КЭ	0,4 л/га
2	Ревистар Топ, КЭ	0,5 л/га
3	Ревистар Топ, КЭ	0,6 л/га
4	Ревистар Топ, КЭ	0,8 л/га
5	Ревистар Топ, КЭ	1,0 л/га
6	Спирит, СК (эталон)	0,6 л/га
7	Контроль	0

Данные таблицы 10 свидетельствуют о следующих положениях: однократное применение изучаемого фунгицида способствовало подавлению развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 15-е сутки учёта болезни, в дальнейшем фунгицидная активность Ревистар Топ, КЭ заметно снижается. По отношению к мучнистой росе изучаемый препарат оказал более пролонгированное действие.

По показателю максимального сохранённого урожая лучший результат был достигнут в вариантах с Ревистар Топ, КЭ в нормах 0,8 и 1,0 л/га (20,5 и 28,1%). Структурные элементы урожайности пшеницы яровой сорта Дарья в обрабатываемых вариантах опыта находились приблизительно на одном уровне, отличным от всех стал вариант с Ревистар Топ, КЭ в норме 1,0 л/га (масса зерна с 1-го колоса – 0,50 г.; масса 1000 зёрен – 33,3 г.).

Таблица 10 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Ревистар Топ, КЭ (2018 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptori a tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici- repentis</i>		<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %						ц/га	% к контро лю
		20. 07	30. 07	20. 07.	30. 07.				
Ревистар Топ, КЭ (100+50 г/л)	0,4	9,2	27,1	4,1	6,5	0,42	34,1	15,5	106,2
	0,5	5,5	28,4	3,1	6,5	0,43	32,5	16,2	111,0
	0,6	6,0	24,5	2,3	3,7	0,42	33,3	17,1	117,1
	0,8	6,0	28,7	2,4	1,8	0,42	32,8	17,6	120,5
	1,0	5,3	27,2	2,9	2,0	0,50	33,3	18,7	128,1
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	6,9	20,9	4,6	4,7	0,43	31,0	14,8	101,4
Контроль (без обработки)	0	21,1	30,5	14,0	20,1	0,39	31,6	14,6	100
НСР ₀₅		1,7	1,0	0,7	0,8	0,02	0,8	3,0	-

По истечении 15-ти суток (20.07.18) после поздней обработки (Z 47) изучаемый фунгицид в нормах применения 0,5 л/га (73,9%), 0,6 и 0,8 л/га (по 71,6%), 74,9% (1,0 л/га) против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей был эффективен на уровне эталона (67,3%), в норме 0,4 л/га (56,4%) эффективность Ревистар Топ, КЭ была ниже по сравнению с другими вариантами опыта при развитии болезней в контроле 21,1% (рисунок 19). На 25-е сутки учёта эффективности (30.07.18) фунгицидное действие Ревистар Топ, КЭ независимо от нормы применения снизилось, уступая при этом показателю эталона (31,5%) при развитии болезней в контроле 30,5%.

По отношению к возбудителю мучнистой росы на 15-е сутки после обработки эффективность изучаемого препарата (77,9-83,6%) превышала показатель эталона (67,1%), кроме варианта с Ревистар Топ в норме 0,4 л/га (70,7%), где значение было на уровне Спирит, СК при развитии болезни в контроле 14,0% (рисунок 20). На 25-е сутки после обработки было выявлено, что

изучаемый фунгицид оказал высокую эффективность против возбудителя мучнистой росы особенно в нормах применения 0,8 л/га и 1,0 л/га (91,0% и 90%), в норме 0,6% (81,6%) был на уровне эталона (76,6%), применение Ревистар Топ, КЭ в нормах 0,4 л/га и 0,5 л/га было менее эффективно (по 67,7%) по сравнению с другими вариантами опыта при развитии болезни в контроле 20,1%.

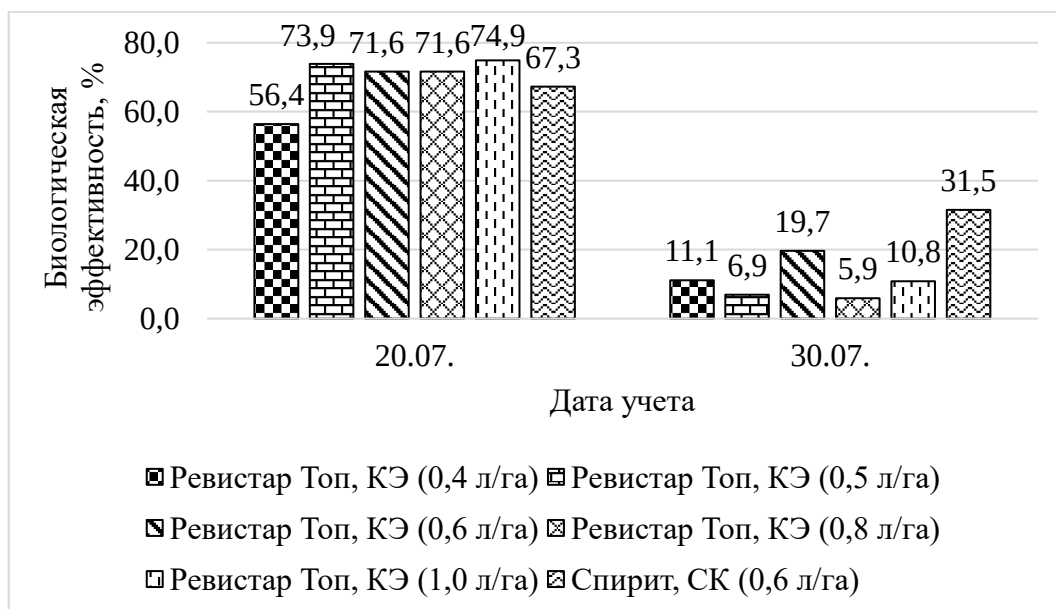


Рисунок 19 – Биологическая эффективность фунгицида Ревистар Топ, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2018 г., сорт Дарья)

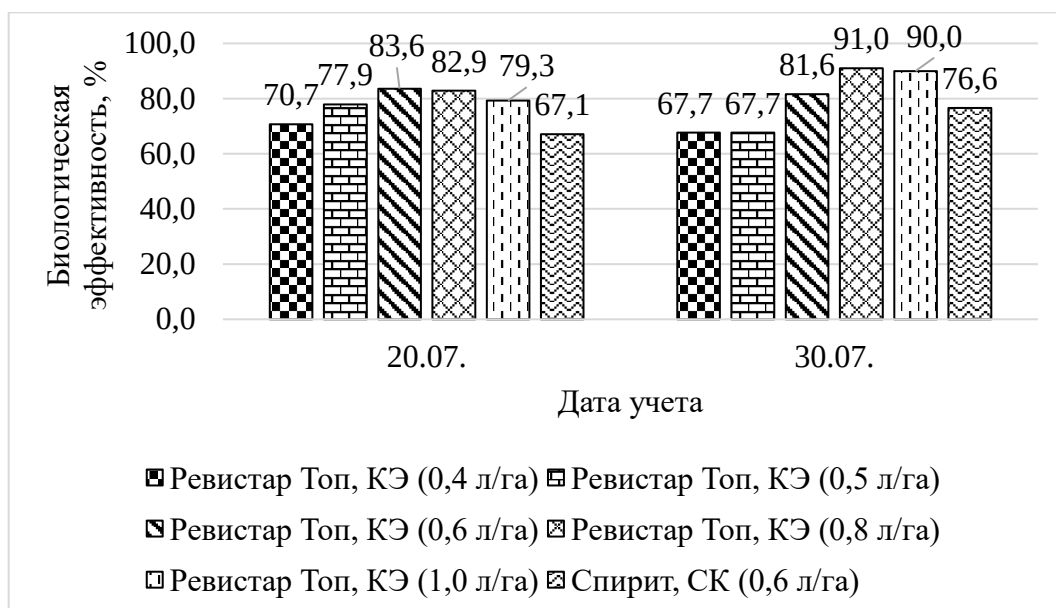


Рисунок 20 – Биологическая эффективность фунгицида Ревистар Топ, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2018 г., сорт Дарья)

В 2019 году мы продолжили наши исследования по оценке эффективности Ревистар Топ, КЭ. По аналогии с прошлым годом был заложен повторный опыт, результаты которого представлены в таблице 11 и рисунках 21, 22.

Дождливые погодные условия в июле не способствовали высокой степени развития листовых болезней на пшенице яровой сорта Дарья. В вариантах с Ревистар Топ, КЭ в нормах 0,4 л/га, 0,8 л/га и 1,0 л/га были достигнуты максимальные показатели сохранённого урожая пшеницы по отношению к контролю (9,8%, 8,6% и 12,9%). Масса 1000 зёрен по вариантам имела одинаковые значения. Масса зерна с 1-го колоса (0,42-0,44 г.) была выше в вариантах, обработанных препаратом Ревистар Топ, КЭ, кроме его применения в норме 0,5 л/га (0,39 г.), где показатель был на уровне контроля (таблица 11).

Таблица 11 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Ревистар Топ, КЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма приме- нения препа- рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %									
		08. 07.	17. 07.	30. 07.	08. 07.	17. 07.	30. 07.			ц/га	% к контр- олю
Ревистар Топ, КЭ (100+50 г/л)	0,4	1,8	1,0	3,4	0,6	4,1	1,8	0,44	39,2	17,9	109,8
	0,5	1,6	1,6	5,1	0,7	4,4	2,3	0,39	39,7	16,4	100,6
	0,6	1,4	1,5	6,2	0,7	4,0	2,8	0,42	39,2	16,3	100
	0,8	1,6	2,2	6,5	0,3	3,8	2,1	0,43	39,2	17,7	108,6
	1,0	1,7	1,9	5,9	0,5	3,3	2,2	0,44	39,0	18,4	112,9
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	2,2	2,2	5,2	0,6	5,0	1,4	0,39	39,0	16,7	102,5
Контроль (без обработки)	0	3,0	3,3	9,2	2,6	8,9	4,7	0,39	39,0	16,3	100
НСР ₀₅		0,4	0,6	1,6	0,5	0,7	0,8	0,03	0,2	1,1	-

После обработки пшеницы в фазу раскрытия влагалища флаг-листа изучаемым фунгицидом было установлено, что на 12-е сутки учёта (08.07.19)

против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей эффективность Ревистар Топ, КЭ (40,0-53,3%) при всех нормах применения существенно превышала уровень эталона (26,7%) на фоне развития болезни в контроле 3,0% (рисунок 21). На 21-е сутки после обработки (17.07.19) вышеотмеченная тенденция по эффективности сохранялась, за исключением варианта с нормой применения 0,8 л/га, где показатель был равнозначен эффективности эталона (по 33,3%). Лучший результат достигнут при применении Ревистар Топ, КЭ в норме 0,4 л/га, эффективность составила 69,7% при развитии болезней в контроле 3,3%.

На 34-е сутки учёта эффективности (30.07.19), на фоне нарастания развития болезни в контроле до 9,2%, исследуемый препарат при меньшей норме применения 0,4 л/га (63,0%) продолжал оказывать высокое действие на подавление возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей по сравнению с остальными обрабатываемыми вариантами, при норме применения 0,5 л/га (44,6%) был близок уровню эталона (43,5%), при 3-х больших нормах (29,3-35,9%) уступал последнему.

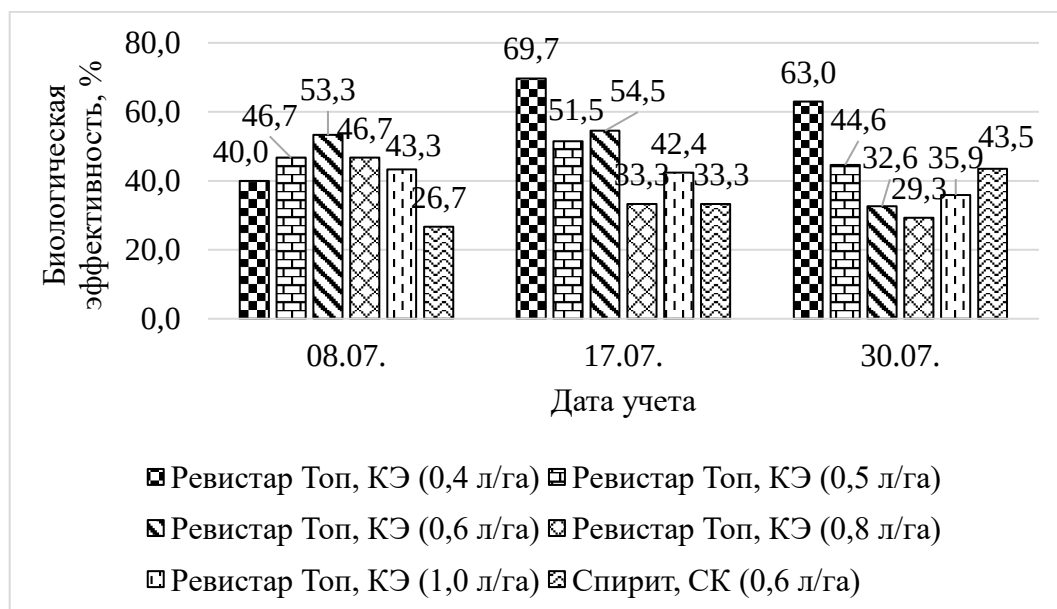


Рисунок 21 – Биологическая эффективность фунгицида Ревистар Топ, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

Обработка растений пшеницы фунгицидом Ревистар Топ, КЭ была высокоэффективной при всех нормах применения против возбудителя мучнистой росы уже на 12-е сутки после окончания. По эффективности максимальные значения отмечены в вариантах с изучаемым препаратом в больших нормах применения: 0,8 л/га (88,5%) и 1,0 л/га (80,8%); при норме 0,4 л/га эффективность изучаемого препарата была равнозначна эффективности эталона (по 76,9%); при нормах 0,5 и 0,6 л/га (по 73,3%) – уступала последней при развитии болезни в контроле 2,6% (рисунок 22).

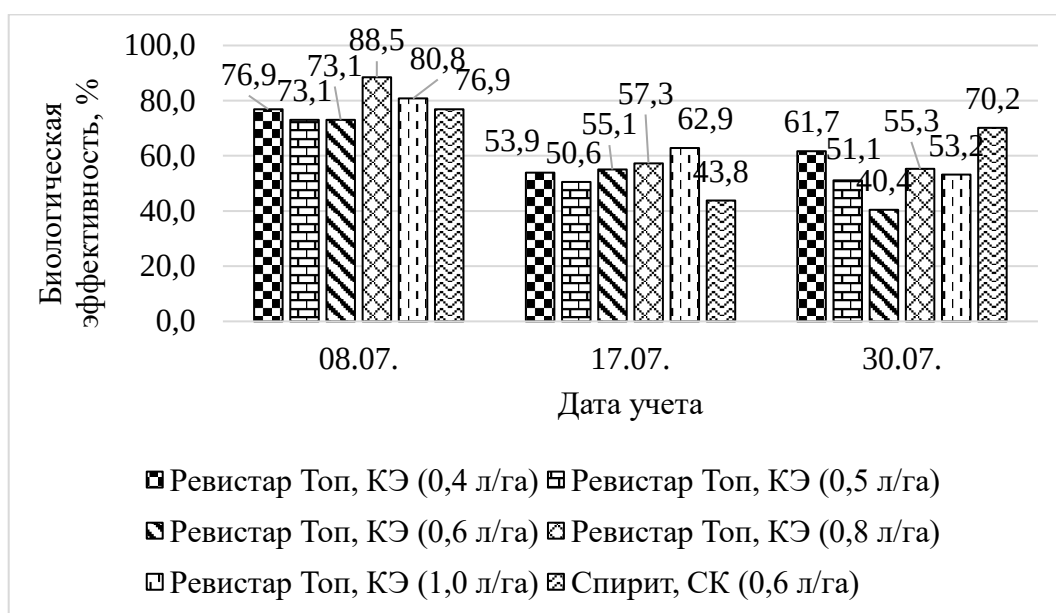


Рисунок 22 – Биологическая эффективность фунгицида Ревистар Топ, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

В дальнейшем, на 21-сутки после обработки, по эффективности изучаемый фунгицид при всех нормах применения превышал показатель Спирит, СК (43,8%), при этом наибольшие показатели отмечены в тех же вариантах, что и ранее: 0,8 л/га (57,3%) и 1,0 л/га (62,9%) при развитии болезни в контроле 8,9%. На 34-е сутки учёта эффективности Ревистар Топ, КЭ показатели изменились незначительно: 61,7% (0,4 л/га); 51,1% (0,5 л/га); 40,4% (0,6 л/га); 55,3% (0,8 л/га); 53,2% (1,0 л/га), в отличие от эффективности эталона, которая заметно возросла до 70,2%.

Результаты исследований по оценке биологической эффективности препарата Ревистар Топ, КЭ на пшенице яровой в фазу кущения свидетельствуют о том, что изучаемый препарат эффективен при всех нормах применения, при этом показатели были приблизительно на одном уровне и близкими эффективности Спирит, СК. Против возбудителя мучнистой росы эффективность Ревистар Топ, КЭ за весь период наблюдений превышала уровень эталона, в 2019 г. достигла 77,3-88,0%.

В борьбе с листовыми патогенами в фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы яровой показатели биологической эффективности изучаемого фунгицида превышали эталон или находились на его уровне (Макаренко, Долженко, 2019, 2020б).

3.5 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Альтасал Супер, КЭ на пшенице яровой

3.5.1 Обработка в фазу кущения

Оценка эффективности препарата Альтасал Супер, КЭ (66,7 г/л мефентрифлуконазола + 66,7 г/л флуксапироксада) проводилась в течение 2-х лет в фазу кущения (Z 29) пшеницы яровой сорта Дарья.

Обработка была однократной 22.06.2018 и 17.06.2019 в нормах применения 0,4 л/га, 0,5 л/га и 0,6 л/га. В качестве эталона выбран фунгицид Спирит, СК в норме 0,6 л/га.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Альтасал Супер, КЭ	0,4 л/га
2	Альтасал Супер, КЭ	0,5 л/га
3	Альтасал Супер, КЭ	0,6 л/га
4	Спирит, СК (эталон)	0,6 л/га
5	Контроль	0

Из данных таблицы 12 видно, что в 2018 г. применение препарата Альтасал Супер, КЭ способствовало существенному ограничению развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей, а также мучнистой росы.

В урожайных данных достоверных различий в вариантах с испытываемым препаратом по отношению к контролю не наблюдалось. По массе зерна с 1-го колоса и массе 1000 зёрен максимальные значения отмечены в варианте с Альтасал Супер, КЭ в норме 0,6 л/га – 0,48 г. и 32,7 г. (таблица 12).

Таблица 12 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Альтасал Супер, КЭ (2018 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма примен ения препара та, л/га	<i>Zymoseptori a tritici</i> + <i>Pyrenophor a tritici- repentis</i>		<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1- го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %						ц/га	% к контро лю
		12. 07.	23. 07.	12. 07.	23. 07.				
Альтасал Супер, КЭ (66,7+66,7 г/л)	0,4	4,7	9,5	2,7	6,1	0,42	31,8	15,0	102,7
	0,5	4,7	9,0	3,2	5,6	0,43	32,5	14,3	97,9
	0,6	4,4	7,0	3,9	5,7	0,48	32,7	15,9	108,9
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	1,3	7,4	2,4	5,1	0,45	31,7	15,7	107,5
Контроль (без обработки)	0	15,2	20,2	5,1	6,3	0,39	31,6	14,6	100
НСР ₀₅		1,3	3,3	0,7	0,4	0,05	0,7	2,9	-

Эффективность изучаемого препарата против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей по вариантам имела равные значения на 20-е сутки после обработки (12.07.18): по 69,1 (0,4 л/га, 0,5 л/га) и 71,1 (0,6 л/га), при этом была ниже уровня Спирит, СК (91,4%) при развитии болезни в контроле 15,2% (рисунок 23). На 32-е сутки учёта болезни (23.07.18) эффективность Альтасал Супер, КЭ в большей норме применения 0,6 л/га (65,3%) была близкой эталону

(63,4%), в остальных вариантах была ниже: 53,0% (0,4 л/га) и 55,4 (0,5 л/га) на фоне развития болезни в контроле 20,2%.

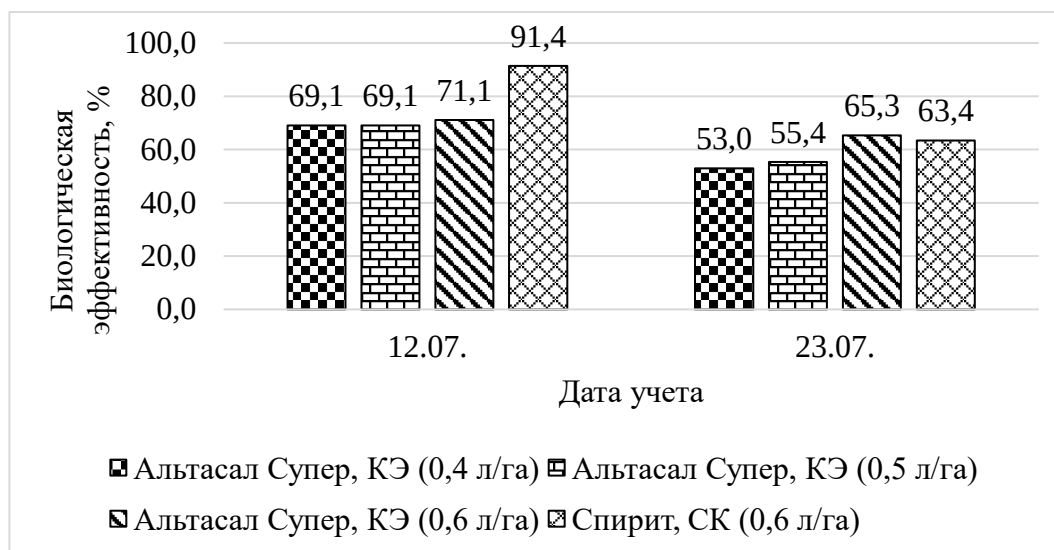


Рисунок 23 – Биологическая эффективность фунгицида Альтасал Супер, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2018 г., сорт Дарья)

Биологическая эффективность Альтасал Супер, КЭ против возбудителя мучнистой росы представлена на рисунке 24.

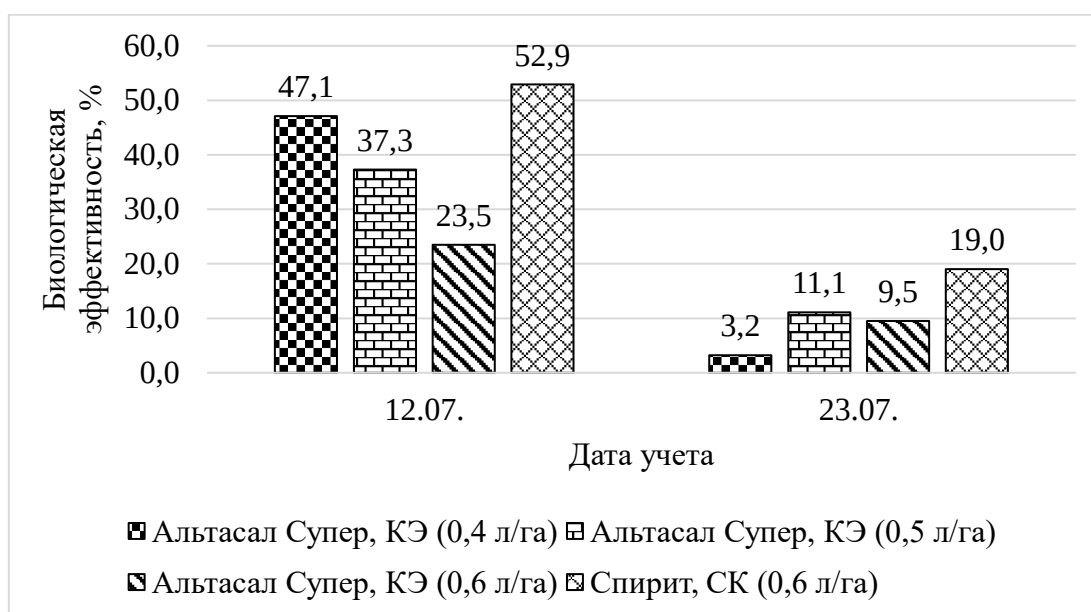


Рисунок 24 – Биологическая эффективность Альтасал Супер, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы в (2018 г., сорт Дарья)

За период наблюдений в фазу кущения пшеницы яровой сорта Дарья было выявлено слабое фунгицидное действие препарата Альтасал Супер, КЭ против возбудителя мучнистой росы, эффективность была ниже уровня эталона и не превышала 47,1% при невысоком развитии болезни в контроле 5,1-6,3%.

В 2019 году продолжились наши исследования по оценке биологической эффективности Альтасал Супер, КЭ против листовых патогенов на пшенице яровой сорта Дарья. Был заложен повторный полевой опыт по аналогичной схеме, результаты исследований представлены в таблице 13 и рисунках 25, 26.

Таблица 13 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Альтасал Супер, КЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %							ц/га	% к контро лю
		27. 06.	09. 07.	22. 07.	09. 07.	22. 07.				
Альтасал Супер, КЭ (66,7+66,7 г/л)	0,4	0,2	1,0	1,1	0,0	1,8	0,40	39,3	16,5	92,7
	0,5	0,3	0,8	2,6	1,5	2,1	0,37	39,3	17,6	98,9
	0,6	0,2	1,8	3,6	0,0	3,1	0,37	39,9	14,6	82,0
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	0,7	0,9	2,2	3,1	4,9	0,37	39,0	17,2	96,6
Контроль (без обработки)	0	1,0	3,5	5,3	7,5	14,2	0,39	38,6	17,8	100
НСР ₀₅		0,4	0,3	0,7	2,2	3,1	0,03	1,0	2,5	-

Развитие септориозной и пиренофорозной пятнистостей и мучнистой росы в фазу кущения пшеницы яровой в 2019 г. по вариантах имело слабую интенсивность, возможно это связано со сложившимися погодно-климатическими условиями в данный период. При этом стоит отметить, что применение Альтасал Супер, КЭ оказывало высокое ингибирующее действие на развитие возбудителей

(таблица 13). Однако, обработка изучаемым препаратом не оказала существенного влияния на формирование урожая пшеницы.

Против септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 10-е сутки после обработки (27.06.19) было установлено, что применение изучаемого фунгицида в нормах 0,4 и 0,6 л/га было более эффективным (по 80%), в норме 0,5 л/га действие Альтасал Супер, КЭ было равнозначно эталону (по 70%) при низком развитии болезней в контроле 1,0% (рисунок 25).

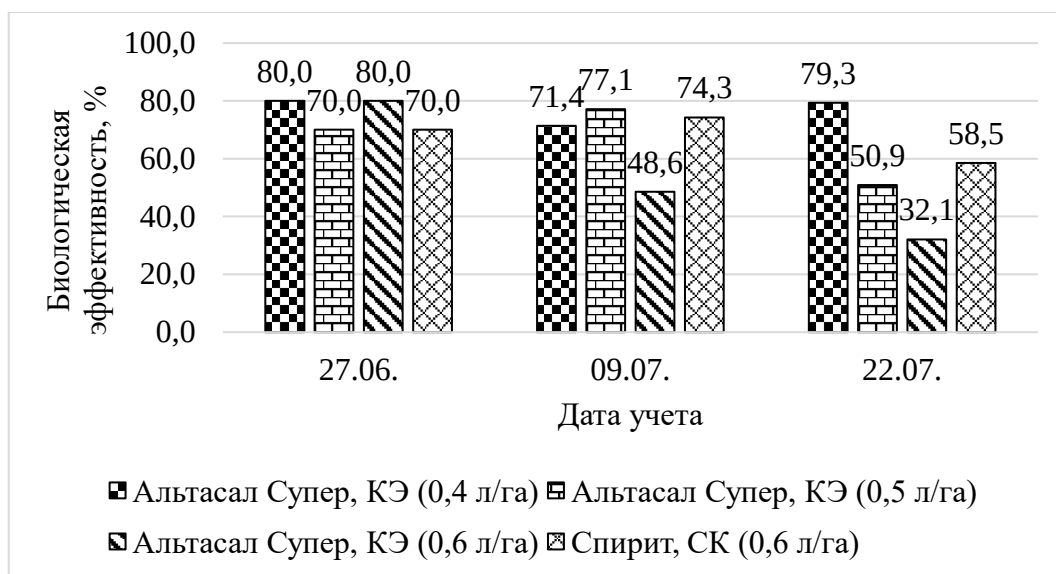


Рисунок 25 – Биологическая эффективность фунгицида Альтасал Супер, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

На 22-е (09.07.19) сутки после обработки эффективность изучаемого фунгицида в большей норме применения 0,6 л/га (48,6%) значительно снизилась, в остальных вариантах: 71,4% (0,4 л/га); 77,1% (0,5 л/га) была на уровне эталона (74,3%) при развитии болезней в контроле 3,5%. В дальнейшем высокое пролонгированное действие было отмечено в варианте с Альтасал Супер в норме 0,4 л/га (79,3%), при других нормах применения его эффективность была ниже показателя Спирит, СК (58,5%) при развитии болезней в контроле 5,3%.

