

*На правах рукописи*

**Михно Людмила Алексеевна**

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИХ  
ПРИЕМОВ ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ КОМПЛЕКСА  
ФИТОПАТОГЕНОВ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ**

06.01.07 – защита растений

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2019

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
**Шутко Анна Петровна**

Официальные оппоненты: **Марьина-Чермных Ольга Геннадьевна**,  
доктор биологических наук, профессор,  
профессор кафедры технологии хранения и  
переработки продукции растениеводства  
ФГБОУ ВО «Марийский государственный  
университет»

**Шишкин Николай Васильевич**,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
ведущий научный сотрудник лаборатории  
иммунитета и защиты растений ФГБНУ  
«Аграрный научный центр «Донской»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
аграрный университет имени императора  
Петра I»

Защита состоится «21» марта 2019 года в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная площадь, д. 1.  
e-mail: [dissovet01@sgau.ru](mailto:dissovet01@sgau.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ на сайте [www.sgau.ru](http://www.sgau.ru)

Автореферат разослан « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Ставропольский край – один из лидеров среди зерносеющих регионов Российской Федерации. Однако современные системы земледелия, сложившиеся за последние 20 лет в Ставропольском крае, характеризуются коротко-ротационными севооборотами и ресурсосберегающими технологиями возделывания сельскохозяйственных культур. При этом поверхностная обработка почвы сопровождается увеличением в почве инфекционного запаса фитопатогенов, насекомых-вредителей и семян сорных растений, также выступающих в роли резерватора инфекционного начала, что существенно усугубляет фитосанитарное состояние агроценозов озимой пшеницы, даже несмотря на достаточно большой объем фунгицидных обработок.

Для предотвращения потерь от комплекса вредных организмов с целью получения высоких и качественных урожаев необходимо добиваться оптимизации фитосанитарного состояния посевов, руководствуясь такими приемами как возделывание устойчивых к патогенам сортов, совершенствование севооборотов и элементов технологии, в том числе научно-обоснованное применение средств защиты растений. В настоящее время в системе интегрированной защиты растений все большее практическое значение приобретает индуцированный иммунитет растений. Принципиально новые соединения, которые отличаются безопасностью с экологической точки зрения и меньшей токсичностью для человека и животных – это препараты на основе наночастиц серебра и других металлов.

В связи с этим, оценка различных сортов озимой пшеницы по поражаемости корневой гнилью и аэрогенными болезнями в конкретных агроклиматических условиях зоны неустойчивого увлажнения на черноземе выщелоченном, а также выявление роли и места индукторов иммунитета (четвертичных аммониевых соединений и их комбинаций с наносеребром) в общей системе интегрированной защиты растений от болезней – актуальная задача, имеющая теоретическое и практическое значение.

**Степень разработанности проблемы.** Применение иммуногенетических приемов защиты озимой пшеницы на черноземе выщелоченном зоны неустойчивого увлажнения до настоящего времени остается мало изученным; исследования четвертичных аммониевых соединений и препаратов наносеребра в практике защиты растений в целом носят единичный характер (И.П. Лодочкин и др., 1998; С.Л. Тютюрев, 2002; С.Н. Маслоброд, Ю.А. Миргород, В.Г. Бородина, С.А. Борщ, 2014; Н.А. Сасова, 2017). Фитосанитарная оценка сортов озимой пшеницы в конкретных агроклиматических условиях возделывания на юге России проводилась С.В. Шматко (2008), Е.В. Луговенко (2009), М.И. Зазимко (2011), А.П. Шутко (2013). Однако сортимент озимой пшеницы ежегодно обновляется, что требует проведения новых исследований. В соответствии с вышесказанным была намечена цель и определены задачи научного поиска.

**Цель работы** – совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы путем оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов с использованием иммуногенетических приемов защиты растений на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

– провести фитосанитарный мониторинг агроценоза и определить состав доминирующих болезней озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья;

– оценить фитосанитарное состояние агроценоза озимой пшеницы в зависимости от сортовых особенностей и применяемых защитных мероприятий;

– изучить биологическую эффективность индукторов болезнеустойчивости, выявить наиболее эффективные баковые смеси и нормы применения четвертичных аммониевых соединений и их комбинаций с наносеребром и обосновать их использование в системе интегрированной защиты озимой пшеницы от фитопатогенов;

– определить экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от применяемых приемов защиты.

В основу диссертации положены материалы научных исследований, выполненных лично автором и совместно с другими исследователями в соответствии с Перспективным планом подготовки научных и научно-педагогических кадров и научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» на 2016-2020 гг., раздел «Разработать берегающую биологизированную систему земледелия на адаптивно-ландшафтной основе, обеспечивающую рост урожайности возделываемых культур, снижение себестоимости производимой продукции, повышение почвенного плодородия и улучшение экологической обстановки», тема «Экологическая оптимизация системы интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней».

**Научная новизна исследований.** Впервые в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья на черноземе выщелоченном проведена сравнительная оценка сортов озимой пшеницы краснодарской селекции по поражаемости болезнями, в том числе фузариозной корневой гнилью, в результате которой установлено преимущество сорта Доля по иммунологической характеристике.

Установлено, что в зависимости от иммунологических свойств сорта озимой пшеницы отличаются по отзывчивости на обработку фунгицидами: наибольшую отзывчивость на предпосевную обработку семян проявил сорт Доля; на обработку фунгицидами во время вегетации - сорт Васса, как наиболее поражаемый аэрогенными болезнями.

Впервые выявлено преимущество применения препарата на основе действующего вещества дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,15%), в сравнении с более высокой концентрацией наносеребра (0,3%) по показателям энергии прорастания и лабораторной

всхожести семян. Положительный эффект отмечался только при самостоятельном применении, а в баковой смеси с фунгицидом выявлен эффект обратного действия.

Достоверно установлено, что в системе интегрированной защиты озимой пшеницы от фитопатогенов при двукратном применении четвертичных аммониевых соединений и их комбинации с наносеребром (предпосевная обработка семян и опрыскивание в период конец кущения - начало трубкования), ведущая фитосанитарная роль принадлежит ранне-весеннему опрыскиванию.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследований.** В расширение сведений оригинаторов об иммунологических свойствах сортов краснодарской селекции Доля, Васса и Гром дана их оценка по поражаемости фузариозной корневой гнилью в условиях зоны неустойчивого увлажнения на черноземе выщелоченном.

Дано агробиологическое обоснование применения четвертичных аммониевых соединений в качестве индукторов иммунитета, в том числе в комбинации с наносеребром, в системе интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней.

