

На правах рукописи



Гвоздева Мария Сергеевна

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ОСНОВНЫХ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Краснодар – 2023

Работа выполнена на базе лаборатории иммунитета растений к болезням федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР), г. Краснодар

Научный руководитель: доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории иммунитета растений к болезням ФГБНУ ФНЦБЗР
Волкова Галина Владимировна

Официальные оппоненты: **Глазунова Наталья Николаевна**
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», профессор кафедры химии и защиты растений

Колесников Леонид Евгеньевич
кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой защиты и карантина растений

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской»

Защита диссертации состоится «19» декабря 2023 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.019.06 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, главный корпус, аудитория 106.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета и на сайтах: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» – www.kubsau.ru и ВАК – <http://vak.ed.gov.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук

 Оксана Александровна Гуторова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Возрастающие требования к снижению пестицидной нагрузки на агроэкоценоз определяют острую необходимость в проведении исследований в данном направлении. Считается, что более 98 % распыляемых пестицидов достигают места назначения, отличного от их целевых объектов, становясь причиной загрязнения воздуха, воды и почвы (Pérez-Lucas et al., 2019). Из-за длительного распада действующих веществ использование химических препаратов приводит к их накоплению в окружающей среде и растениях (Илларионов, 2014). Расширение объемов применения биологических фунгицидов позволит снизить негативные последствия на агроценоз и обеспечит получение безопасной сельскохозяйственной продукции. Поэтому проведенные нами исследования по научному обоснованию биологической защиты озимой пшеницы от основных грибных болезней в центральной зоне Краснодарского края соответствуют современным потребностям населения страны и являются актуальными в сельскохозяйственном растениеводстве.

Степень разработанности темы. Озимая пшеница относится к наиболее ценным продовольственным культурам и распространена в большинстве стран мира, поэтому исследования, направленные на экологизацию защиты озимой пшеницы от комплекса экономически значимых заболеваний проводятся во многих регионах. За рубежом этому вопросу уделено внимание большого числа исследователей. Ведется разработка биологического контроля пшеницы против корневой гнили фузариозной этиологии (Spagnoletti et al., 2021), желтой ржавчины (Reiss, Jorgensen, 2017), мучнистой росы (Xie et al., 2021), септориоза листьев (Samain et al., 2017).

На территории Российской Федерации детально эту проблему изучают в Воронежской области (Власова и др., 2018), Алтайском крае (Манылова и др., 2018), Саратовской области (Спиридонов и др., 2017), Орловской области (Зевакин, Резвякова, 2020). В условиях Краснодарского края учеными также ведется изучение влияния применения биологических фунгицидов на развитие фитопатогенов озимой пшеницы (Жевнова и др., 2019; Асатурова и др., 2019; Пикушова и др., 2020). Применение экологически малоопасных препаратов позволяет снизить степень поражения растений пшеницы ризоктониозно-пиренофорозным комплексом заболеваний (Андросова, 2018). Высев сортосмесей позволяет сдерживать развитие ржавчинных болезней (Волкова и др., 2018; 2020; 2021). Учитывая тот факт, что площади применения биологических фунгицидов на озимой пшенице в условиях интенсивного производства Краснодарского края малы, важно проводить

исследования в этой области и расширять объемы использования малоопасных пестицидов.

Цель исследований: научное обоснование биологической защиты озимой пшеницы от основных грибных болезней в центральной зоне Краснодарского края.

Задачи исследований:

1. Оценить эффективность биологических протравителей против семенной и почвенной инфекции озимой пшеницы.
2. Оценить эффективность биологических фунгицидов против листовых заболеваний озимой пшеницы.
3. Изучить влияние химических фунгицидов на изменение агрессивности и вирулентности популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы.
4. Изучить влияние биологических фунгицидов на изменение вирулентности популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы.
5. Разработать элементы биологической защиты озимой пшеницы от основных грибных болезней на сортах, различающихся по устойчивости, в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Научная новизна. Разработаны элементы биологической защиты озимой пшеницы на сортах с различной степенью устойчивости к основным грибным болезням (устойчивый сорт Сварог, восприимчивый сорт Гром), основанные на предпосевной обработке семян фунгицидом Витаплан, СП (20 г/т), в фазу выхода в трубку – Витаплан, СП (40 г/га), в фазу начала цветения – Трихоцин, СП (40 г/га), в фазу молочной спелости – Псевдобактерин-2, Ж (1,0 л/га). Получены новые знания о влиянии биологических фунгицидов Бактофит, СП и Псевдобактерин – 2, Ж на вирулентность популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы. Определено влияние фунгицида на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) и двухкомпонентного фунгицида на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) на вирулентность и агрессивность популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы. Установлено снижение чувствительности северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы к фунгициду на основе тебуконазола 250 г/л (Колосаль, КЭ).

Теоретическая значимость. Установлено снижение вирулентности и агрессивности северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы под действием химического фунгицида на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) и двухкомпонентного фунгицида на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ). Выявлено снижение чувствительности патогена к фунгициду на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ). Установлено отсутствие влияния биологических фунгицидов Бактофит, СП и

Псевдобактерин – 2, Ж на вирулентность северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы. Полученные результаты важны для теоретического понимания внутривидовой структуры и изменчивости возбудителя бурой ржавчины пшеницы под влиянием фунгицидов.

Практическая значимость. Разработанные элементы биологической защиты озимой пшеницы от основных грибных болезней прошли апробацию в ООО «АгроМир Сидс» Краснодарского края и предложены для сельскохозяйственного производства, ориентированного на получение экологически безопасной продукции. Экспериментально доказано снижение чувствительности северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины к фунгициду на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ). Сельхозтоваропроизводителям, использующим препараты с таким действующим веществом, рекомендовано отдавать предпочтение комбинированным фунгицидам или чередовать однокомпонентные препараты с различным механизмом действия.

Методология и методы исследований. Исследования выполнены по общепринятым фитопатологическим методикам и ГОСТам.

Положения, выносимые на защиту:

1. Влияние фунгицида на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) и двухкомпонентного фунгицида на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) на изменение чувствительности и патогенности популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы.

2. Влияние биологических фунгицидов на основе бактерии *Pseudomonas aureofaciens* штамм BS 1393 (Псевдобактерин – 2, Ж) и *Bacillus subtilis* штамм ИПМ 215 (Бактофит, СП) на изменение вирулентности популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы.

3. Различная отзывчивость на применение биологических фунгицидов устойчивого (Сварог) и восприимчивого (Гром) к основным грибным болезням сортов озимой пшеницы.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждена трехлетними испытаниями, использованием математических методов обработки данных, подтверждена их практическим применением.