Обработка препаратом Альтасал Супер, КЭ при всех нормах применения против возбудителя мучнистой росы была высокорезультативной, и на 22-е сутки

учёта эффективность достигла 80-100% при развитии болезни в контроле 7,5% (рисунок 26). На 35-е сутки после обработки эффективность изучаемого препарата в варианте с нормой применения 0,4 л/га стала равной 87,3%, с нормой 0,5 л/га возросла до 85,2%, с нормой 0,6 л/га составила 78,2%, превышая уровень эталона (62,4%) на фоне нарастания болезни в контроле до 14,2%.

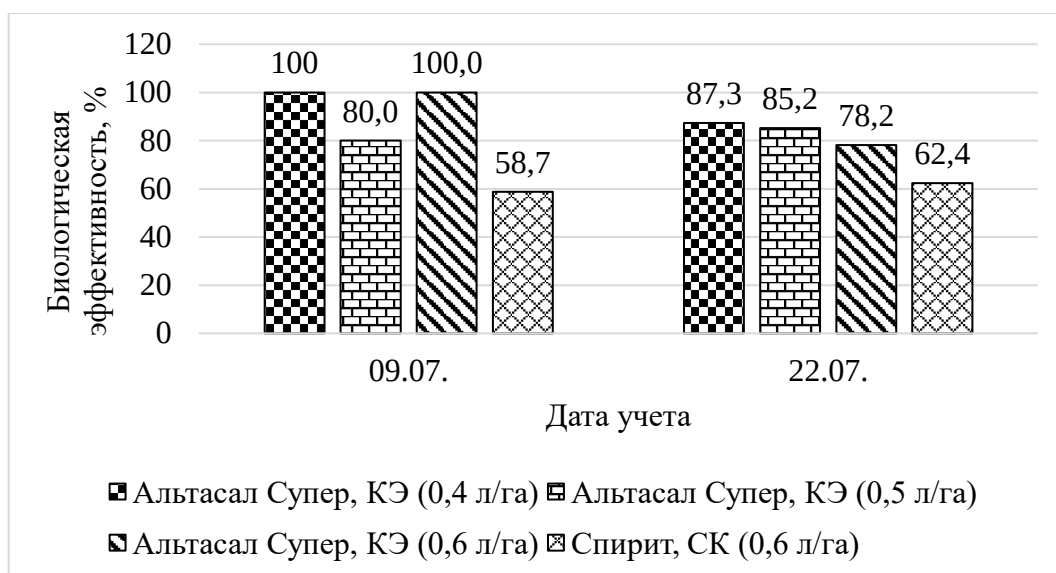


Рисунок 26 – Биологическая эффективность фунгицида Альтасал Супер, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

3.5.2 Обработка в фазу раскрытия влагалища флаг-листа

Оценку биологической эффективности нового препарата Альтасал Супер, КЭ также проводили в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47) пшеницы яровой сорта Дарья.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Альтасал Супер, КЭ	0,4 л/га
2	Альтасал Супер, КЭ	0,5 л/га
3	Альтасал Супер, КЭ	0,6 л/га
4	Альтасал Супер, КЭ	0,8 л/га
5	Альтасал Супер, КЭ	1,0 л/га
6	Спирит, СК (эталон)	0,6 л/га
7	Контроль	0

Обработка осуществлялась однократно 05.07.2018 и 26.06.2019 в нормах применения 0,4 л/га, 0,5 л/га, 0,6 л/га, дополнительно 0,8 л/га и 1,0 л/га. Эталон – Спирит, СК в норме 0,6 л/га. Результаты исследований за 2018 г. представлены в таблице 14 и рисунках 27, 28.

Данные таблицы 14 свидетельствуют о том, что в 2018 г. обработка вегетирующих растений яровой пшеницы в фазу раскрытия влагалища флаг-листа изучаемым фунгицидом позволила снизить развитие возбудителей листовых болезней *Pyrenophora tritici-repentis*, *Zymoseptoria tritici*, *Blumeria graminis* по отношению к контрольному варианту опыта. Стоит отметить, что обработка Альтасал Супер, КЭ не оказала существенного влияния на урожайность пшеницы яровой по отношению к контролю. Однако, максимальные показатели структурных элементов урожая были отмечены в варианте с Альтасал Супер, КЭ в норме 1,0 л/га (масса зерна с 1-го колоса и масса 1000 зёрен составили 0,43 г. и 32,4 г.)

Таблица 14 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Альтасал Супер, КЭ (2018 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	<i>Zymoseptori a tritici</i> + <i>Pyrenophor a tritici- repentis</i>		<i>Blumeria graminis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность	
		Развитие, %						ц/га	% к контр олю
		20. 07	30. 07	20. 07.	30. 07.				
Альтасал Супер, КЭ (100+100 г/л)	0,4	11,7	26,9	4,6	7,2	0,38	30,0	14,8	101,4
	0,5	4,4	25,8	3,0	2,1	0,42	31,7	15,3	104,8
	0,6	5,6	24,6	2,5	3,8	0,33	31,5	14,6	100
	0,8	3,4	26,5	0,8	1,4	0,40	32,2	15,8	108,2
	1,0	5,0	27,4	3,0	2,2	0,43	32,4	15,6	106,8
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	6,9	20,9	4,6	4,7	0,43	31,0	14,8	101,4
Контроль (без обработки)	0	21,1	30,5	14,0	20,1	0,39	31,6	14,6	100
НСР ₀₅		2,3	2,1	0,5	0,9	0,04	0,3	1,9	-

На 15-е сутки после обработки (20.07.18) изучаемым фунгицидом наибольшая биологическая эффективность по отношению к возбудителям септориозной и пиренофорозной пятнистостей наблюдается в варианте с нормой применения 0,8 л/га – 83,9% (рисунок 27). В вариантах с применением препарата в нормах 0,5 л/га (79,1%), 0,6 л/га (73,5%) и 1,0 л/га (76,3%) биологическая эффективность находилась на одном уровне и была выше эффективности эталона (67,3%), в норме 0,4 л/га (44,5%) была ниже последней при развитии болезней в контроле 21,1%. На 25-е сутки учета болезни (30.07.18) биологическая эффективность препарата Альтасал Супер, КЭ во всех вариантах была ниже эффективности эталона (31,5%) при развитии болезней в контроле 30,5%.

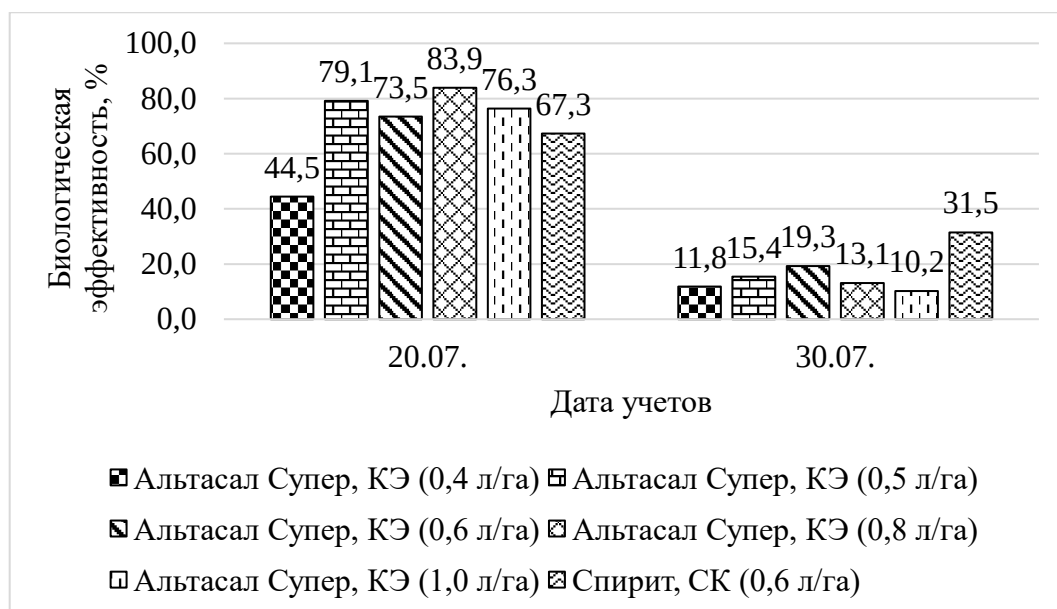


Рисунок 27 – Биологическая эффективность фунгицида Альтасал Супер, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2018 г., сорт Дарья)

В борьбе с возбудителем мучнистой росы на 15-е сутки после обработки была выявлена аналогичная тенденция в эффективности фунгицида Альтасал Супер, КЭ при всех нормах применения: 94,3% (0,8 л/га); 78,6% (0,5 л/га); 82,1% (0,6 л/га); 78,6% (1,0 л/га), в отличие от предыдущих исследований вариант с нормой применения 0,4 л/га был равнозначен эталону (по 67,1%) при развитии болезни в контроле 14,0% (рисунок 28). На 25-е сутки после обработки

эффективность изучаемого препарата при нормах применения: 89,6% (0,5 л/га); 81,1% (0,5 л/га); 93,0% (0,8 л/га); 89,1% (1,0 л/га) была выше эффективности эталона (76,6%); при норме применения 0,4 л/га (64,2%) уступала последней при развитии болезни в контроле 20,1%.

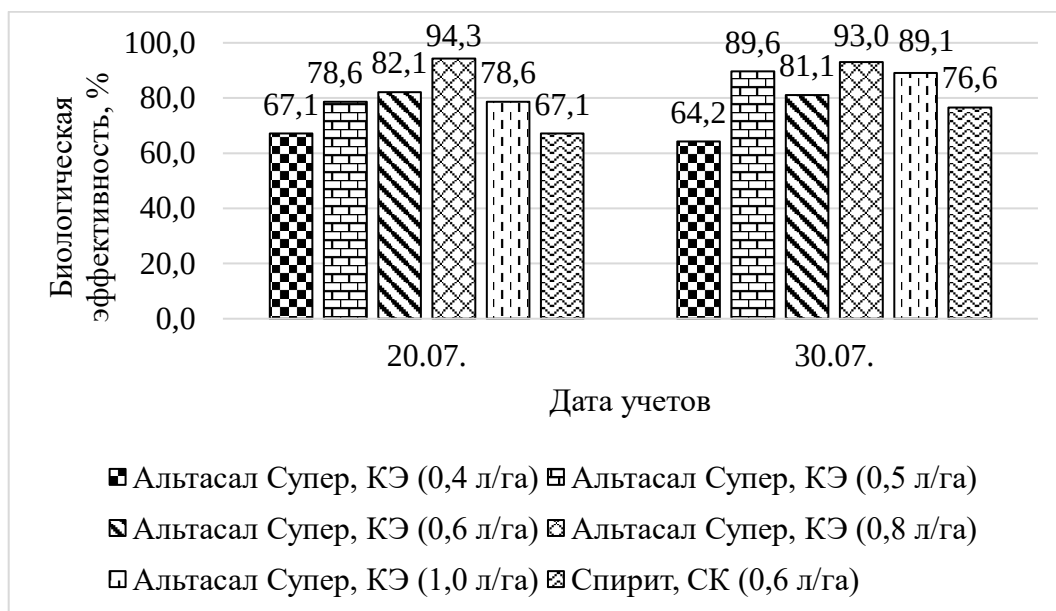


Рисунок 28 – Биологическая эффективность фунгицида Альтасал Супер, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росой (2018 г., сорт Дарья)

В 2019 году мы продолжили наши исследования по оценке эффективности Альтасал Супер, КЭ на пшенице яровой сорта Дарья в фазу раскрытия влагалища флаг-листа против возбудителей листовых пятнистостей. Был заложен повторный опыт по аналогичной схеме, результаты которого представлены в таблице 15 и рисунках 29, 30.

Наименьший уровень поражённости растений пятнистостями наблюдался в вариантах с Альтасал Супер, КЭ в нормах 0,8 и 1,0 л/га (таблица 15). В урожайных данных достоверных отличий по вариантам с исследуемым препаратом по отношению к контролю не наблюдалось, однако, масса зерна с 1-го колоса в данных вариантах была выше по отношению к эталону, особенно при норме применения 1,0 л/га (0,58 г.). По массе 1000 зёрен варианты с изучаемым препаратом (38,9-40,2 г.) достоверно превышали показатель в контроле (37,9 г.)

Таблица 15 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Альтасал Супер, КЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %									
		08. 07.	17. 07.	30. 07.	08. 07.	17. 07.	30. 07.			ц/га	% к контро лю
Альтасал Супер, КЭ (100+100 г/л)	0,4	1,8	2,1	6,0	1,4	5,1	3,1	0,46	38,9	16,9	103,7
	0,5	1,8	2,0	5,0	1,2	3,8	2,3	0,44	38,5	15,8	96,9
	0,6	1,6	1,8	4,9	0,8	2,7	2,1	0,46	40,2	17,3	106,1
	0,8	1,5	1,8	4,3	0,7	1,4	1,5	0,43	39,7	15,3	93,9
	1,0	1,1	1,4	3,3	0,5	1,2	1,4	0,58	38,6	15,2	93,3
Спирит, СК (240+160 г/л) (эталон)	0,6	1,6	1,7	5,2	0,6	2,8	1,4	0,39	38,3	16,7	102,5
Контроль (без обработки)	0	3,0	3,3	9,2	2,6	8,9	4,7	0,39	37,9	16,3	100
НСР ₀₅		0,5	0,6	0,9	0,6	0,9	0,7	0,05	0,5	2,1	-

На 12-е (08.07.19) и 21-е (17.07.19) сутки после обработки против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей по показателям эффективности изучаемого фунгицида была выявлена следующая динамика: при применении Альтасал Супер, КЭ в норме 1,0 л/га отмечался максимальный показатель (63,3% и 57,6%), в нормах 0,4 л/га (40,0% и 36,4%) и 0,5 л/га (40,0% и 39,4%) эффективность была ниже уровня эталона (46,7% и 48,5%), в нормах 0,6 л/га (46,7% и 45,5%) и 0,8 л/га (50,0% и 45,5%) была близка последнему при развитии болезней в контроле 3,0-3,3% (рисунок 29). На 34-е сутки после обработки (30.07.19) по эффективности исследуемый препарат: при норме 0,4 л/га (34,8%) уступал эталону (43,5%); при нормах 0,5 л/га (45,7%) и 0,6 л/га (46,7%) был на уровне последнего; при нормах 0,8 л/га (53,3%) и 1,0 л/га (64,1%) достигал наибольших показателей при развитии болезней в контроле 9,2%.

Обработка фунгицидом Альтасал Супер, КЭ в защите пшеницы яровой от возбудителя мучнистой росы обеспечило эффективную защиту культуры, особенно при норме применения 1,0 л/га. На 12-е сутки учёта болезни

эффективность нового комбинированного препарата имела следующую направленность: при нормах применения 0,4 л/га (46,2%) и 0,5 л/га (53,8%) показатели были низкими по отношению к другим вариантам, при нормах 0,6 л/га (69,2%) и 0,8 л/га (73,1%) были близки эталону (76,9%), при норме 1,0 л/га действие Альтасал Супер, СК было самым высоким – 80,8% при развитии болезни в контроле 2,6% (рисунок 30).

На 21-е сутки учёта болезни эффективность изучаемого препарата при нормах применения 0,4 л/га (42,7%) и 0,5 л/га (57,3%) уступа эффективности эталона (68,5%); при норме 0,6 л/га (69,7%) была близка последней; при нормах 0,8 л/га (84,3%) и 1,0 л/га (86,5%) была максимальной при развитии болезни в контроле 8,9%. На 34-е сутки после однократной обработки эффективность Альтасал Супер, КЭ при нормах применения 0,8 л/га (68,1%) и 1,0 л/га (70,2%) была близка эффективности препарата Спирит, СК (70,2%), при остальных нормах применения: 34,0% (0,4 л/га); 51,1% (0,5 л/га); 55,3% (0,6 л/га) была ниже последней при развитии болезни в контроле 4,7%.

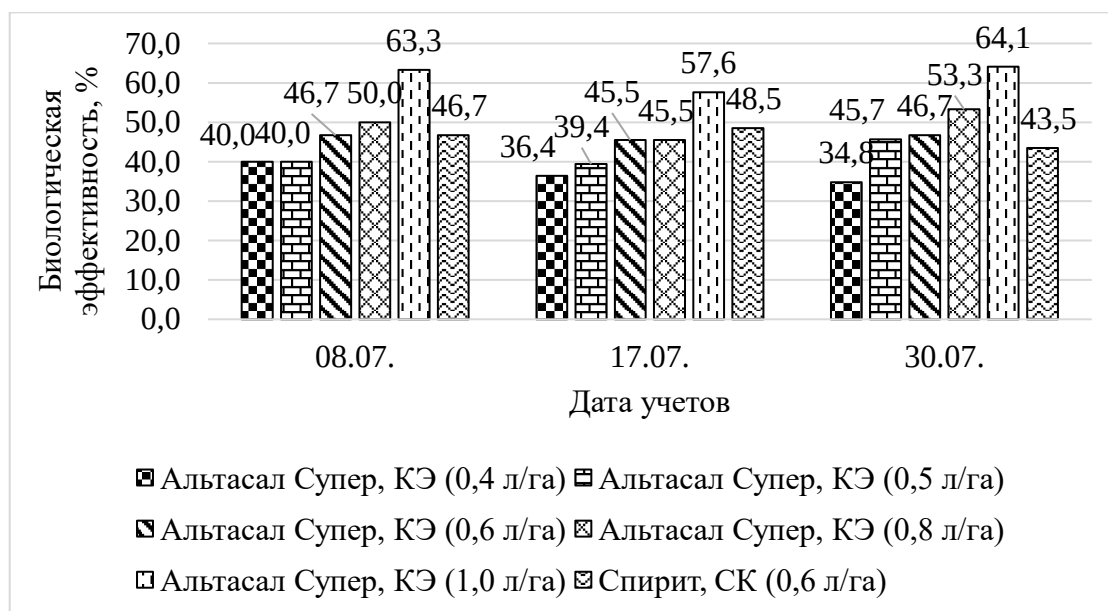


Рисунок 29 – Биологическая эффективность фунгицида Альтасал Супер, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

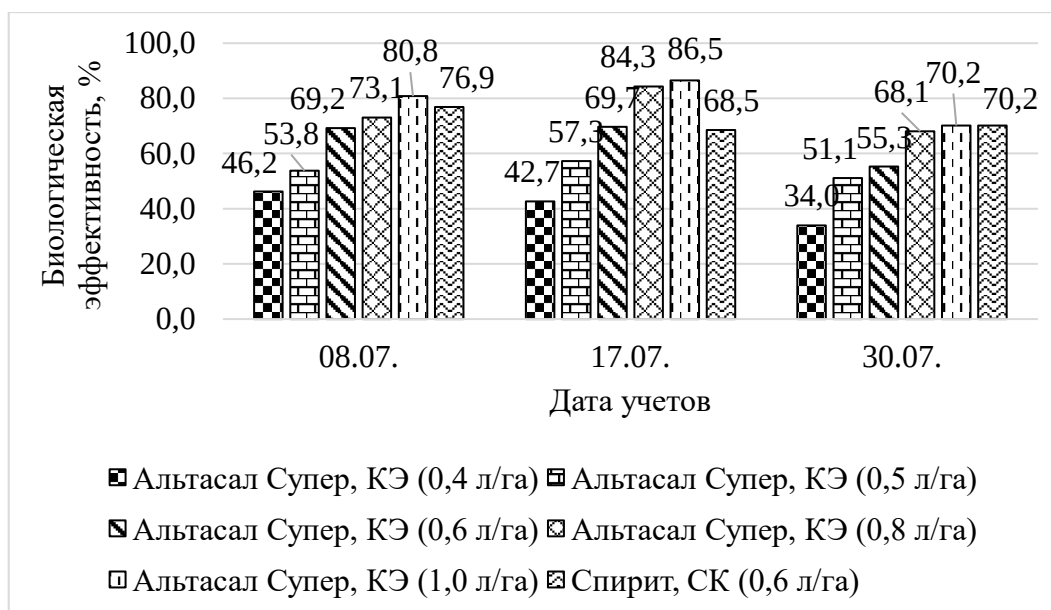


Рисунок 30 – Биологическая эффективность фунгицида Альтасал Супер, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

Результаты исследований по оценке биологической эффективности нового фунгицида Альтасал Супер, КЭ свидетельствуют о том, что в 2018 году в фазу кущения пшеницы яровой в борьбе с листовыми патогенами изучаемый препарат оказался менее эффективным, чем Спирит, СК. В 2019 году обработка фунгицидом Альтасал Супер, КЭ в отношении возбудителям септориозной и пиренофорозной пятнистостей была более эффективной при нормах применения 0,4 л/га и 0,5 л/га (80,0% и 77,1%), против мучнистой росы эффективность была высокой во всех вариантах с изучаемым фунгицидом и достигала 100%.

В 2018 году в фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы яровой эффективность Альтасал Супер, КЭ против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей и мучнистой росы в вариантах с нормами применения 0,5 л/га, 0,6 л/га и 1,0 л/га была на одном уровне, превышая показатель эталона, в вариантах с нормой 0,8 л/га имела максимальные значения: 83,9% и 94,3%. Напротив, в 2019 году наибольшие показатели эффективности отмечались в вариантах с нормой применения 1,0 л/га (63,3% и 86,5% соответственно). (Макаренко, Долженко, 2020в).

3.6 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Миравис Нео, СЭ на пшенице яровой

В период 2019-2020 гг. были проведены исследования по оценке эффективности нового трёхкомпонентного препарата Миравис Нео, СЭ (75 г/л пидифлуметофена + 100 г/л азоксистробина + 125 г/л пропиконазола) против листовых патогенов пшеницы яровой.

Обработка проводилась однократно 01.07.19 (сорт Дарья) и 29.06.20 (сорт Сударыня) в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47) в нормах применения, представленных на схеме полевого опыта. Эталон был выбран фунгицид Терапевт Про, КС (125 г/л крезоксим-метила + 125 г/л эпоксиконазола + 80 г/л дифеноконазола) в норме 0,7 л/га.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Миравис Нео, СЭ	0,5 л/га
2	Миравис Нео, СЭ	0,75 л/га
3	Миравис Нео, СЭ	1,0 л/га
4	Терапевт Про, КС (эталон)	0,7 л/га
5	Контроль	0

Из данных таблицы 16 видно, что обработка посевов пшеницы яровой фунгицидом Миравис Нео, СЭ способствовала подавлению развития болезней во всех вариантах опыта по отношению к контролю, где за период наблюдений степень развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей достигала 9,2%, а мучнистой росы 8,9%.

Применение нового поликомпонентного фунгицида оказало положительное влияние и на формирование урожая пшеницы, при этом максимальные показатели сохранённого урожая по вариантам составили: 21,1% (0,5 л/га); 15,8% (0,75 и 1,0 л/га). По массе зерна с 1-го колоса и массе 1000 зёрен варианты с изучаемым

препаратом: 0,46 г. и 39,7 г. (0,5 л/га); 0,45 г. и 37,8 г. (0,75 л/га); 0,47 г. и 38,3 г. (1,0 л/га) и эталоном (0,46 г. и 38,1 г.) превышали показатели в контроле (0,42 г. и 37,3 г.)

Таблица 16 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Миравис Нео, СЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма применения препарата л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %								ц/га	% к контролю
		10.07.	20.07.	30.07.	10.07.	20.07.	30.07.				
Миравис Нео, СЭ (75+100+125 г/л)	0,5	2,4	1,6	3,6	2,3	6,0	1,6	0,46	39,7	18,4	121,1
	0,75	2,3	1,6	3,0	1,7	5,0	2,2	0,45	37,8	17,6	115,8
	1,0	1,8	1,4	2,2	1,6	3,1	2,4	0,47	38,3	17,6	115,8
Терапевт Про, КС (125+125+80 г/л (эталон))	0,7	0,8	1,7	6,0	2,3	3,7	1,8	0,46	38,1	15,7	103,3
Контроль (без обработки)	0	2,8	3,3	9,2	3,7	8,9	4,7	0,42	37,3	15,2	100
НСР ₀₅		0,4	0,9	1,8	1,0	2,2	1,2	0,03	0,5	1,9	-

Против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 9-е сутки (10.07.19) после обработки посевов пшеницы яровой сорта Дарья была выявлена низкая эффективность Миравис Нео, СЭ (14,3-35,7%), показатели в вариантах значительно уступали эталону Терапевт Про, КС (71,4%) на фоне невысокого развития болезней в контроле 2,8% (рисунок 31).

На 19-е сутки (20.07.19) действие изучаемого препарата возросло, и при нормах применения 0,5 л/га и 0,75 л/га (по 51,5%) эффективность была близка эффективности эталона (48,5%), при норме 1,0 л/га имела самый высокий показатель в опыте (57,6%) при развитии болезней в контроле 3,3%. В дальнейшем на 29-е сутки после обработки (30.07.19), эффективность препарата Миравис Нео, СЭ при всех нормах применения: 60,9% (0,5 л/га); 67,4% (0,75 л/га);

76,1% (1,0 л/га) превышала эффективность эталона (34,8%), при нарастании развития болезни в контроле до 9,2%.

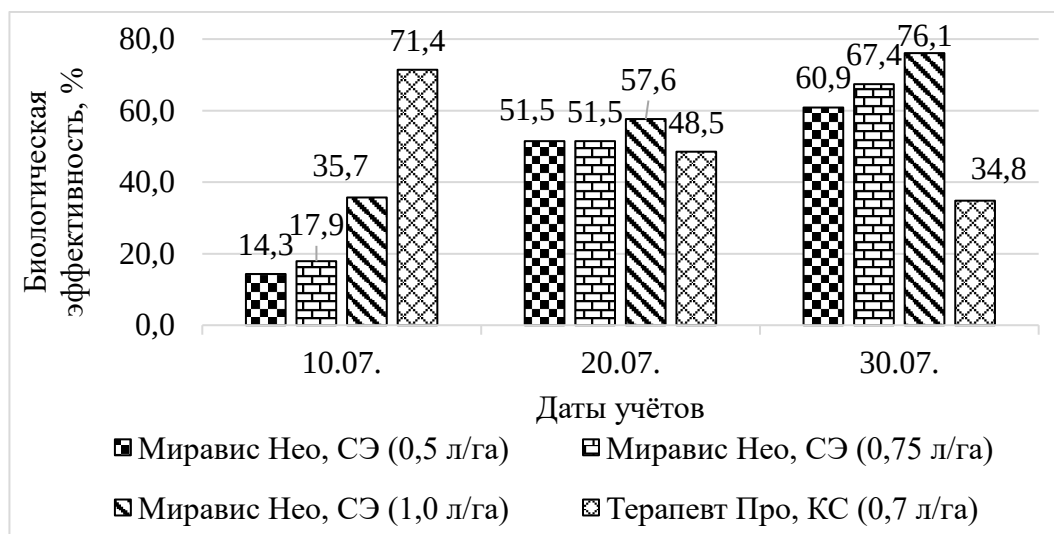


Рисунок 31 – Биологическая эффективность фунгицида Миравис Нео, СЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

По отношению к возбудителю мучнистой росы на 9-е сутки после обработки было установлено, что препарат Миравис Нео, СЭ в используемых нормах 0,75 л/га и 1,0 л/га был одинаково эффективен (54,1% и 56,8%), а в норме применения 0,5 л/га по эффективности был равнозначен эталону (37,8%) (рисунок 32). На 19-е сутки эффективность изучаемого препарата только при большей норме применения 1,0 л/га (65,2%) превышала показатель эталона (58,4%), при нормах 0,5 л/га (32,6%) и 0,75 л/га (43,8%) уступала последнему при нарастании развития болезни в контроле до 8,9%.

На 29-е сутки после обработки эффективность изучаемого фунгицида при норме применения 0,5 л/га (66,0%) превышала эффективность препарата Терапевт Про, КС (61,7%), при нормах 0,75 л/га и 1,0 л/га была на уровне последней при развитии болезни в контроле 4,7%.

В 2020 году мы продолжили изучение биологической эффективности препарата Миравис Нео, СЭ против возбудителей септориозной и

пиренофорозной пятнистостей на посевах пшеницы яровой сорта Сударыня. Был заложен повторный полевой опыт по аналогичной схеме.