Проведена сравнительная оценка биологической эффективности совместного применения протравителя семян на основе действующих веществ дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) в сочетании с индуктором иммунитета на основании четвертичных аммониевых оснований с действующим веществом дидецилдиметиламмоний бромид (содержание действующего вещества 6,0%), в том числе обогащенного наносеребром, и выявлены самые эффективные комбинации.

Результаты исследований прошли производственную проверку в условиях ИП глава К(Ф)Х Битаров А.В. Минераловодского района Ставропольского края в 2018 году на площади 50 га с сохранением 7,6 т урожая зерна. Рентабельность внедрения составила 62,9%, а каждый затраченный рубль окупился 0,63 руб. чистой прибыли.

**Объект и предмет исследования.** Объект исследований – озимая пшеница (сорта Писанка, Гром, Васса, Доля). Предмет исследований – фитосанитарное состояние озимой пшеницы в зависимости от иммунологических свойств сорта и применения четвертичных аммониевых соединений и их комбинаций с наносеребром в качестве индукторов болезнеустойчивости на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья.

**Методология и методы исследований.** Методология исследований основана на изучении и анализе научной литературы отечественных и зарубежных авторов. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методами статистического анализа; эмпирические – лабораторные и полевые исследования, графическое и табличное отображение полученных результатов.

**Степень достоверности** подтверждается четырехлетним периодом проведения исследований с использованием современных методик закладки и проведения полевых и лабораторных опытов, статистической обработкой полученных экспериментальных данных.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались на научно-практических конференциях факультета экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (2014-2018 гг.); Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы экологии и природопользования» (Ставрополь, 2014, 2017); Всероссийской научно-практической конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными» (Ставрополь, 2015); региональной научно-практической конференции «Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе» (Ставрополь, 2016), Международной научно-практической конференции «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах» (Ставрополь, 2018).

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 10 научных статей, в том числе 2 – в рекомендованных ВАК РФ журналах.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 185 страницах машинописного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения и предложений производству; содержит 45 таблиц, 16 рисунков, 154 приложения. Список литературы включает 282 источника, из них 45 – зарубежных авторов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- фитосанитарное состояние посева озимой пшеницы, в том числе отзывчивость на проводимые защитные мероприятия, в зависимости от иммунологических свойств сорта;

- характер влияния четвертичных аммониевых соединений, в том числе в комбинации с наносеребром, на поражаемость растений озимой пшеницы комплексом фитопатогенов;

- урожайность озимой пшеницы в зависимости от сортовых особенностей и применяемых защитных мероприятий;

- показатели экономической эффективности рекомендуемых иммуногенетических приемов защиты растений от комплекса фитопатогенов.

**Личный вклад автора.** Автором выполнены полевые исследования и лабораторные анализы, обобщены полученные результаты, на основании которых сформулированы и обоснованы выводы работы. Рукопись диссертации и заключение редактировались руководителем.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую и сердечную благодарность за конструктивную помощь и поддержку, оказанную при выполнении и написании работы, научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук Анне Петровне Шутко, всем сотрудникам кафедры химии и защиты растений Ставропольского ГАУ.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Во введении* рассмотрено состояние проблемы, обоснована актуальность темы, поставлены цель и задачи, представлены основные положения, выносимые на защиту, охарактеризованы новизна, практическая и теоретическая значимость исследований.

*В первой главе* на основе изучения литературы анализируются распространенность и вредоносность таких экономически значимых болезней озимой пшеницы, как фузариозная корневая гниль, септориоз и пиренофороз; рассматриваются иммуногенетические приемы в системе интегрированной защиты озимой пшеницы от комплекса фитопатогенов, в том числе опыт применения нанопрепаратов в интенсивной технологии возделывания зерновых культур.

*Во второй главе* описаны почвенно-климатические условия зоны исследований. Приведены схемы опытов и методика исследований. Представлена характеристика сортов и препаратов, изучаемых в опыте.

Исследования проводились на кафедре химии и защиты растений Ставропольского государственного аграрного университета, в лаборатории фитосанитарного мониторинга, полевые – в условиях учебно-опытной станции Ставропольского ГАУ (зона неустойчивого увлажнения). Среднегодовая температура воздуха  $+9,2^{\circ}\text{C}$ , годовая сумма осадков составляет 551 мм. Для данной зоны характерно неравномерное выпадение осадков и неустойчивое увлажнение в разные годы. Почва опытной станции относится к ценным с сельскохозяйственной точки зрения типам почв – чернозем выщелоченный, малогумусный тяжелосуглинистый.

Период проведения исследований характеризовался в основном более теплыми погодными условиями, по сравнению со среднемноголетними показателями. Исключение составил 2016-2017 сельскохозяйственный год, который отличался низкими температурами, по сравнению со среднемноголетними показателями в декабре, апреле и мае. По уровню увлажнения, самым засушливым был 2014-2015 сельскохозяйственный год, избыточно увлажненным – 2017-2018 сельскохозяйственный год (с декабря по апрель отмечалось регулярное выпадение осадков, превышающих среднемноголетние показатели от 61 до 185%).

В первом полевым опыте выполнялась сравнительная оценка различных сортов озимой пшеницы по поражаемости корневой гнилью и аэрогенными болезнями в условиях зоны неустойчивого увлажнения на черноземе выщелоченном. Площадь делянки –  $50\text{ м}^2$  (учетная площадь –  $30\text{ м}^2$ ), повторность четырехкратная, размещение делянок одноярусное, вариантов – систематическое. Объект исследований – сорта селекции Национального Центра Зерна им. П.П. Лукьяненко: Васса, Доля, Гром (стандарт). Предмет исследований – поражаемость озимой пшеницы болезнями в зависимости от сортовых особенностей и защитных мероприятий в конкретных агроклиматических условиях возделывания.