Основные результаты диссертационной работы были доложены на 20 российских и международных научно – практических конференциях. Наиболее значимые из них: VII Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в науке и образовании», 4 - 9 сентября 2019 г., п. Дивноморское, Геленджикский район; Юбилейная международная научно-практическая конференция «Современные методы и проблемы селекции, семеноводства и технологии возделывания

зерновых и кормовых культур», 26 - 27 ноября 2020 г., г. Зерноград; VI Международная научно-практическая онлайн - конференция «Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы», 25-26 ноября 2020 г., г. Майкоп; VI Международная научная конференция «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки» 4-8 октября 2021 г., Симферополь; Международная научно-практическая конференция «От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК», 24-25 марта 2022 г., г. Екатеринбург; XVI Международная научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса», 2 марта 2023 г., г. Ростов-на-Дону; XI Международная научно-практическая конференция «Защита растений от вредных организмов», 19-23 июня 2023 г., г. Краснодар.

Личный вклад соискателя. Автор принимала непосредственное участие в постановке и проведении опытов, обработке полученных данных, подготовке и написании публикаций и диссертационной работы.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 174 страницах компьютерного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, предложений производству, списка использованной литературы из 218 источников, в том числе 68 источников иностранных авторов. Диссертационная работа содержит 30 таблиц, 29 рисунков и 6 приложений.

Публикации результатов исследований. По теме диссертации зарегистрирована одна база данных и опубликовано 12 работ, из которых 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 3 – в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus, WoS, 6 – в прочих изданиях.

Глава I. ПАТОКОМПЛЕКС ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ КУЛЬТУРЫ (обзор литературы)

В первой главе представлен аналитический обзор литературы по характеристике основных заболеваний озимой пшеницы в условиях юга России. Описаны основы химического и биологического методов защиты пшеницы от фитопатогенов. Раскрыта проблема формирования резистентности патогенов к фунгицидам.

Глава II. МЕСТО, УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в г. Краснодар на опытных полях Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР) в 2019-2021 гг. Почвенный покров характеризуется черноземом выщелоченным мицелярно - карбонатным (черноземы глубокие

выщелоченные) со слабокислой реакцией (рН 5,5...6,5). Рыхлые почвообразующие породы – глинистые и тяжелосуглинистые (Национальный атлас..., 2015). Гумус в пахотном слое почвы – гуматный, составляет 3,0-4,5 %, постепенно уменьшающийся с глубиной. Содержание общего азота – 0,20 %, подвижного фосфора – 18,2 мг/100 г почвы, обменного калия – 30,6 мг/100 г (Слюсарев, 2018). Погодные условия вегетационного сезона 2019 г. и 2021 г. были благоприятными, как для роста растений пшеницы, так и для развития фитопатогенов. В 2020 г. погода существенно отличалась недостатком влаги и возвратными морозами. Агротехнические приемы в опытах общепринятые для выращивания озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края.

Объектами исследования являлись плесневые грибы родов *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, возбудитель корневой и прикорневой гнили (*Fusarium spp.*), возбудители септориоза листьев (*Septoria tritici*), желтой пятнистости (*Pyrenophora tritici-repentis*), бурой ржавчины (*Puccinia triticina*). Материалами исследования являлись биологические и химические фунгициды, разрешенные для применения на территории РФ, и опытный образец биопрепарата на основе бактерии *Bacillus subtilis* штамма ВЗР 336г; сорта озимой пшеницы Гром и Сварог селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар). Предметом исследования являлась динамика развития заболеваний (фузариозная корневая гниль, септориоз листьев, желтая пятнистость, бурая ржавчина, чернь и фузариоз колоса); биологическая, хозяйственная и экономическая эффективность фунгицидов на основе живых микроорганизмов и химического происхождения против основных грибных болезней; чувствительность популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы к химическим фунгицидам Колосаль, КЭ и Абакус Ультра, СЭ и патогенность гриба под их влиянием; изменение вирулентности популяции *P. triticina* под влиянием биологических фунгицидов Бактофит, СП и Псевдобактерин-2, Ж.

Полевые испытания проводили согласно методике полевого опыта (Доспехов, 2011). Учет динамики развития заболеваний вели согласно методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (Долженко и др., 2009). Биологическую эффективность рассчитывали по формуле Аббота. Фитоэкспертизу семенного материала выполняли согласно ГОСТу 12044-93. Достоверность различий между вариантами оценивали по показателю НСР (наименьшая существенная разница), которую рассчитывали с помощью компьютерной программы Microsoft Excel. Оценку экономической эффективности проводили по методике Н.Р. Гончарова (Гончаров, 2017).

Лабораторные испытания проводили в условиях камер искусственного климата и тепличного комплекса. Размножение и

накопление биоматериала возбудителя бурой ржавчины вели на восприимчивом к патогену сорте озимой пшеницы Краснодарская 99 (Анпилогова и др., 2000). Анализ вирулентности проводили с использованием набора близкородственных линий пшеницы сорта Thatcher, несущих гены устойчивости *Lr* (Волкова и др., 2009). Тип реакции поражения растений бурой ржавчиной оценивали по шкале Mains и Jackson (Roelfs et al., 1992). Различия между изолятами популяции *P. triticina* по фенотипическому составу и частоте аллелей вирулентности определяли по индексу Нея (Nei distance., 2007). Степень поражения растений определяли в процентах по шкале Peterson et al. (Койшибаев, 2012). После воздействия на популяцию патогена химическими фунгицидами определяли показатели агрессивности. Длительность латентного периода рассчитывали с момента инокуляции до проявления первых признаков заболевания (Пыжикова, 1972). Длительность споруляции определяли с начала раскрытия пустул до завершения споруляции (Санин и др., 1975). Спорулирующую способность рассчитывали путем отношения количества пустул к массе собранного биоматериала (Санин и др., 1975). Чувствительность возбудителя бурой ржавчины пшеницы к фунгицидам определяли расчетом показателей СК₅₀ и СК₉₅ путем построения пробит – регрессии с использованием программного обеспечения Statgraphics 19. В исследованиях использовали материально-техническую базу УНУ «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» (<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/671925/>) и объекты биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов».

Глава III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка эффективности биологических протравителей против семенной и почвенной инфекции озимой пшеницы

В опыте были использованы 10 биологических фунгицидов, разрешенных для применения против фитопатогенов на озимой пшенице, в рекомендованной норме применения и один опытный образец биопрепарата на основе штамма бактерии *Bacillus subtilis* BZR 336g (3,0 л/т). В качестве химического эталона применяли протравитель Максим, КС (2,0 л/т).

Патогенный комплекс на семенном материале озимой пшеницы сорта Гром был представлен грибами *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.*, *Rhizopus spp.*, *Aspergillus spp.* Доминировали грибы рода *Alternaria*, частота встречаемости была 31 %. Общая зараженность семян озимой пшеницы за годы исследований составила 39 % (рисунок 1). Наиболее эффективными против семенной инфекции были фунгициды Псевдобактерин – 2, Ж (53,8 %) и Витаплан, СП (56,4 %). Опытный

образец биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР показал эффективность на уровне 51,3 %. Химический фунгицид Максим, КС сдерживал развитие семенной инфекции на 100 %.

