

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессоринального образования  
«Национальный исследовательский Мордовский государственный  
университет им. Н. П. Огарева»**

*На правах рукописи*

**Лапина Валентина Васильевна**

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ЗАЩИТЫ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР  
ОТ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЮГА  
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

**Специальность 06.01.07 – защита растений**

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

**Научный консультант –  
доктор сельскохозяйственных наук  
профессор Смолин Николай Васильевич**

**Саранск**

**2014**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, КОНЦЕПЦИЯ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЦЕНОЗОВ И СТРАТЕГИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ .....	13
1.1. Морфологические и биологические особенности возбудителей корневых гнилей.....	13
1.2. Биоэкологические особенности возбудителей черного зародыша.....	24
1.3. Источники инфекции возбудителей корневых гнилей .....	29
1.4. Патогенность и фитотоксичность возбудителей корневых гнилей .....	36
1.5. Методы защиты зерновых культур от возбудителей корневых гнилей .....	40
1.5.1. Агротехнический метод – основа фитосанитарных технологий.....	40
1.5.2. Роль биологического метода в распространении и развитии возбудителей корневых гнилей.....	61
1.5.3 Место и роль химического метода в распространении и развитии корневых гнилей.....	65
1.6. Концепция фитосанитарной оптимизации агроценозов и стратегия интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от корневых гнилей.....	71
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	88
2.1. Почвенные условия.....	88
2.2. Агроклиматические условия .....	90
2.3. Объекты и места проведения исследований .....	95
2.4. Методики исследований .....	96
2.5. Технологии и этапы проведения исследовательских работ .....	98
ГЛАВА 3. ВИДОВОЙ СОСТАВ, РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ В ПОСЕВАХ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ.....	112
3.1. Степень развития корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур ..	112
3.1.1. Динамика развития и вредоносность корневых гнилей в посевах (2001– 2010гг.) .....	113

3.1.2. Динамика развития корневых гнилей по фазам развития культуры в зависимости от уровня зараженности почвы и семян .....	127
3.1.3. Органотропная динамика корневых гнилей .....	131
3.2. Состав и соотношение возбудителей корневых гнилей в почвенных районах Республики Мордовия .....	133
3.3. Структура патогенного комплекса корневых гнилей .....	140
3.4. Патогенность и фитотоксичность возбудителей корневых гнилей яровых зерновых культур .....	146
3.5. Источники инфекции .....	149
3.5.1. Оценка роли семенной инфекции в этиологии корневых гнилей .....	149
3.5.2. Распространенность и вредоносность черного зародыша .....	161
3.5.3. Растительные остатки как основной источник инфекции .....	166
3.5.4. Роль почвы как фактора передачи инфекции .....	169
<b>ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ НА ОПТИМИЗАЦИЮ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ И ПОРАЖЕНИЕ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ .</b>	<b>171</b>
4.1. Роль предшественника как одного из факторов оптимизации фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы .....	171
4.2. Влияние способов обработки почвы на развитие корневой гнили яровой пшеницы .....	185
4.3. Роль минеральных удобрений в регулировании численности микромицетов почв, развитии корневой гнили и повышении урожайности яровой пшеницы .....	190
4.4. Роль сроков посева ячменя в оптимизации фитосанитарного состояния агроценоза .....	204
4.5. Влияние глубины заделки семян на поражаемость ячменя корневой гнилью .....	215
<b>ГЛАВА 5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА – ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ .....</b>	<b>224</b>
5.1. Роль предпосевной обработки семян ячменя биопрепаратами в снижении развития корневых гнилей и повышении его урожайности .....	224
5.2. Совершенствование регламента использования биопрепаратов .....	237
<b>ГЛАВА 6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В СТАБИЛИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОЙ СИТУАЦИИ С КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ В ПОСЕВАХ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ..</b>	<b>252</b>

6.1. Влияние протравителей на микрофлору семян и формирование проростков яровой пшеницы и ячменя .....	253
6.2. Влияние протравителей на снижение вредоносности корневых гнилей, темно-бурой пятнистости и урожайность яровой пшеницы .....	263
6.3. Влияние обработки посевов фунгицидами на развитие темно-бурой пятнистости и урожайность яровой пшеницы и ячменя .....	277
6.4. Комплексное применение биопрепаратов и фунгицидов на яровой пшенице .....	285
ГЛАВА 7 . ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ПРИЕМОМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ .....	291
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	298
РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ .....	302
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	350

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследований.** Корневые гнили – одни из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний яровых зерновых культур. Явный и скрытый ущерб от них нередко превышает вред, наносимый всем остальным патогенным комплексом. Сигналом неблагополучия агроценозов является высокая плотность инфекционных зачатков возбудителей этого заболевания в почве и на семенном материале, что не отвечает принципам экологизированной защиты растений. В комплекс антропогенных факторов, вызывающих массовое развитие корневых гнилей, входит перенасыщение севооборотов зерновыми культурами, что нередко снижает эффективность защитных мероприятий.

Использование традиционных систем защиты в сложившихся условиях не всегда способствует снижению вредоносности болезни. В связи с этим, борьба с возбудителями корневых гнилей в последние годы стала носить проблемный характер, а использование только химического метода защиты не всегда дает желаемые результаты, приводит к уменьшению видового разнообразия микроорганизмов в агроценозе и появлению резистентных форм патогенов.

Проблема обеспечения экологической безопасности защитных мероприятий может быть решена путем своевременного выполнения фитосанитарного мониторинга, правильного проведения агротехнических мероприятий, обоснованного использования протравителей и фунгицидов с учетом экономического порога вредоносности (ЭПВ), а также широкого привлечения возможностей биологического метода, что позволит ослабить пестицидную нагрузку на агроценозы и повысить качество растениеводческой продукции. В связи с этим необходимо изучение методов и подходов, обеспечивающих фитосанитарное оздоровление агроценозов, где достижение защитного эффекта в борьбе с корневыми гнилями зерновых культур, возможно путем фитосанитарной подготовки семян и внедрения адаптированной и экологизированной интегрированной системы защиты растений применительно к конкретной культуре.