Предшественник – горох. Доза внесения удобрений составляла  $N_{124}P_{72}K_{30}$ : до посева  $N_{54}P_{72}K_{30}$ , подкормки в фазу кущения –  $N_{30}$ , выхода в трубку –  $N_{20}$  и колошения –  $N_{20}$ . Для предпосевной обработки семян использовали протравитель на основе трех действующих веществ: протиокназол (100 г/л) + тебуконазол (60 г/л) + флуопирам (20 г/л). Гербицидная обработка проводилась в фазу кущения баковой смесью препаратов: против однолетних злаковых сорняков на основе феноксапроп-П-этил (90 г/л) + клодинофоп-пропаргил (60 г/л) + антидот клоквиносет-мексил (40 г/л); против однолетних двудольных – на основе трибенурон-метила (750 г/л). Одновременно с химической прополкой проводили фунгицидную обработку трехкомпонентным препаратом на основе трех действующих веществ: спироksamин (250 г/л) + тебуконазол (167 г/л) + триадименол (43 г/л), при норме применения 0,6 л/га. Второй фунгицид, который применяли в период разворачивания флагового листа, относится к классу триазолов – пропиконазол (250 г/л) + ципроконазол (80 г/л). Норма применения 0,4 л/га. Опрыскивание проводили баковой смесью фунгицида с инсектицидами на основе действующих веществ тиаметоксам (250 г/кг) и лямбда-цигалотрин (50 г/л). Уборка по достижении полной спелости зерна осуществлялась поделяночно комбайном Сампо.

Второй полевой опыт (двухфакторный) закладывался методом расщепленной делянки в четырехкратной повторности с многоярусным размещением делянок. Учетная площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>. Размещение вариантов – систематическое. Фактор А – изучались препараты для предпосевной обработки семян; Фактор В – опрыскивание растений озимой пшеницы раствором препарата дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,3%) в период конец кущения – начало трубкования. Объект исследований – озимая мягкая пшеница сорта Писанка. Предмет исследований – поражаемость озимой пшеницы корневой гнилью и пятнистостями в зависимости от применения четвертичных аммониевых оснований и соединений наносеребра в системе интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней.

Исследования проводились на естественном инфекционном фоне (предшественник – озимая пшеница). Основная обработка почвы – комбинированная, на глубину 10-12 см (К-744 + АКМ-6,3). Доза внесения удобрений  $N_{124}P_{72}K_{30}$  соответствовала зональным рекомендациям. В период разворачивания флагового листа проводилась фоновая обработка опытного участка фунгицидом (пропиконазол – 250 г/л + ципроконазол – 80 г/л), норма применения – 0,5 л/га. Уборка урожая осуществлялась с 1 м<sup>2</sup> поделяночно при достижении полной спелости зерна.

Фитосанитарное состояние озимой пшеницы изучали в соответствии с методиками ВИЗР (2009). Структуру урожая определяли согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985). Статистическую обработку данных методом дисперсионного анализа осуществляли по методике Б.А. Доспехова (1985).



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

*В третьей главе* представлена эпифитотиологическая роль растения-хозяина в системе интегрированной защиты растений от болезней. Развитие патологического процесса, с одной стороны, определяется биологическими особенностями и патогенностью возбудителя болезни, с другой – восприимчивостью растения-хозяина. В период проведения исследований доминирующим в составе возбудителей листовых болезней озимой пшеницы были септориоз (*Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis и *Stagonospora nodorum* Berk.) и желтая пятнистость озимой пшеницы или пиренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs.). Доминирующими возбудителями корневой гнили являются грибы рода *Fusarium*.

Возделывание сортов, характеризующихся устойчивостью к болезням и вредителям – фундаментальный метод системы интегрированной защиты растений. Однако, если в конце 90-х гг. прошлого века в Ставропольском крае было районировано 12 сортов из 38, которые были включены в Государственный реестр по Северо-Кавказскому региону, то на сегодняшний день этот показатель достигает 69 из 173. При этом в крае ежегодно возделывается 132-150 сортов, в том числе сорта, не прошедшие через систему государственного сортоиспытания в почвенно-климатических зонах Ставропольского края. Соответственно, фитосанитарные риски проявления болезней на посевах озимой пшеницы значительно увеличиваются.

*В четвертой главе* рассматривается иммуногенетическая характеристика сорта в качестве приема системы интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней.

В результате фитосанитарного мониторинга установлено, что в годы исследований озимая пшеница в значительной степени поражалась корневой гнилью фузариозной этиологии (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние фунгицида (спироксамин + тебуконазол + триадименол) при норме применения 0,6 л/га на поражаемость озимой пшеницы корневой гнилью в зависимости от сортовых особенностей (среднее за 2015-2018 с.-х. гг.)

Сорт	Период конец кушения – начало трубкавания (до обработки фунгицидом)		Фаза выхода в трубку (через 14 дней после обработки фунгицидом)	
	распространенность, %	развитие, %	распространенность, %	развитие, %
Гром (стандарт)	42,0	3,1	49,2	4,1
Доля	30,0	2,4	41,7	3,4
Васса	46,5	3,9	56,0	4,6
$F_{05} = 6,94$	$F\phi = 769,05$	$F\phi = 126,75$	$F\phi = 939,73$	$F\phi = 27,25$
$НСР_{05}$	2,0	0,43	1,51	0,75

Распространенность корневой гнили по вариантам опыта в период конец кушения – начало трубкавания достигала 46,5%. В отношении

интенсивности развития болезни экономический порог вредоносности превышен не был. Из трех сортов краснодарской селекции наиболее отзывчивым на предпосевную обработку семян и достоверно наименее поражаемым корневой гнилью был сорт Доля – развитие 2,4%, наиболее поражаемым – сорт Васса – развитие 3,9%.

Сравнительная оценка отзывчивости сортов на фунгицидную обработку против корневой гнили в период конец кущения – начало трубкования показала, что достоверные различия в среднем за три года отмечались по показателю «распространенность», но по показателю «развитие болезни», достоверных различий между сортами не выявлено. Наиболее отзывчивым на обработку оказался сорт Гром, возможно, как наиболее восприимчивый к комплексу болезней озимой пшеницы. У данного сорта нарастание распространенности корневой гнили шло более медленными темпами: 7,2 абсолютного процента, против 9,5-11,7, по сравнению с сортами Васса и Доля.

Согласно иммунологической характеристике сортов, указанной оригинаторами, в отношении листовых пятнистостей сорт Доля является среднеустойчивым к септориозу, Васса – умеренно восприимчив к болезни, Гром – восприимчив к септориозу. Информации о реакции сортов на возбудителя пиренофороза или желтой пятнистости отсутствует.

По результатам трехлетних исследований лидирующие позиции по устойчивости к септориозу принадлежат сорту Доля, который подтвердил свою иммунологическую характеристику согласно данным оригинаторов сорта (таблица 2). В отношении пиренофороза по совокупности двух показателей распространенности и развития болезни (распространенность – 62,2%; развитие – 7,0%) наиболее поражался болезнью сорт озимой пшеницы Васса. Через 14 суток после фунгицидной обработки фунгицидом на основе действующих веществ пропиконазол и ципроконазол (0,4 л/га) высокой биологической эффективности не выявлено: распространенность септориоза по сортам увеличилась на 10,0%, а развитие – на 1,0%, соответственно.