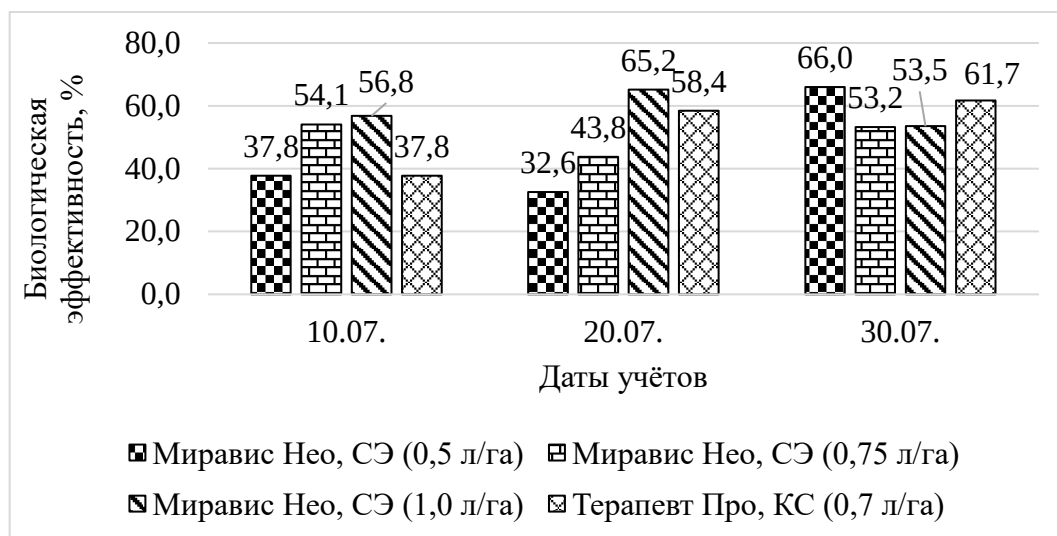


Рисунок 32 – Биологическая эффективность фунгицида Миравис Нео, СЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

Данные таблицы 17 свидетельствуют о более высокой степени развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей в контрольном варианте (до 38,3%) по сравнению с предыдущим годом. Высокое фунгицидное действие по отношению к фитопатогену отмечалось как в вариантах с препаратом Миравис Нео, СЭ при всех нормах применения, так и с эталоном Терапевт Про, КС. При этом максимальный сохранённый урожай по вариантам с Миравис Нео, СЭ составил: 10,1% (0,5 л/га), 16,2% (0,75 л/га), 19,5 (1,0 л/га).

Стоит отметить, что при применении изучаемого препарата в норме 1,0 л/га наблюдались наибольшие показатели по массе зерна с 1-го колоса и массе 1000 зёрен по сравнению с другими вариантами опыта: 0,82 г. и 51,1 г.

Как видно из рисунка 33, на 9-е сутки после обработки применение фунгицида Миравис Нео, СЭ в нормах 0,75 л/га (66,7%) и 1,0 л/га (71,4%) в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей было эффективно на уровне эталона (71,4%); при норме применения 0,5 л/га показатель биологической эффективности был ниже (57,1%) при развитии болезней в контроле 2,1%.

Таблица 17 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Миравис Нео, СЭ (2020 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici- repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к конт ролю
		08.07.	20.07.	30.07.				
Миравис Нео, СЭ (75+100+125 г/л)	0,5	0,9	10,5	10,1	0,78	50,8	30,5	110,1
	0,75	0,7	9,3	9,1	0,78	48,7	32,2	116,2
	1,0	0,6	7,7	6,9	0,82	51,1	33,1	119,5
Терапевт Про, КС (125+125+80 г/л) (эталон)	1,4	0,6	10,3	9,8	0,79	49,8	28,5	102,9
Контроль (без обработки)	0	2,1	38,3	33,2	0,77	43,9	27,7	100
НСР ₀₅		0,4	3,0	3,3	0,05	1,7	1,3	-

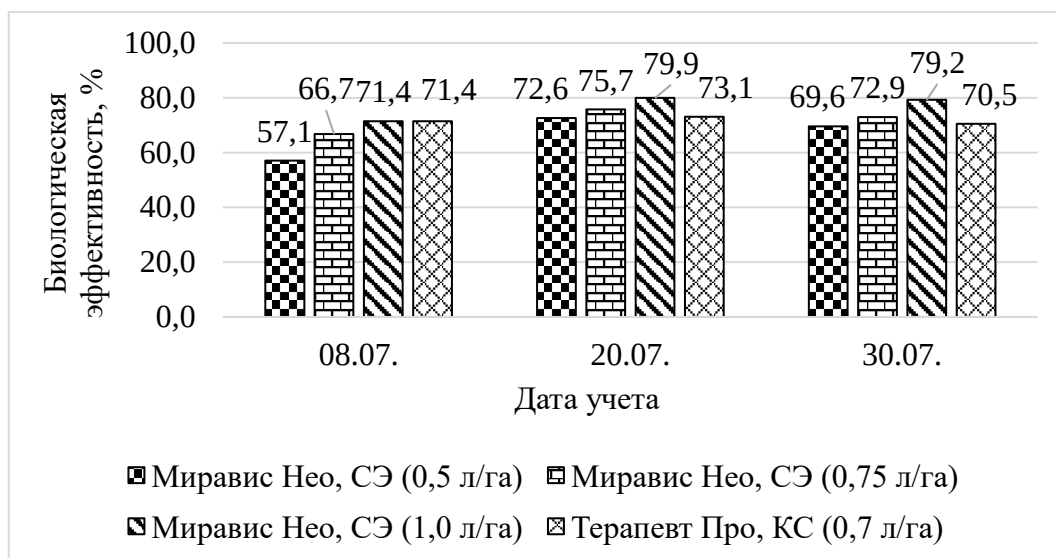


Рисунок 33 – Биологическая эффективность фунгицида Миравис Нео, СЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2020 г., сорт Сударыня)

В дальнейшие даты учётов (21-е и 31-е сутки после обработки) эффективность изучаемого препарата в вариантах с нормами применения 0,5 л/га (72,6% и 69,6%) и 0,75 л/га (75,7% и 72,9%) была на уровне эффективности

эталона (73,1% и 70,5%), при норме 1,0 л/га достигала максимальных значений: 79,9% и 79,2%.

Результаты двухлетних исследований по оценке биологической эффективности трёхкомпонентного препарата Миравис Нео, СЭ показали, что изучаемый препарат был наиболее эффективен в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей, а также мучнистой росы на пшенице яровой в фазу раскрытия влагалища флаг-листа в норме применения 1,0 л/га (79,9% и 65,2%) (Макаренко и др., 2021).

С учётом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации препарат Миравис Нео, СЭ был включён в 2022 году.

3.7 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Миравис Эйс, СК на пшенице яровой

Изучение эффективности нового препарата Миравис Эйс, СК (150 г/л пидифлуметофена + 125 г/л пропиконазола) проводилось в течение 3-х лет в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47) пшеницы яровой в 2019 г. сорта Дарья, в 2020 и 2021 гг. – сорта Сударыня.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Миравис Эйс, СК	0,5 л/га
2	Миравис Эйс, СК	0,75 л/га
3	Миравис Эйс, СК	1,0 л/га
4	Адексар, КЭ (эталон)	1,4 л/га
5	Контроль	0

Обработка проводилась однократно 01.07.2019, 29.06.2020 и 30.06.2021. Эталон – Адексар, КЭ (62,5 г/л флуксапироксада + 62,5 г/л эпоксиконазола) в норме 1,4 л/га. Результаты исследований за 2018 г. представлены в таблице 18 и рисунках 34, 35.

Из таблицы 18 видно, что обработка фунгицидом Миравис Эйс, СК посевов пшеницы яровой в период вегетации сдерживала развитие возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей, а также мучнистой росы во всех вариантах, на фоне слабой интенсивности развития болезней в контроле.

Применение изучаемого фунгицида в норме 1,0 л/га оказало положительное влияние на формирование урожая пшеницы, максимальный сохранённый урожай составил 24,4%. При этом масса зерна с 1-го колоса и масса 1000 зёрен в данном варианте также имела наибольшие значения: 0,53 г. и 40,2 г.

Таблица 18 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Миравис Эйс, СК (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма примен ения препар ата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %								ц/га	% к контро лю
		10. 07.	20. 07.	30. 07.	10. 07.	20. 07.	30. 07.				
Миравис Эйс, СК (150+125 г/л)	0,5	1,1	1,6	3,1	3,7	2,3	1,4	0,49	38,3	12,4	107,8
	0,75	0,8	1,4	2,3	3,3	3,3	2,7	0,47	38,8	13,0	113,0
	1,0	1,2	1,5	2,0	2,6	3,9	2,7	0,53	40,2	14,3	124,4
Адексар, КЭ (62,5+62,5 г/л) (эталон)	1,4	2,6	1,8	2,0	1,3	0,9	2,9	0,47	37,8	12,2	106,1
Контроль (без обработки)	0	3,0	3,3	8,5	4,1	6,5	7,4	0,46	37,8	11,5	100
НСР ₀₅		0,5	0,7	2,4	0,2	0,9	1,8	0,04	0,4	2,0	-

Биологическая эффективность фунгицида Миравис Эйс, СК против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 9-е (10.07.19) сутки после обработки при всех применяемых нормах значительно превышала показатель эталона (13,3%): 63,3% (0,4 л/га), 73,3% (0,75 л/га), 60% (1,0 л/га) при развитии болезней в контроле 3,0% (рисунок 34). На 19-е (20.07.19) сутки учёта эффективность эталона возросла (45,5%), продолжая уступать эффективности изучаемого препарата (51,5-57,6%) при развитии болезней в контроле 3,0%. На

29-е сутки (30.07.19) после обработки эффективность изучаемого препарата при норме применения 0,5 л/га (63,5%) уступала эффективности эталона (76,5%), при нормах 0,75 л/га (72,9%) и 1,0 л/га (76,5%) была близка последней при развитии болезней в контроле 8,5%.

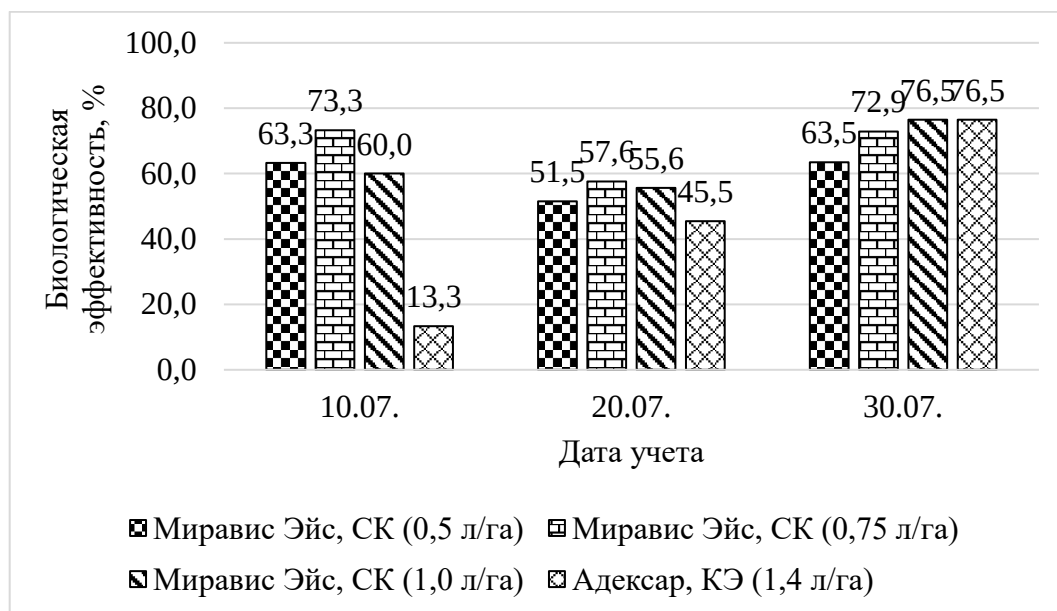


Рисунок 34 – Биологическая эффективность фунгицида Миравис Эйс, СК в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

По отношению к мучнистой росе эффективность нового комбинированного фунгицида на 9-е сутки после обработки была низкой и уступала эффективности эталона (68,3%), при развитии болезни в контроле 4,1% (рисунок 35). На 19-е сутки учёта эффективность препаратов возросла, но в вариантах с изучаемым препаратом: 64,6% (0,5 л/га), 49,2% (0,75 л/га), 40% (1,0 л/га) была значительно ниже эффективности эталона (86,2%). На 29-е сутки после обработки эффективность изучаемого препарата достигла максимального значения в варианте с нормой применения 0,4 л/га – 81,1%, в остальных вариантах: по 63,5% (0,5 л/га и 1,0 л/га) показатели были близки эффективности эталона (60,8%) при развитии мучнистой росы в контроле 7,4% (Макаренко и др., 2023).

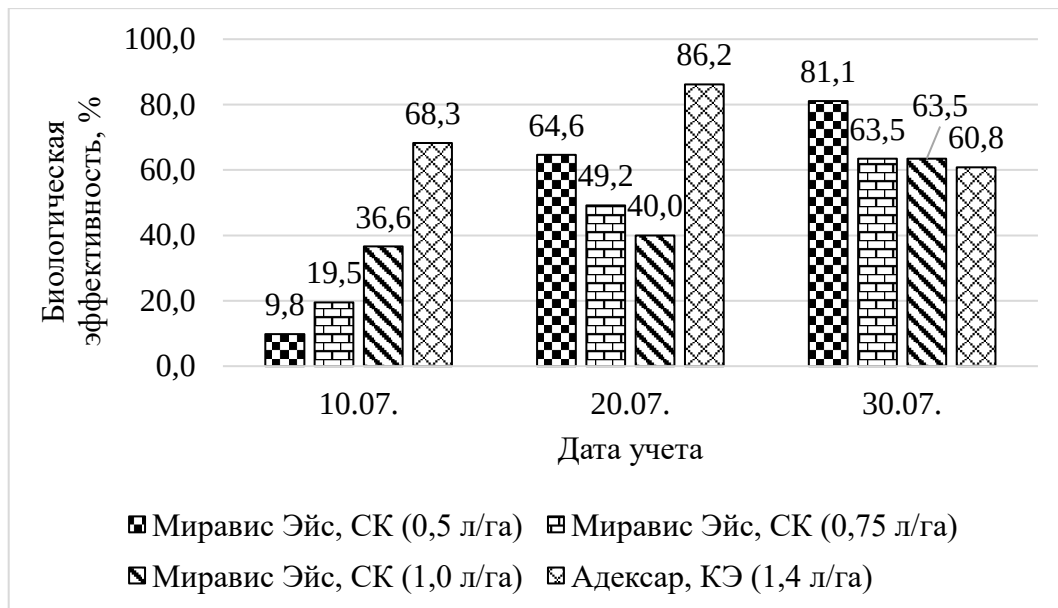


Рисунок 35 – Биологическая эффективность фунгицида Миравис Эйс, СК в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

В 2020 году мы продолжили наши исследования по оценке эффективности препарата Миравис Эйс, СК на пшенице яровой сорта Сударыня в фазу раскрытия влагалища флаг-листа против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей листьев. Был заложен повторный полевой опыт по аналогичной схеме, результаты представлены в таблице 19 и рисунке 36.

В 2020 году исследований была выявлена высокая фунгицидная активность двухкомпонентного препарата Миравис Эйс, СК по отношению к возбудителям септориозной и пиренофорозной пятнистостей. Положительное влияние фунгицидной обработки Миравис Эйс, СК на посевах яровой пшеницы сорта Дарья выражалась в сохранении урожая зерна (от 5,4 до 13,7%) и повышении его качественных показателей по сравнению с растениями, выращенными на контрольных делянках (таблица 19).

Применение Миравис Эйс, СК в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 9-е сутки после обработки (08.07.20) было эффективным при всех используемых нормах: по 57,1% (0,5 и 1,0 л/га); 61,9% (0,75 л/га), при этом показатели превышали эффективность Адексар, КЭ (42,9%), на фоне развития болезни в контроле 2,1% (рисунок 36).

Таблица 19 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Миравис Эйс, СК (2020 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма примен ения препара та, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контро лю
		08.07.	20.07.	30.07.				
Миравис Эйс, СК (150+125 г/л)	0,5	0,9	0,9	1,2	0,80	51,3	29,2	105,4
	0,75	0,8	0,6	1,6	0,89	47,4	31,3	113,0
	1,0	0,9	0,5	0,4	0,83	50,2	31,5	113,7
Адексар, КЭ (62,5+62,5 г/л) (эталон)	1,4	1,2	8,2	6,4	0,80	44,8	28,0	101,1
Контроль (без обработки)	0	2,1	38,3	33,2	0,77	44,4	27,7	100
НСР ₀₅		0,7	4,5	4,1	0,02	1,2	1,5	-

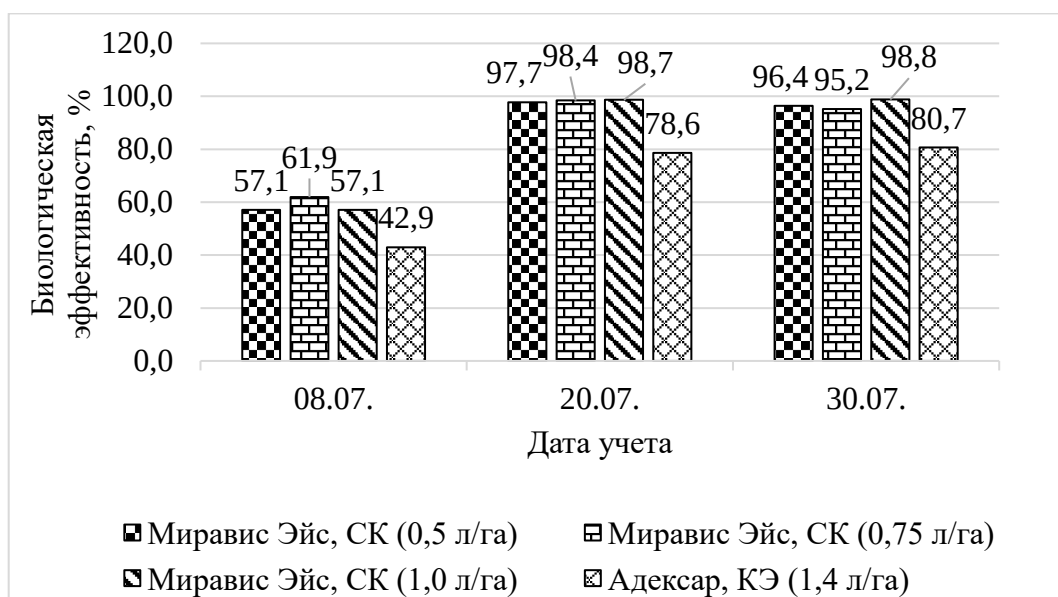


Рисунок 36 – Биологическая эффективность фунгицида Миравис Эйс, СК в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2020 г., сорт Сударыня)

Такая же тенденция наблюдалась на протяжении всей вегетации изучаемой культуры, но биологическая эффективность с течением времени по вариантам значительно возросла и на 21-е сутки после обработки (20.07.20) варьировала в

диапазоне значений 97,7-98,7%, на 31-е сутки учёта (30.07.20) – 96,4-98,8%, при этом превышая показатели эталона (78,6% и 80,7%). К концу июля фитопатологическая ситуация в варианте без обработки существенно ухудшилась, развитие болезни возросло до 33,2%.

В 2021 году мы также продолжили проведение исследований по оценке эффективности Миравис Эйс, СК на пшенице яровой сорта Сударыня в фазу (Z 47) против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей листьев. Погодные условия так же, как и в предыдущем не способствовали развитию мучнистой росы. Был заложен повторный опыт по аналогичной схеме, результаты которого представлены в таблице 20 и рисунке 37.

Таблица 20 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Миравис Эйс, СК (2021 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %				ц/га	% к контролю
		09.07.	17.07.				
Миравис Эйс, СК (150+125 г/л)	0,5	3,8	4,3	0,52	31,6	13,9	109,4
	0,75	2,7	3,2	0,56	33,1	14,5	114,2
	1,0	2,9	3,7	0,54	32,1	14,2	111,8
Адексар, КЭ (62,5+62,5 г/л) (эталон)	1,4	4,6	3,3	0,57	33,3	14,2	111,8
Контроль (без обработки)	0	10,3	9,4	0,41	30,3	12,7	100
НСР ₀₅		1,8	1,5	0,07	1,9	1,2	-

Положительное влияние обработки посевов пшеницы яровой выражалась в сохранении урожая зерна в вариантах с Миравис Эйс, СК в норме применения 0,5 л/га – 9,4%, в норме 0,75 л/га – 14,2%, в норме 1,0 л/га – 11,8%, а также повышении его качественных показателей по сравнению с растениями, выращенными на контрольных делянках.

Применение Миравис Эйс, СК против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей было эффективным уже на 8-е сутки после обработки (08.07.21) (рисунок 37). Эффективность Миравис Эйс, СК при 3-х нормах применения: 63,1% (0,5 л/га), 73,8% (0,75 л/га); 71,8% (1,0 л/га) превышала эффективность Адексар, КЭ (55,3%) при развитии болезней в контроле 10,3%. На 20-е сутки учёта эффективности показатели снизились до уровня эталона (64,9%): 66,0% (0,75 л/га); 60,6% (1,0 л/га) при развитии болезней в контроле 9,4%, в варианте с Миравис Эйс, СК в норме 0,5 л/га (54,3%) фунгицидное действие препарата было слабее по сравнению с другими.

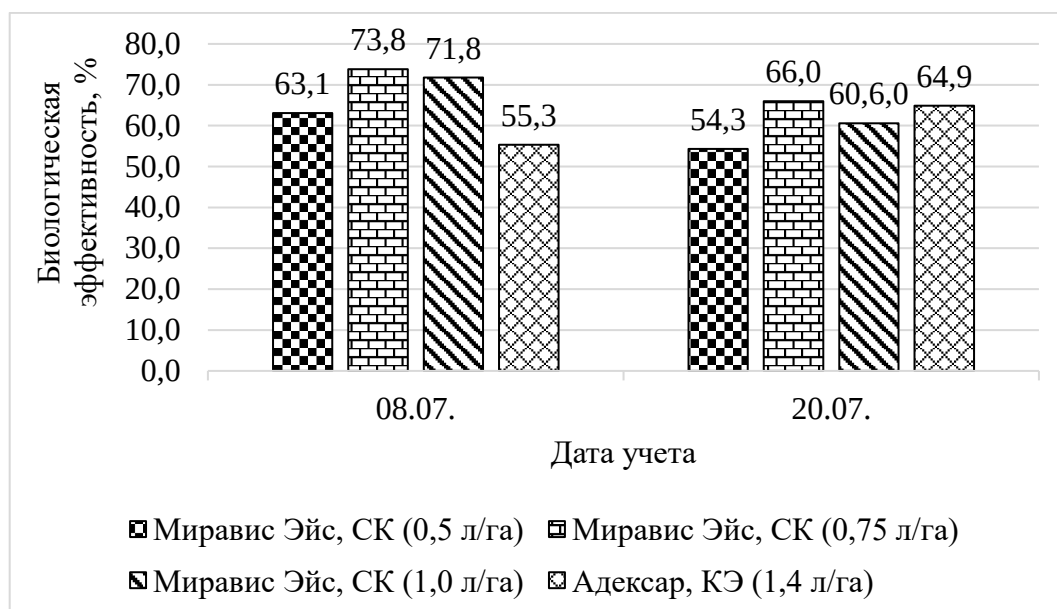


Рисунок 37 – Биологическая эффективность фунгицида Миравис Эйс, СК в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2021 г., сорт Сударыня)

Результаты трёхлетних исследований по оценке биологической эффективности препарата Миравис Эйс, СК свидетельствуют о том, что изучаемый препарат в фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы яровой в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей листьев оказал высокую эффективность при всех нормах применения: 97,7% (0,5 л/га); 98,4% (0,75 л/га); 98,7% (1,0 л/га), при этом превышал уровень Адексар, КЭ.

С учётом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации препарат Миравис Эйс, СК был включён в 2023 году.

3.8 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида

Кобальт, КМЭ на пшенице яровой

В наши исследования также входила оценка эффективности фунгицида Кобальт, КМЭ (400 г/л пропиконазола) на основе известного действующего вещества, но в новой препаративной форме. Оценка проводилась в течение 2-х лет в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47) пшеницы яровой сорта Дарья. Обработка проводилась однократно 01.07.2019 и 29.06.2020 в нормах применения 0,25 л/га и 0,35 л/га. В качестве эталона был выбран фунгицид Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола) в норме 0,26 л/га.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Кобальт, КМЭ	0,25 л/га
2	Кобальт, КМЭ	0,35 л/га
3	Титул 390, ККР (эталон)	0,26 л/га
4	Контроль	0

Обработка растений пшеницы яровой в фазу раскрытия влагалища флаг-листа способствовала подавлению развития листовых инфекций по отношению к контролю. Развитие мучнистой росы в вариантах с изучаемым препаратом в среднем превышало показатель в эталоне.

В урожайных данных за 2019 г. достоверных отличий во всех вариантах с препаратом Кобальт, КМЭ по отношению к контролю не наблюдалось, как и по массе 1000 зёрен (таблица 21). По массе зерна с 1-го колоса варианты с изучаемым препаратом: 0,25 л/га (0,45 г.); 0,35 л/га (0,44 г.) превышали показатель в контроле (0,42 г).

Таблица 21 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Кобальт, КМЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма примен ения препара та, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici- repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %								ц/га	% к контр олю
		10. 07.	20. 07.	30. 07.	10. 07.	20. 07.	30. 07.				
Кобальт, КМЭ (400 г/л)	0,25	1,0	1,6	5,9	2,3	4,3	2,9	0,45	36,5	15,5	102,0
	0,35	0,8	1,2	4,3	1,9	4,1	1,7	0,44	36,5	15,6	102,6
Титул 390, ККР (390 г/л) (эталон)	0,26	1,2	1,6	4,9	2,4	3,6	1,0	0,43	35,6	15,4	101,3
Контроль (без обработки)	0	3,0	3,7	8,2	4,1	9,5	7,5	0,42	36,3	15,2	100
НСР ₀₅		0,7	1,1	0,9	1,2	1,2	2,8	0,01	0,8	0,7	-

В ходе исследований по оценке эффективности нового препарата против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей на пшенице яровой было установлено, что на 9-е сутки после обработки (10.07.19) изучаемый препарат при 2-х нормах применения превосходил эталон (60,0%): 66,7% (0,25 л/га); 73,3% (0,35 л/га) при развитии болезней в контроле 3,0% (рисунок 38).

На 19-е сутки (20.07.19) после обработки эффективность изучаемого препарата в норме применения 0,25 л/га была равнозначна эффективности эталона (по 56,8%), в норме 0,35 л/га (67,6%) превышала последний, на фоне развития болезни в контроле 3,7%. В дальнейшем на 29-е сутки (30.07.19) учёта, эффективность препаратов снизилась, при этом в варианте с Кобальт, КМЭ в норме 0,35 л/га (47,6%) показатель превышал уровень эталона (40,2%), при меньшей норме 0,25 л/га (28,0%) уступал ему, при нарастании развития болезни в контроле до 8,2%.

По эффективности против возбудителя мучнистой росы на 9-е сутки после обработки испытываемый препарат при норме применения 0,25 л/га (43,9%) был

близок эталону (41,5%), при 0,35 л/га (53,7%) превышал его при развитии болезни в контроле 4,1% (рисунок 39).

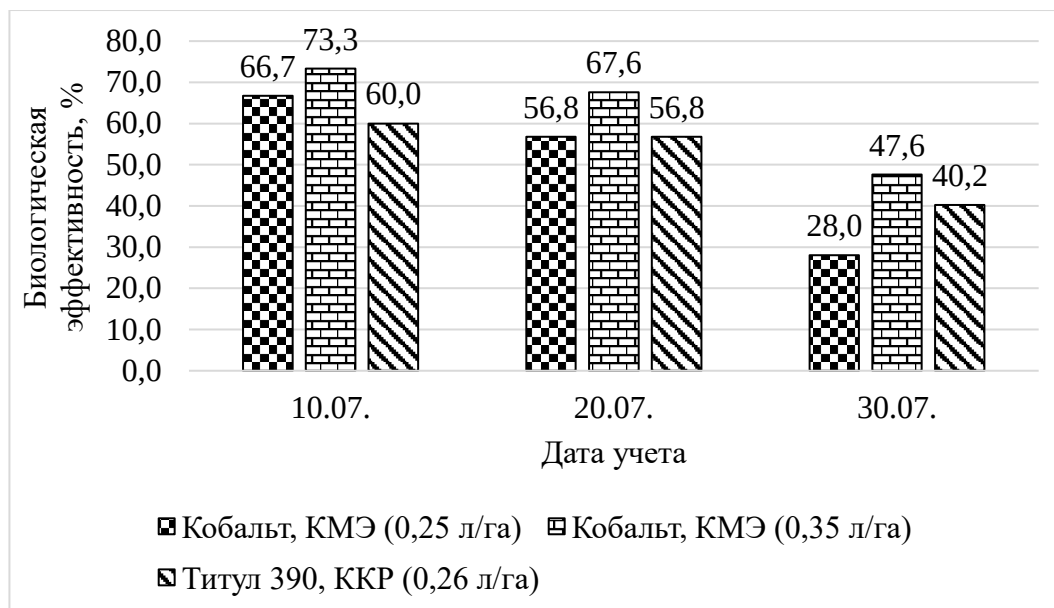


Рисунок 38 – Биологическая эффективность фунгицида Кобальт, КМЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

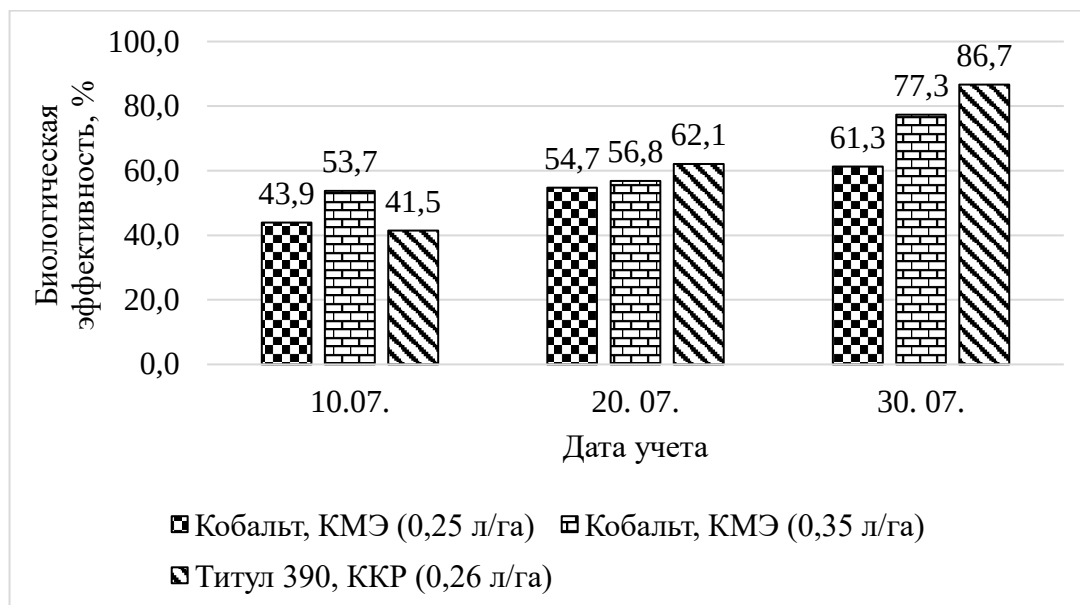


Рисунок 39 – Биологическая эффективность фунгицида Кобальт, КМЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

На 19-е сутки после окончания обработки эффективность фунгицида Кобальт, КМЭ при 2-х нормах применения: 54,7% (0,25 л/га); 56,8% (0,35 л/га)

была на уровне эффективности эталона (62,1%) при развитии болезни в контроле 9,5%. На 29-е сутки после обработки эффективность изучаемого препарата: 61,3% (0,25 л/га); 77,3% (0,35 л/га) возросла, но была ниже эффективности эталона (86,7%) при развитии болезни в контроле 7,5%.