Решение этой проблемы составляет основу настоящей работы и определяет ее актуальность.

Исследования проводились в рамках темы «Повышение плодородия почвы и устойчивости агрофитоценозов к неблагоприятным факторам окружающей среды и совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных и декоративных культур в адаптивно-ландшафтном земледелии» (№ гос. регистрации 01.201.002631), которая являлась составной частью плана научной работы ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева».

**Степень разработанности проблемы.** К настоящему времени отдельные аспекты проблемы изучения вредоносности и распространенности корневых гнилей в разных регионах России освещены в ряде работ. Результаты исследований В.П. Лухменева (2000), Е.Ю. Тороповой (2005), Л.Ф. Ашмариной (2005), И.Н. Порсева (2011) обосновывают необходимость совершенствования ряда ведущих приемов защиты зерновых культур от болезней. По данным исследований А.А. Сидорова (2001) эффективное управление патологическим процессом, обусловленным возбудителями корневых гнилей, должно основываться на комплексном экосистемном подходе к разработке защитных мероприятий. В работах М.Н. Ткаченко (2004), М.А. Долгих (2006) изложены системы защиты от корневых гнилей и темно-бурой пятнистости листьев, включающие в себя комплекс различных мероприятий. О положительной роли биопрепаратов против семенной, почвенной и аэрогенной инфекции корневых гнилей свидетельствуют работы Т.В. Семьиной (2003), Е.Г. Стрелкова (2004), О.Г. Марьиной-Чермных (2005), Р.И. Исмаиловой (2005). Однако многие приемы интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от возбудителей корневых гнилей требуют дальнейшего совершенствования.

Исследования показывают, что в различных зонах России сформировались относительно обособленные комплексы возбудителей корневых гнилей яровых зерновых культур. В связи с этим, природа заболевания в каждом регионе сугубо специфична. Существенные различия в этиологии проявления корневых гнилей

вызывают необходимость дифференцированного подхода к организации мер по борьбе с ними с целью подавления паразитической активности конкретного вида возбудителя. К настоящему времени в условиях юга Нечерноземной зоны РФ, к которой территориально относится Республике Мордовия, видовой состав возбудителей корневых гнилей изучен слабо, практически не установлена структура его патогенного комплекса. Недостаточно объёмно и всесторонне раскрыта роль семенной и почвенной инфекции в развитии этого заболевания. Полностью отсутствуют сведения, характеризующие проявление патогенных и токсичных свойств штаммов местной популяции возбудителей корневой гнили. Нет данных о комплексе фитопатогенов черного зародыша. Фрагментарно исследовано влияние минеральных удобрений на микромицетный состав почв, развитие болезни.

Существующая оценка роли и значения предшественников в сохранении и накоплении возбудителей корневой гнили в почве неоднозначна. Имеющиеся сведения о влиянии глубины заделки семян и сроков посева на развитие корневых гнилей противоречивы. Практически не изучено влияние протравителей на формирование органов проростка яровых зерновых культур, развитие корневой гнили и темно-бурой пятнистости.

**Цель исследований** заключалась в теоретическом обосновании и практическом совершенствовании интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от патогенного комплекса корневых гнилей в южной части Нечерноземной зоны РФ на основе формирования фитосанитарных агроценозов и уменьшения пестицидной нагрузки на посевы.

В задачи исследований входило:

- разработать концепцию фитосанитарной оптимизации агроценозов и стратегию интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от возбудителей корневых гнилей;
- изучить динамику развития корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур по годам, фазам развития культур и органам растения;

- выявить состав, соотношение и структуру патогенного комплекса возбудителей корневых гнилей на различных типах почв и изучить их патогенные и фитотоксичные свойства;

- оценить роль семенной инфекции, растительных остатков и почвы в передаче и сохранении инфекции возбудителей корневых гнилей;

- определить влияние предшественников, способов обработки почвы, минеральных удобрений, сроков и глубины посева на развитие основных возбудителей болезни с целью формирования устойчивых, способных к саморегуляции агроценозов яровых зерновых культур;

- выявить биопрепараты, обеспечивающие снижение интенсивности развития и распространенности корневых гнилей, темно-бурой пятнистости листьев и черного зародыша зерна в посевах яровых зерновых культур и уточнить регламент их применения в зависимости от степени развития болезни;

- изучить действие протравителей и фунгицидов на семенную инфекцию, рост проростков, пораженность растений возбудителями корневых гнилей, темно-бурой пятнистостью листьев в период вегетации и определить способы повышения эффективности их применения;

- дать экономическую оценку разработанных приемов применения протравителей, фунгицидов и биопрепаратов.

**Научная новизна результатов исследований.** Впервые в южной части Нечерноземной зоны Российской Федерации:

- разработана концепция фитосанитарной оптимизации агроценозов и стратегия совершенствования интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от корневых гнилей;

- проведен мониторинг многолетней и сезонной динамики проявления корневых гнилей в агроценозах яровых зерновых культур;

- определен видовой состав возбудителей корневых гнилей, дана оценка их патогенности и токсичности;

- доказано доминирующее положение в агроценозах яровых зерновых культур гриба *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Schoemaker;

– установлен видовой состав фузариев, включающий виды *Fusarium oxysporum* Schldt, *F. heterosporum* Nees et T. Nees, *F. sporotrichioides* Sherb, *F. verticillioides* (Sacc) Nirenberg, *F. redolens* Wollenw, *F. tricinctum* (Corda) Sacc;

– выявлена роль источников инфекции в сохранении и передаче ее через растительные остатки, семена и почву;

– исследована этиология черного зародыша, как одна из форм проявления корневых гнилей, представленная в основном видами грибов рода *Alternaria spp.* (*A. alternata* (Fr) Keissl и *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire) и *Bipolaris sorokiniana*;

– дана оценка роли ведущих технологических приемов (предшественник, обработка почвы, удобрение, срок посева, глубина заделки семян) в регулировании фитосанитарного состояния агроценозов яровых зерновых культур;

– на фоне использования экологизированных технологий изучен и подобран оптимальный ассортимент средств защиты яровых зерновых культур от возбудителей корневых гнилей, рассчитана биологическая и экономическая эффективность их применения.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость работы заключается в разработке концепции фитосанитарной оптимизации агроценозов и формировании новой стратегии защиты яровых зерновых культур от поражения корневыми гнилями.