Учет корневых гнилей проводили в фазу кущения (осенний, Z 25 и весенний вегетационный период, Z 29-30) и молочно-восковой спелости (Z 77-83). В осенний период заболевание не было отмечено. В фазу кущения развитие на контроле (без обработки) составило 17,4 %. Наиболее эффективными против корневых гнилей были биопрепараты Витаплан, СП (100 %), Бисолбисан, Ж (84,5 %), опытный образец биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР, Ж (74,1 %). Химический фунгицид Максим, КС сдерживал развитие заболеваний на 58,6 %.

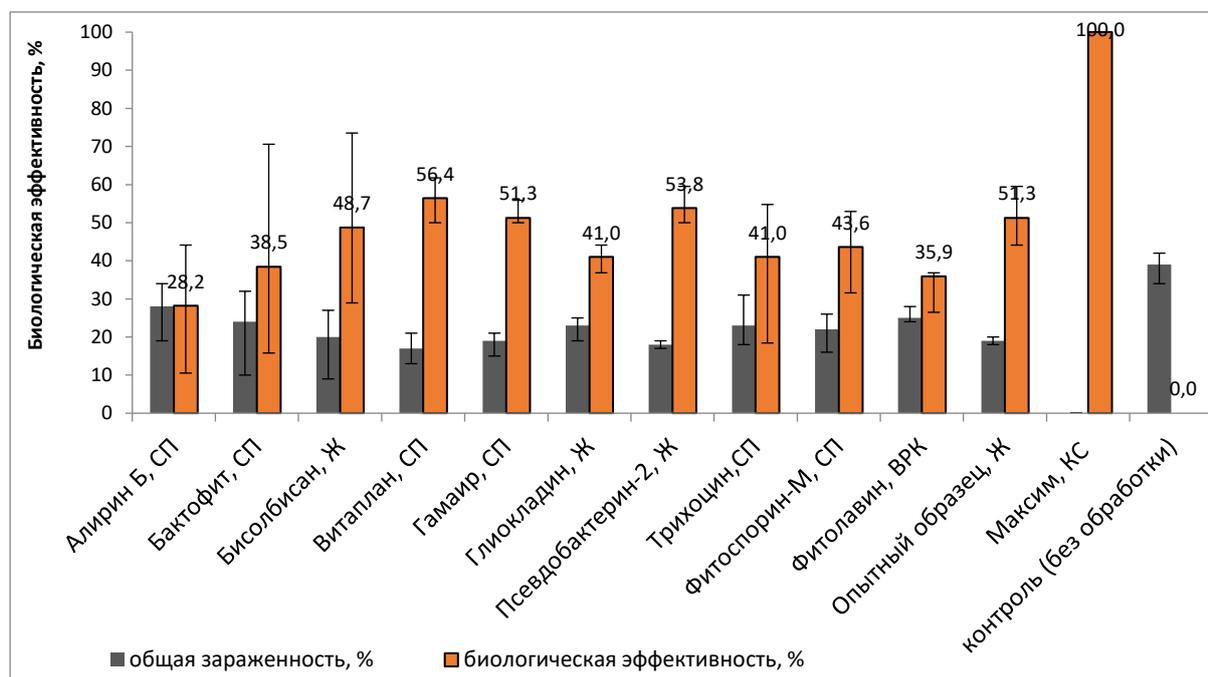


Рисунок 1 - Общая зараженность и биологическая эффективность протравителей против семенной инфекции на озимой пшенице сорта Гром, 2018-2021 гг.

В фазу молочно-восковой спелости среднее развитие заболевания на контроле (без обработки) составило 49,4 %. Из 11-ти изученных биопрепаратов наиболее эффективными против прикорневой гнили фузариозной этиологии были опытный образец биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР, Ж (46,0 %), Глиокладин, Ж (43,9 %) и Трихоцин, СП (41,1 %). Химический эталон Максим, КС показал лучший результат, биологическая эффективность составила 57,7 %.

Применение биологических протравителей против фитопатогенов влияло на урожайность озимой пшеницы (таблица 1). Этот показатель варьировал от 46,0 ц/га (контроль (без обработки)) до 48,8 ц/га (Витаплан, СП и Псевдобактерин-2, Ж). Применение биопрепаратов Витаплан, СП и Псевдобактерин-2, Ж позволило сохранить по 2,8 ц/га урожая зерна

озимой пшеницы в сравнении с контролем (без обработки). В варианте с химическим фунгицидом Максим, КС прибавка составила 3,5 ц/га.

Чистый доход на сорте Гром в вариантах с использованием биологических протравителей варьировал от 31365,3 руб./га (Фитолавин, ВРК) до 35285,3 руб./га (Псевдобактерин – 2, Ж). Уровень рентабельности применения биофунгицидов Псевдобактерин – 2, Ж и Витаплан, СП был выше в сравнении с остальными вариантами и составил 93,1 % и 93,0 % соответственно.

Таблица 1 - Влияние применения биологических протравителей на урожайность озимой пшеницы, сорт Гром, полевой стационар ФГБНУ ФНЦБЗР, 2018-2021 гг.

Варианты опыта	Норма применения	Урожай зерна, ц/га	
		общий	сохраненный
Алирин Б, СП	5 г/т	48,2±3,3	2,2
Бактофит, СП	3 кг/т	48,4±3,1	2,4
Бисолбисан, Ж	1 л/т	46,9±4,4	0,9
Витаплан, СП	20 г/т	48,8±2,8	2,8
Гамаир, СП	5 г/т	48,2±2,9	2,2
Глиокладин, Ж	2 л/т	48,5±2,8	2,5
Псевдобактерин-2, Ж	1 л/т	48,8±2,9	2,8
Трихоцин, СП	20 г/т	48,5±2,9	2,5
Фитоспорин-М, СП	500 г/т	47,2±3,9	1,2
Фитолавин, ВРК	2 л/т	46,7±4,2	0,7
опытный образец биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР, Ж	3 л/т	48,5±3,0	2,5
Максим, КС (химический эталон)	2 л/т	49,5±2,7	3,5
контроль (без обработки)	-	46,0±4,0	-
НСР ₀₅		1,3	
НСР ₀₅ (по фактору А – погодные условия) = 0,9 ц/га; НСР ₀₅ (по фактору В – фунгициды) = 0,7 ц/га; НСР ₀₅ (для частных различий) = 1,3 ц/га			
Влияние фактора А (погодные условия) 64,1 %; влияние фактора В (фунгициды) 24,4 %; влияние взаимодействия АВ 6,2 %; влияние случайных факторов 5,3 %			

Таким образом, обработка перед посевом семенного материала сорта Гром фунгицидом Псевдобактерин – 2, Ж (норма применения 1,0 л/т) и Витаплан, СП (норма применения 20 г/т) наиболее экономически выгодна из изученных вариантов и эффективна против семенной инфекции и корневой гнили фузариозной этиологии.