В 2020 году исследования по оценке эффективности фунгицида Кобальт, КМЭ на пшенице яровой сорта Сударыня в фазу раскрытия влагалища флаг-листа против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей продолжились. Погодно-климатические условия в текущем году не способствовали высокому проявлению мучнистой росы, было отмечено локальное распространение болезни в слабой степени развития.

Был заложен повторный опыт по аналогичной схеме, результаты представлены в таблице 22 и рисунке 40.

Таблица 22 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Кобальт, КМЭ (2020 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма примен ения препара та, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici- repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контро лю
		08. 07.	20. 07.	30. 07.				
Кобальт, КМЭ (400 г/л)	0,25	1,3	10,1	9,7	0,77	48,0	27,7	107,4
	0,35	1,4	11,2	10,3	0,82	48,6	28,8	111,6
Титул 390, ККР (390 г/л) (эталон)	0,26	1,3	12,1	14,7	0,78	45,4	25,9	100,4
Контроль (без обработки)	0	2,1	38,3	33,2	0,77	43,9	25,8	100
НСР ₀₅		0,3	2,2	3,1	0,04	2,0	1,8	-

В отличие от предыдущего года исследований интенсивность развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей отмечалась в умеренной степени, в контрольном варианте достигая 38,3% (рисунок 40). Обработка изучаемым фунгицидом во всех используемых нормах, также, как и в варианте с Титул 390, ККР, позволила контролировать развитие болезни. Увеличение урожайности

пшеницы яровой по отношению к контролю выявлено во всех вариантах с применением изучаемого препарата, сохранённый урожай составил 7,4% (0,25 л/га) и 11,6% (0,35 л/га).

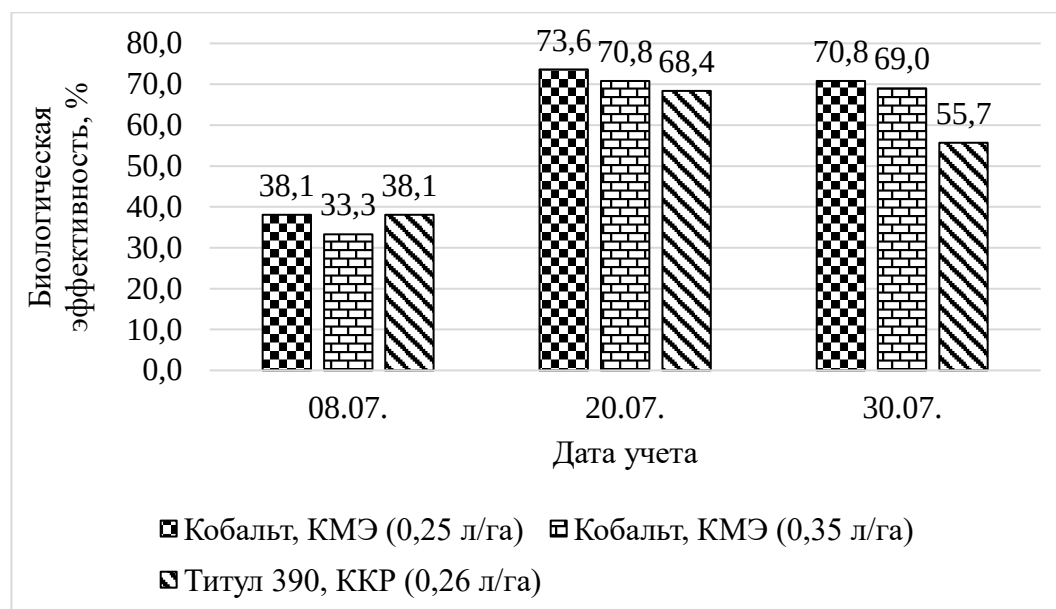


Рисунок 40 – Биологическая эффективность фунгицида Кобальт, КМЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2020 г., сорт Сударыня)

Результаты двухлетних исследований по оценке биологической эффективности препарата Кобальт, КМЭ свидетельствуют о том, что изучаемый препарат в фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы яровой в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей оказал высокую эффективность при всех нормах применения (73,6% (0,25 л/га) и 70,8% (0,35 л/га), при этом превышал уровень эталона. Против мучнистой росы исследуемый препарат был менее эффективен, чем Титул 390, ККР, но стоит отметить, что при большей норме стремился к значению эталона (Макаренко и др., 2024).

С учётом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации препарат Кобальт, КМЭ был включён в 2022 году.

3.9 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Альтазол Форте, КЭ на пшенице яровой

Изучение биологической эффективности нового фунгицида Альтазол Форте, КЭ (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) проводилось в течение 2-х лет в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47) пшеницы яровой в 2019 г. сорта Дарья и в 2020 г. сорта Сударыня.

Обработка проводилась однократно 01.07.2019 и 29.06.2020 в нормах 0,3 л/га и 0,4 л/га. В качестве эталона выбран фунгицид Колосаль Про, КМЭ (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) в норме применения 0,4 л/га.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Альтазол Форте, КЭ	0,3 л/га
2	Альтазол Форте, КЭ	0,4 л/га
3	Колосаль Про, КМЭ (эталон)	0,4 л/га
4	Контроль	0

Данные таблицы 23 свидетельствуют о том, что показатели развития листовых патогенов яровой пшеницы в вариантах с изучаемым фунгицидом Альтазол Форте, КЭ, а также эталоном (Колосаль Про, КМЭ), существенно ниже по сравнению с контролем. Однако, из-за сложившихся погодных условий в период вегетации изучаемой культуры, развитие болезней на учётных делянках опыта было невысоким, в контрольных вариантах не превышало 8,2% и 9,5%.

Отдельно стоит отметить, что обработка фунгицидами положительно повлияла на формирование урожайности пшеницы во всех вариантах опыта, сохранённый урожай составил: по 36,8% (0,3 л/га и 0,4 л/га), 29,0% (эталон). Масса зерна с 1-го колоса и масса 1000 зёрен в варианте с Альтазол Форте, КЭ была выше, чем в остальных – 0,48 г. и 37,1 г.

Применение нового фунгицида Альтазол Форте, КЭ на посевах пшеницы яровой сорта Дарья в фазу раскрытия влагалища флаг-листа против возбудителей

септориозной и пиренофорозной пятнистостей позволило выявить его высокую эффективность уже на 9-е сутки после обработки (10.07.19) и при нормах применения 0,3 и 0,4 л/га показатели были равны (по 73,3%), эффективность эталона составила 66,6% при развитии болезней в контроле 3,0% (рисунок 41).

На 19-е (20.07) и 29-е сутки (30.07) после обработки эффективность изучаемого препарата при норме применения 0,4 л/га (70,3% и 58,5%) была близка эффективности эталона Колосаль Про, КМЭ (70,3% и 61,0%), а при меньшей норме 0,3 л/га уступала последней (59,5% и 37,8%) при развитии болезней в контроле 3,7-8,2%.

Таблица 23 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Альтазол Форте, КЭ (2019 г., сорт Дарья)

Вариант опыта	Норма примен ения препар ата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			<i>Blumeria graminis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %								ц/га	% к контро лю
		10. 07.	20. 07.	30. 07.	10. 07.	20. 07.	30. 07.				
Альтазол Форте, КЭ (300+200 г/л)	0,3	0,8	1,5	5,1	2,1	2,5	2,0	0,45	36,7	20,8	136,8
	0,4	0,8	1,1	3,4	2,3	3,1	0,8	0,48	37,1	20,8	136,8
Колосаль Про, КМЭ (300+200 г/л) (эталон)	0,4	1,0	1,1	3,2	1,7	2,8	0,2	0,43	36,6	19,6	129,0
Контроль (без обработки)	0	3,0	3,7	8,2	4,1	9,5	7,5	0,42	36,3	15,2	100
НСР ₀₅		1,0	1,2	0,9	1,3	1,1	0,8	0,02	0,4	2,7	-

Против мучнистой росы на 9-е сутки после обработки эффективность препарата Альтазол Форте, КЭ была ниже уровня эталона (58,5%) и составила 48,8% (0,3 л/га) и 43,9% (0,4 л/га) при развитии болезни в контроле 4,1% (рисунок 42). На 19-е сутки после обработки эффективность изучаемого препарата возросла до уровня эталона (70,5%): 73,7% (0,3 л/га) и 67,4% (0,4 л/га) при развитии болезни в контроле 9,5%. В дальнейшем в варианте с эталоном было отмечено

максимальное значение эффективности в опыте – 97,3%. В вариантах с препаратом Альтазол Форте, КЭ показатели эффективности возросли: 73,3% (0,3 л/га), 89,3% (0,4 л/га), но уступали значению эталона при развитии болезни в контроле 7,5%.

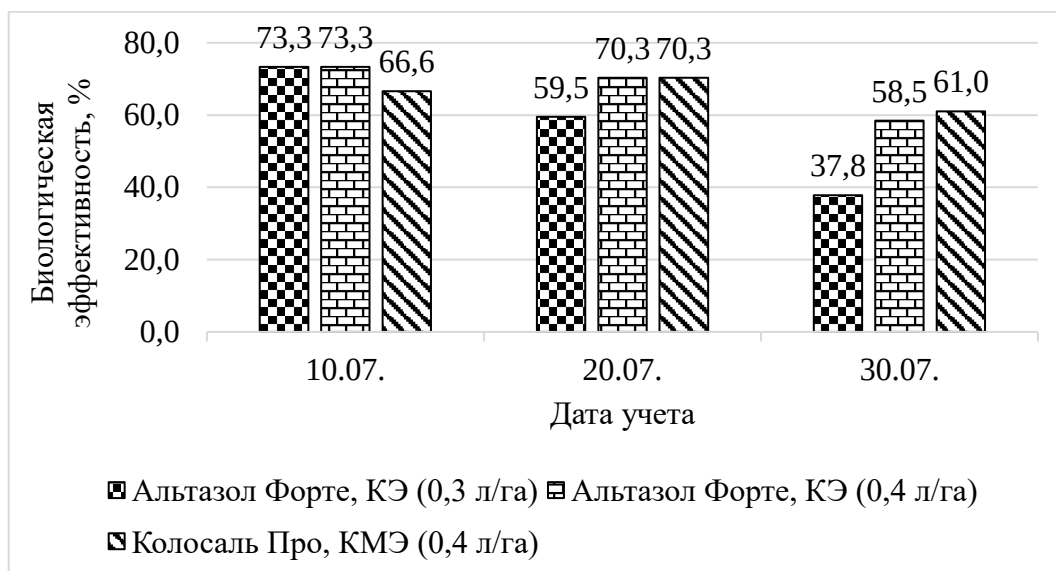


Рисунок 41 – Биологическая эффективность фунгицида Альтазол Форте, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2019 г., сорт Дарья)

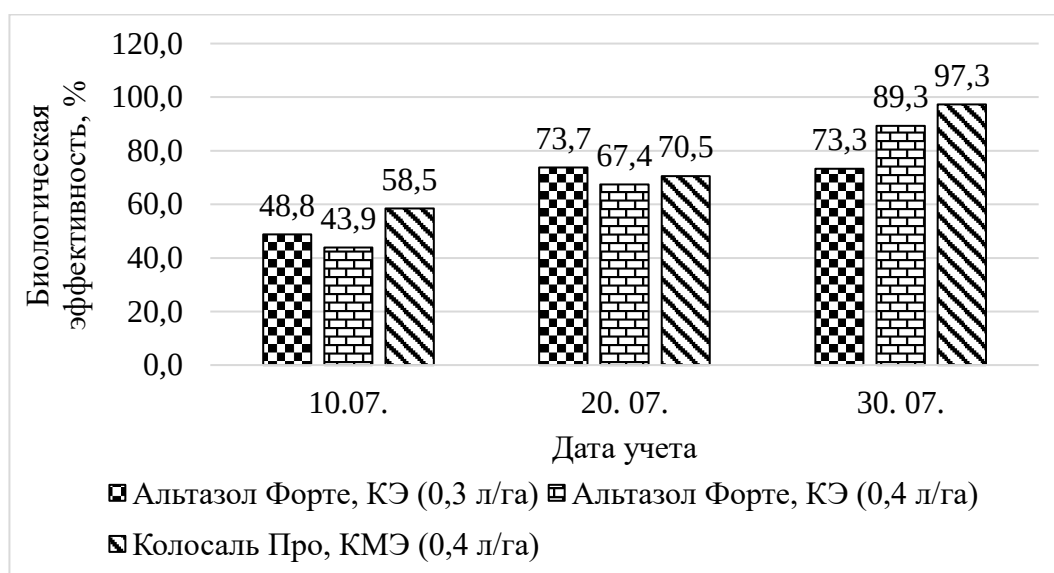


Рисунок 42 – Биологическая эффективность фунгицида Альтазол Форте, КЭ в борьбе с возбудителем мучнистой росы (2019 г., сорт Дарья)

В 2020 году мы продолжили наши исследования по оценке биологической эффективности Альтазол Форте, КЭ против септориозной и пиренофорозной пятнистостей. Был заложен повторный опыт по той же схеме на посевах пшеницы яровой сорта Сударыня, результаты представлены в таблице 24 и рисунке 43.

В текущем полевом опыте погодные условия не способствовали развитию возбудителя мучнистой росы, поэтому данные по эффективности изучаемого препарата против соответствующего патогена за вегетационный год не представлены.

По сравнению с предыдущим годом степень развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей была значительно выше, достигая 41,6% в контрольном варианте (таблица 24). Применение Альтазол Форте, КЭ в защите пшеницы яровой от представленной болезни листьев способствовало существенному снижению поражённости посевов.

Таблица 24 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Альтазол Форте, КЭ (2020 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контролю
		08.07.	20.07.	30.07.				
Альтазол Форте, КЭ (300+200 г/л)	0,3	1,1	11,3	10,9	0,77	44,5	27,8	109,5
	0,4	1,5	9,9	12,4	0,74	43,5	27,2	107,1
Колосаль Про, КМЭ (300+200 г/л) (эталон)	0,4	1,4	10,0	11,6	0,73	44,3	29,1	114,6
Контроль (без обработки)	0	3,3	41,6	38,9	0,68	41,8	25,4	100
НСР ₀₅		0,7	2,3	4,1	0,1	3,6	0,6	-

Обработка фунгицидами оказала положительное влияние на урожайность культуры, по отношению к контролю сохранённый урожай по вариантам составил: 9,5% (0,3 л/га); 7,1% (0,4 л/га) и 14,6% (эталон). По массе зерна с 1-го

колоса и массе 1000 зёрен существенных различий в обрабатываемых вариантах по отношению к контролю не выявлено.

В борьбе с септориозной и пиренофорозной пятнистостями на 9-е сутки после обработки (08.07.20) эффективность изучаемого препарата по вариантам составила: 66,7% (0,3 л/га), 54,6% (0,4 л/га), при этом показатель эталона был равен 57,6% при развитии болезней в контроле 3,3% (рисунок 43). В дальнейшие даты наблюдений (21-е и 31-е сутки учётов) выявлена тенденция в отношении биологической эффективности препаратов, при которой показатели в обрабатываемых вариантах опыта находились на одном уровне 72,8% и 72,0% (0,3 л/га), 76,2% и 68,1% (0,4 л/га), 76% и 70,2% (эталон) при нарастании развития болезней в контроле до 41,6-38,9%.

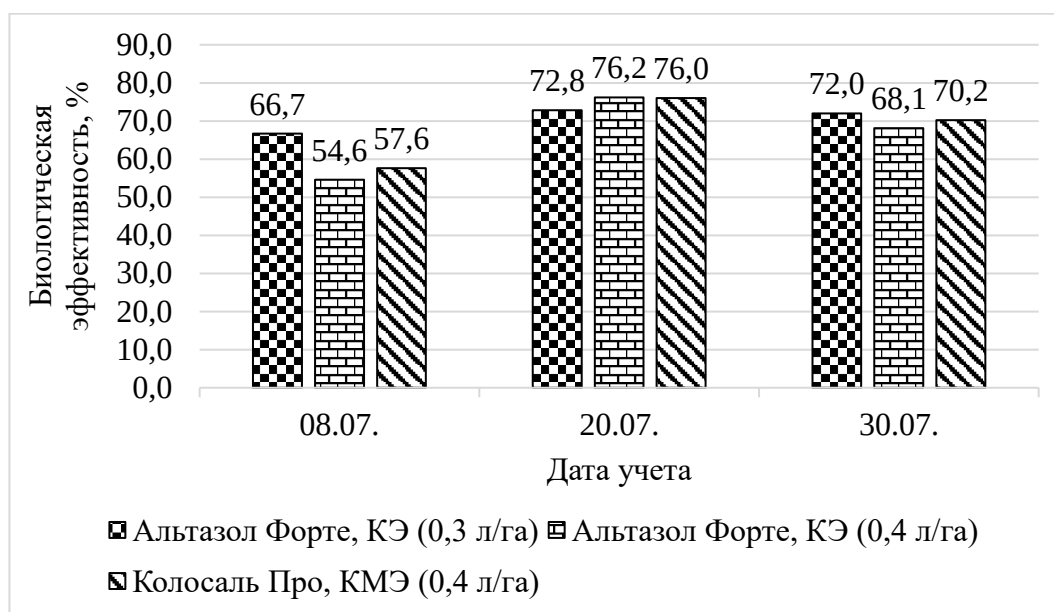


Рисунок 43 – Биологическая эффективность фунгицида Альтазол Форте, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2020 г., сорт Сударыня)

Таким образом, за два года исследований было выявлено, что применение фунгицида Альтазол Форте, КЭ в фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы яровой против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей эффективно при 2-х используемых нормах 0,3 л/га (73,3%) и 0,4 л/га (76,2%). В

борьбе с мучнистой росой, изучаемый фунгицид был менее эффективен, чем Колосаль Про, КМЭ (Макаренко, Долженко, 2020а).

С учётом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации препарат Альтазол Форте, КЭ был включён в 2023 году.

3.10 Биологическая эффективность и регламенты применения препарата Квейк 112,5 Нео, КЭ на пшенице яровой

Оценку биологической эффективности нового фунгицида Квейк 112,5 Нео, КЭ с комбинацией действующих веществ (50 г/л фенпиноксамида + 62,5 г/л пираклостробина) проводили в течение 2-х лет на посевах пшеницы яровой сорта Сударыня в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47).

Обработка проводилась однократно 29.06.2020 и 30.06.2021 в нормах, представленных на схеме опыта. Эталон был выбран фунгицид Аканто Плюс, КС (200 г/л пикоксистробина + 80 г/л ципроконазола) в норме 0,6 л/га.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Квейк 112,5 Нео, КЭ	1,0 л/га
2	Квейк 112,5 Нео, КЭ	1,25 л/га
3	Квейк 112,5 Нео, КЭ	1,5 л/га
4	Квейк 112,5 Нео, КЭ	1,75 л/га
5	Аканто Плюс, КС (эталон)	0,6 л/га
6	Контроль	0

Обработка растений пшеницы яровой фунгицидом Квейк 112,5 Нео, КЭ способствовала снижению развития септориозной и пиренофорозной пятнистостей. Наиболее низкая пораженность посевов пшеницы наблюдалась в вариантах с применением изучаемого препарата в нормах 1,5 и 1,75 л/га, на фоне развития в контрольном варианте до 44,9% (таблица 25). Также было установлено, что в вариантах с Квейк 112,5 Нео, КЭ при всех нормах применения был получен максимальный сохранённый урожай: 8,4% (1,0 л/га); 14,5% (1,25

л/га); 12,5% (1,5 л/га); 9,6% (1,75 л/га), при этом в эталоне был равен 8,4%. Стоит отметить, что по массе 1000 зёрен в вариантах с Квейк 112,5 Нео, КЭ в нормах применения 1,5 и 1,75 л/га были выше, чем в других и составили 43,2 г.

Таблица 25 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Квейк 112,5 Нео, КЭ (2020 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контролю
		08.07.	20.07.	30.07.				
Квейк 112,5 Нео, КЭ (50+62,5 г/л)	1,0	1,3	13,0	15,8	0,58	40,5	27,0	108,4
	1,25	1,2	8,4	12,3	0,59	41,2	28,5	114,5
	1,5	1,2	8,0	9,4	0,59	43,2	28,0	112,5
	1,75	1,3	7,4	9,4	0,61	43,2	27,3	109,6
Аканто Плюс, КС (200+80 г/л) (эталон)	0,6	1,2	7,6	12,1	0,59	41,6	27,0	108,4
Контроль (без обработки)	0	4,5	44,9	44,5	0,58	39,6	24,9	100
НСР ₀₅		1,0	2,8	4,0	0,2	2,4	1,0	-

Эффективность изучаемого фунгицида при 4-х нормах применения на 9-е сутки (08.07.20) после обработки против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей была близкой показателю эталона (Аканто Плюс, КС): по 71,1% (1,0 л/га и 1,75 л/га); по 73,3% (1,25 л/га и 1,5 л/га, эталон) при развитии болезней в контроле 4,5% (рисунок 44).

На 21-е (20.07.20) и 31-е сутки (30.07.20) после обработки, на фоне нарастания развития болезни в контроле до 44,9% и 44,5%, была выявлена сходная динамика показателей эффективности в обрабатываемых вариантах опыта: при применении препарата Квейк 112,5 Нео, КЭ в больших нормах эффективность была на уровне эталона: 81,3% и 72,4%; (1,25 л/га); 82,2% и 78,9% (1,5 л/га); 83,5% и 78,9% (1,75 л/га), 83,1% и 72,8% (эталон), при меньшей норме применения 1,0 л/га (71,1% и 64,5%) уступала последнему.

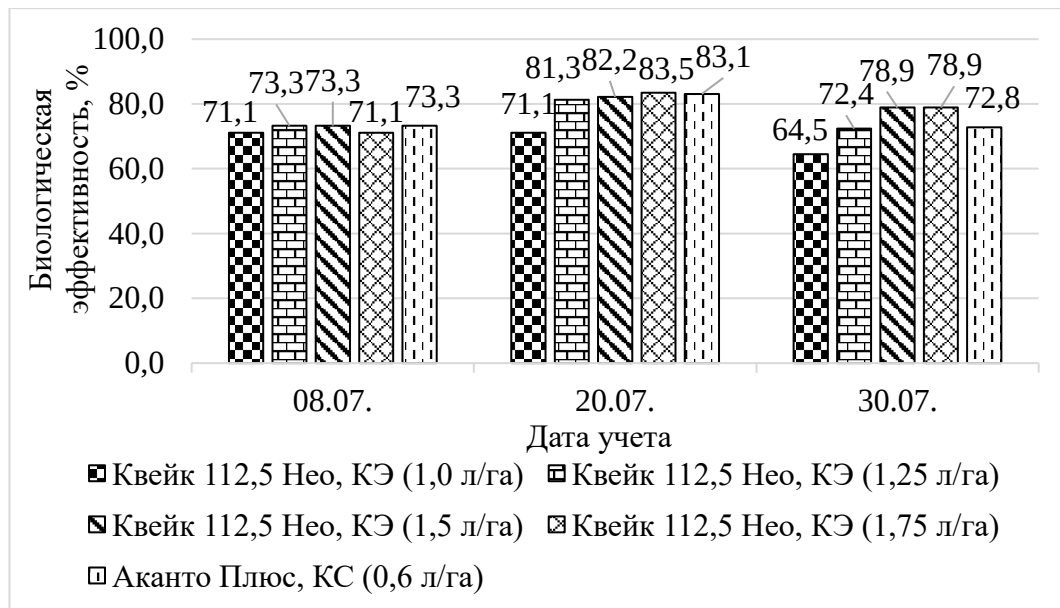


Рисунок 44 – Биологическая эффективность фунгицида Квейк 112,5 Нео, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2020 г., сорт Сударыня)

В 2021 году мы продолжили исследования по оценке эффективности нового фунгицида Квейк 112,5 Нео, КЭ против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей. Был заложен повторный полевой опыт по аналогичной схеме на посевах пшеницы яровой того же сорта.

Обработка изучаемым препаратом в период вегетации способствовала сдерживанию развития пиренофороза и септориоза во всех вариантах опыта по отношению к контролю, где степень развития достигала 11,5-13,7%, что по отношению к предыдущему году по интенсивности было слабее (таблица 26).

Стоит отметить, что поражённость посевов пшеницы яровой в вариантах с Квейк 112,5 Нео, КЭ была ниже, чем на обработанных делянках препаратом Аканто Плюс, КС. Положительное влияние обработки посевов пшеницы яровой также выражалось в получении дополнительного урожая зерна: 34,7% (1,0 л/га), 22,8% (1,25 л/га), 23,6% (1,5 л/га), максимальный сохранённый урожай 78,0% был получен в варианте с Квейк 112,5 Нео, КЭ в норме 1,75 л/га, при этом в эталоне – 34,7%.

Структурные элементы урожайности пшеницы яровой по показателям были выше, чем в варианте с Аканто Плюс, КС, особенно в варианте с большей нормой применения изучаемого препарата, где были равны 0,75 г. и 37,9 г (масса зерна с 1-го колоса и масса 1000 зёрен).

Таблица 26 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Квейк 112,5 Нео, КЭ (2021 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма примен ения препара та, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici- repentis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %				ц/га	% к контро лю
		09.07.	17.07.				
Квейк 112,5 Нео, КЭ (50+62,5 г/л)	1,0	4,8	2,7	0,70	36,2	17,1	134,7
	1,25	3,8	3,2	0,69	34,6	15,6	122,8
	1,5	4,2	1,9	0,71	35,8	15,7	123,6
	1,75	3,0	2,6	0,75	37,9	22,6	178,0
Аканто Плюс, КС (200+80 г/л) (эталон)	0,6	7,0	9,3	0,61	33,5	17,1	134,7
Контроль (без обработки)	0	13,7	11,5	0,41	30,3	12,7	100
НСР ₀₅		2,3	2,6	0,3	2,3	1,1	-

В борьбе с септориозной и пиренофорозной пятнистостями на 9-е сутки после обработки (09.07.21) была выявлена высокая эффективность фунгицида Квейк 112,5 Нео, КЭ, которая при 4-х нормах применения: 65,0% (1,0 л/га), 72,3% (1,25 л/га), 69,3% (1,5 л/га), 78,1% (1,75 л/га) превышала эффективность Аканто Плюс, КС (48,9%) при развитии болезней в контроле 13,7% (рисунок 45).

На 17-е сутки (17.07.21) после обработки эффективность изучаемого препарата при нормах применения 1,0 л/га и 1,5 л/га возросла и составила 76,5% и 83,5%, в остальных вариантах осталась на прежнем уровне: 72,2% (1,25 л/га), 77,4% (1,75 л/га), при этом превышая эффективность Аканто Плюс, КС (19,1%), на фоне развития болезни в контроле 11,5%.