Практическая значимость работы определяется созданием усовершенствованной интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от поражения возбудителями корневых гнилей. Установлено, что для снижения вредоносности корневых гнилей наиболее рационально размещать яровые зерновые культуры по непоражаемым предшественникам – гороху, смеси вики с овсом, многолетним бобовым травам. Это позволяет снизить недобор урожая до 16,6 – 18,6 %. При применении отвальной вспашки отмечено увеличение полевой всхожести и уменьшение поражаемости всходов в 1,6 раза. Наилучшие результаты в оздоровлении почвы дает использование удобрений в сочетаниях NP, NPK и P, уменьшающих распространенность болезни в 1,4 – 1,7 раза. Сочетание обработки семян и двукратного опрыскивания посевов биопрепаратами сдерживает развитие бо-

лезни на 73,3 – 79,6 %. Проведена сравнительная оценка действия различных протравителей и фунгицидов против почвенно-семенной и листостеблевой инфекции корневых гнилей. Выявлена высокая биологическая эффективность (60,2 – 65,0 %) от совместного применения биопрепаратов Агат-25К и Альбит с половинной нормой фунгицида Виал ТТ. Усовершенствованная интегрированная система защиты позволяет экологизировать агроценозы, существенно снизить, а в некоторых случаях полностью исключить пестицидную нагрузку и получать стабильные урожаи экологически безопасной продукции.

Разработанная система защиты внедрена в Агрофирме «Родина» Кочкуровского района на площади 250 га, в СХПК «Сиал-Пятина» Инсарского района на площади 1320 га, в ООО «Лаша» Дубенского района на площади 750 га, что позволило снизить распространенность корневых гнилей на 20,1 – 38,7 % и увеличить урожайность яровых зерновых культур в 1,2 – 1,3 раза.

**Методология и методы исследований.** Методология исследований основана на анализе научной литературы отечественных и зарубежных авторов, а также передового производственного опыта. При выполнении работы были использованы общепризнанные теоретические (системный анализ, математическая статистика) и экспериментальные (полевые и лабораторные) методы исследований.

**Положения, выносимые на защиту:**

– концепция фитосанитарной оптимизации агроценозов и стратегия усовершенствования интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от поражения корневыми гнилями в условиях юга Нечерноземной зоны РФ;

– закономерности проявления многолетней и сезонной динамики корневых гнилей; видовой состав, структура патогенного комплекса и биоэкологические особенности, определяющие уровень урожайности и качества зерна яровых зерновых культур;

– агроэкологическая оценка роли фитосанитарных предшественников, приемов обработки почвы, сбалансированных доз минеральных удобрений, оптимальных сроков посева и глубины заделки семян, обеспечивающих возможность безо-

пасно и эффективно воздействовать на фитосанитарное состояние агроценозов яровых зерновых культур и увеличивать супрессивность почвы;

– усовершенствованный регламент использования средств защиты растений, уменьшающий вредоносность корневых гнилей и темно-бурой пятнистости листьев, способствующий повышению урожайности яровых зерновых культур и технологических качеств зерна.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Объективность и достоверность полученных результатов подтверждена многолетним периодом исследований, применением современных методик закладки и проведения опытов, математической обработкой экспериментальных данных методами корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов.

Основные положения диссертации докладывались на Международных научно – практических конференциях в г. Пенза (2002), Ульяновск (2003), Саранск (2005 – 2013), Москва (2010 – 2013), Новосибирск (2013); Всероссийских конференциях в г. Пенза (2000), Уфа (2003), Казань (2006), Саранск (2007); Республиканских научно – практических конференциях в г. Саранск (2006–2007), на III Всероссийском съезде по защите растений в г. Санкт – Петербург (2013).

**Личный вклад автора.** Диссертационная работа выполнена лично автором в период научно-педагогической деятельности в ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева». Автором составлена программа исследований, разработана схема постановки лабораторных и полевых опытов, которые были выполнены на базе учебно-опытного хозяйства Мордовского государственного университета и сельскохозяйственных предприятий Республики Мордовия. Проведен анализ и обобщение экспериментальных данных, сформулированы научные положения, разработаны заключение и рекомендации сельскохозяйственному производству.

Автор выражает искреннюю благодарность за ценные советы в проведении научных исследований научному консультанту доктору сельскохозяйственных наук профессору Н.В. Смолину, глубокую признательность кандидату биологических наук, заведующему лабораторией государственной коллекции фитопатоген-

ных микроорганизмов ГНУ ВНИИ фитопатологии Н.С. Жемчужиной, оказавшей помощь в выполнении микробиологических анализов.

**Публикации результатов исследований.** По результатам диссертационной работы опубликована 41 научная работа, в том числе 14 в изданиях из перечня ВАК РФ. Издана монография.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения и рекомендаций производству. Работа изложена на 303 страницах компьютерного текста, содержит 76 таблиц, 22 рисунка, 28 приложений. Список литературы включает 451 наименование, из них 30 иностранных авторов

# ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, КОНЦЕПЦИЯ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЦЕНОЗОВ И СТРАТЕГИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ

## 1.1. Морфологические и биологические особенности возбудителей корневых гнилей

Видовой состав патогенов, вызывающих корневую гниль яровых зерновых культур достаточно широк. Они характеризуются различными паразитическими свойствами и, как правило, приурочены к определенным эколого-географическим зонам. По своему систематическому положению возбудители входят в царство *Fungi*.