Таблица 2 – Пораженность озимой пшеницы аэрогенными болезнями в зависимости от сортовых особенностей в период разворачивания флагового листа (среднее за 2015-2018 с.-х. гг.)

Сорт	Септориоз		Пиренофороз		Мучнистая роса	
	распростра- ненность, %	развитие, %	распростра- ненность, %	развитие, %	распростра- ненность, %	развитие, %
Гром (стандарт)	81,5	8,6	42,5	1,3	3,0	0,1
Доля	91,6	4,4	37,6	1,7	ед. поражение	0
Васса	87,3	10,8	62,2	7,0	ед. поражение	0
$F_{05}=6,94$	$F_{\phi}=7,2$	$F_{\phi}=121,99$	$F_{\phi}=179,52$	$F_{\phi}=3925,85$		
НСР <sub>05</sub>	12,28	1,91	6,31	0,33		

Наиболее отзывчивым на обработку оказался сорт Васса, так как он является наиболее восприимчивым к комплексу листовых пятнистостей озимой пшеницы (рисунок 1).

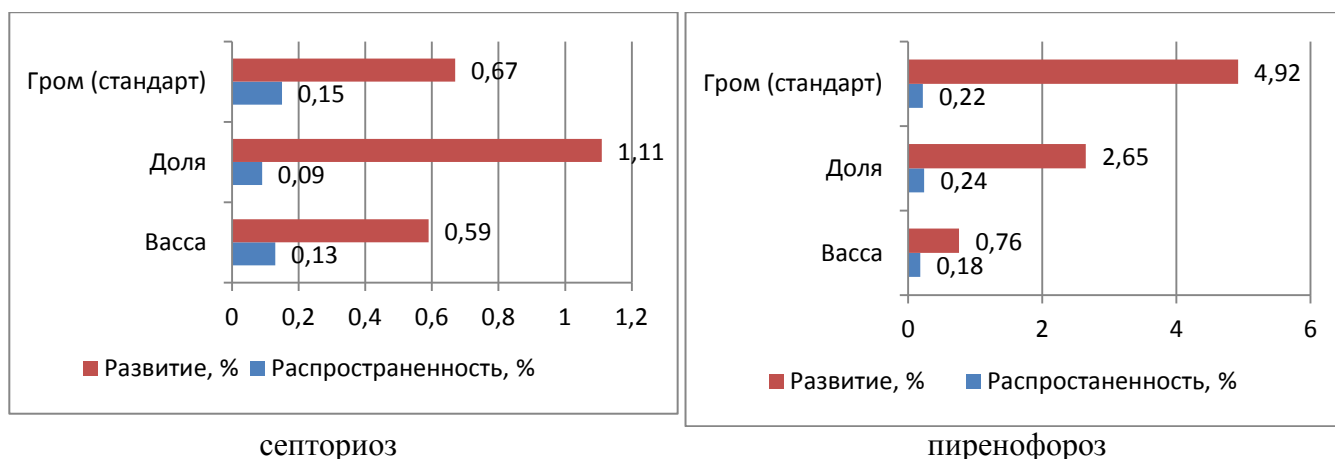


Рисунок 1 – Коэффициент нарастания болезней в зависимости от сортовых особенностей через 14 дней после фунгицидной обработки (среднее за 2015-2018 с.-х. гг.)

Сорт озимой пшеницы Васса в момент применения фунгицида опережала по физиологическому развитию сорта Доля и Гром, так как является среднеранним сортом. Поэтому более старые растительные ткани сильнее поражаются возбудителями пятнистостей, которые по типу питания относятся к группе некротрофов. Соответственно, и отзывчивость сорта Васса на обработку фунгицидом была высока. Как наименее поражаемый проявил себя сорт Доля, достоверные различия по показателю «распространенность» септориоза не выявлены. Аналогичная картина по показателю «развитие болезни» складывается в отношении пиренофороза.

Фитосанитарное состояние озимой пшеницы оказывает влияние на ее урожайность. Наивысшую урожайность, по результатам исследований, показал сорт Доля – 6,07 т/га, что на 1,08 т/га больше по сравнению со стандартом сортом Гром. По содержанию клейковины и ее качеству в условиях опыта была получена ценная пшеница с зерном 3 класса.

Таким образом, установлено, что наименее поражаемым корневой гнилью и листовыми пятнистостями в условиях зоны неустойчивого увлажнения на черноземе выщелоченном является сорт Доля. Более поражаемые пятнистостями сорта Гром и Васса показали большую отзывчивость на фунгицидную обработку во время вегетации.

По полученным данным, в условиях опыта изучаемые сорта Васса, Гром и Доля реализовали свою урожайность, заявленную оригинаторами сорта, на 48,4, 60,5 и 70,9%, соответственно.

**В пятой главе** представлен индуцированный иммунитет растений как фактор системы интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней.

Исследования четвертичных аммониевых соединений с различной нормой применения в комбинациях с фунгицидами и препаратами наносеребра для предпосевной обработки семян озимой пшеницы, проведенные в лабораторных условиях, позволили установить, что они не оказывают отрицательного воздействия на потенциал всхожести семян, а также силу их начального роста. Сравнительный анализ показателей энергии прорастания и

лабораторной всхожести показал преимущество применения препарата на основе действующего вещества дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,15%) по сравнению с более высокой концентрацией наносеребра (0,3%): 90 и 96% против 56 и 82%, соответственно. Важно отметить, что наблюдаемый эффект отмечался только при самостоятельном применении препарата в комбинации с наносеребром, а в баковой смеси с фунгицидом на основе действующих веществ дифеноконазол и ципроконазол был выявлен эффект обратного действия.

Предпосевная обработка семян оказала влияние на поражаемость озимой пшеницы корневой гнилью фузариозной этиологии (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние предпосевной обработки семян на поражаемость озимой пшеницы корневой гнилью в зоне неустойчивого увлажнения на черноземе выщелоченном (в среднем за 2014-2017 с.-х. гг.)