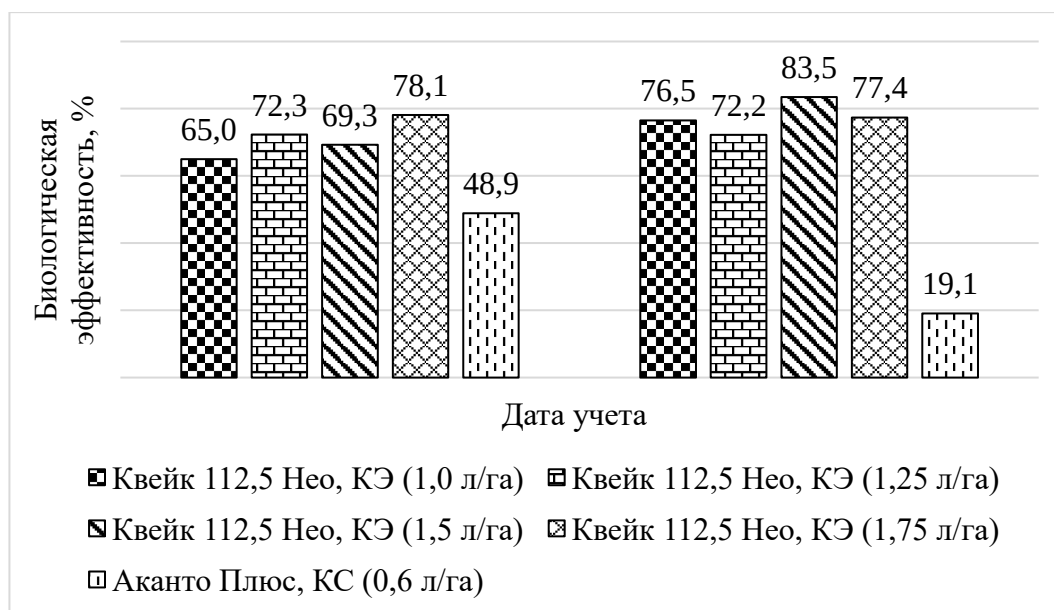


Рисунок 45 – Биологическая эффективность фунгицида Квейк 112,5 Нео, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2021 г., сорт Сударыня)

Исследования по оценке биологической эффективности нового фунгицида Квейк 112,5 Нео, КЭ свидетельствуют о том, что изучаемый препарат в фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы яровой в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей оказал высокую эффективность при всех нормах применения, при этом превышал уровень Аканто Плюс, КС.

3.11 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Каюнис, КЭ на пшенице яровой

Исследования по оценке биологической эффективности поликомпонентного фунгицида Каюнис, КЭ (150 г/л спироксамина + 100 г/л трифлуксистробина + 75 г/л биксафена) проводились в течение 2-х лет на посевах пшеницы яровой сорта Сударыня в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47).

Обработка проводилась однократно 29.06.2020 и 30.06.2021 в нормах 0,8 л/га, 0,9 л/га и 1,0 л/га, в качестве эталона использовали фунгицид Капелла, МЭ (120 г/л пропиконазола + 60 г/л флутриафола + 30 г/л дифеноконазола) в рекомендуемой норме 1,0 л/га.

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Каюнис, КЭ	0,8 л/га
2	Каюнис, КЭ	0,9 л/га
3	Каюнис, КЭ	1,0 л/га
4	Капелла, МЭ (эталон)	1,0 л/га
5	Контроль	0

Из данных таблицы 27 видно, что в первый учёт (08.07.20) развитие септориозной и пиренофорозной пятнистостей по вариантам не имело существенных различий. В последующие учёты развитие фитопатогена в вариантах с применением Каюнис, КЭ снизилось по отношению к контролю.

Структурные элементы урожайности пшеницы яровой сорта Сударыня (масса зерна с 1-го колоса и масса 1000 зёрен) имели наилучшие показатели в вариантах с Каюнис, КЭ в нормах 0,9 л/га и 1,0 л/га: 0,83 г и 44,4 г; 0,83 г и 44,8 г. Сохранённый урожай пшеницы по вариантам составил: 7,5% и 3,6% соответственно, при этом в эталоне – 6,8%.

Таблица 27 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Каюнис, КЭ (2020 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контролю
		08.07.	20.07.	30.07.				
Каюнис, КЭ (150 +100+75 г/л)	0,8	1,8	13,3	15,7	0,78	43,6	28,1	100,7
	0,9	1,7	12,5	14,9	0,83	44,4	30,0	107,5
	1,0	1,5	10,9	12,9	0,83	44,8	28,9	103,6
Капелла, МЭ (120+60+30 г/л) (эталон)	1,0	1,6	8,7	11,0	0,74	44,1	29,8	106,8
Контроль (без обработки)	0	1,9	30,5	42,1	0,73	43,4	27,9	100
НСР ₀₅		1,1	2,1	5,2	0,08	0,9	0,9	-

По отношению к возбудителям септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 9-е сутки (08.07.20) после обработки эффективность препарата Каюнис, КЭ при всех нормах была низкой и составила от 5,3 до 21,1% при развитии болезней в контроле 1,9% (рисунок 46). В дальнейшем эффективность препарата возросла, но была ниже показателя эталона (71,5%): 56,4% (0,8 л/га), 59,0% (0,9 л/га) и 64,3% (1,0 л/га) на фоне нарастания развития болезней в контроле до 30,5%. На 31-е сутки после обработки показатели эффективности продолжили увеличиваться по мере возрастания нормы применения изучаемого препарата: 62,7% (0,8 л/га), 64,6% (0,9 л/га) и 69,4% (1,0 л/га), лишь при большей норме эффективность была близкой значению, полученному в варианте с эталоном (73,9%) при развитии болезней в контроле 42,1%.

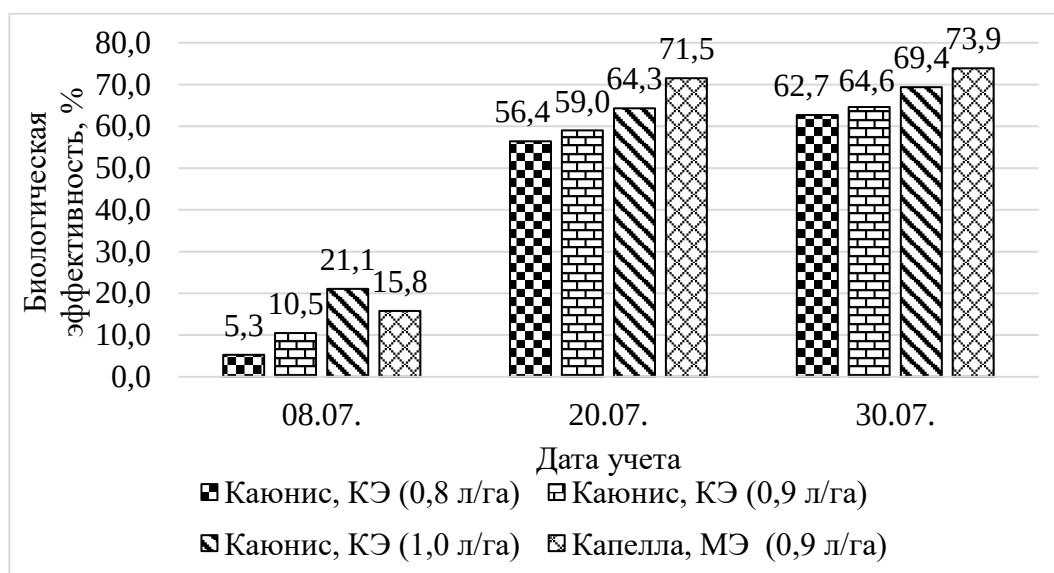


Рисунок 46 – Биологическая эффективность фунгицида Каюнис, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2020 г., сорт Сударыня)

В 2021 году был заложен повторный опыт по аналогичной схеме на посевах пшеницы яровой того же сорта. Обработка посевов пшеницы фунгицидом Каюнис, КЭ позволила контролировать развитие возбудителей пиренофороза и септориоза по отношению к контролю, где степень развития достигала 10,3% (таблица 28).

Положительное влияние от обработки изучаемым препаратом было оказано и на формирование урожая зерна: 9,5% (0,8 л/га), 11% (0,9 л/га), 10,2 (1,0 л/га), при этом в эталоне 13,4%, а также повышении его качественных показателей по сравнению с растениями, выращенными на контрольных делянках, особенно в варианте с нормой 0,8 л/га: 0,61 г. (масса зерна с 1-го колоса) и 33,1 г. (масса 1000 зёрен).

Таблица 28 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Каюнис, КЭ (2021 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма применени я препарата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %				ц/га	% к контрол ю
		09.07.	17.07.				
Каюнис, КЭ (150 +100+75 г/л)	0,8	4,8	5,3	0,61	33,1	13,9	109,5
	0,9	3,1	3,4	0,53	32,0	14,1	111,0
	1,0	3,3	5,3	0,52	31,4	14,0	110,2
Капелла, МЭ (120+60+30 г/л) (эталон)	1,0	2,2	1,9	0,53	31,6	14,4	113,4
Контроль (без обработки)	0	10,3	9,4	0,41	30,3	12,7	100
НСР ₀₅		1,7	2,2	0,1	1,1	0,7	-

В защите пшеницы яровой сорта Сударыня против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей применение нового многокомпонентного фунгицида было менее эффективным, чем эталона Капелла, МЭ. На 9-е сутки после обработки (09.07.21) эффективность препарата Каюнис, КЭ при 3-х нормах применения составила: 53,4% (0,8 л/га), 69,9 (0,9 л/га), 68,0% (1,0 л/га), а в варианте с эталоном 78,6% при развитии болезней в контроле 10,3% (рисунок 47). На 17-е сутки после обработки (17.07.21), аналогичная ситуация сохранялась на фоне более низкой эффективности в вариантах с изучаемым препаратом: 43,6% (0,8 л/га); 63,8% (0,9 л/га); 68,0% (1,0 л/га); 79,8% (эталон), на фоне развития болезни в контроле 9,4%.

Результаты исследования по оценке биологической эффективности нового фунгицида Каюнис, КЭ свидетельствуют о том, что изучаемый препарат в фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы яровой в борьбе с септориозной и пиренофорозной пятнистостями был менее эффективен, чем эталон (Капелла, МЭ).

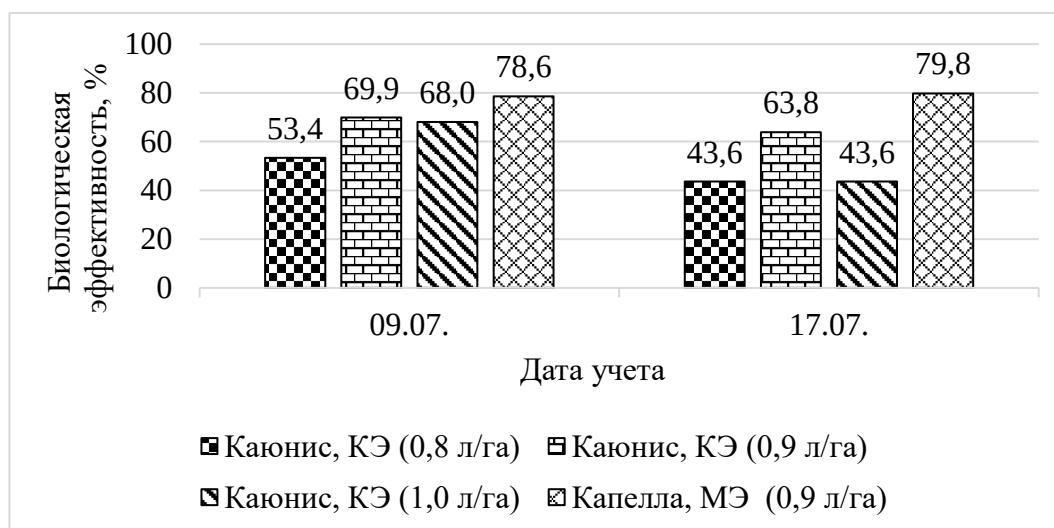


Рисунок 47 – Биологическая эффективность фунгицида Каюнис, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2021 г., сорт Сударыня)

3.12 Биологическая эффективность и регламенты применения фунгицида Магнелло, КЭ на пшенице яровой

Изучение биологической эффективности нового комбинированного фунгицида Магнелло, КЭ (100 г/л дифеноконазола + 250 г/л тебуконазола) проводилось в течение 2-х лет на посевах пшеницы яровой сорта Сударыня в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47).

Схема опыта:

№	Вариант опыта	Норма применения
1	Магнелло, КЭ	0,75 л/га
2	Магнелло, КЭ	1,0 л/га
3	Прозаро, КЭ (эталон)	0,8 л/га
4	Контроль	0

Обработка проводилась однократно 29.06.2020 и 30.06.2021 в нормах применения 0,75 л/га и 1,0 л/га. Эталонном был выбран препарат Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазола + 125 г/л тебуконазола) в норме 0,8 л/га.

За вегетационный период пшеницы яровой сорта Сударыня в 2020 году было установлено, что фунгицид Магнелло, КЭ оказал ингибирующее действие на развитие возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей по сравнению с контрольным вариантом, где степень развития болезни возрастала до 38,3% (таблица 29).

Таблица 29 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Магнелло, КЭ (2020 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма приме нения препа рата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici- repentis</i>			Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %					ц/га	% к контро лю
		08.07.	20.07.	30.07.				
Магнелло, КЭ (100+250 г/л)	0,75	1,6	13,2	14,6	0,79	45,6	27,3	105,8
	1,0	0,9	8,8	8,2	0,80	45,0	27,7	107,4
Прозаро, КЭ (125+125 г/л) (эталон)	0,8	1,2	8,1	7,6	0,73	45,3	28,1	108,9
Контроль (без обработки)	0	2,1	38,3	33,2	0,77	43,9	25,8	100
НСР ₀₅		1,2	2,9	3,9	0,1	1,9	2,1	-

Обработка изучаемым препаратом не повлияла на урожайность пшеницы и её структуру, в опытных вариантах достоверных различий по отношению к контролю не было выявлено, однако в варианте с эталоном сохранённый урожай составил 8,9%.

Применение нового фунгицида Магнелло, КЭ в борьбе с септориозной и пиренофорозной пятнистостей было наиболее эффективно в норме 1,0 л/га, где эффективность на 9-й день после обработки (08.07.20) составила 57,1%, а варианте с используемой нормой 0,75 л/га была равна 23,8%, при этом показатель в эталоне составил 42,9% при развитии болезней в контроле 2,1% (рисунок 48). В

дальнейшие учёты (21 и 31-е сутки после обработки) эффективность изучаемого препарата при норме применения 1,0 л/га (77,0% и 75,3%) была близка эффективности эталона (78,9% и 77,1%); при норме применения 0,75 л/га (65,5% и 56,0%) уступала последней на фоне увеличения развития болезней в контроле до 38,3-33,2%.

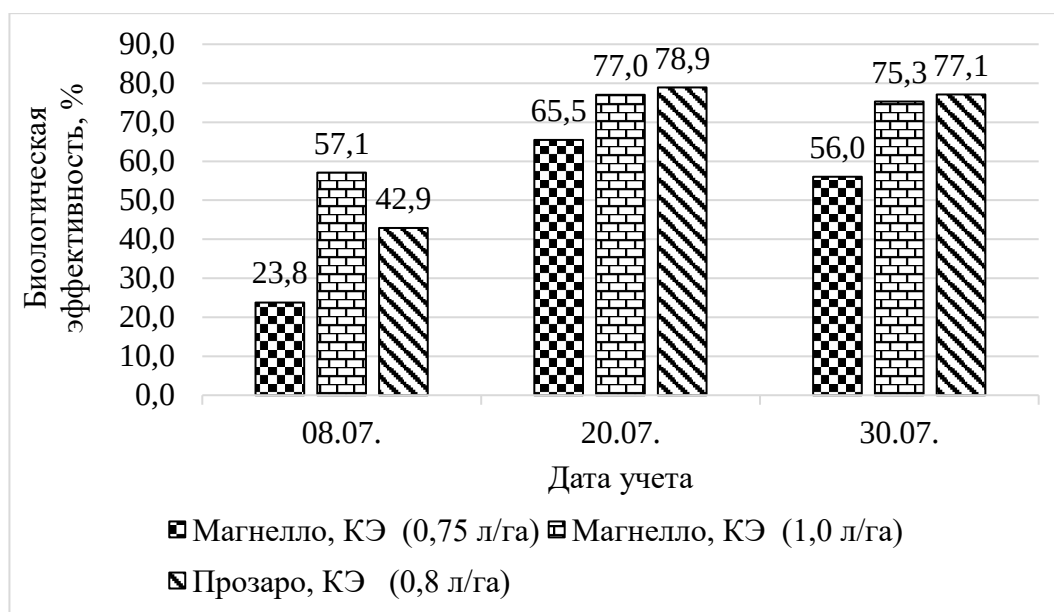


Рисунок 48 – Биологическая эффективность фунгицида Магнелло, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2020 г., сорт Сударыня)

В 2021 г. был заложен повторный полевой опыт по аналогичной схеме на посевах того же сорта пшеницы яровой (таблица 30).

Обработка препаратом Магнелло, КЭ способствовала сдерживанию развития пиренофороза и септориоза, показатели развития в вариантах с изучаемым фунгицидом в опыте были ниже всего, при этом степень развития на контрольных делянках достигала 10,3%.

Максимальный сохранённый урожай пшеницы получен в варианте с Магнелло, КЭ в норме применения 1,0 л/га (46,5%), в остальных вариантах составил 45,7% (эталон) и 41,7% (Магнелло, КЭ в норме 0,75 л/га). По массе зерна с 1-го колоса и массе 1000 зёрен в вариантах с изучаемым препаратом: 0,53 г. и

31,8 г. (0,75 л/га); 0,54 г. и 31,4 г. (1,0 л/га) и в варианте с эталоном (0,58 г. и 33,3 г.) показатели превышали контрольные показатели (0,41 г. и 30,3 г.).

Таблица 30 – Развитие болезней и урожайность пшеницы яровой после применения фунгицида Магнелло, КЭ (2021 г., сорт Сударыня)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	<i>Zymoseptoria tritici</i> + <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>		Масса зерна с 1-го колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
		Развитие, %				ц/га	% к контролю
		09.07.	17.07.				
Магнелло, КЭ (100+250 г/л)	0,75	6,7	2,3	0,53	31,8	18,0	141,7
	1,0	3,4	2,3	0,54	31,4	18,6	146,5
Прозаро, КЭ (125+125 г/л) (эталон)	0,8	7,0	6,0	0,58	33,3	18,5	145,7
Контроль (без обработки)	0	10,3	9,4	0,41	30,3	12,7	100
НСР ₀₅		2,3	0,8	0,1	1,0	0,8	-

Биологическая эффективность фунгицида Магнелло, КЭ против возбудителей септориозной и пиренофорозной пятнистостей на 9-е сутки после обработки (09.07.21) была максимальной в варианте с нормой применения 1,0 г/л (67,0%); при норме 0,75 л/га (35,0%) была на уровне эталона (32,0%) (рисунок 49). На 17-е сутки после обработки (17.07.21) по эффективности было выявлено, что варианты с изучаемым препаратом были равнозначны (по 75,5%), при этом значительно превышали эталон (36,2%) на фоне развития болезни в контроле 9,4%.

Результаты исследований по оценке биологической эффективности нового фунгицида Магнелло, КЭ свидетельствуют о том, что изучаемый препарат в фазу раскрытия влагалища флаг-листа пшеницы яровой в борьбе с пиренофорозом и септориозом листьев был наиболее эффективен в норме 1,0 л/га (75,5%), показатели эффективности изучаемого препарата были на уровне Прозаро, КЭ, или превышали его.

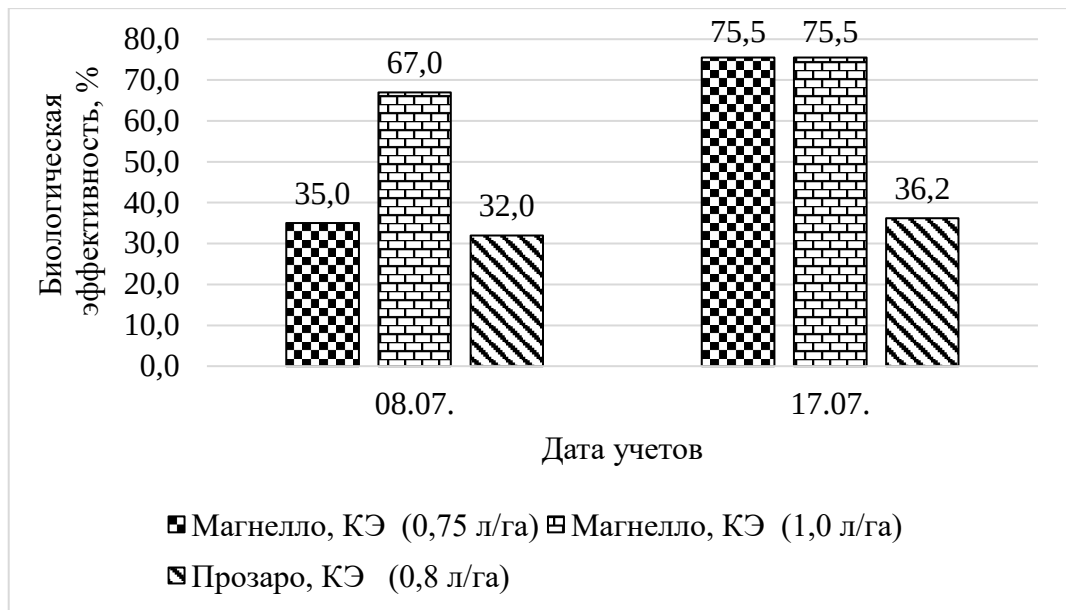


Рисунок 49 – Биологическая эффективность фунгицида Магнелло, КЭ в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей (2021 г., сорт Сударыня)

С учётом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации препарат Магнелло, КЭ был включён в 2022 году.

Глава 4. Экотоксикологическая безопасность новых фунгицидов

Для оценки экотоксикологических показателей изучаемых фунгицидов мы определяли их токсическую нагрузку, выраженную в количестве полулетальных доз для теплокровных животных, вносимых на один гектар (Фадеев Ю.Н., 1988). Результаты оценки представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Экотоксикологические показатели изучаемых фунгицидов в максимальных нормах применения

Действующее вещество	Норма применения	ЛД ₅₀ , мг/кг	Токсическая нагрузка, ЛД ₅₀ /га
Ревистар Топ, КЭ			
100 г/л мефентрифлуконазола 50 г/л флуксапироксада	0,6 л/га	2000 5000	36
Альтасал Супер, КЭ			
66,7 г/л мефентрифлуконазола 66,7 г/л флуксапироксада	1,0 л/га	2000 5000	46,7
Квейк 112,5 Нео, КЭ			
50 г/л фенпиноксамида 62,5 г/л пираклостробина	1,75 л/га	2000 5000	65,7
Балая, КЭ (пшеница яр.)			
100 г/л мефентрифлуконазола 100 г/л пираклостробина	1,0 л/га	2000 5000	70
Кобальт, КМЭ			
400 г/л пропиконазола	0,35 л/га	958	146,1
Альтазол Форте, КЭ			
300 г/л пропиконазола 200 г/л тебуконазола	0,4 л/га	958 1700	172,4
Магнелло, КЭ			
100 г/л дифеноконазола 250 г/л тебуконазола	1,0 л/га	1453 1700	215,9

Каюнис, КЭ			
150 г/л спироксамина 100 г/л трифлуксифлоридина 75 г/л биксафена	1,0 л/га	595 5000 5000	287,1
Миравис Нео, СЭ			
75 г/л пидифлуметофена 100 г/л азоксистробина 125 г/л пропиконазола	1,0 л/га	500 5000 958	300,5
Миравис Эйс, СК			
150 г/л пидифлуметофена 125 г/л пропиконазола	1,0 л/га	500 958	430,5

Как видно из таблицы малоопасными препаратами для теплокровных являются Ревистар Топ, КЭ, Альтасал Супер, КЭ, Квейк 112,5 Нео, КЭ, Балая, КЭ, где токсическая нагрузка при применении препарата не превышает 100 полулетальных доз/га. Остальные фунгициды: Кобальт, КМЭ, Альтазол Форте, КЭ, Магнелло, КЭ, Каюнис, КЭ, Миравис Нео, СЭ и Миравис Эйс, СК, можно отнести к умеренно опасным (токсическая нагрузка при применении препарата не превышает 100-1000 полулетальных доз/га).

Для оценки безопасности новых фунгицидов нами были изучены остаточные количества пяти действующих веществ в динамике.

Для определения остаточных количеств действующих веществ в урожае пшеницы были отобраны образцы соломы и зерна. В результате хроматографических исследований было выявлено, что в урожае зерна пшеницы яровой после обработки препаратом Балая, КЭ остаточное количество мефентрифлуконазола снизилось с 0,822 до 0,425 мг/кг, при этом не превышая максимально допустимый уровень (МДУ 0,6 мг/кг) (СанПиН 1.2.3685-25 от 01.03.2021), а пираклостробин не обнаружен (МДУ 0,5 мг/кг) (рисунок 50).

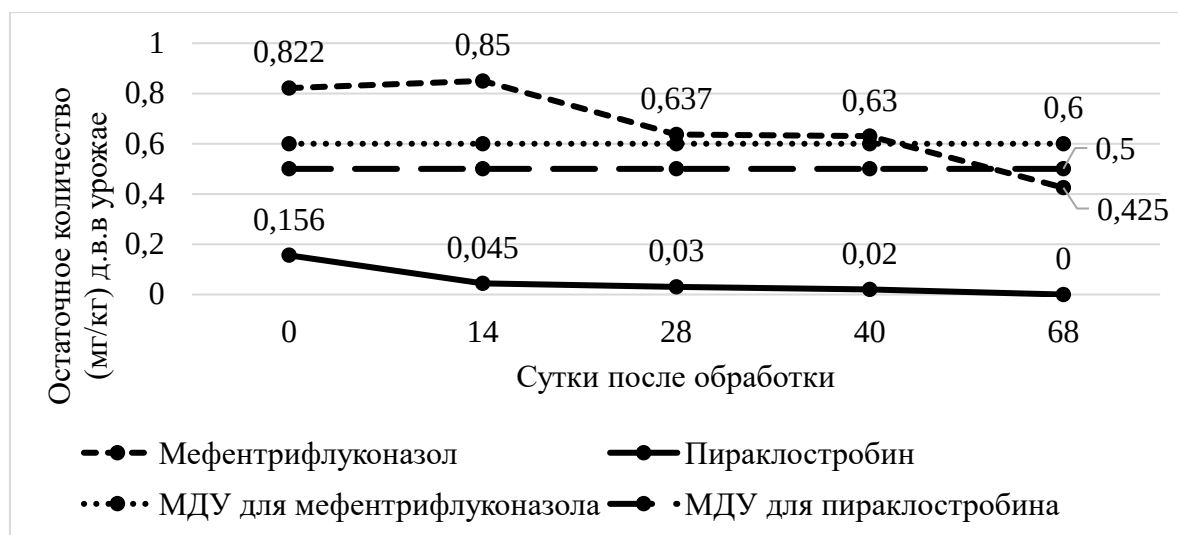


Рисунок 50 – Содержание действующих веществ препарата Балая, КЭ в урожае пшеницы яровой

После двукратного применения препарата Балая, КЭ в урожае зерна пшеницы озимой содержание мефентрифлуконазола снизилось с 0,114 до 0,03 мг/кг, пираклостробина с 0,114 до 0,038 мг/кг, при этом содержание действующих веществ изучаемого препарата не превышали МДУ (рисунок 51).

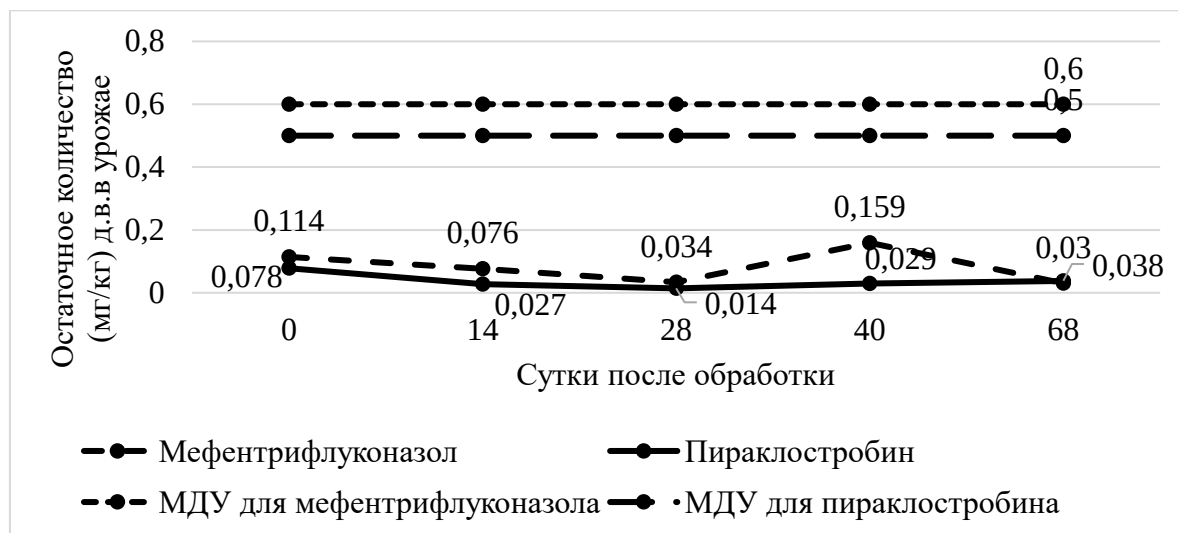


Рисунок 51 – Содержание действующих веществ препарата Балая, КЭ после 2-х кратной обработки в урожае пшеницы озимой

По итогам лабораторных исследований по определению остаточных количеств действующих веществ в зерне пшеницы яровой после обработки фунгицидом Ревистар Топ, КЭ было установлено, что содержание

мефентрифлуконазола за период исследований снизилось с 0,6 до 0,185 мг/кг, при этом содержание не превышало МДУ (МДУ 0,6 мг/кг), а флуксапироксад не был обнаружен (МДУ 0,5 мг/кг) (рисунок 52).