Наиболее распространенными и агрессивными являются: гриб *Bipolaris sorokiniana* (Sacc) Schoemaker и представители рода *Fusarium spp.*, которые относятся к классу несовершенных грибов *Ascomycetes*, порядка *Pleosporales* и *Hyrocerales*, семейства *Pleosporaceae* и *Nectriaceae*. Среди грибов рода *Fusarium* преобладающее значение имеют виды: *F. oxysporum* Schlecht, *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc, *F. avenaceum* (F.Sacc), *F. graminearum* Schwabe (Билай В.И., 1977).

По степени доминирования возбудителя болезни в патогенном комплексе различают гельминтоспориозную, фузариозную, а в случае смешанного типа инфекции, гельминтоспориозно-фузариозную корневую гниль. Заболевание поражает все зерновые культуры, но особенно сильно яровую пшеницу и ячмень (Коршунова А.Ф. и др., 1976; Марьин Г.С., 1983; Чулкина В. А., 1978; Нестеров А. Н., 1995). Формами проявления болезни являются собственно корневая гниль, бурая пятнистость листьев и черный зародыш зерна (Чулкина В.А. и др., 1987)

В агробиоценозе это заболевание проявляется практически во всех регионах Российской Федерации и на протяжении всего онтогенеза яровых зерновых

культур и чаще всего в виде одного из перечисленных типов или последовательной сменой их по мере роста и развития растений (Голубинцева А.П., 1952; Добрецов А.Н., 1962; Маликова А.В., 1969; Михайлина Н.И., 1968; Ветров Ю.Ф., 1970; Лухменев В.П., 1974; Чулкина В.А., 1985; Киселева М.И., 1999; Ишкова Т.И. и др., 2000; Сидоров А.А., 2001; Ашмарина Л.Ф., 2005; Марьина-Чермных О.Г., 2008).

Болезнь отражается на состоянии растений в течение всего периода вегетации. Она вызывает гибель всходов, отставание в росте, щуплость колоса у пораженных растений или полное отмирание продуктивных стеблей. Причиной поражения и гибели проростков со всходами служит инфицированность высеянных семян. В случае заражения растений в период всходов происходит отмирание продуктивных стеблей, а у растений, зараженных, в более поздний период наблюдается щуплость колоса.

Основными факторами, способствующими заболеванию корневой гнили являются низкий уровень агротехники, высокая насыщенность посевов в севообороте зерновыми культурами, поверхностная обработка почвы, присутствие в посевах сорняков из семейства злаковых, благоприятные метеорологические условия (Бегунов И.И. и др., 2003). Особенно характерно это для районов с неравномерным выпадением осадков, где воздушные засухи являются частым явлением (Краева Г.А., 1960; Пахомова И.С., 1965; Городилова Л.М., 1967; Лухменев В.П., 1974; Михайлина Н.И., 1981; Чулкина В.А., 1985; Савенко Д.Б., 2007).

**Гельминтоспориозная корневая гниль (возбудитель гриб *Bipolaris sorokiniana* (Sacc) Schoemaker).** Первые описания гельминтоспориоза в нашей стране были сделаны А.В. Сорокиным в 1890 г. в Южно-Уссурийском крае и Н.А. Наумовым в 1912 г. в средней полосе европейской части России. Затем, К.Е. Мурашкинский (1924) и М.К. Зилинг (1932) выделили возбудителя из пораженных зерен сортов мягкой и твердой пшеницы. Позже, глубоко и всесторонне этот вид возбудителя изучали С.М. Тупеневич (1948) и А.Е. Чумаков (1946), а также региональные исследователи: в Иркутской области – Ю.Ф.Ветров (1970); в Красноярском крае – А.Н. Добрецов (1962), Р.И. Щекочихина (1966), А.В. Маликова

(1969); в Алтайском крае – Ф.П. Шевченко (1949), П.Г. Алиновский (1966, 1970, 1979), В.А. Чулкина (1970); в Кустанайской области – А.Ф. Коршунова (1968); в Курганской – А.П. Голощанов (1969), М.Н. Ткаченко (2004), А.А. Постовалов (2004), И.Н. Порсев (2011); Новосибирской – В.А. Чулкина (1972, 1974), Л.Ф. Ашмарина (2005), Е.Ю. Торопова (2005); Оренбургской – В.П. Лухменев (1974, 2000), А.Ф. Коршунова (1974); в Саратовской – Н.И. Михайлина (1968), Д.Б. Савенко (2007); в Краснодарском крае – Е.В. Стрелков (2007); Центрально-Черноземном районе – Т.В. Семьнина (2003); Среднем Поволжье, Центральном районе Нечерноземья – М.Ф. Григорьев, (1976, 1996, 2012); А.А. Сидоров (2001); Республиках: Башкортостан – Р.В. Жукова (1974); Татарстан – А.А.Зиганшин (1987, 2005, 2007); А.И. Исмаилова (2005); Марий Эл – Г.С.Марьин (1985), О.Г. Марьина-Чермных (2008).

Формами проявления заболевания являются – обыкновенная корневая гниль, бурая пятнистость листьев и черный зародыш зерна (Чулкина В.А. и др., 1987; Чулкина В.А. и др., 2007). Авторы предлагают рассматривать их как формы проявления единой болезни, вызванные разными механизмами передачи (через почву, семена и воздушно-капельным путем) возбудителя болезни *B.sorokiniana*. По их мнению, обыкновенная корневая гниль в большей мере преобладает в засушливых условиях, черный зародыш – в увлажненных, а все три указанные формы встречаются в зонах неустойчивого увлажнения.

Болезнь распространена повсеместно, но наиболее вредоносна в восточных регионах Российской Федерации. В сильной степени она поражает яровую пшеницу ячмень, злаковые травы и несколько слабее, озимую рожь и пшеницу. В первую очередь заражаются и гибнут проростки. В фазу всходов болезнь проявляется на coleoptile и у основания проростка в виде точечных темно-бурых некрозов, частично или полностью охватывающих ткани этих органов. В фазу выхода в трубку бурют подземные междоузлия, основания стеблей и влагалища прикорневых листьев, а корни загнивают и отмирают. При гелиминтоспориозной инфекции на зараженной ткани наблюдается темно-оливковый или почти черный

конидиальный налет. При сильном развитии болезни проявляются пустоколо-  
сость и щуплость зерна.