Вариант	Норма применения, кг(л)/т	Период конец кущения – начало трубкования		Фаза созревания	
		распространенность, %	развитие, %	распространенность, %	развитие, %
Контроль (обработка водой)	-	100,0	3,34	100,0	19,29
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) - эталон	1,0	95,1	3,16	98,32	13,38
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + коллоидный раствор наносеребра	1,0 0,2	100,0	3,31	100,0	14,31
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,015	97,96	3,25	99,10	14,06
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,03	100,0	3,31	100,0	15,41
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,015	96,44	3,19	98,89	11,21
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,03	100,0	3,33	100,0	14,58
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,015	100,0	3,33	100,0	14,75
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,03	98,04	3,25	99,44	15,07
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,015	96,44	3,19	99,59	14,37
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,03	97,95	3,25	99,43	14,15
$F_{05} = 2,35$		$F\phi = 11,62$	$F\phi = 16,11$	$F\phi = 1,83$	$F\phi = 73,44$
$HCP_{05}$		1,55	0,04	0,73	0,64

Применительно к препарату на основе четвертичного аммониевого соединения с действующим веществом дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром (0,15%), развитие корневой гнили фузариозной этиологии в фазу созревания было в 1,2-1,4 раза меньше по сравнению с контролем, и достоверно на 2,17 абсолютного процента меньше, по сравнению с химическим протравителем. Это можно объяснить тем фактом, что наночастицы серебра взаимодействуют с грибами, подавляя их рост и тем самым обеспечивая защиту растений от поражения фитопатогенами со стойким, как указывает ряд исследователей, антисептическим и антибактериальным эффектом.

Анализ взаимного влияния приемов (предпосевная обработка и обработка вегетирующих растений), показывает, что по параметру «развитие болезни» имеются достоверные различия по вариантам опыта, как при выборе комбинации для предпосевной обработки семян, так и по результатам ранневесеннего опрыскивания растений четвертичными аммониевыми соединениями в комбинации с наносеребром (таблица 4).

По результатам взаимодействия двух приемов защитных мероприятий достоверных различий по вариантам опыта выявлено не было ( $F_{ф}=0,629 < F_{05}=1,93$ ). Самая высокая биологическая эффективность отмечается при применении для предпосевной обработки семян препарата на основе четвертичных аммониевых соединений – дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром 0,15% (на уровне и даже выше применения химического протравителя на основе дифеноконазола и ципроконазола).

Как показали результаты учетов септориоз в период конец кущения – начало трубкования ежегодно проявлялся на посевах озимой пшеницы, его распространенность на контрольных делянках достигала 40-45%, однако развитие болезни было невысоким, инфекция проявлялась на нижних перезимовавших листьях. Распространенность пиренофороза была невысокой – в среднем около 20-25%. Это связано с тем, что дозревание и основное рассеивание сумкоспор прошлогодней инфекции синхронизирован с более поздней фазой развития озимой пшеницы.

Учеты, проведенные через 14 дней после обработки, показали, что максимальная биологическая эффективность в отношении септориоза, по сравнению с контролем отмечалась в вариантах с применением протравителя химического происхождения на основе действующих веществ: дифеноконазол и ципроконазол, в том числе в комбинации с четвертичными аммониевыми соединениями и препаратами наносеребра в качестве индукторов иммунитета (рисунок 2).

В отношении пиренофороза биологическая эффективность обработки четвертичными аммониевыми соединениями в комбинации с наносеребром значительно ниже, по сравнению с биологической эффективностью в отношении септориоза.

Таблица 4 – Влияние предпосевной обработки семян и опрыскивания растений на поражаемость озимой пшеницы корневой гнилью в фазу созревания (2014-2017 с.-х. гг.)

Предпосевная обработка семян (фактор А)		Опрыскивание растений (фактор В)			
вариант	норма применения, кг(л)/т	контроль (без обработки)		дидецилдиметил-аммоний бромид, обогащенный наносеребром (0,3%) в период конец кущения – начало трубкования	
		распространенность, %	развитие, %	распространенность, %	развитие, %
Контроль (обработка водой)	-	100	25,67	100	19,25
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) - эталон	1,0	99,33	19,29	98,32	13,38
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + коллоидный раствор наносеребра	1,0 0,2	100	20,26	100	14,31 3
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,015	99,11	20,16	99,11	14,06
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,03	100	21,27	100	15,41
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,015	100	18,50	98,89	11,21
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,03	100	19,95	100	14,58
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,015	100	20,26	100	14,75
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,03	100	21,66	99,44	15,07
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,015	99,03	21,65	97,91	14,37
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,03	100	20,87	99,24	14,15
Распространенность А: $F_{\phi}=1,385 < F_{05}=2,115$ В: $F_{\phi}=3,332 < F_{05}=4,161$ АВ: $F_{\phi}=0,255 < F_{05}=1,93$	Развитие А: $F_{\phi}=43,122 > F_{05}=2,115$ НСР <sub>05</sub> = 0,813 В: $F_{\phi}=1358,686 > F_{05}=4,161$ НСР <sub>05</sub> = 0,346 АВ: $F_{\phi}=0,629 < F_{05}=1,93$				

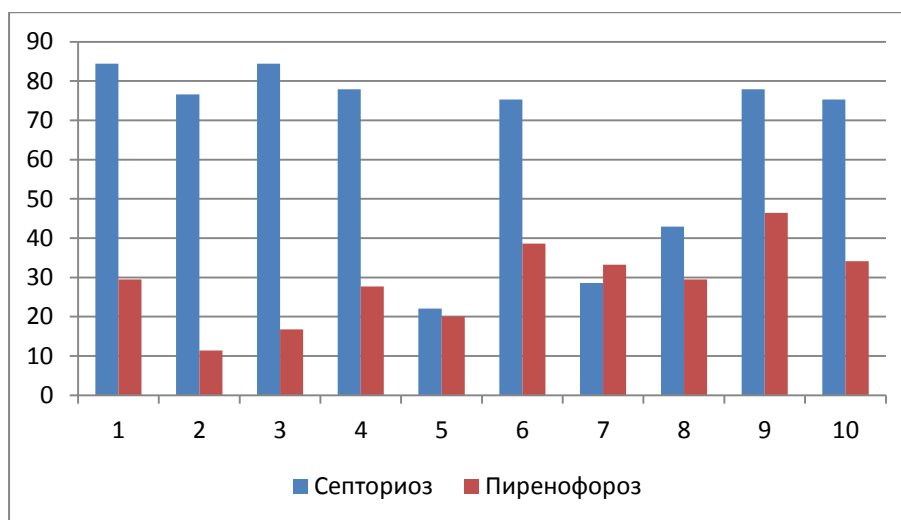


Рисунок – 2 Сравнительная оценка биологической эффективности опрыскивания против септориоза и пиренофороза по показателю «Развитие», %:

1 – Дифеноконазол + ципроконазол (норма применения - 1,0 л/т); 2 – Дифеноконазол + ципроконазол (норма применения - 1,0 л/т) + коллоидный раствор наносеребра 2%; 3 – Дифеноконазол + ципроконазол (норма применения - 1,0 л/т) + дидецилдиметиламмоний бромид 0,15%; 4 – Дифеноконазол + ципроконазол (норма применения - 1,0 л/т) + дидецилдиметиламмоний бромид 0,3%; 5 – Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром 0,15%; 6 – Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром 0,3%; 7 – Дидецилдиметиламмоний бромид 0,15%; 8 – Дидецилдиметиламмоний бромид 0,3%; 9 – Дифеноконазол + ципроконазол (норма применения - 1,0 л/т) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром 0,15%; 10 – Дифеноконазол + ципроконазол (норма применения - 1,0 л/т) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром 0,3%

Исключение составляют варианты с применением в качестве препаратов для предпосевной обработки семян дидецилдиметиламмоний бромида, обогащенного наносеребром в концентрации 0,15 и 0,3%. Возможно, данная комбинация действующих веществ, не оказывающая на семена ретардантного воздействия, способствует формированию растений, более устойчивых к осеннему заражению пиренофорозом, что в дальнейшем сказывается на их состоянии и отзывчивости на ранне-весеннюю обработку. Более того, наши исследования косвенно подтверждают, что четвертичные аммониевые соединения в комбинации с наносеребром могут нивелировать ретардантное воздействие протравителя на основе дифеноконазола.

В отношении листовых пятнистостей, по результатам анализа двухфакторного опыта, установлены достоверные различия по вариантам опыта, как в отношении предпосевной обработки семян, так и в отношении опрыскивания вегетирующих растений по обоим показателям «распространенность» и «развитие болезни». Максимальная биологическая эффективность в отношении септориоза отмечается при включении в систему интегрированной защиты комплексного применения четвертичных аммониевых соединений в комбинации с наносеребром, как при предпосевной обработке семян, так и по вегетации, что позволяет снизить распространенность септориоза от 1,7 до 2,5 раз (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние предпосевной обработки семян и опрыскивания растений на поражаемость озимой пшеницы септориозом через 14 дней после обработки (в среднем за 2014-2017 с.-х. гг.)

Предпосевная обработка семян (фактор А)		Опрыскивание растений (фактор В)			
вариант	норма применения, кг(л)/г	контроль (без обработки)		дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром (0,3%) в период конец кущения – начало трубкования	
		распространенность, %	развитие, %	распространенность, %	развитие, %
Контроль (обработка водой)	-	16,8	0,82	14,5	0,77
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) - эталон	1,0	10,7	0,25	5,27	0,12
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + коллоидный раствор наносеребра	1,0 0,2	9,46	0,19	8,73	0,18
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,015	6,57	0,15	6,17	0,12
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,03	5,5	0,11	5,83	0,17
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,015	7,8	0,18	13,4	0,60
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,03	16,2	0,76	13,87	0,19
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,015	15,3	0,28	13,4	0,55
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,03	15,3	0,41	13,47	0,44
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,015	10,1	0,28	8,07	0,17
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,03	10,7	0,31	9,23	0,19
Распространенность А: $F_{\phi}=1334,863 > F_{05}=2,115$ НСР <sub>05</sub> =0,281 В: $F_{\phi}=370,033 > F_{05}=4,161$ НСР <sub>05</sub> =0,12 АВ: $F_{\phi}=89,134 > F_{05}=1,93$ НСР <sub>05</sub> =0,398	Развитие А: $F_{\phi}=214,835 > F_{05}=2,115$ НСР <sub>05</sub> =0,038 В: $F_{\phi}=4,732 > F_{05}=4,161$ НСР <sub>05</sub> =0,015 АВ: $F_{\phi}=43,624 > F_{05}=1,93$ НСР <sub>05</sub> =0,052				

В отношении пиренофороза минимальная поражаемость озимой пшеницы по показателю «распространенность» выявлена при обработке семян дидецилдиметиламмоний бромидом 0,3%, аналогичная картина сложилась в отношении развития болезни, минимальные показатели отмечены в данном варианте, а также при применении баковой смеси фунгицида и дидецилдиметиламмоний бромида 0,15% (таблица 6).



Таблица 6 – Влияние предпосевной обработки семян и опрыскивания растений на поражаемость озимой пшеницы пиренофорозом через 14 дней после обработки (в среднем за 2014-2017 с.-х. гг.)

Предпосевная обработка семян (фактор А)		Опрыскивание растений (фактор В)			
вариант	норма применения, кг(л) / т	контроль (без обработки)		дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром (0,3%) в период конец кушения – начало трубкования	
		распространенность, %	развитие, %	распространенность, %	развитие, %
Контроль (обработка водой)	-	56,2	2,6	48,3	2,2
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) - эталон	1,0	48,5	1,77	23,1	1,55
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + коллоидный раствор наносеребра	1,0 0,2	43,0	2,79	27,59	1,95
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,015	54,7	2,59	47,77	1,83
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,03	52,6	2,38	42,97	1,59
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,015	54,4	3,0	53,2	1,76
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,03	49,5	1,83	49,03	1,35
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,015	43,9	1,33	44,13	1,47
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,03	36,87	1,67	40,5	1,55
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,015	46,57	1,5	34,97	1,18
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,03	56,37	2,03	50,1	1,45
Распространенность А: $F_f=156,775 > F_{05}=2,115$ НСР <sub>05</sub> =1,598 В: $F_f=444,325 > F_{05}=4,161$ НСР <sub>05</sub> =0,681 АВ: $F_f=29,521 > F_{05}=1,93$ НСР <sub>05</sub> =2,26	Развитие А: $F_f=34,254 > F_{05}=2,115$ НСР <sub>05</sub> = 0,204 В: $F_f=151,483 > F_{05}=4,161$ НСР <sub>05</sub> = 0,087 АВ: $F_f=3,89 > F_{05}= 1,93$ НСР <sub>05</sub> = 0,289				

Применение четвертичных аммониевых соединений в комбинации с наносеребром в баковой смеси с протравителем семян с последующей обработкой вегетирующих растений раствором препарата дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром (0,3%) достоверно повышает иммунный статус растений и может использоваться в зональной системе интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней.

Использование четвертичных аммониевых соединений в системе интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней позволяет определить вклад каждого мероприятия в сохранение дополнительного урожая путем оптимизации фитосанитарного состояния культуры (таблица 7).

Таблица 7 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от комплексного применения четвертичных аммониевых соединений, в том числе в комбинации с препаратами наносеребра путем предпосевной обработки семян и ранне-весеннего опрыскивания растений (в среднем за 2014-2017 с.-х. гг.)