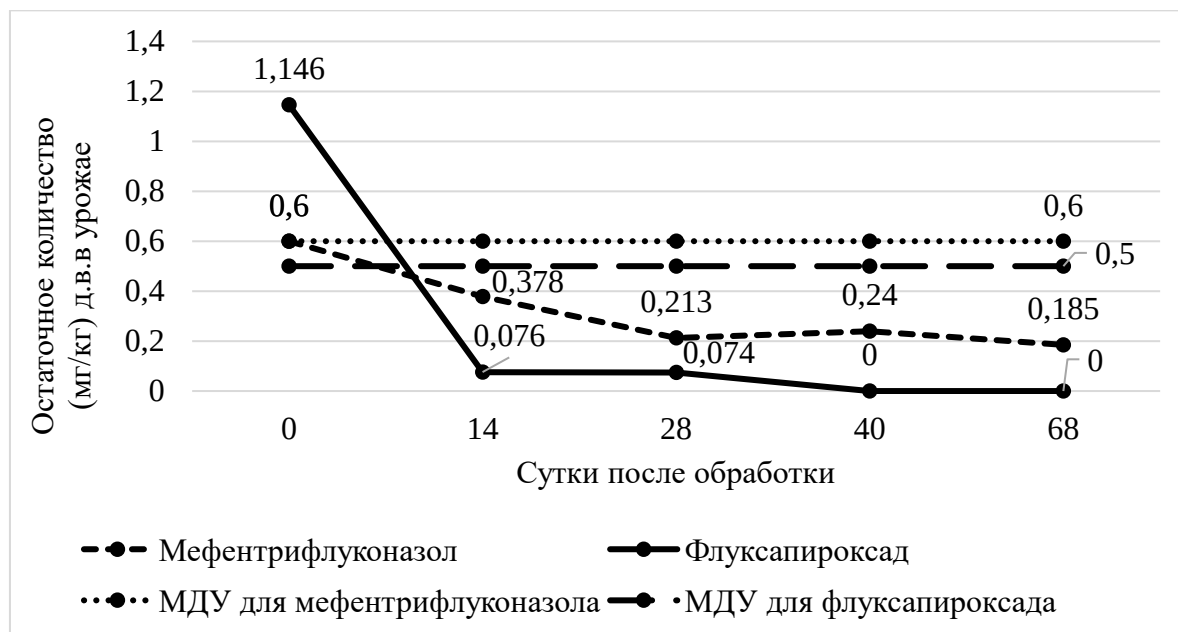


Рисунок 52 – Содержание действующих веществ препарата Ревистар Топ, КЭ в урожае пшеницы яровой

В результате лабораторных анализов было выявлено, что в урожае зерна пшеницы яровой после применения препарата Миравис Эйс, КЭ остаточное количество пидифлуметофена снизилось с 0,557 до 0,01 мг/кг, при этом содержание действующего вещества на 40-е сутки после обработки сравнялось со значением МДУ (0,01 мг/кг). Остаточное количество пропиконазола за период исследований снизилось с 0,404 до 0,005 мг/кг, при этом на 40-е сутки, не превышая МДУ (0,1 мг/кг) (рисунок 53).

Таким образом, результаты изучения динамики деградационных изменений действующих веществ препаратов Балая, КЭ, Ревистар Топ, КЭ и Миравис Эйс, КЭ наглядно показали, что остаточные количества изучаемых фунгицидов не превышали максимально допустимый уровень в урожае зерна пшениц яровой и озимой, что свидетельствует о безопасности применения этих препаратов.

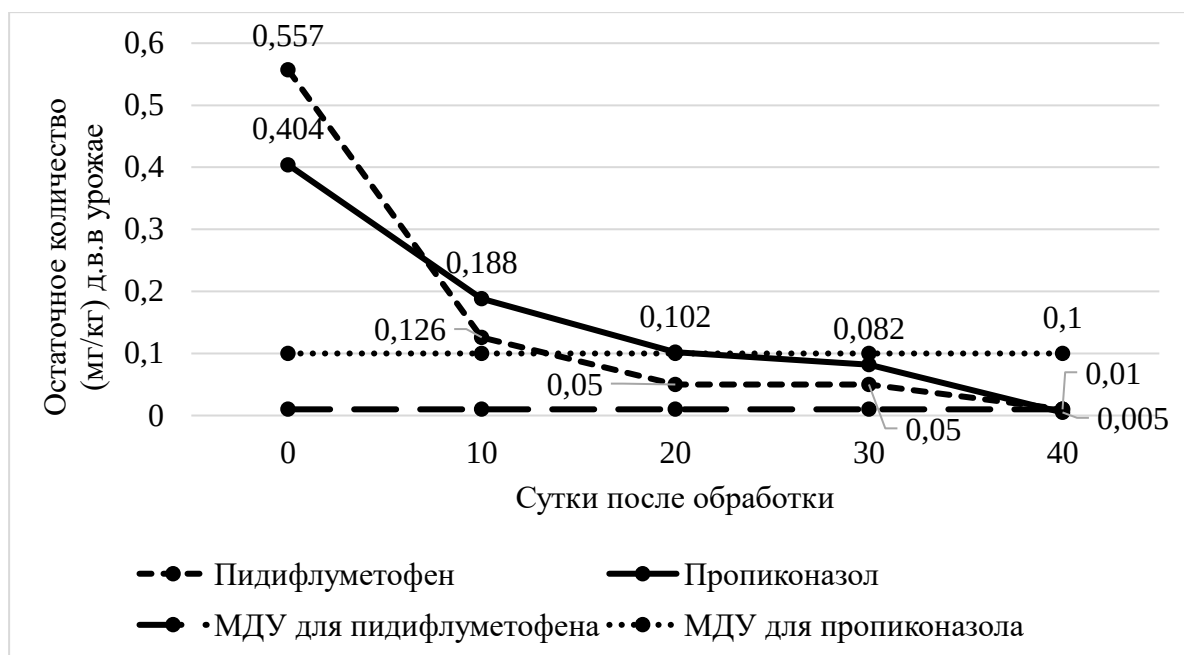


Рисунок 53 – Содержание действующих веществ препарата Миравис Эйс, КЭ в урожае пшеницы яровой

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучен ассортимент новых эффективных препаратов для защиты пшеницы от возбудителей пиренофороза, септориоза и мучнистой росы: Балая, КЭ (100 г/л + 100 г/л), Ревистар Топ, КЭ (100 г/л + 50 г/л), Альтасал Супер, КЭ (66,7 г/л + 66,7 г/л), Миравис Нео, СЭ (75 г/л + 100 г/л + 125 г/л), Миравис Эйс, СК (150 г/л + 125 г/л), Кобальт, КМЭ (400 г/л), Альтазол Форте, КЭ (300 г/л + 200 г/л), Квейк 112,5 Нео, КЭ (50 г/л + 62,5 г/л), Каюнис, КЭ (150 г/л + 100 г/л + 75 г/л), Магнелло, КЭ (100 г/л + 250 г/л).

2. Определена биологическая эффективность новых препаратов при однократной обработке пшеницы яровой в фазу кущения (Z 29):

– в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей: Балая, КЭ – до 96,1%, Ревистар Топ, КЭ – до 75,7%, Альтасал Супер, КЭ – до 80,0%;

– в борьбе с возбудителем мучнистой росы: Балая, КЭ – до 78,7%, Ревистар Топ, КЭ – до 88,0%, Альтасал Супер, КЭ – до 100%.

Биологическая эффективность при однократной обработке в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47):

– в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей: Балая, КЭ – до 87,7%, Ревистар Топ, КЭ – до 74,9%, Альтасал Супер, КЭ – до 83,9%, Миравис Нео, СЭ – до 79,9%, Миравис Эйс, СК – до 98,8%, Кобальт, КМЭ – до 73,6%, Альтазол Форте, КЭ – до 76,2%, Квейк 112,5 Нео, КЭ – до 83,5%; Каюнис, КЭ – до 69,9%, Магнелло, КЭ – до 77,0%.

– в борьбе с возбудителем мучнистой росы: Балая, КЭ – до 96,5%, Ревистар Топ, КЭ – до 91,0%, Альтасал Супер, КЭ – до 94,3%, Миравис Нео, СЭ – до 66,0%, Миравис Эйс, СК – до 81,1%, Кобальт, КМЭ – до 77,3%, Альтазол Форте, КЭ – до 89,3%.

Биологическая эффективность фунгицида Балая, КЭ при двукратной обработке посевов пшеницы озимой в фазы выхода в трубку (Z 32) и начало

колошения (Z 51) в борьбе с возбудителями септориозной и пиренофорозной пятнистостей составила 93,3%.

3. Разработаны регламенты применения новых фунгицидов для защиты пшеницы от возбудителей пиренофороза, септориоза и мучнистой росы путем обработки в период вегетации: Балая, КЭ – 0,6-0,8 л/га; Ревистар Топ, КЭ – 0,4-1,0 л/га; Альтасал Супер, КЭ – 0,6 л/га; Миравис Нео, СЭ – 0,5-1,0 л/га; Миравис Эйс, СК – 0,5-1,0 л/га; Кобальт, КМЭ – 0,25-0,35 л/га; Альтазол Форте, КЭ – 0,3-0,4 л/га; Квейк 112,5 Нео, КЭ – 1,25-1,75 л/га; Каюнис, КЭ – 0,9-1,0 л/га; Магнелло, КЭ – 1,0 л/га.

4. Установлено влияние новых фунгицидов на зерновую продуктивность пшеницы яровой. Показано, что при обработках в фазу кущения (Z 29) наибольшие показатели сохранённого урожая были равны: Балая, КЭ – 28,0%, Ревистар Топ, КЭ – 22,6%, Альтасал Супер, КЭ – 8,9%; при обработках в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47): Балая, КЭ – 25,8%, Ревистар Топ, КЭ – 28,1%, Альтасал Супер, КЭ – 8,2%, Миравис Нео, СЭ – 21,1%, Миравис Эйс, СК – 24,4%, Кобальт, КМЭ – 11,6%, Альтазол Форте, КЭ – 36,8%, Квейк 112,5 Нео, КЭ – 78,0%; Каюнис, КЭ – 11,0%, Магнелло, КЭ – 46,5%.

Наибольшие показатели массы зерна с 1-го колоса и массы 1000 зёрен при обработках в фазу кущения (Z 29) составляла: Балая, КЭ – 0,52 г. и 40,2 г., Ревистар Топ, КЭ – 0,48 г. и 39,7 г., Альтасал Супер, КЭ – 0,48 г. и 39,9 г.; при обработках в фазу раскрытия влагалища флаг-листа (Z 47): Балая, КЭ – 0,45 г. и 39,9 г., Ревистар Топ, КЭ – 0,50 г. и 39,7 г., Альтасал Супер, КЭ – 0,58 г. и 40,2 г., Миравис Нео, СЭ – 0,82 г. и 51,1 г., Миравис Эйс, СК – 0,89 г. и 50,2 г., Кобальт, КМЭ – 0,82 г. и 48,6 г., Альтазол Форте, КЭ – 0,77 г. и 44,5 г., Квейк 112,5 Нео, КЭ – 0,75 г. и 43,2 г., Каюнис, КЭ – 0,83 г. и 44,8 г., Магнелло, КЭ – 0,80 г. и 45,6 г.

5. По показателю токсической нагрузки на агроценозы изученные препараты можно отнести к малоопасным: Ревистар Топ, КЭ, Альтасал Супер, КЭ, Квейк 112,5 Нео, КЭ, Балая, КЭ; к умеренно опасным: Кобальт, КМЭ,

Альтазол Форте, КЭ, Магнелло, КЭ, Каюнис, КЭ, Миравис Нео, СЭ и Миравис Эйс, СК.

6. Экологическая безопасность получаемой продукции и её соответствие гигиеническим нормативам ГН 1-2. 2890-11 гарантируется тем, что разработанные регламенты применения фунгицидов обеспечивают отсутствие или не превышение МДУ действующих веществ препаратов в урожае. Идентифицированные уровни остаточных количеств действующих веществ фунгицидов Балая, КЭ, Ревистар Топ, КЭ и Миравис Эйс, КЭ в исследованных образцах не превышали установленных величин МДУ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Новые комбинированные фунгициды Балая, КЭ (100 г/л мефентрифлуконазола + 100 г/л пираклостробина); Миравис Нео, СЭ (75 г/л пидифлуметофена + 100 г/л азоксистробина + 125 г/л пропиконазола); Миравис Эйс, СК (150 г/л пидифлуметофена + 125 г/л пропиконазола); Альтазол Форте, КЭ (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола), Магнелло, КЭ (100 г/л дифеноконазола + 250 г/л тебуконазола) и однокомпонентный препарат Кобальт, КМЭ (400 г/л пропиконазола) включены в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации (2025) и могут использоваться для защиты пшеницы от возбудителей болезней.

2. Результаты изучения новых фунгицидов Ревистар Топ, КЭ (100 г/л мефентрифлуконазола + 50 г/л флуксапироксада); Альтасал Супер, КЭ (66,7 г/л мефентрифлуконазола + 66,7 г/л флуксапироксада); Квейк 112,5 Нео, КЭ (50 г/л фенпикоксамида + 62,5 г/л пираклостробина) и Каюнис, КЭ (150 г/л спироксамина + 100 г/л трифлуксистробина + 75 г/л биксафена) в части оценки биологической эффективности и разработки регламентов применения могут быть использованы разработчиками, изготовителями препаратов и научно-исследовательскими учреждениями для их государственной регистрации в целях свободного оборота в АПК.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Макаренко, В.В. Эффективность фунгицидной комбинации мефентрифлуконазола и пираклостробина на посевах пшеницы в Ленинградской области / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – Санкт-Петербург. – №3(60). – 2020. – С. 45-51. DOI 10.24411/2078-1318-2020-13045
2. Макаренко, В.В. Оценка биологической эффективности нового комбинированного фунгицида против листовых патогенов яровой пшеницы / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – Санкт-Петербург. – №4(61). – 2020 г. – С. 42-49. DOI 10/24411/2078-1318-2020-14042
3. Макаренко, В.В. Новое средство защиты пшеницы яровой от листовых болезней / В.В. Макаренко, В.И. Долженко, Е.В. Макаренко // Плодородие. – №5. – 2023. – С. 107-110. DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.27.

Статьи, опубликованные в других периодических изданиях и сборниках

1. Макаренко, В.В. Эффективность нового фунгицида против комплекса болезней на яровой пшенице / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, посвящённая 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (Санкт-Петербург, 28-30 марта 2019 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2019. – С. 23-24.
2. Макаренко, В.В. Эффективность нового фунгицида против листостеблевых болезней на яровой пшенице / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных

научных достижений и цифровых технологий» (Санкт-Петербург, 23-25 янв. 2020 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2020. – С. 34-38.

3. Макаренко, В.В. Биологическая эффективность нового комбинированного фунгицида для защиты яровой пшеницы / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции «Селекция, семеноводство и технологии возделывания с.-х. культур» (Тирасполь, 10 апр. 2020 г.). – Тирасполь: Приднестровский НИИ сельского хозяйства, 2020. – С. 309-311.

4. Макаренко, В.В. Оценка биологической эффективности нового фунгицида против листовых пятнистостей на пшенице яровой / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции (Барнаул, 9-10 фев. 2021 г.). Т. 1. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2021. – С. 182-183.

5. Макаренко, В.В. Эффективность нового трёхкомпонентного фунгицида в борьбе с листовыми пятнистостями на пшенице яровой / В.В. Макаренко, В.И. Долженко, Е.В. Макаренко // Материалы X международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета (Краснодар, 21-25 июня 2021 г.). – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 215-217.

6. Макаренко, В.В. Возможность использования препарата пропиконазола в новой препаративной форме для защиты пшеницы яровой / В.В. Макаренко, В.И. Долженко, Е.В. Макаренко // Сборник тезисов докладов V Всероссийского конгресса по защите растений, посвящённого 300-летию Российской академии (Санкт-Петербург, 16-19 апр. 2024 г.). – Санкт-Петербург: Всероссийский институт защиты растений, 2024. – С. 168.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абеленцев, В.И. Производные триазола для защиты зерновых культур / В.И. Абеленцев // Защита и карантин растений. – 2001. – № 2. – С.18.

Аветисян, Г.А. Особенности формирования гало на пораженных мучнистой росой листьях пшеницы при окислительном стрессе / Г.А. Аветисян, Т.В. Аветисян // Микология и фитопатология. – 2020. – Т. 54. – № 1. – С. 16-22.

Андросова, В.М. Защита озимой пшеницы от ризотокниозно-пиренофорозного комплекса болезней в условиях Краснодарского края / В.М. Андросова, А.О. Диденко, А.Т. Подварко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 12 (78). – Ч. 2. – С. 8-13.

Асхадуллин, Д.Ф. Влияние применения фунгицидов на основе стробилуринов на качество зерна яровой мягкой пшеницы / Д.Ф. Асхадуллин, Д.Ф. Асхадуллин, Н.З. Василова, Э.З. Багавиева, М.Р. Тазутдинова, И.И. Хусаинова // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2020. – № 4. – С. 23-31.

Афанасенко, О.С. Генетическая защита зерновых культур: итоги и перспективы / О.С. Афанасенко // Защита и карантин растений. – 2020. – № 9. – С. 3-7.

Афонин, Н.М. Повышение эффективности системы защиты растений озимой пшеницы / Н.М. Афонин, И.А. Лопатин // Наука и образование. – 2023. – Т. 6. – № 1. – С. 1-10.

Баздырев, Г.И. Интегрированная защита растений от вредных организмов / Г.И. Баздырев, Н.Н. Третьяков, О.О. Белошапкина – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 304 с.

Байбакова, Е.В. Исследование влияния современных пестицидов на физиологические особенности зерновых культур / Е.В. Байбакова, Е.Э. Нефедьева, М.Н. Белицкая, И.Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 10. – С. 222-226.

Бакулина, А.В. Септориоз листьев и колоса пшеницы: генетический контроль устойчивости хозяина / А.В. Бакулина, А.В. Харина, А.А. Широких // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 2. – С. 26-35.

Балакирева, С.В. Экологические аспекты воздействия средства агрозащиты дифеноконазол на геобионтов / С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева, Е.В. Кочетова // материалы XIII международной научно-технической конференции: «Наука, образование, производство экологических проблем (Уфа, 30 апр. 2017 г.). – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2017. – С. 127-134.

Безгина, Ю.А. Биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы и их влияние на урожайность культуры / Ю.А. Безгина, Н.Н. Глазунова, Е.В. Волосова, А.Н. Шипуля, Е.В. Пашкова // Научный журнал КУБГАУ. – 2017. – №132 (08). – С. 1-10.

Безгина, Ю.А. Влияние предшественников и агротехнологий различной интенсивности на патоккомплекс озимой пшеницы / Ю.А. Безгина // Земледелие. – 2019. – № 7. – С. 41-44.

Белицкая, М.Н. Исследование и сравнительный анализ действующих веществ современных протравителей зерновых культур / М.Н. Белицкая, И. Р. Грибуст, Е.В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, И. Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2015. – № 9. – Т. 18. – С. 32-36.

Биловус, Г. Мучнистая роса пшеницы озимой в условиях западной лесостепи Украины / Г. Биловус // Stiinta Agricola. – 2019. – № 2. – С. 73-78.

Буга, С.Ф. Тактика и экономика защиты озимой пшеницы и ярового ячменя от болезней / С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, А.Г. Ильюк, А.А. Радына // Защита и карантин растений. – 2012. – № 8. – С. 18-22.

Буга, С.Ф. Эффективность фунгицидов в защите озимой пшеницы от септориоза в Беларуси / С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Н.А. Склименок // Защита и карантин растений. – 2015. – № 7. – С. 16-18.

Бутовец, Е.С. Эффективность фунгицидов в посевах пшеницы, кукурузы и сои в условиях Приморского края / Е.С. Бутовец, В.В. Брагина, Н.А. Красковская,

Л.А. Дега, А.Г. Ишбулдин // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – №1 (45). – С. 12-17.

Власенко Н.Г. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания / Н.Г. Власенко, О.В. Кулагин, М.Т. Егорычева, И.А. Иванова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 49(4). – С. 5-16.

Власенко, Н.Г. Биопрепараты для защиты яровой пшеницы от болезней / Н.Г. Власенко, М.Т. Егорычева, С.В. Бурлакова // Современная биотехнология: актуальные вопросы, инновации и достижения: сборник тезисов Всеросс. с межд. участием онлайн-конференции (Кемерово, 21 окт. 2020 г.). – Кемерово: КемГУ, 2020. – С. 193-195.

Власова, Л.М. Опыт биологической защиты озимой пшеницы от болезней / Л.М. Власова, Н.В. Подлесный, В.А. Федотов, О.В. Попова, А.А. Муравьев // Защита и карантин растений. – 2018. – № 8. – С. 24-26.

Волкова, Г.В. Эффективность химических фунгицидов против возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы / Г.В. Волкова, О.Ю. Кремнева, И.Б. Попов // Научный журнал КУБГАУ. – 2015. – №112 (08). – С. 1-10.

Волуевич, Е.А. Генетические подходы в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к мучнистой росе / Е.А. Волуевич // Молекулярная и прикладная генетика. – 2013. – Т. 14. – С. 46-55.

Гасанов, Г.Н. Сидерация как фактор улучшения фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы / Г.Н. Гасанов, А.А. Римиханов, С.А. Салихов // Защита и карантин растений. – 2012. – №2. – С. 32-34.

Гаянэ, А.А. Влияние микроэлемента марганца на устойчивость растений мягкой пшеницы к возбудителю мучнистой росы / А.А. Гаянэ, Т.В. Аветисян // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – Вып. 138. – С. 134-138.

Гвоздева, М.С. Влияние различных систем защиты озимой пшеницы сорта Сварог на развитие грибных болезней / М.С. Гвоздева, Г.В. Волкова // Юг России: экология, развитие. – 2023. – Т. 18. – № 2. – С. 140-150.

Глазунова, Н.Н. Эффективность двукратного применения фунгицидов на посевах озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова, Л.В. Мазницына, Ю.А. Безгина, А.В. Алексеев // Агрохимический вестник. – 2013. – № 1. – С. 19-21.

Глазунова, Н.Н. Биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов, Л.В. Мазницына // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 3 (31). – С. 66-70.

Горбунов, М.Ю. Методический аспект мониторинга болезней зерновых культур / М.Ю. Горбунов, Ю.А. Маслов // Вестник Курганской ГСХА. – 2012. – № 4. – С. 20-22.

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Москва, 2017. – 792 с.

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Москва, 2024. – 913 с.

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Москва, 2025. – 956 с.

Государственный реестр селекционных достижений / описание сорта пшеницы мягкой яровой: Дарья [Электронный ресурс] / URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9705798/> (дата обращения 11.02.2021)

Государственный реестр селекционных достижений / описание сорта пшеницы мягкой яровой: Сударыня [Электронный ресурс] / URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9052538/> (дата обращения 11.02.2021)

Государственный реестр селекционных достижений / описание сорта пшеницы мягкой озимой: Московская 56 [Электронный ресурс] / URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9553369/> (дата обращения 11.02.2021)

Государственный реестр селекционных достижений / описание сорта пшеницы мягкой озимой: Галина [Электронный ресурс] / URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9908115/> (дата обращения 11.02.2021)

Гришечкина, Л.Д. Современные фунгициды для интегрированных систем защиты зерновых культур от комплекса фитопатогенов / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – № 6(39). – С. 7-10.

Гришечкина, Л.Д. Пути формирования эффективного и безопасного ассортимента фунгицидов на зерновых культурах / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. ВИЗР. Т. 2. – Санкт-Петербург: Изд-во Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки, 2013а. – С. 167-169.

Гришечкина, Л.Д. Фунгицид для защиты зерновых колосовых культур / Л.Д. Гришечкина, А.И. Силаев // Защита и карантин растений. – 2013б. – №4. – С. 34-35.

Гришечкина, Л.Д. Эффективность и экологическая безопасность современных фунгицидов для защиты зерновых культур/ Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко // Агрохимия. – 2013в. – № 12. – С. 28–33.

Гришечкина, Л.Д. Карбоксамиды – эффективные средства борьбы с комплексом болезней зерновых культур / Л.Д. Гришечкина, А.И. Силаев // Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 43-46.

Гришечкина, Л.Д. Фунгициды для защиты вегетирующих зерновых колосовых культур / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко, О.В. Кунгурцева // Защита и карантин растений. – 2022. – № 2. – С. 37-56.

Громова, И.В. Развитие зернового хозяйства в Российской Федерации и ее регионах / И.В. Громова // Вестник НГИЭИ. – 2011. – № 4 (5). – Т. 1. – С. 54-60.

Гульятеева, Е.И. Болезни зерновых культур в Северо-Западном регионе России / Е.И. Гульятеева, М.М. Левитин, Н.Ф. Семенякина, Н.В. Никифорова, Н.И. Савельева // Защита и карантин растений. – 2007. – № 6. – С. 15-16.

Гульятеева, Е.И. Болезни зерновых культур и рапса в Северо-Западном регионе в 2016 г. / Е.И. Гульятеева, Е.Л. Гасич, М.М. Левитин, И.В. Маслова, О.А. Колесникова, М.П. Вусатюк, Е.Л. Шайдаюк, М.М. Гомжина, Н.П. Шипилова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 4. – С. 27-29.

Гультияева, Е.И. Фитосанитарная ситуация на посевах зерновых культур на Северо-Западе России в 2018 г. / Е.И. Гультияева, Е.Л. Шайдаюк, М.М. Левитин, И.В. Маслова, О.А. Колесникова, М.П. Вусатюк // Защита и карантин растений. – 2019. – № 5. – С. 30-31.

Гусев, И.В. Фунгициды Альто Супер и Рекс С на яровой пшенице / И.В. Гусев, В.В. Чекмарев // Colloquium-journal. – 2020. – № 5 (57). – С. 53-55.

Давлетшин, Ф.М. Эффективность биофунгицида Фитоспорин-М, Ж на яровой пшенице при прямом посеве / Ф.М. Давлетшин, Р.Г. Гильманов, Х.М. Сафин, Д.С. Аюпов // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С. 39-40.

Данилов, Р.Ю. Разработка методов диагностики основных возбудителей болезней озимой пшеницы с использованием наземных и авиаспектральных измерений и дистанционных средств мониторинга / Р.Ю. Данилов, О.Ю. Кремнева, О.В. Тутубалина, И.И. Середа, М.В. Зимин, А.А. Пачкин // Региональные проблемы дистанционного зондирования земли. Материалы IX международной научной конференции (Красноярск, 13-16 сент. 2022 г.). – Красноярск: Сибирский Федеральный университет, 2022. – С. 203-207.

Дерова, Т.Г. Распространение септориозных пятнистостей озимой пшеницы в Ростовской области / Т.Г. Дерова, Н.В. Шишкин, В.Е. Жукова // Защита и карантин растений. – 2015. – № 4. – С. 29-30.

Догадина, М.А. Аспекты снижения пестицидной нагрузки на экосистемы / М. А. Догадина, А.В. Таракин, Г.А. Игнатова, Е.И. Степанова, Е.И. Велкова, М.Ю. Касаточкина, А.И. Правдюк, Е.И. Криворотова // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 5(98). – С. 107-113.

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.

Долженко, В.И. Защита растений: состояние, проблемы и перспективы их решения в зерновом производстве / В.И. Долженко, А.И. Силаев // Агро XXI. – 2010. № 7-9. – С. 3-5.

Долженко, В.И. Развитие химического метода защиты растений в России / В.И. Долженко, Г.И. Сухорученко, А.Б. Лаптев // Защита и карантин растений. – 2021. № 4. – С. 3-13.

Доля, Н.Н. Способ прогнозирования степени развития мучнистой росы на озимой пшенице / свидетельство о государственной регистрации, рег. № SU 1793852 от 08.01.1991. – Киев: Госпатент СССР, 1991.

Доронин, В.Г. Защита яровой мягкой пшеницы от листостебельных болезней / Доронин В.Г., Ледовский Е.Н., Кривошеева С.В. // Земледелие. – 2016. – №6. – С. 43-46.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Дубровская, Н.Н. Влияние сроков обработки фунгицидом Абакус Ультра на поражение болезнями и урожайность яровой пшеницы в условиях Тамбовской области / Н.Н. Дубровская, В.В. Чекмарев, О.Н. Корабельская, Г.Н. Бучнева // Наука без границ. – 2019. – №10 (38). – С. 49-54.