К гельминтоспориозным пятнистостям относятся темно-бурая пятнистость (*B. sorokiniana* Shoem), сетчатая (*Drechslera teres* Shoem), и полосатая (*Drechslera graminea* Rab). Они имеют сходные характерные биологические признаки, свойственные конкретному виду. Так, источниками инфекции сетчатой пятнистости могут быть растительные остатки и семена. На растительных остатках грибок сохраняется в виде мицелия, где весной формируется конидиальное или сумчатое спороношение. Сумкоспоры, вышедшие из перитециев, могут служить дополнительным источником инфекции. Инфекция темно-бурым пятнистости передается с пораженными семенами, растительными остатками и через почву, где грибок может сохранять жизнеспособность до 5–7 лет. Источником инфекции полосатой пятнистости являются только зараженные семена. Наиболее сильно болезнь проявляется при холодной и затяжной весне (Фитосанитарная экспертиза ..., 2002).

Возбудители корневой гнили отличаются широкой филогенетической специализацией (Войтова Л.Р., 1966). Грибок *B. sorokiniana* способен паразитировать на 83 дикорастущих травах, принадлежащих к 37 родам (Christensen J.J., 1922; Водяная Л.А., 1969), и поражает 65 видов растений семейства злаковых (Жукова Р.В., 1974). Его можно отнести к временным обитателям почвы (Горленко М.В., 1955). Продолжительность выживаемости грибка в почве зависит от ее физико-химических свойств (Чичева Т.Б. и др., 1980), состава почвенной микрофлоры (Papavizas G.C., 1967; Papavizas G.C., Lemsden R., 1980) и может составлять от 3 до 5 лет. Численность грибка в 1 г почвы колеблется от 8 до 983 конидий (Чулкина В.А., 1985; Чулкина В.А. и др., 2007). Грибок способен поражать все органы растений.

Возбудитель *B. sorokiniana* развивается при температуре от 5 – 6 °С до 35 – 37 °С, оптимум – 20 – 22 °С (Тропова А.Т., 1958; Коршунова А.Ф. и др., 1974). Конидии не теряют жизнеспособности в течение нескольких месяцев при температуре минус 32 – 43 °С (Голубинцева А.П., 1952) и даже минус 50 °С (Щекочицина Р.И., 1971). Возбудитель образует токсины, которые способны вызывать за-

болевание и может в равной степени инфицировать как подземные, так и надземные органы растений-хозяев. Это говорит об отсутствии у него органотропной специализации (Чулкина В.А., 1985). В отношении приуроченности возбудителя корневой гнили к поражению вегетативных органов, существуют противоположные мнения. Большинство исследователей считают, что корневую систему яровой пшеницы поражают преимущественно грибы рода *Fusarium spp.*, а основание стебля – *B. sorokiniana* (Гешеле Э.Э., 1952; Кулик С.А., 1955; Шевченко Ф.П., 1970; Чулкина В.А., 1985; Ткаченко М.Н., 2004; Постовалов А.А., 2004). Преваляирование возбудителя *B. sorokiniana* на надземных органах (основание стебля), отмечала в своих исследованиях и Л.Ф. Ашмарина (2005), проведенных в условиях Западной Сибири. Однако такая закономерность проявляется не всегда и не везде. Так, в Республике Башкортостан, в исследованиях Р.В. Жуковой (1974) не отмечалось подобной приуроченности возбудителей к заражению вегетативных органов яровой пшеницы, а результаты исследований В.Г. Иващенко (1975) подтвердили высокую поражаемость возбудителем рода *Fusarium spp.* основания стебля.

Возбудители корневых гнилей относятся к факультативным паразитам (т. е. питаются за счет живых тканей), но при определенных условиях могут существовать и за счет мертвого органического вещества (сапротрофно). Паразитами они становятся на ослабленных растениях. Это характерно для видов рода *Fusarium spp.*

**Фузариозная корневая гниль (возбудитель – гриб *Fusarium spp.*).** В 1809 г. немецким микологом Х.Ф. Линком все грибы с веретеновидной-серповидной формой конидий были объединены в род *Fusarium spp.* Однако число его видов постоянно изменялось. Первой таксономической системой грибов этого рода была классификация, предложенная немецкими микологами Г.В. Волленвебером, и О.А. Рейнингом (Wollenveber G.V., Reining O.A., 1935). Она объединяла 66 видов. Американские ученые В.К. Снайдер и Г.Н. Хансен (Snyder V.K., Hansen G.N., 1940) описали 9 видов. Английский миколог К. Бус (Booth K., 1971) выделил 44 вида. В настоящее время широкое распространение имеет таксономическая

система, разработанная немецкими микологами В. Герлахом и Х. Ниренбергом (Gerlach V., Nirenberg H., 1982), которая включает 73 вида.

В систематике грибов этого рода в России существуют таксономические системы А.И. Райло (1950) – 55 видов рода *Fusarium spp.* и В.И. Билай (1955, 1977) – 28 разновидностей, относящихся к 31 виду и 9 секциям. Такое различие в численности видов говорит о сложности систематизации этой разнообразной группы грибов. Она заключается в том, что все существующие таксономические системы грибов *Fusarium spp.* основаны на описании высокой изменчивости морфологических структур, которая происходит без ярко выраженных границ. Поэтому установление стандартов видов при визуальном анализе используемых характеристик зачастую затруднительно даже для опытных микологов. Кроме того, по мнению многих исследователей, наличие характерных серповидно-веретеновидных конидий не является основополагающим критерием для отнесения гриба к роду *Fusarium spp.* Конидии подобной формы могут образовывать и некоторые виды родов *Cylindrocarpon spp.*, *Acremonium spp.*, *Gliocladium spp.* и другие, однако, по мнению Т.Ю. Гагкаевой и соавт. (2008 а) не все виды рода *Fusarium spp.* образуют указанные макроконидии или формируют их в единичных случаях.