Оценка эффективности биологических фунгицидов против листовых заболеваний озимой пшеницы

Оценку эффективности биологических фунгицидов проводили на сорте озимой пшеницы Гром. В опыте были использованы препараты Витаплан, СП (40 г/га), Гамаир, СП (10 г/га), Псевдобактерин-2, Ж (1,0 л/га), Ризоплан, Ж (1,0 л/га), Трихоцин, СП (40 г/га), Фитоспорин-М, СП (3,0 кг/га), опытный образец биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР, Ж (3,0 л/га). В качестве химического эталона использовали препарат Амистар Экстра, СК (0,8 л/га). Обработки биологическими фунгицидами были проведены в фазы выхода в трубку (Z 37-39), конца колошения (Z 57-59) и молочной спелости (Z 75-77), химическим фунгицидом – в фазы выхода в трубку (Z 37-39), конца колошения (Z 57-59).

В годы исследований в весенне – летний вегетационный период на озимой пшенице были отмечены такие заболевания как септориоз листьев, желтая пятнистость, бурая ржавчина. Также встречались единичные проявления мучнистой росы, желтой ржавчины и фузариоза колоса.

Первые симптомы септориоза листьев отмечены в контроле (без обработки) в фазу кущения. До фазы колошения отмечен рост развития заболевания до 5,1 %, далее интенсивность снижалась и в фазу молочно - восковой спелости септориоз не обнаружен. Лучший результат по эффективности против заболевания, при максимальном его развитии в фазу колошения, обеспечило применение биофунгицидов Гамаир, СП и Псевдобактерин-2, Ж. Биологическая эффективность составила по 58,8 %. Химический эталон Амистар Экстра, СК сдерживал развитие заболевания на 90,2 %.

Первые проявления желтой пятнистости листьев отмечены в контроле (без обработки) в фазу конца выхода в трубку. С фазы цветения до молочной спелости наблюдался интенсивный рост заболевания, развитие увеличилось с 4,3 % до 16,0 %. В фазу восковой спелости развитие достигло 23,0 %. С увеличением интенсивности заболевания биологическая эффективность фунгицидов снижалась. В фазу восковой спелости лучший результат по эффективности против заболевания обеспечило применение опытного образца биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР (45,7 %) и Трихоцина, СП (47,4 %). Химический эталон Амистар Экстра, СК сдерживал развитие заболевания на 77,8 %.

Первые симптомы возбудителя бурой ржавчины пшеницы в годы исследований отмечены в начале колошения. В 2019 году заболевание не встречалось, в 2020 году установлено максимальное развитие в контроле (без обработки) в фазу восковой спелости (23,6 %). Последующий год (2021) характеризовался эпифитотийным развитием патогена, в фазу восковой спелости этот показатель составил 57,2 %.

Биологическая эффективность фунгицидов в фазу колошения при развитии заболевания менее 1 % во всех вариантах составила 100 % (рисунок 2). По мере увеличения развития бурой ржавчины эффективность препаратов снижалась, в фазу восковой спелости этот показатель во всех вариантах с применением биофунгицидов был менее 15,3 %. Химический эталон Амистар Экстра, СК сдерживал развитие заболевания на 71,5 %.

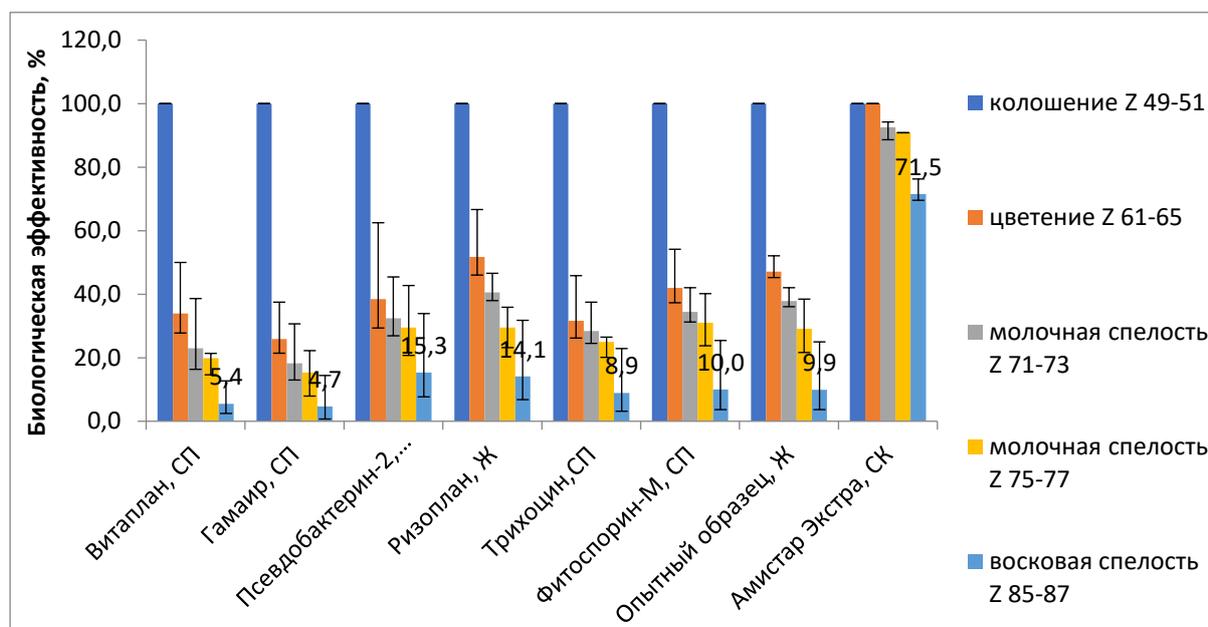


Рисунок 2 – Биологическая эффективность фунгицидов против бурой ржавчины озимой пшеницы, сорт Гром, полевой стационар ФГБНУ ФНЦБЗР, 2019 - 2021 гг.

Обработка посевов озимой пшеницы биофунгицидами Трихоцин, СП, Фитоспорин-М, СП, опытным образцом биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР, Ж позволила значительно сохранить урожай зерна, этот показатель составил 6,6 ц/га, 6,7 ц/га и 6,3 ц/га соответственно (таблица 2). В варианте с химическим фунгицидом Амистар Экстра, СК сохраненный урожай составил 11,5 ц/га.

При статистическом анализе данных между вариантами и контролем (без обработки) по урожайности установлены достоверные различия. При этом существенных различий между вариантами с применением биологических фунгицидов Витаплан, СП, Гамаир, СП, Псевдобактерин-2, Ж, Ризоплан, Ж не выявлено, также, как и между вариантами с применением препаратов Трихоцин, СП, Фитоспорин-М, СП, опытного образца биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР, Ж.

Чистый доход на сорте Гром в вариантах с использованием биологических фунгицидов варьировал от 46907,4 руб./га (Гамаир, СП) до 52994,6 руб./га (Трихоцин, СП). Рентабельность применения биофунгицидов Псевдобактерин – 2, Ж и Трихоцин, СП была выше в

сравнении с остальными вариантами и составила 129,4 % и 131,0 % соответственно.

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на урожайность озимой пшеницы, сорт Гром, полевой стационар ФГБНУ ФНЦБЗР, 2019-2021 гг.