Дувеиллер, Е. Болезни и вредители пшеницы. Руководство для полевого определения 2-е издание в пер. М.М. Койшыбаева и др. / Е. Дувеиллер, П.К. Сингх, М. Меццалама, Р.П. Сингх, А. Дабабат – Анкара: Продовольственная и сельскохозяйственная ООН, 2018. – 144 с.

Евсеев, В.В. Желтая пятнистость злаков в лесостепи Южного Зауралья // Вестник Курганского государственного университета. – 2013. – № 3 (30). – С. 117-120.

Ефимов, А.А. Агроэкологическая оценка применения фунгицидов на озимой пшенице в центральной лесостепи: автореферат на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук / Александр Александрович

Ефимов; Брянская государственная сельскохозяйственная академия. – Брянск, 2008. – 22 с.

Жемчужин, С.Г.: современное состояние проблемы (дайджест публикаций за 2012-2017 г.г.) / С.Г. Жемчужин, Ю.Я. Спиридонов, Г.С. Босак // Агрохимия. – 2019. – №11. – С. 77-85.

Жуковский, А.Г. Поражаемость сортов озимой пшеницы септориозом (*Septoria spp.*) и желтой пятнистостью (*Pyrenophora tritici-repentis*) в условиях Республики Беларусь и Северо-Кавказского региона России / А.Г. Жуковский, А.Г. Ильюк, С.Ф. Буга, Н.А. Склименок, О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова, Е.С. Гудошникова // Научный журнал КУБГАУ. – 2012. – №80 (06). – С. 252-263.

Зазимко, М.И. Защита озимых колосовых культур осенью / М.И. Зазимко, А.С. Найденов // Защита и карантин растений. – 2009. – № 9. – С. 30-33.

Зазимко, М.И. Агротехнический метод защиты растений основополагающий, но не однозначный / М.И. Зазимко, В.И. Долженко // Защита и карантин растений. – 2011. – № 5. – С. 11-16.

Зазимко, М.И. Фитосанитарные проблемы озимого поля / М.И. Зазимко, П.В. Сидак, Л.Ф. Слененко, М.А. Зазимко // Защита и карантин растений. – 2011. – № 9. – С. 22-23.

Защепкин, Е.Е. Желтая пятнистость как составная часть патогенного комплекса озимой пшеницы в Центральном Предкавказье / Е.Е. Защепкин, А.П. Шутко, Л.В. Тутуржанс // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 828.

Зеленева, Ю.В. Зависимость развития септориоза от агротехнических приемов в условиях Тамбовской области / Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова // Вестник Тамбовского университета. – 2014а. – Т.19. – № 1. – С. 192-193.

Зеленева, Ю.В. Хранение инфекционного материала возбудителей септориоза пшеницы (*S. tritici*, *S. nodorum*) / Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова // Вестник Тамбовского университета. – 2014б. – Т.19. – № 2. – С. 780-784.

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.

Зинченко, В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность / В.А. Зинченко. – Москва: КолосС, 2005. – С. 232.

Зубко, Н.Г. Эффективность триазолового фунгицида для пшеницы яровой в период вегетации / Н.Г. Зубко, Т.В. Долженко // Плодородие. – 2023. – № 5. – С. 95-98.

Игольников, С.А. Биотехнология возделывания полевых культур / С.А. Игольников, Л.В. Игольникова // Фермер. Поволжье. – 2018. – № 10. – С. 44-53.

Игольников, С.А. Особенности ухода за озимым полем весной 2015 года / С.А. Игольников, Л.В. Игольникова // Научно-агрономический журнал. – 2015. – № 2 (97). – С. 21-24.

Иода, В.И. Токсиколого-гигиеническая оценка средства защиты растений на основе трифлуксистробина и каптана / В.И. Иода, Е.С. Юркевич, Г.В. Лисовская // сборник материалов юбил. науч.-практ. конф. с межд. участием, посв. 55-летию медико-профилактического факультета УО «БГМУ»: «Современные аспекты здоровьесбережения» (Минск, 23-24 мая 2019 г.). – Минск: Белорусский государственный медицинский университет, 2019. – С. 675-678.

Ишкова, Т.И. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков / Т.И. Ишкова, Л.И. Берестецкая, Е.Л. Гасич, М.М. Левитин, Д.Ю. Власов. – Санкт-Петербург.: 2002. – С. 76.

Карпенко, Г.Г. Основные тенденции развития производства и рынка зерновых культур в России и мировом пространстве / Г.Г. Карпенко, А.А. Антонцев // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – № 69. – С. 56-79.

Кекало, А.Ю. Влияние погодных условий в межфазные периоды вегетации на развитие листовых болезней яровой пшеницы / А.Ю. Кекало, Е.В. Нестерова, В.В. Немченко // Аграрный вестник Урала. – 2017а. – № 9 (163). – С. 8-15.

Кекало, А.Ю. Защита зерновых культур от болезней / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Цыпышева. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2017б. – 172 с.

Кекало, А.Ю. Фитосанитарные проблемы пшеничного поля и эффективность средств защиты от болезней / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, А.С. Филиппов // Агрохимия. – 2020. – № 10. – С. 45-50.

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.

Койшыбаев, М. Болезни пшеницы / М. Койшыбаев. – Анкара.: Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), 2018. – 394 с.

Коломиец, Т.М. Сорты пшеницы (*Triticum* L.) из коллекции Grin (США) для использования в селекции на длительную устойчивость к септориозу / Т.М. Коломиец, Л.Ф. Панкратова, Е.В. Пахолкова // Сельскохозяйственная биология. – 2017. –Т. 52. – № 3. – С. 561-569.

Коробейникова, О.В. Эффективность фунгицидов и удобрений в смеси с силикатом натрия в защите от болезней и повышении урожайности яровой пшеницы в Среднем Предуралье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ольга Валентиновна Коробейникова; Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева. – Москва, 2005. – 22 с.

Кочоров, А.С. Фитосанитарный контроль посевов пшеницы и ячменя в условиях Восточного Казахстана / А.С. Кочоров // Инновационные экологически безопасные технологии защиты растений: материалы Международной научной конференции (Алмааты, 24-25 сент. 2015 г.). – Алмааты: Казахский НИИ защиты и карантина растений, 2015. – С.360-364.

Кремнева, О.Ю. Пиренофороз – опасное заболевание пшеницы / О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова // Защита и карантин растений. – 2007. – № 6. – С. 45.

Кремнева, О.Ю. Желтая пятнистость листьев пшеницы на Северном Кавказе / О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова // Защита и карантин растений. – 2011. – № 10. – С. 37-40.

Кремнева, О.Ю. Отбор штаммов бактерий, проявляющих антагонизм в отношении возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы / О.Ю. Кремнева, А.М. Асатурова, Г.В. Волкова // Биотехнология. – 2013. – № 5. – С. 54-59.

Кремнева, О.Ю. Влияние сортосмешанных посевов на развитие желтой пятнистости листьев пшеницы / О.Ю. Кремнева, И.Л. Астапчук, Г.В. Волкова // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2018. – № 3 (43). – С. 72-76.

Кудашов, А.А. Современные концепции и методы защиты растений в агрономии / А.А. Кудашов. – Санкт-Петербург: учеб. пос., СПбГАУ. – 2015. – 257 с.

Кузовкова, А.А. Способ определения нового фунгицида пидифлуметофена в воде / А.А. Кузовкова, Л.С. Ивашкевич // Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века: материалы 19-й международной научной конференции (Минск, 23-24 мая). Т. 3. – Минск: Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2019. – С. 54-57.

Кулинкович, С.Н. Эффективность защиты флаг-листа озимой пшеницы фунгицидом Прозаро / С.Н. Кулинкович // Защита и карантин растений. – 2017. – № 6. – С. 46-47.

Кунгурцева, О.В. Эффективность современных фунгицидов в борьбе с основными болезнями озимой ржи / О.В. Кунгурцева, Т.И. Ишкина, С.Д. Здрожевская // Известия СПбГАУ. – 2015. – № 40. – С. 41-45.

Лавринова, В.А. Фунгициды на яровой пшенице / В.А. Лавринова, И.М. Евсеева // Зерновое хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 65-68.

Лавринова, В.А. Общие принципы развития исследований по защите зерновых культур от болезней в Тамбовской области / В.А. Лавринова, В.В. Чекмарев, И.В. Гусев // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 27-31.

Лаптиеv, А.Б. Значение биологических средств в защите растений / А.Б. Лаптиеv // Защита растений от вредных организмов: материалы IX межд. научно-практической конференции (Краснодар, 17-21 июня 2019 г.). – Краснодар: КубГАУ, 2019. – С. 141-143.

Лебедева, Т.В. Устойчивость к мучнистой росе скандинавских образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР / Т.В. Лебедева, А.Н. Брыкова, Е.В. Зуев // Труды по прикладной ботанике, генетике, селекции. – 2020. – Т. 181. – № 3. – С. 146-154.

Левитин, М.М. Популяционные исследования грибов – возбудителей болезней / М.М. Левитин, О.С. Афанасенко, Т.Ю. Гагкаева, Ф.Б. Ганнибал, Е.И. Гультияева, Н.В. Мироненко // Вестник защиты растений. – 2019. – № 4 (102). – С. 5-16.

Леонова, И.Н. Идентификация генетических локусов, ассоциированных с устойчивостью яровой мягкой пшеницы (*T. Aestivum* L.) к мучнистой росе / И.Н. Леонова // Генетика. – 2019. – Т. 55. – № 15. – С. 1312-1326.

Лукашина, С.Г. Эффективность фунгицида Прозаро на озимой пшенице / Лукашина С.Н., Н.Н. Остапенко, А.А. Калинина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 5. С. 19-20.

Мазницына, Л.В. Оптимизация состояния посевов в отношении листовых патогенов озимой пшеницы Юга России / Л.В. Мазницына, Ю.А. Безгина, О.В. Шарипова и др. // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2022. – № 4 (48). – С. 35-40.

Макаренко, В.В. Эффективность нового фунгицида против комплекса болезней на яровой пшенице / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (Санкт-Петербург, 28-30 марта 2019 г.). – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2019. – С. 23-24.

Макаренко, В.В. Биологическая эффективность нового комбинированного фунгицида для защиты яровой пшеницы / В.В. Макаренко, В.И. Долженко //

Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции «Селекция, семеноводство и технологии возделывания с.-х. культур» (Тирасполь, 10 апр. 2020 г.). – Тирасполь: Приднестровский НИИ сельского хозяйства, 2020а. – С. 309-311.

Макаренко, В.В. Эффективность нового фунгицида против листостеблевых болезней на яровой пшенице / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий» (Санкт-Петербург, 23-25 янв. 2020 г.). – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2020б. – С. 34-38.

Макаренко, В.В. Оценка биологической эффективности нового комбинированного фунгицида против листовых патогенов яровой пшеницы / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Известия СПбГАУ. – Санкт-Петербург. – №4(61). – 2020в. – С. 42-49.

Макаренко, В.В. Эффективность фунгицидной комбинации мефентрифлуконазола и пираклостробина на посевах пшеницы в Ленинградской области / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Известия СПбГАУ. – Санкт-Петербург. – №3(60). – 2020г. – С. 45-51.

Макаренко, В.В. Оценка биологической эффективности нового фунгицида против листовых пятнистостей на пшенице яровой / В.В. Макаренко, В.И. Долженко // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XVI Межд. науч.-практ. конф. (Барнаул, 9-10 фев. 2021 г.). Т. 1. – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2021а. – С. 182-183.

Макаренко, В.В. Эффективность нового трёхкомпонентного фунгицида в борьбе с листовыми пятнистостями на пшенице яровой / В.В. Макаренко, В.И. Долженко, Е.В. Макаренко // Материалы X межд. науч.-практ. конф., посв. 100-летию КубГАУ (Краснодар, 21-25 июня 2021 г.). – Краснодар: КубГАУ, 2021б. – С. 215-217.

Макаренко, В.В. Новое средство защиты пшеницы яровой от листовых болезней / В.В. Макаренко, В.И. Долженко, Е.В. Макаренко // Плодородие. – №5. – 2023 г. – С. 107-110.

Макаров, М.Р. Химические средства борьбы с некоторыми болезнями на посевах озимой пшеницы / М.Р. Макаров // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – № 1. – С. 212-216.

Макаренко, В.В. Возможность использования препарата пропиконазола в новой препаративной форме для защиты пшеницы яровой / В.В. Макаренко, В.И. Долженко, Е.В. Макаренко // Сборник тезисов докладов V Всероссийского конгресса по защите растений, посвящённого 300-летию Российской академии (Санкт-Петербург, 16-19 апр. 2024 г.). – Санкт-Петербург: ВИЗР, 2024. – С. 168.

Макарова, А.Н. Мониторинговые исследования развития инфекционных болезней растений в агроценозе озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L. / А.Н. Макарова, Л.М. Григорович // Вестник молодёжной науки. – 2022. – № 2(34). – С. 1-7.

Манылова, О.В. Влияние биологических фунгицидов на урожайность и развитие септориоза на посевах пшеницы / О.В. Манылова, С.В. Жаркова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – Т. 1. – № 1 (40). – С. 142-144.

Маркелова, Т.С. Устойчивость образцов яровой и озимой пшеницы к желтой пятнистости листьев в условиях Нижнего Поволжья / Т.С. Маркелова, О.В. Иванова // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 3. – С. 118-121.

Методические указания №2051-79 «Унифицированным правилам отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания, объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов». – Москва «Колос», 1979. – 47 с.

Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (под ред. Долженко В.И.). – Санкт-Петербург: ВИЗР, 2009. – 378 с.

Мехдиев, И.Т. Изучение биологической эффективности фунгицидов против корневой гнили / И.Т. Мехдиев // Национальная ассоциация ученых. – 2016. – № 4-2 (20). – С. 38-39.

Михайлова, Л.А. Желтая пятнистость листьев – прогрессирующее заболевание пшеницы на юге России / Л.А. Михайлова // Агро XXI. – 1999. – № 11. – С. 6-7.

Михайлова, Л.А. Характеристика популяций *Pyrenophora tritici-repentis* по признаку вирулентности / Л.А. Михайлова, И.Г. Тернюк, Н.В. Мироненко // Микология и фитопатология. – 2010. – Т. 44. – № 3. – С. 262-272.

Назарова, Л.Н. Фитосанитарное состояние посевов пшеницы в России в 2006 -2010 г.г. / Л.Н. Назарова, Т.М. Полякова, Т.П. Жохова, Л.Г. Корнева // Защита и карантин растений. – 2012. – № 6. – С. 39-42.

Немченко, В.В. Целесообразность применения фунгицидов на яровой пшенице / В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Фомина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 10. – С. 47-49.

Немченко, В.В. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на структуру урожая и продуктивность яровой пшеницы / В.В. Немченко, М.Ю. Цыпышева // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. – № 8. – С. 5-8.

Никифоров, Е.В., Санин, С.С. Защита пшеницы от болезней / ФГБНУ ВНИИФ, свидетельство о государственной регистрации, рег. программы для ЭВМ. RU, № 2015612372 от 18.02.2015. – М., 2015.

Никифоров, Е.В., Санин, С.С. Защита пшеницы от бурой ржавчины / ФГБНУ ВНИИФ, свидетельство о государственной регистрации, рег. программы для ЭВМ. RU, № 2013619962 от 21.10.2013. – М., 2013.

Никифоров, Е.В., Санин, С.С. Защита пшеницы от мучнистой росы / ФГБНУ ВНИИФ, свидетельство о государственной регистрации, рег. программы для ЭВМ. RU, № 2013619963 от 21.10.2013. – М., 2013.

Никифоров, Е.В., Санин, С.С. Защита пшеницы от септориоза / ФГБНУ ВНИИФ, свидетельство о государственной регистрации, рег. программы для ЭВМ. RU, № 2013617539 от 19.08.2013. – М., 2013.

Павловская, Н.Е. Действие новых биологических препаратов на хозяйственно ценные признаки яровой пшеницы Дарья / Н.Е. Павловская, Н.Ю. Тупиков // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 2(101). – С. 40-48.

Пасько, Т.И. Эффективность фунгицидов против септориоза на озимой пшенице / Т.И. Пасько // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 3. – С. 144-146.

Пахолкова, Е.В. Скорость развития листостебельных инфекций зерновых культур / Е.В. Пахолкова // Защита и карантин растений. – 2015. – № 3. – С. 39-40.

Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В.Ф. Пересыпкин. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 480 с.

Петрова, Н.Г. Эвито Т, КС – новый препарат для защиты пшеницы яровой от болезней в период вегетации / Н.Г. Петрова, Л.Д. Гришечкина, С.Д. Здрожевская // Агрохимический вестник. – 2021. – № 3. – С. 71-77.

Петрова, Н.Г. Эффективность фунгицидов на основе триазолов на пшенице яровой при разных фонах минерального питания / Н.Г. Петрова, Т.В. Долженко // Плодородие. – 2021. – № 4. – С. 14-16.

Пигорев, И.Я. Влияние макро- и микроудобрений на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы / И.Я. Пигорев, В.А. Кудинов, Г.А. Бирюков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 8 – С. 80-88.

Пикушова, Э.А. Влияние агротехнических приемов на поражение озимой пшеницы сорта Фортуна мучнистой росой / Э.А. Пикушова, Н.А. Москалева, В.В. Захаров // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых (Краснодар, 17-21 июня 2013 г.). – Краснодар, Кубанский ГАУ, 2013. – С. 100-103.

Пискарев, В.В. Характеристика образцов пшеницы мягкой яровой, устойчивых к поражению мучнистой росой в условиях лесостепи Приобье Новосибирской области / В.В. Пискарев, Н.И. Бойко, В.А. Апарина, Е.В. Зуев // Биосфера. – 2022. – Т. 14. – № 4. – С. 364-367.

Поляков, М.В. Эффективность обработки растений яровой пшеницы фунгицидом на развитие листостебельных болезней и урожайность / М.В. Поляков, А.А. Савченко // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых (Лесниково, 20 нояб. 2013 г.). – Лесниково: Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева, 2014. – С. 63-66.

Попкова, К.В. Общая фитопатология / К.В. Попкова, Н.Н. – Москва: Дрофа, 2005. – 460 с.

Попов, С.Я. Основы химической защиты растений / С.Я. Попов, Л.А. Дорожкина, В.А. Калинин / под ред. проф. С.Я Попова. – Москва: Арт-Лион, 2003. – 208 с.

Попова, О.В. Эффективность отечественных фунгицидов на озимой пшенице и ячмене / О.В. Попова // Защита и карантин растений. – 2009. – №1. – С. 26-27.

Порсев, И.Н. Инновационные фунгициды АО «Щелково Агрохим» в борьбе с листостеблевыми инфекциями яровой пшеницы в Зауралье / И.Н. Порсев, Малинников А.А., Евсеев В.В. // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. – № 3. – С. 45-48.

Резвякова, С.В. Урожайность озимой пшеницы в связи с защитой от грибных болезней в условиях Орловской области / С.В. Резвякова, Н.И. Ботуз, Е.В. Митина // Вестник аграрной науки. – Триада –№ 1 (88). – 2021. – С. 68-74.

Рябченко, А.С. Особенности роста возбудителя мучнистой росы пшеницы вдоль и поперек длинной оси листа под действием экзогенного зеатина / А.С. Рябченко, Т.В. Аветисян, А.В. Бабоша // Известия Российской академии наук. – 2009. – № 5. – С. 523-525.

Савченко, А.А. Применение регуляторов роста, микроудобрений и фунгицидов на яровой пшенице в лесостепи Тюменской области: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Айрат Алексеевич Савченко; Тюменская государственная сельскохозяйственная академия. – Тюмень, 2007. – 16 с.

Санин, С.С. Химическая защита пшеницы от болезней при интенсивном зернопроизводстве / С.С. Санин, А.А. Мотовилин, Л.Г. Корнева, Т.П. Жохова, Т.М. Полякова, Е.А. Акимова // Защита и карантин растений. – 2011. – № 8. – С. 3-10.

Санин, С.С. Эпифитотии болезней зерновых культур: теория и практика. Избранные труды / С.С. Санин. – Москва: НИПКЦ Восход-А, 2012а. - 451 с.

Санин, С.С. Эффективность биопестицидов и регуляторов роста растений в защите пшеницы от болезней / С.С. Санин, Л.Н. Назарова, Н.П. Неклеса, Т.М. Полякова, С. Гудвин // Защита и карантин растений. – 2012б. – № 3. – С. 16-18.

Санин, С.С. Мониторинг септориоза пшеницы и проведение защитных опрыскиваний / С.С. Санин, Л.Г. Корнева, Е.А. Акимова, А.А. Мотовилин // Защита и карантин растений. – 2015. – № 7. – С. 30-34.

Санин, С.С. Прогноз риска развития эпифитотий септориоза листьев и колоса пшеницы / С.С. Санин, Л.Г. Корнева, Т.М. Полякова // Защита и карантин растений. – 2015. – № 3. – С. 33-36.

СанПиН 1.2.3685-21 от 01.03.2021. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Санитарные правила и нормы: утверждены постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 // КонсультантПлюс: справочная правовая система. – Москва, 2021

Слободчиков, А. А. Влияние средств защиты растений на продуктивность сортов яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 2. – С. 10–14.

Сорока, В.Н. Защита яровой пшеницы от болезней / В.Н. Сорока // Защита и карантин растений. – 2009. – №7. – С. 24-25.

Сочалова, Л.П. Устойчивость сортов яровой мягкой пшеницы к возбудителям инфекционных заболеваний в условиях изменяющегося климата Западной Сибири / Л.П. Сочалова, В.В. Пискарев // Достижения науки и техники АПК. – 2017. Т. 31. – № 2. – С. 21-25.

Танский, В.И. Защита зерновых культур от болезней, вредителей и сорняков в Нечерноземной зоне России / В.И. Танский, Долженко В.И., Гончаров Н.Р., Ишкова Т.И. // Методический сборник ВИЗР «Совершенствование интегрированной защиты растений с целью предотвращения потерь урожая от воздействия вредных организмов». – Санкт-Петербург: ВИЗР, 2005. – С. 60-81.

Тарасов, А.Н. Сельское хозяйство в России: посткризисные вызовы / А.Н. Тарасов // Вестник аграрной науки Дона. – 2009. – № 4(8). – С. 100-107.

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

Трубилин, И.Т. К вопросу о роли и значении агротехнического метода в защите растений / И.Т. Трубилин // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы III Всероссийской научно-практической конференции (Краснодар, 14-18 июня 2005 г.). – Краснодар: Кубанский ГАУ, – 2005. – С. 5-11.

Туренко, В.П. Эффективность современных фунгицидов в ограничении развития септориоза и мучнистой росы яровой пшеницы / В.П. Туренко, В.В. Горяинова // Вестник Курской ГСХА. – 2016. – № 3. – С. 39-41.

Турко, М.С. Разработка методики совместного применения концентрации пираклостробина и боскалида в зернобобовых на основе метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ-детектированием / М.С. Турко, П.А. Хурсин, Л.С. Ивашкевич // сборник материалов межд. науч-практ. конф.: «Здоровье и окружающая среда» (Минск, 15-16 нояб. 2018 г.). Т. 2. – Минск: Научно-практический центр гигиены, 2018. – С. 133.

Тютюрев, С.Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы / С.Л. Тютюрев. – Санкт-Петербург: ООО «Нива», 2010. – 170 с.

Фадеев, Ю.Н. Оценка санитарной и экологической безопасности пестицидов / Ю.Н. Фадеев // Защита растений. – 1988. – № 7. – С. 20-21.

Фадеева, И.Д. Оценка сортов озимой пшеницы на устойчивость к листовым грибным болезням / И.Д. Фадеева, Ф.Ф. Курмакаев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 3(47). – С.61-67.

Харина, А.В. Анализ комбинационной способности гибридов яровой мягкой пшеницы по устойчивости к септориозу листьев и продуктивности/ А.В. Харина, Л.В. Волкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – № 24 (2). – С. 231-239.

Харламова, Т.С. Эффективность применения новых химических препаратов против листовых пятнистостей / Т.С. Харламова, Долженко В.И. // Вестник защиты растений. – 2014. – № 4. – С. 45-48.

Хохряков, М.К. Определитель болезней сельскохозяйственных культур / М.К. Хохряков, В.И. Потлайчук, А.Я. Семёнов, М.А. Элбакян. – Ленинград: Колосс, Ленингр. Отд-ние, 1984. – 304 с.

Цуканова, З.Р. Комплексная защита яровой пшеницы сорта Дарья в питомниках первичного семеноводства / З.Р. Цуканова, Е. В. Латынцева, А. А. Молошонок // Земледелие. – 2018. – № 4. – С. 45-47.

Чекмарев, В.В. Влияние осадков на развитие мучнистой росы озимой пшеницы / В.В. Чекмарев // Colloquium-journal. – 2019. – № 15-2 (39). – С. 45-46.

Чекмарев, В.В. Влияние фунгицидов на поражение септориозом и урожайность яровой пшеницы / В.В. Чекмарев // Colloquium-journal. – 2020. – № 2 (54). – С. 67-69.

Черненькая, Н.А. Комплексная защита озимой пшеницы сорта Скипетр / Н.А. Черненькая, З.Р. Цуканова // Земледелие. – 2016. – №4. – С. 46-48.

Шабатуков, А.Х. Борьба с болезнями озимой пшеницы в Кабардино-Балкарии / А.Х. Шабатуков, Л.М. Хромова, Р.И. Шамурзаев // Защита и карантин растений. – 2019. – №11. – С. 24-27.

Шабатуков, А.Х. Видовой состав и частота встречаемости фитопатогенов на посевах озимой пшеницы / А.Х. Шабатуков, Л.М. Хромова, Д.А. Кимова // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – №4(108). – С. 74-83.

Шамрай, С.Н. *Mycosphaerella graminicola*: особенности патогена и патогенеза/ С.Н. Шамрай // Вестник Харьковского национального аграрного университета. – 2011. – № 2. – С. 25-45.

Шешегова, Т.К. Зависимость грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов / Т.К. Шешегова, Л.М. Щеклеина, И.Н. Щенникова, А.Н. Мартыанова // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 4. – С. 58-61.

Шишкин, А.Ф. Совершенствование организационно-экономического механизма государственного регулирования рынка зерна / А.Ф. Шишкин, Е.И. Позднякова // Вестник Тамбовского университета. – 2010. – № 1 (81). – С. 127-130.

Шкаликов, В.А. Защита растений от болезней / В.А. Шкаликов. – Москва: КолосС. – 2010. – 439 с.

Шмакова, Н.В. Эффективность применения соединений кремния и их смесей с фунгицидами на яровой пшенице в Среднем Предуралье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Надежда Васильевна Шмакова; Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева. – Москва, 2003. – 20 с.

Шпанёв, А.М. Значение сроков сева в модификации фитосанитарной обстановки / А.М. Шпанев, А.Б. Лаптиев // Защита и карантин растений. – 2011. – № 9. – С. 24-27.

Шпанёв А.М. Защита яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземья/ А.М. Шпанёв, А.Б. Лаптиёв, Н.Р. Гончаров, В.В. Воропаев // Защита и карантин растений. – 2015. – № 6. – С. 14-17.

Шпанёв, А.М. Комплексная вредоносность вредных организмов на яровой пшенице в Ленинградской области // Вестник защиты растений. – 2015. – № 3 (85). – С. 41-45.

Юрин, В.М. Механизмы модификации ион-транспортных свойств плазматической мембраны растительной клетки под действием фунгицида

пропиконазола / В.М. Юрин, Т.И. Дитченко // Агрохимия. – 2009. – № 9. – С. 43-53.

Abdelrhim, A. Virulence of Egyptian *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* population and response of Egyptian wheat cultivars / A. Abdelrhim, H.M. Abd-Alla, E. Abdou, M.E. Ismail, C. Cowger // Plant Disease. – 2018. – Vol. 102, N 2. – P. 391-397.

Adee, S.R. Competition between *Pyrenophora tritici-repentis* and *Septoria nodorum* in wheat leaves, measured using the de Wit substitution series / S.R. Adee, W.F. Fender, D.C. Hartnett // Phytopathology. – 1990. – Vol. 80, N 11. – P. 1177-1182.

Alippa, A.M. Das Potenzial von sporenbildenden Bakterien als biokontrolliermittel von blattweizenerkrankungen unter Labor-und gewächshausbedingungen / A.M. Alippa, A.E. Perel, M.N. Sisterna, N.M. Greco, S.A. Corda // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. – 2000. – Vol. 107, N2. – P. 155-169.

Basandrai, A.K. A race of specific genes for wheat resistance to powdery mildew / A.K. Basandrai, S.C. Sharma, G.D. Munshi // Crop improvement. – 1996. – Vol. 23, N 1. – P. 83-88.

Bockus, W.W. Influence of crop rotation and residue management methods on the severity of sun spotting in winter wheat / W.W. Bockus, M.M. Claassen // Plant Diseases. – 1992. – Vol. 76, N 6. – P. 633-636.

Cao, X. Detection of powdery mildew in two varieties of winter wheat using threshold hyperspectral reflection / X. Cao, Y. Luo, Y. Zhou, X.Y. Dan, D. Cheng // Plant Protection. – 2013. – Vol. 45. – P. 124-131.