До недавнего времени грибы рода *Fusarium spp.* относили к дейтеромицетам (Fungi imperfecti – несовершенные грибы). Этот класс объединял виды грибов, в цикле развития которых была неизвестна стадия полового размножения. На сегодняшний день у большинства представителей несовершенных грибов выявлена связь между бесполом спороношением и половой стадией, и они причислены к классу совершенных грибов.

Поэтому, согласно Международному Кодексу ботанической номенклатуры, род *Fusarium spp.* входит в класс Ascomycetes. Половые (сумчатые) стадии подавляющего большинства видов рода *Fusarium spp.* относятся к родам *Gibberella*. Наличие половой стадии способствует выживанию в неблагоприятной среде, а также лучшей адаптации в изменяющихся условиях. Такими патогенами на зерновых культурах являются *F. graminearum*, на кукурузе – *F. verticillioides*, на сое *F. solani*.

Все виды рода *Fusarium* в отличие от *B. sorokiniana*, имея сходные механизмы передачи, обычно не вызывают бурой пятнистости листьев, а на зерне симптомом их присутствия служит его побурение, нередко с наличием розового налета мицелия гриба (Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., 2004).

Фузариозная корневая гниль часто приводит к изреживанию всходов и раннему засыханию растений на корню. При этом поражаются корни (коричневеют и становятся трухлявыми, вследствие чего растения легко выдергиваются из почвы) и узел кущения, иногда на основании стебля наблюдается розовый налет гриба, состоящий из мицелия и конидий. При этом листья желтеют и отмирают, рост растений замедляется, возникает белоколосость. Вредоносность видов рода *Fusarium spp* заключается в интоксикации растений, нарушении общих жизненных функций и водного баланса. Фузариоз зерна ухудшает посевные качества семян, пищевые достоинства зерна, продуктов его переработки и поэтому, во всем мире рассматривается как одно из наиболее вредоносных заболеваний сельскохозяйственных культур.

Плотность популяции грибов рода *Fusarium spp* неоднородна. Число спор в 1 г почвы может быть от 2 000 до 10 000 шт. (Stover R.X., 1953). Грибы могут развиваться при температуре от 0 до 35 °С, оптимум роста находится в пределах 18 – 28 °С. С понижением температуры до 10 °С рост мицелия прекращается.

Условия среды оказывают влияние на видовой состав патогенов, поэтому виды рода *Fusarium spp* отличаются по экологическим потребностям, и распределены по разным природным нишам не случайным образом. Большинство видов фузариевых грибов может существовать на широком круге растений. Встречаемость определенного вида, в первую очередь, определяется природно-климатическими особенностями региона, а его распространенность зависит от ежегодных метеорологических флуктуаций (Левитин М.М. и др., 1998). Вследствие этого, каждой зоне присущ свой видовой состав фузариев.

Так, в Сибири среди многочисленного рода фузариев, доминируют виды *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. oxysporum* (Гешеле Э.Э., 1952; Ветров Ю.Ф., 1970). В Нечерноземной зоне РФ растения поражаются *F. graminearum Schwabe*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. gibbosum* (Санкина Е.М., 1974). По данным

З.П. Качаловой и Н.Д. Яценко (1974) в Московской области фузариозную корневую гниль в основном представляет вид *F.culmorum*. В исследованиях В.И. Билай (1974, 1977) род *Fusarium spp.* представлен преимущественно видами *F.oxysporum*, *F.culmorum*, *F.avenaceum* *F.graminearum*. А.А. Сидоров (2001) отмечает, что в центральных районах Нечерноземья РФ и Среднего Поволжья, превалируют виды рода *Fusarium*: *oxysporum*, *culmorum*, *avenaceum*, *moniliforme*. При переходе к степной зоне – возрастает присутствие *B. sorokiniana*. Глубокие и всесторонние исследования в 15 областях и 7 регионах России за период 1983–1998 гг. провела М.И. Киселева (1999). Ею было идентифицировано 12 видов рода *Fusarium*: *F. culmorum* (W. G. Sm. Sacc), *F. oxysporum* (Sclecht) Snyd.et Hans, *F. heterosporum*, *F. gibbosum* Appel, *F. sporotrichioides*, *moniliforme* J. Sheld, *F. solani*, *F. avenaceum* (F. Sacc), *F. nivale*, *F. samucinum* Fuchel, *F. redolens*, *F. semitectum*.

Учеными установлено, что в зонах возделывания ячменя в России наиболее распространены виды *F. culmorum*, *F.oxysporum*, *F. heterosporum*, *F. gibbosum*.

В агробиоценозах корневая гниль обычно представляет собой смешанную инфекцию и локализуется в ризосфере растения. Смешанная инфекция – заражение одного и того же органа разными возбудителями болезни. Вследствие этого наблюдаются различные формы заболевания, которые могут развиваться одновременно или следовать одна за другой. В образовании каждого из характерных симптомов участвуют не один, а несколько видов грибов. Поэтому следует указывать видовой состав возбудителей корневой гнили (Зазимко М.И. и др., 1997; Жалиева Л.Д., 2001).

Чаще всего фиксируется гельминтоспориозно-фузариозная корневая гниль. Соотношение возбудителей в патогенном комплексе достаточно характерно для конкретных культур. По утверждению В.А. Чулкиной (1973), возбудители корневой гнили имеют сходство в биологии. При существовании в различных соотношениях они способны вызывать сходные симптомы. Так, у ячменя основным возбудителем, по мнению ряда авторов (Крутова Н.П., 1978; Чулкина В.А. и др., 1987), является *B. sorokiniana*.

В лесостепной зоне Красноярского края корневую гниль вызывал широко специализированный гриб *B. sorokiniana*, который в полевых условиях поражал пшеницу до 71,0 %, ячмень – 61,5 %. Несколько слабее его воздействие было на овес, кукурузу, просо и полное отсутствие отмечалось на посевах гречихи, гороха, вики, картофеля (Маликова А.В., 1969).