Вариант	Норма применения	Урожай зерна, ц/га	
		общий	сохраненный
Витаплан, СП	40 г/га	59,3 ±4,3	3,6
Гамаир, СП	10 г/га	58,8 ±4,5	3,1
Псевдобактерин-2, Ж	1 л/га	60,2 ±3,6	4,5
Ризоплан, Ж	1 л/га	58,9 ±4,5	3,2
Трихоцин, СП	40 г/га	62,3 ±3,2	6,6
Фитоспорин-М, СП	3 кг/га	62,4 ±1,9	6,7
опытный образец биопрепарата ФГБНУ ФНЦБЗР, Ж	3 л/га	62,0 ±3,4	6,3
Амистар Экстра, СК, (химический эталон)	0,8 л/га	67,2 ±4,0	11,5
Контроль (без обработки)	-	55,7 ±3,7	-
НСР ₀₅		2,1	
НСР ₀₅ (по фактору А – погодные условия) = 2,0 ц/га; НСР ₀₅ (по фактору В – фунгициды) = 1,6 ц/га; НСР ₀₅ (для частных различий) = 2,1 ц/га. Влияние фактора А (погодные условия) 74,6 %; влияние фактора В (фунгициды) 10,3 %; влияние взаимодействия АВ 7,0 %; влияние случайных факторов 6,1 %			

Таким образом, обработки в фазы выхода в трубку (Z 37-39), начала цветения (Z 57-59) и молочной спелости (Z 75-77) растений озимой пшеницы сорта Гром биологическими фунгицидами экономически выгодны и эффективны против пятнистостей листьев.

Влияние биологических фунгицидов на изменение вирулентности популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы

Впервые изучено влияние биологических фунгицидов на вирулентность популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы. Для исследования были использованы препараты Псевдобактерин – 2, Ж (1,0 л/га) и Бактофит, СП (3,0 кг/га). Средняя вирулентность исходной популяции (без обработки) составила 57,8 %. Под влиянием биологического фунгицида Псевдобактерин-2, Ж средняя вирулентность составила 66,5 %, под влиянием Бактофит, СП - 67,3 %.

При проведении статистического анализа рассчитан индекс Нея, показывающий степень влияния биопрепаратов на вирулентность популяции возбудителя бурой ржавчины. Согласно полученным данным, применение биофунгицидов Бактофит, СП и Псевдобактерин-2, Ж имеет

незначительное влияние на среднюю вирулентность, индекс Нея составил 0,0487 у.е. и 0,0489 у.е. соответственно.

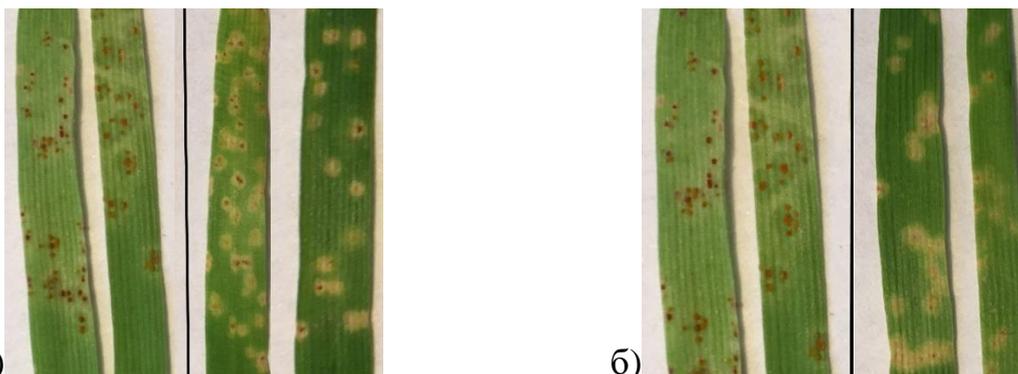
Проведена оценка влияния биологических фунгицидов на изменение фенотипического состава популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы. Так, в вариантах, с обработкой препаратами, отмечены изменения в реакции на заражение изогенных линий, несущих гены устойчивости *Lr24*, *Lr14b*. Тип поражения этих линий снижался с 2 баллов до «;» и 3 баллов до 2 соответственно. Тип реакции других изогенных линий оставался на уровне исходной популяции, не подвергавшейся обработке биологическими фунгицидами.

Таким образом, расширение ассортимента применения биофунгицидов является безопасным решением как экологических проблем в агроэкосистеме, так и проблем формирования резистентных форм в популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы.

Влияние химических фунгицидов на изменение агрессивности и вирулентности популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы

Изучено влияние фунгицида на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) и двухкомпонентного фунгицида на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) на изменение патогенности популяции возбудителя бурой ржавчины озимой пшеницы. Так, биологическая эффективность фунгицида на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) с рекомендованной нормой применения 0,5 л/га против *P. triticina* составила 77,5 %, что говорит о снижении к нему чувствительности патогена (рисунок 3 (а)). В опыте с применением рекомендованной нормы фунгицида на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) (1,0-1,5 л/га) эффективность была выше и составила 95,3 – 97,8 % (рисунок 3 (б)).

При оценке чувствительности возбудителя бурой ржавчины пшеницы к тебуконазолу, 250 г/л (Колосаль, КЭ) установлено, что показатели СК₅₀ и СК₉₅ для препарата составили 63 мг/мл и 217 мг/мл соответственно. Так, СК₉₅ существенно выше рекомендованной концентрации в рабочем растворе (125 мг/мл), используемом для защиты озимой пшеницы против *P. triticina*, СК₅₀ осталась на рекомендуемом уровне (65 мг/мл). Показатели СК₅₀ и СК₉₅ в опыте с применением фунгицида Абакус Ультра, СЭ составили 61,7 мг/мл и 128,4 мг/мл соответственно, что близко к значениям рекомендованной концентрации в рабочем растворе (49,9 мг/мл и 125 мг/мл) и доказывает высокую чувствительность популяции возбудителя к токсиканту.



а) слева – контроль (без обработки);
справа – вариант с рекомендованной
нормой применения фунгицида
Колосаль, КЭ (0,5 л/га)

б) слева – контроль (без обработки);
справа – вариант с рекомендованной
нормой применения фунгицида
Абакус Ультра, СЭ (1,5 л/га)

Рисунок 3 – Снижение поражения листьев озимой пшеницы возбудителем бурой ржавчины под действием химических фунгицидов, лаборатория ФГБНУ ФНЦБЗР, 2020 г.

Применение химических фунгицидов влияет на жизнеспособность урединиоспор *P. triticina* (рисунок 4). С увеличением нормы применения фунгицида на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) жизнеспособность изменялась от 83,3 % (норма применения 0,3 л/га) до 55,6 % (0,7 л/га).