Chin, K.M. Characterizing the risk of resistance of *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* to strobilurins / K.M. Chin, D. Chavaillaz, M. Kaessbohrer, T. Staub, F.G. Felsenstein // Plant Protection. – 2001. – Vol. 20, N 2. – P. 87-96.

Costamilan, L.M. Variability of the wheat powdery mildew pathogen *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* in the 2003 crop season / L.M. Costamilan // Fitopatologia Brasileira. – 2005. – Vol. 30, N 4. – P. 420-422.

Cowger, C. Differences in virulence of *Blumeria graminis* f. sp. *triticaea* from the Central and Eastern United States / C. Cowger, L. Mehra, E. Meyer, C. Arellano, J.P. Murphy // *Plant pathology*. – 2018. – Vol. 108, N 3. – P. 402-411.

Cromey, M.G. Disease resistance in winter wheat varieties and the effect of foliar fungicides on yield / M.G. Cromey, R. Hansen // *Proceedings of the forty-fifth new Zealand plant protection conference*, Wellington. New Zealand Plant Protection Society. – 11-13 August 1992. – P. 75-78.

Environmental Protection Agency. Mefentrifluconazole; Pesticide Tolerances. Rules and Regulations // *Federal Register*. – Friday, June 28, 2019. – Vol. 84, N 125. – P. 30936-30946.

Environmental Protection Agency. Pyraclostrobin; Pesticide Tolerances. Rules and Regulations // *Federal Register*. – Wednesday, July 30, 2008. – Vol. 73, N 147. – P. 44164-44168.

Evans, C.K. Comparison of greenhouse and field tests to identify wheat resistant to sunburn / C.K. Evans, R.M. Hunger, W.C. Siegerist // *Plant Diseases*. – 1999. – Vol. 83, N 3. – P. 269-273.

Figueroa, M.A. review of wheat diseases – a field perspective / M. Figueroa, K.E. Hammond-Kosack, P.S. Solomon // *Molecular Plant Pathology*. – 2018. – Vol. 19, N 6. – P. 1523-1536.

Fraaije, B.A. The dynamics of strobilurine resistance in *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* was traced using quantitative allele-specific real-time PCR measurements with the fluorescent dye SYBR Green I / B.A. Fraaije, J.A. Butters, J.M. Coelho, D.R. Jones, D.W. Hollomon // *Plant Pathology*. – 2002. – Vol. 51, N 1. – P. 45-54.

Gamba, F. M. Virulence of *Pyrenophora tritici-repentis* in the southern cone region of South America / F. M. Gamba, S. E. Strelkov, L. Lamari // *Canadian journal of plant pathology*. – 2012. – Vol. 34, N 4. – P. 545-550.

Gamba, F.M. Inheritance of race-specific necrotic and chlorotic reactions induced by *Pyrenophora tritici-repentis* in hexaploid wheat / F.M. Gamba, L. Lamari, A.L. Brule-Babel // *Canadian journal of plant pathology*. – 1998. – Vol. 20, N 4. – P. 401-407.

Gilbert, J. Relationship between environmental variables and the prevalence and frequency of leaf spot pathogens in spring wheat / J. Gilbert, S.M. Woods, A. Tekauz – 1998. – Vol. 20, N 2. – P. 158-164.

Gilchrist, L. Septoria diseases of wheat. Rome: Bread wheat / L. Gilchrist, H.J. Dubin // Improvement and production. – 2002. – P. 273-277.

Godet, F. Recent evolution of multiple resistance of *Blumeria (Erysiphe) graminis* f. sp. *tritici* to selected DMI and morpholine fungicides in France / F. Godet, E. Limpert // The Science Of Pesticides –1998. – Vol. 54, N 3. – P. 244-252.

Krupinsky, J.M. Crop Sequence Effects on Leaf Spot Diseases of No-Till Spring Wheat / J.M. Krupinsky, D.L. Tanaka, S.D. Merrill, M.A. Liebig, J.D. Hanson // Agronomy Journal. – 2007. – Vol. 99, № 4. – P. 912-920.

Krzyzinska, B. Seed treatment to combat leaf spotting in spring wheat / B. Krzyzinska, M. Glazek, A. Maczynska // Acta Agrobotanica. – 2005. – Vol. 58, N 1. – P. 37-43.

Lalosevic, M. Fungal leaf spot diseases of wheat – future perspectives / M. Lalosevic, R. Jevtic, M. Kalentic, V. Zupunski, D. Lazic // Biljni Lekar. – 2016. – Vol. 44, N 5-6. – P. 416-426.

Lalosevic, M. Powdery mildew – aristocratic disease of wheat / M. Lalosevic, R. Jevtic, V. Zupunski, S. Masirevic // Biljni Lekar. – 2016. – Vol. 44, N 5-6. – P. 426-433.

Lamari, L. Genetics of tan necrosis and extensive chlorosis in tan spot of wheat caused by *P. tritici-repentis* / L. Lamari, C.C. Bernier // Phytopatology. – 1991. – Vol. 81, N 10. – P. 1092-1095.

Leath, S. The influence of powdery mildew, seed treatment triadimenol and foliar spraying triadimefon on yield of winter wheat in North Carolina / S. Leath, K.L. Bowen // Phytopathology. –1989. – Vol.79, N 2. – P. 152-155.

Li, B.C. Evaluation of leaf-associated microorganisms for biocontrol of sunburn spots in wheat leaves / B.C. Li, J.C. Sutton // Fitopatologia Brasileira. – 1995. – Vol.20, N 4. – P. 545-552.

Li, G. Characteristics of Pm65, a new powdery mildew resistance gene on chromosome 2AL of the optional wheat variety / G. Li, C. Cowger, Wang X., B.F. Carver, X. Xu // TAG Theoretical and Applied Genetics. – 2019. – Vol. 132, N 9. – P. 2625-2632.

MycoBank, Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks. – URL: <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search> (дата обращения 01.04.25)

Ors, M. Cultivar-dependent partial resistance and associated defence mechanisms in wheat against *Zymoseptoria tritici* / M.E. Ors, B. Randoux, S. Selim, A. Siah, G. Couleaud, C. Maumene, K. Sahmer, P. Halama, P. Reignault // Plant Pathology. – 2018. – Vol. 67, N 3. – P. 561-572.

Orton, E.S. Early molecular signatures of responses of wheat to *Zymoseptoria tritici* in compatible and incompatible interactions / E.S Orton, J.J. Rudd, J.K.M. Brown // Plant Pathology. – 2017. – Vol. 66, N 3. – P. 450-459.

Owen, W.J. Biological characterization of fenpicoxamid, a new fungicide with utility in cereals and other crops / W.J. Owen, Y. Chenglin, K. Myung, G. Kemmitt, A. Leader, K.G. Meyer, A.J. Bowling, T. Slanec, V.J. Kramer // Pest Management Science. – 2017. – Vol. 73. – P. 2005-2016.

Pfender, W.F. *Pseudomonas fluorescens* Pf-5 genomic region required for pyrrolnitrin production and inhibition of *Pyrenophora tritici-repentis* in wheat straw / W.F. Pfender, J. Kraus, J.E. Lopez // Phytopathology. – 1993. – Vol. 83, N 11. – P. 1223-1228.

Picinini, E.C. Impacto econômico do uso do fungicida propiconazole na cultura de trigo / E.C. Picinini, J.M.C. Fernandes, J.C. Ignaczak, I. Ambrosi // Fitopatologia Brasileira. – 1996. – №21 (3). – P. 362-368.

Quaedvlieg, W. Sizing up *Septoria* / W. Quaedvlieg, G.J.M. Verkley, H.D. Shin, R.W. Barreto, A.C. Alfenas, W.J. Swart, P.W. Crous // Studies in mycology. – 2013. – Vol. 75. – P. 307-390.

Quaedvlieg, W. *Zymoseptoria* gen. nov.: a new genus to accommodate *Septoria*-like species occurring on graminicolous hosts / W. Quaedvlieg, G.H.J. Kema, J.Z.

Groenewald, G.J.M. Verkley, S. Seifbarghi, M. Razavi, P.W. Crous // Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi. – 2011. – Vol. 26. – P. 57-69.

Sarova, J. *Pyrenophora tritici-repentis* is one of the most important pathogens of wheat leaf spot in the Czech Republic / J. Sarova, A. Khanzalova, P. Bartos // Proceedings of the fourth international workshop on wheat tan and spotting, Bemidji, Minnesota, USA July 21-24. – 2002. – P. 30-33.

Schilder, A.M. The dispersal of conidia and ascospores of *Pyrenophora tritici-repentis* // Advances in tan spot research / A.M Schilder, G.C. Bergstrom // Proc. of 2nd International tan spot workshop June 25-26. – 1992. – P. 96-99.

Schurch, S. Sensibilite initiale de la septoriose du ble aux fongicides SDHI (carboxamides) / S. Schurch, Th. Cordette // Recherche Agronomique Suisse. – 2013. – N 2. – P. 82-87.

Summerell, B.A. Factors affecting the survival of *Pyrenophora tritici-repentis*: water potential and temperature / B.A. Summerell, L.W. Burgess, // Mycological Research. – 1989. – Vol. 93, N 1. – P. 41-45.

Summerell, B.A. Factors affecting the survival of *Pyrenophora tritici-repentis*: stubble management / B.A. Summerell, L.W. Burgess // Mycological Research. – 1989. – Vol. 93, N 1. – P. 38-40.

Sutton, J.C. Crop sequences and tillage practices in relation to diseases of winter wheat in Ontario / J.C. Sutton; T.J. Vyn // Canad. J. Plant Pathol. – 1990. – T. 12. – N 4. – P. 358-368.

The Pesticide Manual. Sixteenth Edition / Editor C. MacBean. – UK, Hampshire: BCPC (British Crop Production Council), 2012. – 1435 p.

Wolf, P.J.F. Epidemiologisch begründetes Entscheidungsschema für eine integrierte Bekämpfung von *Drechslera tritici-repentis* (Died.), (teleomorph *Pyrenophora tritici-repentis*) / P.J.F. Wolf, G.M. Hoffmann // Gesunde Pflanzen. – 1994. – Vol. 46, N 5. – P. 164-173.

Zadoks, J. C. A decimal code for the growth stages of cereals / J. C. Zadoks, T.T. Chang, C. F. Konzak // Weed Research. – 1974. – Vol. 14. – P. 415–421.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Гидрометеорологические данные за 2018 – 2021 гг.

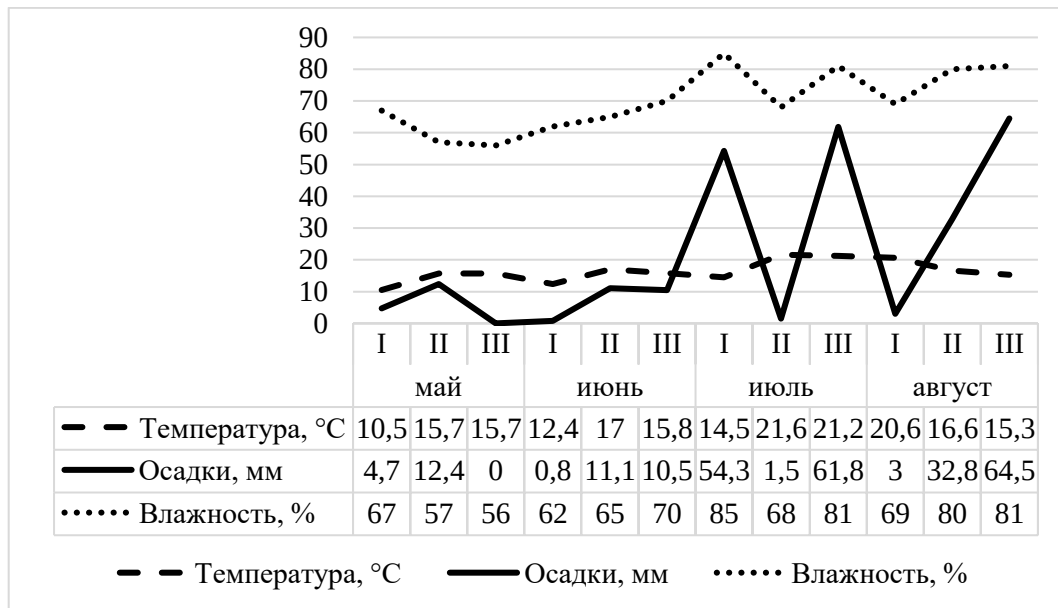


Рисунок 1 – Гидрометеорологические данные в период вегетации 2018 г.

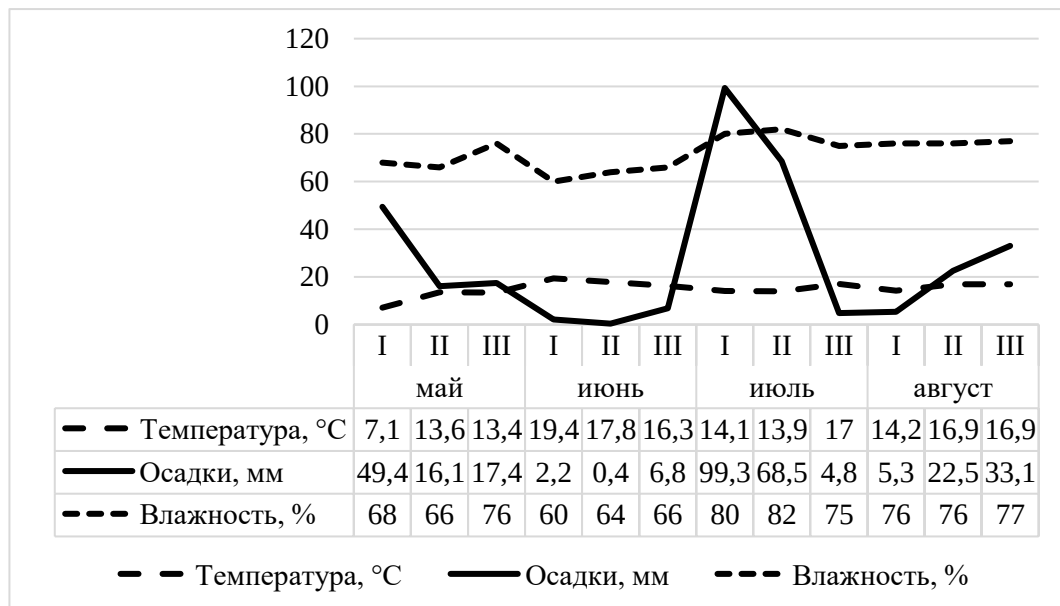


Рисунок 2 – Гидрометеорологические данные в период вегетации 2019 г.

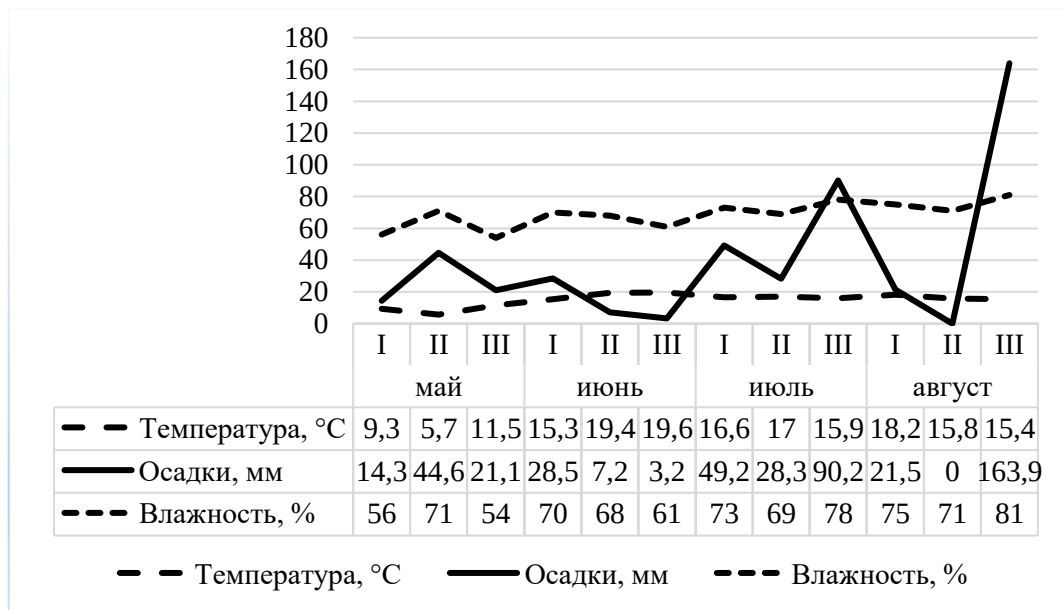


Рисунок 3 – Гидрометеорологические данные в период вегетации 2020 г.

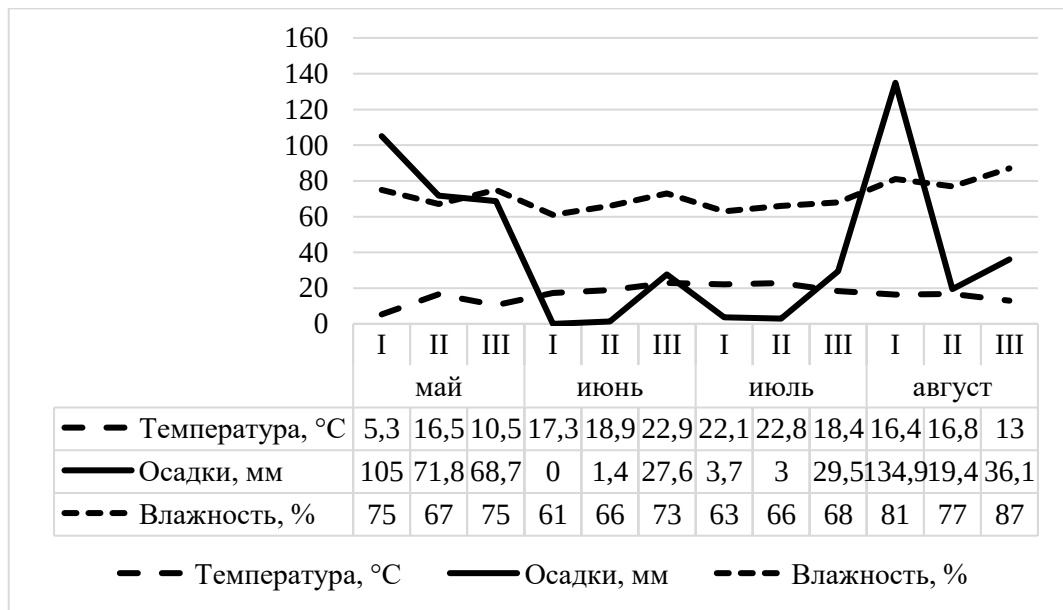


Рисунок 4 – Гидрометеорологические данные в период вегетации 2021 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Количество зарегистрированных действующих веществ фунгицидов,
направленных на борьбу с листовыми пятнистостями на посевах пшеницы с
2017 по 2024 гг. (Государственный каталог пестицидов ..., 2017, 2024)**

№	Действующее вещество	Количество препаратов	
		2017 год	2024 год
1.	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , итамм OPS-32	1	1
2.	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> КС-2	0	1
3.	<i>Bacillus subtilis</i> , итамм 26 Д	3	1
4.	<i>Bacillus subtilis</i> , итамм В-10 ВИЗР	2	1
5.	<i>Bacillus subtilis</i> , итамм ИПМ 215	2	1
6.	<i>Bacillus subtilis</i> В-76	0	1
7.	<i>Bacillus subtilis</i> , итамм 63-Z	0	1
8.	<i>Bacillus subtilis</i> , итамм В-2918 + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , итамм ИМБВ-7100	0	1
9.	<i>Bacillus subtilis</i> , итамм 26 Д+ <i>Bacillus subtilis</i> , итамм 1К+ <i>Bacillus subtilis</i> , итамм 3К+ <i>Bacillus subtilis</i> , итамм 3Н+ <i>Bacillus subtilis</i> , итамм 8К+ <i>Bacillus subtilis</i> , итамм 7К + <i>Bacillus subtilis</i> , итамм 3/28+ <i>Trichoderma reesei</i> , итамм 4К+ <i>Trichoderma atroviride</i> , итамм 10К+ <i>Trichoderma longibrachiatum</i> , итамм 9К	0	1
10.	<i>Methylobacterium extorquens</i> NVDBKMB-2879 D + Валидамицин <i>Streptomyces hygroscopicus</i> subsp, «limoneus» ВКПМАС-1966 + <i>Bacillus subtilis</i> ВКПМБ-2918 ИПМ-215	0	1
11.	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , итамм АР-33	0	1
12.	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> , итамм ИМБВ-7096+ <i>Pseudomonas aureofaciens</i> , итамм ИМБВ-7097	0	1
13.	<i>Trichoderma asperellum</i> М1, итамм ВКПМ F-1395	0	1
14.	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> , итамм BS 1393	2	2
15.	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> , итамм ВКМ В-2391Д	1	1
16.	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , итамм АР-33	1	1
17.	Азоксистробин+дифеноконазол	0	1
18.	Азоксистробин+тебуконазол	1	6
19.	Азоксистробин+протиокконазол	0	1
20.	Азоксистробин+протиокконазол+дифеноконазол	0	1
21.	Азоксистробин + тебуконазол + ципроконазол	2	2
22.	Азоксистробин+хлороталонил	0	1
23.	Азоксистробин + ципроконазол	1	4
24.	Азоксистробин + эпоксиконазол	1	3
25.	Ацетамиприд + флудиоксонил+ципроконазол	1	1
26.	Беномил	5	5
27.	Дифеноконазол + азоксистробин	0	1
28.	Дифеноконазол + тетраконазол	0	1
29.	Дифеноконазол + мефеноксам	1	1

30.	Дифеноконазол + метконазол	0	1
31.	Дифеноконазол + пропиконазол	1	2
32.	Дифеноконазол + тебуконазол	1	2
33.	Дифеноконазол + тебуконазол + азоксистробин	1	1
34.	Дифеноконазол+флудиоксонил	1	1
35.	Дифеноконазол + ципроконазол	5	5
36.	Имазалил+ металаксил+ тебуконазол	1	1
37.	Имазалил+ прохлораз+ тритиконазол	1	1
38.	Имазалил + тебуконазол+мефеноксама	0	1
39.	Имазалил + тебуконазол	4	3
40.	Имидаклоприд + имазалил+тебуконазол	1	1
41.	Имидаклоприд + дифеноконазол + тебуконазол	0	1
42.	Имидаклоприд+флудиоксонил+тебуконазол	0	1
43.	Имидаклоприд+тиабендазол+тебуконазол+имазалил	0	1
44.	Карбендазим	13	17
45.	Карбендазим+азоксистробин	0	1
46.	Карбендазим + пираклостробин	0	1
47.	Карбендазим + карбоксин	1	
48.	Карбоксин + тирам	3	3
49.	Клотианидин + флуоксастробин + протиоконазол + тебуконазол	1	1
50.	Клотианидин + тиабендазол+ тебуконазол	0	1
51.	Крезоксим-метил+эпоксиконазол	0	1
52.	Крезоксим-метил+эпоксиконазол+дифеноконазол	1	1
53.	Метрафенон	1	1
54.	Пентиопирад	0	1
55.	Пикоксистробин + ципроконазол	1	1
56.	Пидифлуметофен + пропиконазол	0	1
57.	Пикоксистробин + ципроконазол	0	1
58.	Пираклостробин + пропиконазола+ флуксапироксад	0	1
59.	Пираклостробин - протиоконазол + флудиоксонил + тебуконазол	0	1
60.	Пираклостробин + флуксапироксад	0	1
61.	Пираклостробин + тебуконазол	0	1
62.	Пираклостробин + эпоксиконазол	0	2
63.	Проквиназид	1	1
64.	Пропиконазол	12	12
65.	Пропиконазол + азоксистробин	0	1
66.	Пропиконазол + азоксистробин+пидифлуметофен	0	1
67.	Пропиконазол + бензовиндифлупир	0	1
68.	Пропиконазол + бензовиндифлупир + ципроконазол	0	1
69.	Бензовиндифлупир	0	1
70.	Пропиконазол + крезоксим-метил	0	1
71.	Пропиконазола + пираклостробина	0	1
72.	Пропиконазол + азоксистробин + ципроконазол	1	1
73.	Пропиконазол + тебуконазол	2	8
74.	Пропиконазол + тебуконазол+эпоксиконазол	1	1
75.	Пропиконазол + флутриафол+дифеноконазол	1	1
76.	Пропиконазол + ципроконазол	21	18
77.	Протиоконазол+дифеноконазол	0	2

78.	Протиоконазол+пираклостробина+тебуконазол	0	1
79.	Протиоконазол+ пикоксистробин	0	1
80.	Протиоконазол+пираклостробина	0	1
81.	Протиоконазол + трифлуксистробин	0	1
82.	Протиоконазол + флудиоксонил+азоксистробин	0	1
83.	Протиоконазол + тебуконазол + флудиоксонил	0	1
84.	Протиоконазол+тебуконазол+биксафен	0	1
85.	Протиоконазол + тебуконазол	4	7
86.	Протиоконазол + флуоксастробин	1	1
87.	Прохлораз+ имазалил+ тебуконазол	1	1
88.	Прохлораз+ крезоксим-метил+ тебуконазол	0	1
89.	Прохлораз + пропиконазол	1	1
90.	Прохлораз + тебуконазол	1	1
91.	Прохлораз+тиабендазол+ципроконазол	1	1
92.	Прохлораз+тритиконазол+азоксистробин	1	1
93.	Прохлораз+фенпропидин+тебуконазол	0	1
94.	Седаксан + флудиоксонил + тебуконазол	0	1
95.	Спироксамин + протиоконазол	1	1
96.	Спироксамин + тебуконазол + триадименол	1	1
97.	Спироксамин + тебуконазол + протиоконазол	1	1
98.	Тебуконазол	25	26
99.	Тебуконазол + биксафен	1	1
100.	Тебуконазол + флуоксастробин	0	1
101.	Тебуконазол + пираклостробин + протиоконазол	0	1
102.	Тебуконазол + триадименол	0	1
103.	Тебуконазол + триадимефон	0	1
104.	Тебуконазол + крезоксим-метил	0	1
105.	Тебуконазол + крезоксим-метил + эпоксиконазол	1	1
106.	Тебуконазол + пропиконазол + ципроконазол	0	1
107.	Тебуконазол + флутриафол+ азоксистробин	0	1
108.	Тебуконазол + ципроконазол	0	1
109.	Тебуконазол + тиабендазол + имазалил	1	1
110.	Тебуконазол + флутриафол	3	4
111.	Тетраконазол	1	1
112.	Тиабендазол + тебуконазол	3	2
113.	Тиабендазол + тритиконазол	0	1
114.	Тиабендазол + тебуконазол + имазалил	6	7
115.	Тиабендазол + флутриафол	9	4
116.	Тиаметоксам+дифеноконазол+мефеноксам	1	1
117.	Тиаметоксам+дифеноконазол+флудиоксонил	1	3
118.	Тиаметоксам+седаксан+флудиоксонил+тебуконазол	0	1
119.	Тиаметоксам + тритиконазол	1	1
120.	Тиаметоксам + протиоконазол + азоксистробин	0	1
121.	Тиаметоксам+флудиоксонил+тебуконазол	1	1
122.	Тиофанат-метил	1	2
123.	Тиофанат-метил +флутриафола	0	1
124.	Тирам + дифеноконазол	0	1
125.	Тирам + тебуконазол	2	2
126.	Тирам + тебуконазол+азоксистробин	0	1
127.	Тирам+тритиконазол+пираклостробин	0	1

128.	Триадимефон	3	2
129.	Тритиконазол	2	2
130.	Тритиконазол + пираклостробин	1	1
131.	Тритиконазол + прохлораз	1	2
132.	Фенпропидин + пропиконазол	0	1
133.	Ацетамиприд + флудиоксонил + ципроконазол	0	1
134.	Ацетамиприд + флудиоксонил + дифеноконазол	0	1
135.	Ацетамиприд + прохлораз + протиоконазол + азоксистробин	0	1
136.	Ацетамиприд + прохлораз + тебуконазол+ пираклостробин	0	1
137.	Флудиоксонил + азоксистробин	0	1
138.	Флудиоксонил + тебуконазол+азоксистробин	1	2
139.	Флудиоксонил + тритиконазол	1	1
140.	Флудиоксонил + ципроконазол	1	
141.	Флуксапироксад	1	1
142.	Флуксапироксад + тритиконазол + флудиоксонил	0	1
143.	Флуксапироксад+эпоксиконазол	1	1
144.	Флутриафол + азоксистробин	1	1
145.	Флутриафол + карбендазим	1	1
146.	Флутриафол + тебуконазол + имазаил	1	1
147.	Флутриафол + тиабендазол + имазаил	1	2
148.	Флудиоксонил +флутриафол	1	1
149.	Хлороталонил	1	3
150.	Ципроконазол	3	2
151.	Эпоксиконазол	1	1
152.	Эпоксиконазол+метконазол	1	1
153.	Эпоксиконазол + пираклостробин + флуксапироксад	0	1
154.	Эпоксиконазол+фенпропиморф	1	2
155.	Эпоксиконазол+ципроконазол	2	2
156.	Эпоксиконазол + пираклостробин + боскалид	0	1
Всего		196	291