Предпосевная обработка семян (фактор А)		Опрыскивание растений (фактор В)	
вариант	норма применения, кг(л)/т	контроль (без обработки)	Дидецилдиметил-аммоний бромид, обогащенный наносеребром (0,3%) в период конец кущения – начало трубкования
Контроль (обработка водой)	-	6,76	8,63
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) - эталон	1,0	7,56	9,27
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + коллоидный раствор наносеребра	1,0 0,2	7,32	8,26
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,015	6,85	8,84
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,03	7,14	7,65
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,015	6,99	7,99
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,03	6,39	7,52
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,015	6,50	8,42
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,03	8,86	8,24
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,015	7,63	9,52
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,03	6,59	8,46
		А: $F_{\phi}=10,119 > F_{0,5}=2,115$ НСР <sub>05</sub> =0,415 В: $F_{\phi}=290,404 > F_{0,5}=4,161$ НСР <sub>05</sub> =0,177 АВ: $F_{\phi}=1,548 > F_{0,5}=1,93$ НСР <sub>05</sub> =0,587	

Анализ урожайности озимой пшеницы показал, что в системе интегрированной защиты озимой пшеницы от фитопатогенов при применении четвертичных аммониевых соединений и их комбинации с наносеребром двукратно (предпосевная обработка семян и опрыскивание в период конец

кущения – начало трубкования), ведущая роль, как в фитосанитарном плане, так и при формировании урожайности принадлежит ранне-весеннему опрыскиванию.

**В шестой главе** приведен анализ экономической эффективности возделывания сортов озимой пшеницы в зависимости от их иммунологических свойств и отзывчивости на приемы защиты. Введение в культуру нового сорта Доля, внесенного в Государственный реестр селекционных достижений с 2014 года, который отличается более высоким иммунным статусом, позволяет получить дополнительно с 1 гектара 0,69 т зерна, что соответствует 26163,8 рублей чистого дохода и увеличению уровня рентабельности на 18,8%.

Применение средств защиты растений, направленных на повышение иммунного статуса растений (четвертичные аммониевые соединения и их комбинации с наносеребром) также позволяет получить дополнительный экономический эффект. Полная система интегрированной защиты с включением индукторов иммунитета (предпосевная обработка семян дифеноконазол + ципроконазол (норма применения – 1,0 л/т) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром 0,15%; опрыскивание дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром (0,3%); опрыскивание пропиконазол + ципроконазол (норма применения – 0,5 л/га)) приводит к росту урожайности с 7,32 т/га в хозяйственном контроле (предпосевная обработка семян дифеноконазол + ципроконазол (норма применения – 1,0 л/т); опрыскивание пропиконазол + ципроконазол (норма применения – 0,5 л/га)) до 9,52 т/га, чистый доход увеличивается в 1,4 раза, а уровень рентабельности – на 28,1%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате фитосанитарного мониторинга установлено, что комплекс возбудителей экономически значимых болезней озимой пшеницы на черноземе выщелоченном представлен следующими фитопатогенами: септориоз (*Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis и *Stagonospora nodorum* Berk.) и желтая пятнистость озимой пшеницы или пиренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died). Drechs.) Доминирующими возбудителями корневой гнили являются грибы рода *Fusarium*.

Наименьшим уровнем поражения корневой гнилью в период конец кущения – начала трубкования характеризовался сорт озимой пшеницы Доля, который также проявил высокую устойчивость к септориозу (распространенность – 91,6%; развитие – 4,4%) и, таким образом, подтвердил свою иммунологическую характеристику согласно данным оригинаторов сорта. В отношении пиренофороза по совокупности двух показателей: распространенность и развитие болезни (62,2% и 7,0%, соответственно), наиболее поражен сорт озимой пшеницы Васса.

Наиболее отзывчивым на предпосевную обработку семян оказался сорт Доля (распространенность болезни в период конец кущения – начало трубкования не превысила 30% против 42,0-46,5% у сортов Гром и Васса); на ранне-весеннюю фунгицидную обработку – сорт Васса (коэффициент нарастания болезни после фунгицидной обработки 0,59-0,76 против 0,67-4,92

у сортов Доля и Гром). При этом достоверные различия отмечались по показателю «распространенность», по показателю «развитие болезни» достоверных различий между сортами не выявлено.

Изучение энергии прорастания и лабораторной всхожести показало преимущество применения для предпосевной обработки семян озимой пшеницы препарата на основе действующего вещества дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,15%) по сравнению с более высокой концентрацией наносеребра – 0,3%. Наблюдаемый эффект отмечался только при самостоятельном применении препарата в комбинации с наносеребром, а в баковой смеси с фунгицидом (дифеноконазол + ципроконазол) выявлен эффект обратного действия.

Предпосевная обработка семян препаратом на основе четвертичного аммониевого соединения с действующим веществом дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,15%), достоверно снижает развитие корневой гнили фузариозной этиологии в фазу созревания в 1,2-1,4 раза по сравнению с контролем, и достоверно на 2,17 абсолютного процента, по сравнению с химическим протравителем на основе дифеноконазола и ципроконазола

Анализ взаимного влияния приемов (предпосевная обработка семян и опрыскивание растений) выявил достоверные различия по поражаемости корневой гнилью по показателю «развитие болезни» как при выборе препарата для предпосевной обработки семян, так и по результатам опрыскивания четвертичными аммониевыми соединениями в комбинации с наносеребром. Самая высокая биологическая эффективность отмечается при применении для предпосевной обработки семян препарата на основе четвертичных аммониевых соединений – дидецилдиметиламмоний бромида, обогащенного наносеребром 0,15% (на уровне и даже выше применения химического протравителя – 41,8%).

Применение дидецилдиметиламмоний бромида, обогащенного наносеребром 0,15% для предпосевной обработки семян, его сочетания с химическим протравителем, а также дидецилдиметиламмоний бромида, обогащенного наносеребром 0,3% в баковой смеси с протравителем, снижает поражаемость растений озимой пшеницы септориозом. Обработка растений в период конец кущения – начало трубкования раствором препарата дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,3%), снижало распространенность болезни в 1,7-2,5 раза.