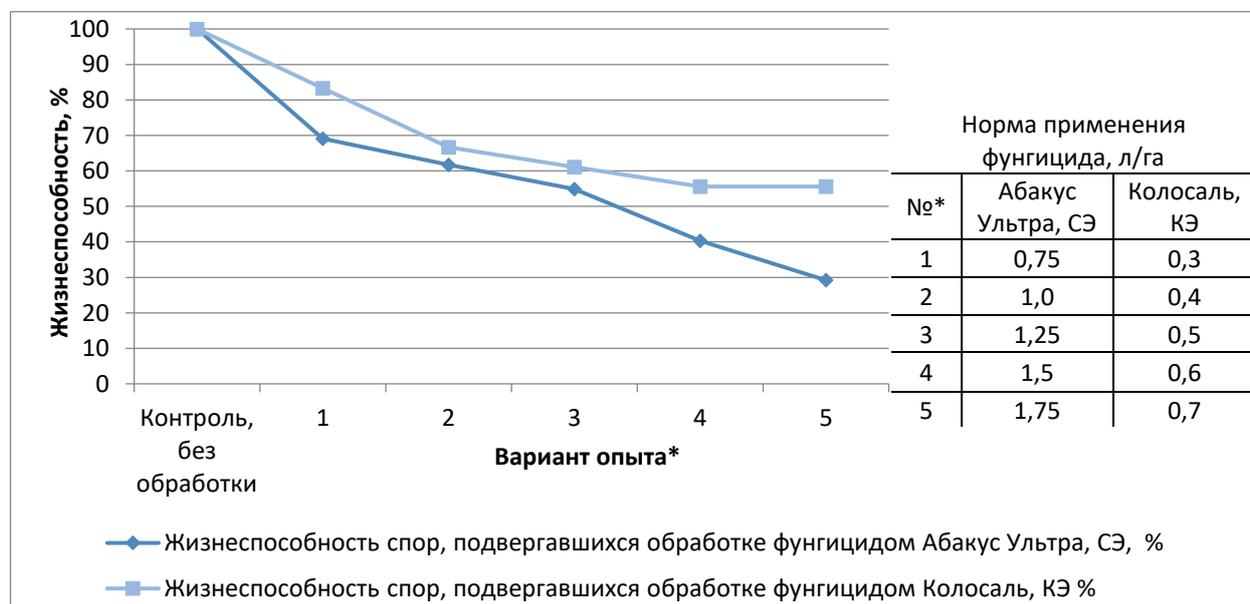


Рисунок 4 – Влияние разных норм применения фунгицидов на жизнеспособность спор бурой ржавчины, лаборатория ФГБНУ ФНЦБЗР, 2020 г.

В варианте с рекомендуемой нормой препарата 0,5 л/га жизнеспособность спор возбудителя составляла 61,1 %. В опыте с

обработкой растений озимой пшеницы двухкомпонентным фунгицидом на основе пиракlostробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) показатель жизнеспособности варьировал от 69,1 % (0,75 л/га) до 29,2 % (1,75 л/га). В варианте с рекомендуемой нормой фунгицида 1,0-1,5 л/га жизнеспособность спор возбудителя составляла 61,7 – 40,3 %.

Установлено влияние разных норм применения фунгицидов на показатели агрессивности популяции *P. triticina*. Длительность споруляции снижалась с увеличением нормы применения фунгицида на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) и варьировала от 13 суток (контроль (без обработки)) до 8 суток (нормы применения 0,6 и 0,7 л/га). Спорующая способность гриба также снижалась с увеличением нормы применения препарата. В контроле (без обработки) было собрано 0,07 мкг спор с одной пустулы. Меньшее количество спор отмечено в вариантах, обработанных фунгицидом, с нормами 0,6 л/га и 0,7 л/га и составило по 0,02 мкг. Длительность латентного периода возрастала с увеличением нормы применения препарата. Латентный период варьировал от 7 суток в (контроле (без обработки)) и до 9,7 суток (норма применения фунгицида 0,7 л/га).

В опыте с использованием двухкомпонентного фунгицида на основе пиракlostробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) агрессивность *P. triticina* также снижалась. С увеличением нормы применения Абакус Ультра, СЭ споруляция и ее длительность была значительно ниже, чем в опыте с применением фунгицида Колосаль, КЭ. Меньшее количество спор было собрано в варианте с повышенной нормой применения 1,75 л/га и составило 0,01 мкг. Длительность латентного периода возрастала с увеличением нормы применения препарата. Латентный период варьировал от 6,5 суток в (контроле (без обработки)) и до 10,5 суток (норма применения 1,75 л/га).

Изучено влияние фунгицида на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) и двухкомпонентного фунгицида на основе пиракlostробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) на вирулентность популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы. Средняя вирулентность популяции *P. triticina* в контроле (без обработки) составила 31,7 %, в варианте с нормой применения фунгицида Колосаль, КЭ 0,3 л/га - 29,1 %; 0,4 л/га - 25,8 %; 0,5 л/га - 24,0 %; 0,6 л/га - 22,1 %. При использовании повышенной нормы 0,7 л/га средняя вирулентность была в 1,6 раза меньше показателя в контроле (без обработки) и составила 19,9 %.

Согласно индексу Нея, максимальные различия ($N=0,149$ у.е.) по частоте изолятов, вирулентных к линиям с генами *Lr*, получены между исходной популяцией (контроль (без обработки)) и вариантом с пониженной нормой применения фунгицида (0,3 л/га). С увеличением

нормы применения препарата до рекомендуемой, значение индекса Нея снижалось до 0,04 у.е., а при дальнейшем увеличении нормы применения варьировало незначительно ($N=0,041-0,047$ у.е.).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при пониженных нормах применения фунгицида наблюдаются более значительные изменения структуры популяции по вирулентности фитопатогена.

Под влиянием двухкомпонентного фунгицида на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) средняя вирулентность популяции *P. triticina* в контроле (без обработки) составила 41,7 %, в варианте с нормой применения фунгицида 0,75 л/га - 37,2 %; 1,0 л/га - 29,0 %; 1,25 л/га - 22,5 %; 1,5 л/га - 21,3 %. При использовании повышенной нормы 1,75 л/га средняя вирулентность была в 2,7 раза меньше показателя в контроле (без обработки) и составила 19,5 %.

При расчете индекса Нея максимальные различия ($N=0,094$ у.е.) по частоте изолятов, вирулентных к линиям с генами *Lr*, получены между исходной популяцией (контроль (без обработки)) и вариантом с пониженной нормой применения фунгицида (0,75 л/га). С увеличением нормы применения препарата, значение индекса Нея варьировало от 0,039 до 0,077 у.е.

Таким образом, популяция возбудителя бурой ржавчины, подвергавшаяся обработке фунгицидом на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ) и двухкомпонентным фунгицидом на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ), характеризуется изменением структуры по агрессивности и вирулентности. Максимальные различия по частоте изолятов, вирулентных к линиям с генами *Lr*, получены между исходной популяцией (контроль (без обработки)) и вариантом с пониженной нормой применения фунгицидов Колосаль, КЭ и Абакус Ультра, СЭ (0,3 л/га и 0,75 л/га соответственно). Установлено снижение чувствительности северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы к фунгициду на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ). Чувствительность популяции *P. triticina* к двухкомпонентному фунгициду на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) остается на высоком уровне.