В Центральной зоне Оренбургской области гриб *B. sorokiniana* был выделен из пораженных стеблей пшеницы в 79,8 – 100 % случаев. Чаще и ярче болезнь проявлялась в посевах твердой пшеницы (Лухменев В.П., 1974). В Сибири и Зауралье гельминтоспориозная корневая гниль также является одним из вредоносных для зерновых культур заболеваниями (Торопова Е.Ю., 2005; Порсев И.Н., 2011).

Согласно исследованиям А.Н. Нестерова и Л.К. Хацкевича (1991), проведенным на Южном Урале, количественное соотношение представителей патогенного комплекса корневых гнилей в посевах яровой пшеницы в различные по метеоусловиям годы было неодинаковым. В относительно благоприятные годы преобладал возбудитель *B. sorokiniana*, в засушливые – его количество уменьшалось, и чаще выделялись грибы из рода *Fusarium spp.* Авторы объясняют это дополнительным заселением ослабленных растений штаммами, менее патогенных видов данного рода возбудителя.

В исследованиях, проведенных Т.В. Семьиной (2003) отмечалось, что из листовых болезней на ячмене развиваются сетчатая и темно-бурая пятнистости. В структуре популяции сетчатая пятнистость составляет до 85 %, темно-бурая – до 10 %.

В Курганской области (Ткаченко М.Н., 2004) и лесостепи Зауралья (Постовалов А.А., 2004) корневую гниль ярового ячменя вызывали микромицет *B. sorokiniana* и виды рода *Fusarium spp.* Обычно, к концу вегетации дифференцируются экологические ниши, и *Fusarium spp.* занимает первичные и вторичные корни, а *B. sorokiniana* – эпикотиль и основание стебля.

В Центрально-Черноземном регионе в структуре популяций корневых гнилей ячменя доминирующее положение (до 55 %) занимает гельминтоспориозная корневая

гниль, тогда как на долю фузариозной инфекции приходится до 30, а церкоспореллезной – не более 15 %.

В своих исследованиях Л.Ф. Ашмарина (2005) пришла к выводу, что состав и соотношение основных возбудителей корневой гнили определяются почвенно-климатическими факторами, а именно: в относительно теплом сухом климате степи присутствует возбудитель *B. sorokiniana*, а виды грибов рода *Fusarium spp.* – в прохладных и увлажненных условиях подтайги.

В Республике Татарстан в составе патогенного комплекса возбудителей корневых гнилей присутствуют представители гельминтоспориозной и фузариозной этиологии (Исмаилова А.И., 2005). По утверждению Ю.В. Попова (2006), в Центрально-Черноземной области ячмень поражает преимущественно гельминтоспориозный тип (60 %). На фузариоз приходится около 30 % случаев, остальные 10 % составляют смешанный или другие типы. В большинстве районов Республики Марий Эл встречаются гельминтоспориозные и фузариозные корневые гнили, при этом на одних и тех же посевах можно обнаружить несколько видов возбудителей (Марьина-Чермных О.Г., 2008). В исследованиях Н.И. Богачук (2009) результаты анализа семян ячменя показали доминирование на них возбудителя *B. sorokiniana*.

Д.Б. Савенко (2007) отмечал превалирование в Саратовской области гельминтоспориоза и фузариоза, вызываемое грибами *B. sorokiniana* и видами рода *Fusarium spp.*

Базовой инфекцией корневой гнили ячменя в Воронежской области стал гриб *B. sorokiniana*, но в отдельные годы могут массово проявляться и представители родов *Fusarium spp.* (Сидорова С.Ф., Рябчикова В.В., Берестецкая Л.И., 1992) и *Alternaria spp.* (Тороп А.А. и др., 2010).

В Удмуртии самой вредоносной для яровых зерновых культур была гельминтоспориозная корневая гниль (*B. sorokiniana*), которая фиксировалась ежегодно, достигая 60 % и более. Инфекция сохранялась как на семенах, так и на растительных остатках (Курьлева А.Г., Фатыхов И.Ш., 2012).

В Ставропольском крае до 2008 г. на посевах озимых зерновых преобладал вид рода *B. sorokiniana*, однако с 2009 г. резко (в 4 раза) увеличились площади заражения фузариозными корневыми гнилями (Стамо П.Д., Кузнецова О.В., 2012).

Основными возбудителями корневой гнилей ячменя в Украине является грибок *B. sorokiniana*, а также виды *F. avenaceum* Sacc., *F. culmorum* W.G.Sm. Sacc. *F. graminearum* Schwabe, *F. gibbosum* Appel, Wollenw, *F. moniliforme* J. Sheld., *F. oxysporum* Schlecht и *F. sativum* Fuchel (Акулов А.Ю., 2007). При этом заболевание, вызываемое грибом *B. sorokiniana*, называют гельминтоспориозной корневой гнилью, а *Fusarium spp.* – фузариозной (Пересыпкин В.Ф. и др., 1991; Engle J.S. et al., 2004).

Однако в некоторых районах России у зерновых культур могут преобладать и фузариозные инфекции (Григорьева М.Ф., 1985). Так, в районах ЦЧО на посевах пшеницы чаще всего встречается фузариозный тип корневых гнилей (40 %), затем идет гельминтоспориозный (25 %), последующее место занимает фузариозно-гельминтоспориозный тип (15 %). Оставшиеся 20 % приходятся на другие, менее распространенные типы: ризоктониозный, церкоспореллезный и т. д. (Жалиева Л.Д. и др., 1999). В Краснодарском крае обычно отмечается фузариозная корневая гниль (Бочкарева З.А., 1970; Стрелков Е.В., 2007). Рядом авторов также установлено, что грибы рода *Fusarium spp.* поражают, как правило, озимую пшеницу (Пересыпкин В.Ф. и др., 1970; Балыдин В.К., 1975; Бочкарева З.А., 1970; Оберюхтина Л.А., 2011).