Минимальная поражаемость озимой пшеницы пиренофорозом выявлена при обработке семян дидецилдиметиламмоний бромидом 0,3%, а также при применении баковой смеси фунгицида и дидецилдиметиламмоний бромида 0,15%. При сочетании предпосевной обработки и обработки вегетирующих растений минимальная распространенность болезни отмечается при применении протравителя химической природы, а также в баковой смеси протравителя с наносеребром (2%). В отношении развития болезни наиболее эффективной является предпосевная обработка

фунгицидом (дифеноконазол + ципроконазол) в баковой смеси с дидецилдиметиламмоний бромидом, обогащенным наносеребром 0,15% с последующей обработкой вегетирующих растений раствором препарата дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,3%) – 46,4%.

Наивысший биологический урожай озимой пшеницы 9,52 т/га получен при предпосевной обработке семян баковой смесью фунгицида (дифеноконазол + ципроконазол) и дидецилдиметиламмония бромида, обогащенного наносеребром (0,15%) с последующей опрыскиванием дидецилдиметиламмонием бромидом, обогащенным наносеребром (0,3%). Ведущая роль, как в фитосанитарном плане, так и при формировании урожайности, принадлежит ранне-весеннему опрыскиванию.

Возделывание сорта Доля позволяет получить дополнительно с 1 га 0,69 т зерна, что соответствует 26163,8 рублей чистого дохода и увеличению уровня рентабельности на 18,8%. Полная система интегрированной защиты с включением индукторов иммунитета (четвертичных аммониевых соединений в комбинации с наносеребром) приводит к росту биологической урожайности до 9,52 т/га, чистый доход увеличивается по сравнению с контролем в 1,4 раза, а уровень рентабельности – до 169,2%.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На черноземе выщелоченном в зоне неустойчивого увлажнения при соблюдении требований зональной технологии ( $N_{124}P_{72}K_{30}$  + полная система интегрированной защиты от болезней, вредителей и сорняков) для получения урожайности озимой пшеницы не менее 5,5 т/га зерна 3 класса рекомендуется возделывать наиболее устойчивый к патогенам сорт Доля селекции Национального Центра Зерна им. П.П. Лукьяненко.

2. С целью защиты от корневой гнили фузариозной этиологии, пиренофороза, септориоза рекомендуется предпосевная обработка семян баковой смесью фунгицида (дифеноконазол + ципроконазол) при норме применения препарата 1,0 л/т + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром (0,015 л/т) с последующим применением раствора препарата дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (концентрация рабочего раствора 0,3%) путем опрыскивания растений в период конец кущения – начало трубкования.

**Перспективы дальнейшей разработки темы.** Учитывая достаточно высокую биологическую эффективность и экономическую целесообразность использования индукторов иммунитета в системе интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней в ходе последующих работ необходимо изучить возможность их применения на более поздних этапах вегетации (совместно с фунгицидной обработкой в фазы флагового листа и колошения озимой пшеницы). Необходимо изучить механизмы воздействия четвертичных аммониевых соединений, в том числе в комбинации с препаратами наносеребра, на физиологические и биохимические процессы в растении.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Михно, Л.А.** Четвертичные аммониевые соединения как индукторы устойчивости озимой мягкой пшеницы к корневой гнили / Л.А. Михно, А.П. Шутко // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 9. – С.23-28 (0,7 п.л.; авт. – 0,47 п.л.).

2. **Михно, Л.А.** Иммуногенетическая характеристика сорта как фактор системы интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней / Л.А. Михно, А.П. Шутко // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 3 (31). – С. 78-83 (0,58 п.л.; авт. – 0,29 п.л.).

### В прочих изданиях:

3. **Михно, Л.А.** Индуцированная неспецифическая устойчивость как фактор естественной защиты растений от фитопатогенов / Л.А. Михно // Актуальные вопросы экологии и природопользования: сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь: Агрус, 2014. – С.146-149 (0,23 п.л.; авт. – 0,08 п.л.).

4. Шутко, А.П. Биологическая эффективность протравителя семян на основе дифенокназола в отношении корневой гнили озимой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения / А.П. Шутко, Л.В. Тутуржанс, **Л.А. Михно** // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : сб. науч. тр. 78-й науч.-практ. конф. – Ставрополь: Параграф, 2014. – С.217-221 (0,23 п.л.; авт. – 0,08 п.л.).

5. **Михно, Л.А.** Влияние четвертичных аммонийных соединений и их комбинаций с наносеребром на лабораторную всхожесть семян озимой пшеницы / Л.А. Михно // Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными: сб. науч. ст. по матер. всерос. науч.-практ. конф., посвященной 85-летнему юбилею СтГАУ (г. Ставрополь, 16-22 апреля 2015 г.). – Ставрополь: Агрус, 2015. – С.61-63 (0,17 п.л.; авт. – 0,17 п.л.).

6. **Михно, Л.А.** Перспективы применения нанокompозитов в защите растений / Л.А. Михно, А.П. Шутко // Современные ресурсосберегающие технологии возделывания с/х культур в Северо-Кавказском Федеральном округе: сб. науч. тр. по матер. 80-й науч.-практ. конф. / СтГАУ. - Ставрополь: Секвойя, 2015. – С.89-92 (0,17 п.л.; авт. – 0,11 п.л.)

7. Шутко, А.П. Особенности фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы в условиях агроландшафтного земледелия (на примере Ставропольского края) / А.П. Шутко, Л.В. Тутуржанс, **Л.А. Михно** // Эволюция и деградация почвенного покрова: сб. науч. ст. по матер. IV междунар. науч. конф. (13-15 октября 2015 г.). – Ставрополь: Агрус, 2015. – С.373-376 (0,23 п.л.; авт. – 0,08 п.л.).

8. **Михно, Л.А.** Биологическая эффективность четвертичных аммонийных оснований в отношении листовых пятнистостей / Л.А. Михно // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания

сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе. Ставрополь: Секвойя, 2016. – С.98-100 (0,12 п.л.; авт. – 0,12 п.л.).

9. **Михно, Л.А.** Стабилизация биотических регуляторных механизмов как фактор фитосанитарного оздоровления агроценозов озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья // Л.А. Михно // Молодые аграрии Ставрополя: сб. студ. науч. тр. по матер. 83-й науч.-практ. конф. - Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2018. – С.28-31 (0,47 п.л.; авт. – 0,47 п.л.).

10. **Михно, Л.А.** Поражаемость сортов озимой пшеницы листовыми пятнистостями в зависимости от уровня минерального питания и фунгицидной обработки / Л.А. Михно, О.Ю. Ожередова, А.П. Шутко, А.Н. Есаулко // Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах: сб. науч. тр. по матер. междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к 65-летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ. - Ставрополь: Секвойя, 2018. – С.290-293 (0,47 п.л.; авт. – 0,12 п.л.).