Разработка элементов биологической защиты озимой пшеницы на сортах, различающихся по устойчивости к основным грибным заболеваниям

Для разработки элементов биологической защиты озимой пшеницы против комплекса фитопатогенов был высеян устойчивый сорт (Сварог) и восприимчивый (Гром) к основным грибным заболеваниям. В опыте предусмотрено 3 способа защиты: биологическая (протравливание семян

фунгицидом Витаплан, СП, обработка по вегетации фунгицидами Витаплан, СП, Трихоцин, СП, Псевдобактерин-2, Ж); биологизированная (протравливание семян фунгицидом Витаплан, СП, обработка по вегетации фунгицидами Витаплан, СП, Амистар Экстра, КЭ); химическая защита (протравливание семян фунгицидом Максим, КС, обработка по вегетации фунгицидами Фундазол, СП, Амистар Экстра, КЭ).

В осенний вегетационный период в годы исследования на посевах озимой пшеницы развитие корневой гнили не было отмечено. В фазу весеннего кущения была выявлена корневая гниль преимущественно фузариозной этиологии. На устойчивом сорте Сварог в фазу молочно – восковой спелости в контроле (без обработки) развитие гнили на прикорневой части растений составило 55,4 %. Эффективность фунгицидов в варианте с биологической защитой была на уровне 33,9 %, в варианте с биологизированной защитой – 54,7 %, в варианте с применением химических фунгицидов – 54,9 %.

На восприимчивом сорте Гром в фазу молочно – восковой спелости развитие корневой гнили в контроле (без обработки) достигло 52,3 %. В варианте с биологической защитой эффективность фунгицидов составила 45,8 %, в варианте с биологизированной защитой – 54,9 %, в варианте с химической защитой – 51,2 %.

Из листовых заболеваний на озимой пшенице встречались септориоз, желтая пятнистость и бурая ржавчина.

Первые проявления септориоза листьев отмечены в контроле (без обработки) в фазу кущения. При максимальном развитии заболевания в фазу цветения на устойчивом сорте (Сварог) 6,9 %, на восприимчивом сорте (Гром) – 8,7 %, эффективность применения биологических фунгицидов составила 52,2 % и 66,7 % соответственно. Биологизированная защита способствовала снижению развития *S. tritici* на 72,5 % (устойчивый сорт Сварог) и 77,0 % (восприимчивый сорт Гром), химическая защита - на 82,6 % (устойчивый сорт Сварог) и 87,4 % (восприимчивый сорт Гром).

Первые проявления желтой пятнистости листьев отмечены в контроле (без обработки) в фазу конца выхода в трубку. При максимальном развитии заболевания в фазу восковой спелости на устойчивом сорте (Сварог) 11,5 %, на восприимчивом сорте (Гром) - 21,5 %, эффективность применения биологических фунгицидов составила 43,5 % и 53,0 % соответственно. Биологизированная защита способствовала снижению развития *P. tritici-repentis* на 52,2 % (устойчивый сорт Сварог) и 63,7 % (восприимчивый сорт Гром), химическая защита – на 63,5 % (устойчивый сорт Сварог) и 79,1 % (восприимчивый сорт Гром).

Бурая ржавчина пшеницы в годы исследования на сорте Сварог проявлялась в виде единичных пустул. На сорте Гром первые симптомы болезни выявлены в фазу конца трубкования, к восковой спелости

развитие составило 31,3 %. Эффективность применения биологических фунгицидов была 3,8 %. Биологизированная защита способствовала снижению развития на 11,8 %, химическая защита – на 78,9 %.

Применение фунгицидов против фитопатогенов в различных способах защиты способствовало сохранению урожая зерна озимой пшеницы в сравнении с контролем (без обработки) (таблица 3). На устойчивом сорте (Сварог) урожайность в контроле (без обработки) составила 52,8 ц/га, на восприимчивом сорте (Гром) - 49,1 ц/га.

Сохраненный урожай зерна в варианте с применением биологических фунгицидов на устойчивом сорте Сварог составил 9,3 %, на восприимчивом сорте Гром – 9,8 %; в варианте с биологизированной защитой – 11,6 % (устойчивый сорт Сварог) и 12,2 % (восприимчивый сорт Гром), в варианте с химической защитой – 16,5 % (устойчивый сорт Сварог) и 17,3 % (восприимчивый сорт Гром).

Таблица 3 – Влияние способов защиты на урожайность озимой пшеницы сортов Сварог и Гром, полевой стационар ФГБНУ ФНЦБЗР, 2019-2021 гг.

Способ защиты	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай зерна	
		ц/га	%
Устойчивый сорт (Сварог)			
Биологическая	57,7 ±7,8	4,9	9,3
Биологизированная	58,9 ±7,7	6,1	11,6
Химическая	61,5 ±8,1	8,7	16,5
Контроль (без обработки)	52,8 ±7,6	-	-
Восприимчивый сорт (Гром)			
Биологическая	53,9 ±8,4	4,8	9,8
Биологизированная	55,1 ±8,2	6,0	12,2
Химическая	57,6 ±9,1	8,5	17,3
Контроль (без обработки)	49,1 ±7,6	-	-
НСР ₀₅ (по фактору А – сорт) = 0,3 ц/га; НСР ₀₅ (по фактору В – погодные условия) = 0,3 ц/га; НСР ₀₅ (по фактору С – способ защиты) = 0,5 ц/га; НСР ₀₅ (для частных различий) = 0,9 ц/га. Влияние фактора А (сорт) 6,4 %; влияние фактора В (погодные условия) 75,8 %; влияние фактора С (способ защиты) 17,0 %; влияние взаимодействия АВС 0,04 %; влияние случайных факторов 0,3 %.			

Чистый доход на сорте Сварог в варианте с использованием биологической защиты достиг 46835,4 руб./га, при этом уровень рентабельности составил 117,9 %, что на 16,9 % больше в сравнении с химической защитой и на 10,6 % больше в сравнении с биологизированной защитой. Чистый доход на сорте Гром в варианте с использованием биологической защиты достиг 41301,4 руб./га, при этом уровень рентабельности составил 104,4 %, что на 15,4 % больше в

сравнении с химической защитой и на 9,7 % больше в сравнении с биологизированной защитой.

Таким образом, эффективность препаратов против корневой гнили фузариозной этиологии на восприимчивом сорте Гром была на 11,9 % выше в сравнении с устойчивым сортом Сварог, против септориоза листьев – на 14,5 %, против желтой пятнистости листьев – на 9,5 %. Восприимчивый сорт Гром оказался более отзывчивым на применение биологических фунгицидов.

Заключение

Из 11-ти изученных биологических фунгицидов высокая хозяйственная и экономическая эффективность против семенной и почвенной инфекции на озимой пшенице сорта Гром установлена в вариантах с применением препаратов Псевдобактерин – 2, Ж и Витаплан, СП. Применение этих биопрепаратов позволило сохранить по 2,8 ц/га урожая зерна озимой пшеницы. Рентабельность применения биофунгицидов Псевдобактерин – 2, Ж и Витаплан, СП была выше в сравнении с остальными вариантами и составила 93,1 % и 93,0 % соответственно.

Из семи изученных биологических фунгицидов высокая хозяйственная эффективность против листовых заболеваний установлена в вариантах с применением препаратов Трихоцин, СП и Фитоспорин-М, СП. Прибавка урожая зерна к контролю (без обработки) составила 6,6 ц/га и 6,7 ц/га соответственно. Высокая экономическая эффективность установлена в вариантах с применением препаратов Псевдобактерин – 2, Ж и Трихоцин, СП, уровень рентабельности составил 129,4 % и 131,0 % соответственно.

Применение биологических фунгицидов Бактофит, СП и Псевдобактерин-2, Ж не имеет значительного влияния на структуру популяции *P. triticina* по вирулентности, что подтверждает статистический анализ данных. Индекс Нея (Nei distance) составил по 0,049 у.е.

Установлено снижение чувствительности северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы к фунгициду на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ). СК₉₅ составила 217 мг/мл, что в 1,7 раз больше в сравнении с концентрацией в рекомендованном рабочем растворе (125 мг/мл). СК₅₀ (63 мг/мл) осталась на уровне рекомендованного рабочего раствора (65 мг/мл).

Чувствительность популяции возбудителя к двухкомпонентному фунгициду на основе пираклостробина, 62,5 г/л и эпоксиконазола, 62,5 г/л (Абакус Ультра, СЭ) остается на высоком уровне. СК₅₀ и СК₉₅ в опыте составили 61,7 мг/мл и 128,4 мг/мл соответственно, что близко к значениям рекомендованного рабочего раствора (49,9 мг/мл и 125 мг/мл).

Биологическая защита на сортах озимой пшеницы, отличающихся по устойчивости к основным грибным заболеваниям, оказалась наиболее экономически выгодной. На устойчивом сорте (Сварог) применение биологической защиты способствовало сохранению 9,3 % урожая зерна, на восприимчивом сорте (Гром) – 9,8 %, уровень рентабельности составил 117,9 % и 104,4 % соответственно.

Восприимчивый сорт (Гром) оказался более отзывчивым на применение биологических фунгицидов. Эффективность препаратов против корневой гнили фузариозной этиологии на сорте была на 11,9 % выше в сравнении с устойчивым сортом (Сварог), против септориоза листьев – на 14,5 %, против желтой пятнистости листьев – на 9,5 %.

Предложение производству

- Сельхозтоваропроизводителям рекомендовано применение биологической защиты устойчивого (Сварог) и восприимчивого (Гром) сортов озимой пшеницы при низком и среднем уровне развития грибных болезней, основанной на предпосевной обработке семян фунгицидом Витаплан, СП (20 г/т), в фазу выхода в трубку – Витаплан, СП (40 г/га), в фазу начала цветения – Трихоцин, СП (40 г/га), в фазу молочной спелости – Псевдобактерин-2, Ж (1,0 л/га). Более рентабельным является применение биологической защиты на устойчивом к основным грибным заболеваниям сорте (Сварог).
- Экспериментально доказано снижение чувствительности северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины к фунгициду на основе тебуконазола, 250 г/л (Колосаль, КЭ). Сельхозтоваропроизводителям, использующим препараты с таким действующим веществом, рекомендовано отдавать предпочтение комбинированным фунгицидам или чередовать однокомпонентные препараты с различным механизмом действия.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Научные публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Гвоздева, М. С. Оценка эффективности биологических протравителей против семенной и почвенной инфекции на озимой пшенице / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 7. – С. 43-48. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-10707.
2. Гвоздева, М. С. Защита озимой пшеницы от комплекса заболеваний в условиях центральной зоны Краснодарского края с преимущественным использованием биологических фунгицидов / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 3. – С. 18-25. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_3_18.

3. Гвоздева, М. С. Биологическая защита озимой пшеницы от основных грибных болезней в центральной зоне Краснодарского края / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Защита и карантин растений. – 2023. – № 9. – С. 16-18. – DOI 10.47528/1026-8634_2023_9_16.

Научные публикации в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus, WoS:

1. Гвоздева, М. С. Влияние фунгицида Колосаль на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы по признакам патогенности и чувствительности / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Микология и фитопатология. – 2022. – Т. 56. – № 1. – С. 52-63. – DOI 10.31857/S0026364822010044.
2. Гвоздева, М. С. Изучение влияния комбинированного фунгицида Абакус Ультра на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Юг России: экология, развитие. – 2022. – Т. 17, № 4(65). – С. 79-87. – DOI 10.18470/1992-1098-2022-4-79-87.
3. 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 (67). – С 140-151. – DOI: 10.18470/1992-1098-2023-2-140-151.

Научные публикации в прочих изданиях:

1. Гвоздева, М. С. Чувствительность возбудителя бурой ржавчины пшеницы к тебуконазолу / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Защита и карантин растений. – 2021. – № 7. – С. 36-37. – DOI 10.47528/1026-8634_2021_7_36.
2. Гвоздева, М. С. Эффективность биологических фунгицидов против пятнистостей листьев озимой пшеницы в условиях центральной зоны Краснодарского края / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2 (62). – С. 5-10. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-5-10.
3. Гвоздева, М. С. Чувствительность возбудителя бурой ржавчины пшеницы к фунгицидам триазоловой группы / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова, А. Г. Изварина, И. А. Жуйко // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 12. – С. 30-34. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_12_30.
4. Гвоздева, М. С. Оценка эффективности биологических протравителей против семенной инфекции на озимой пшенице / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции в рамках XXII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш», Ростов-на-Дону, 27 февраля – 01 2019 года / Донской государственный технический университет, Аграрный научный центр «Донской». – Ростов-на-Дону: Общество с

ограниченной ответственностью «ДГТУ-ПРИНТ», 2019. – С. 109-110. – DOI 10.23947/interagro.2019.2.109-110.

5. Гвоздева, М. С. Влияние фунгицида Колосаль, КЭ на изменение чувствительности северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова // Защита растений от вредных организмов: Материалы IX Международной научно-практической конференции, Краснодар, 17–21 июня 2019 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2019. – С. 53-55.
6. Гвоздева, М. С. Эффективность биологических фунгицидов против листовых заболеваний озимой пшеницы в условиях центральной зоны Краснодарского края / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова, В. Д. Агапова // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2019): сборник трудов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ДГТУ (РИСХМ), с. Дивноморское: Общество с ограниченной ответственностью «ДГТУ-ПРИНТ», 2019. – С. 75-78. – DOI 10.23947/itno.2019.75-78.

Свидетельство о регистрации базы данных:

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022622864 Российская Федерация. Биологическая защита озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) от экономически значимых болезней: № 2022622728: заявл. 01.11.2022: опубл. 14.11.2022 / М. С. Гвоздева, Г. В. Волкова; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений». – EDN LNERIM.

Гвоздева Мария Сергеевна

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ
ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ОСНОВНЫХ
ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Подписано в печать ____ . ____ . 2023 г. Формат 60x84 ¹/₁₆
Усл. печ. л. – 1,0. Тираж 100. Заказ № ____

Типография ИП Тасалов А.В. Переплетная мастерская
350044, г. Краснодар, ул. Северная, 81