Таким образом, обобщая литературные данные, можно сделать следующие выводы:

- в процессе паразитирования на злаковых культурах возбудители корневой гнили приспособились к различным экологическим факторам окружающей среды;
- типичная гельминтоспориозная корневая гниль распространена преимущественно в тех районах, где гидротермические условия складываются благоприятно как для сохранения инфекции в почве, так и для интенсивного развития болезни (ГТК в июле – 0,7 – 1,2);

– фузариозная корневая гниль встречается повсеместно, но преобладает в районах с достаточным или неустойчивым увлажнением.

Для каждой зоны характерен определенный видовой состав фузариев. Гельминтоспориозно-фузариозный тип (с преобладанием гельминтоспориоза на эпикотиле и основании стебля, а фузариоза – на корнях и узлах кущения) отмечается в районах с достаточным увлажнением. В зонах распространения озимых культур, *B. sorokiniana* не является главным возбудителем, так как его выживаемость в почве ограничивается биотическими факторами.

## 1.2. Биоэкологические особенности возбудителей черного зародыша

В Российской Федерации отмечается ухудшение кондиционных свойств семян зерновых культур. Одной из основных причин снижения всхожести, ряд исследователей считают значительное распространение черного зародыша, как одной из форм проявления корневых гнилей и которым поражается до 10 – 15 % урожая (Манжула Л.А., 1991; Лавринова В.А., 2012). Впервые он был отмечен в Италии Пеглионом (Peglion V.) в 1901 г. под названием «puntatura». Затем, в 1911 г. болезнь была описана в США Боллеем (Bolley H.L.) и именовалась «black point», а в 1920 г. – в Африке (французское Марокко) – как «mouchetage». Точное время появления этой болезни в России отсутствует. В настоящее время заболевание встречается повсеместно и вызывается грибами *B. sorokiniana* и видами рода *Alternaria spp.* В Сибирском институте сельского хозяйства и лесоводства в 1925–1926 гг. было определено, что поражение семян черным зародышем вызывается грибами *Helminthosporium sativum* и *Alternaria tenuis*.

Проведенные исследования показали, что черный зародыш имеет ряд особенностей. Заболевание часто протекает в скрытой форме, что затрудняет проведение защитных мероприятий. Даже в неблагоприятные для заражения годы его обнаруживали в скрытой форме в 50–60 % зерен. Количество семян со скрытой формой может быть в 3 раза больше, чем с явно выраженными признаками (Манжула Л.А.,

1991). Скрытая инфекция вызывает у внешне здоровых семян снижение энергии прорастания и всхожести (Качалова З.П., 1969).

Альтернариозные семена в месте расположения зародыша имеют коричневую оболочку, которая может варьировать до темной. (Зилинг М.К., 1932; Барбаянова Т.А. и др., 1989). Семена, зараженные видами рода *Alternaria spp*, обычно крупнее и полновеснее, чем здоровые (Зилинг М.К., 1932). Грибница распространяется, как правило, в перикарпе зерна, проникает до интегумента или до алейронового слоя (что бывает реже), и лишь в исключительных случаях встречается в эндосперме и никогда – в тканях зародыша. При проращивании альтернариозные зерна покрываются серовато-оливковой грибницей спор (Ячевский А.А., 1910; Зилинг М.К., 1932; Горленко М.В., 1951;).

У гельминтоспориозных семян характерная коричневая окраска захватывает зародышевый конец и часть зерновки. При рассматривании пораженных семян на свет хорошо заметен красноватый оттенок, оболочка при этом сохраняется матовой, а зерно отличается щуплостью.

Гельминтоспориозные зерна при проращивании приобретают черный бархатистый налет грибницы спор *Helminthosporium sativum* (Ячевский А.А., 1910; Зилинг М.К., 1932; Горленко М.В., 1951).

Возбудители черного зародыша могут сохраняться на семенах и передаваться с ними из года в год. В период хранения зараженность изменяется. Даже при правильном его режиме грибы *Alternaria spp*. могут выживать в течение многих лет (Федорова Р.Н. и др., 1984). Есть и другое мнение, согласно которому через месяц после хранения численность грибов *Alternaria spp*. уменьшается вдвое, а *B. sorokiniana* – возрастает (Лавринова В.А., 2007). Сохранению жизнеспособности видов *Alternaria spp*. способствуют низкая влажность и умеренная температура воздуха.

Наличие черного зародыша отмечается повсеместно, но в различных регионах он вызывается разными возбудителями. Большинство авторов указывает на доминирующую роль в патогенном комплексе видов *Alternaria spp*., реже встре-

чается *B. sorokiniana* и совсем незначительно *Fusarium spp.* (Маликова А.В., 1969; Крутова Н.П., 1978; Барбаянова Т.А. и др., 1989; Ковалева Э.С., 1991).

На Дальнем Востоке (Азбукина З.М., 1980; Барбаянова Т.А. и др., 1989) и в Амурской области (Одноконь Э.Я., 1977) возбудителем черного зародыша чаще всего признавался возбудитель *B. sorokiniana*. В Белоруссии к такому же выводу пришла С.Ф. Буга (1975). В лесостепи Новосибирской области, по мнению А.А. Кириченко (2008), основными возбудителями являются микромицеты *B. sorokiniana* и *Alternaria tenuissima*. В Тамбовской области в комплексе возбудителей заболевания, согласно результатам исследований В.А. Лавриновой (2012), преобладали грибы рода *Alternaria spp.* Зараженность ими семян в зависимости от партии и года составляла 21,3 – 67,5 % и была ежегодно в 1,5 – 1,8 раза выше, чем зараженность возбудителем *B. sorokiniana*.

Симптомы болезни могут быть разными и зависят от условий окружающей среды. К ним относятся изреживание всходов, увеличение непродуктивной кустистости, белоколосость, либо потемнение зерна в зоне зародыша (Тропова А.Т., 1948). В исследованиях В.П. Лухменева (1974) отмечалось, что у гельминтоспориозных семян при прорастании корешки буреют и по длине уступают таковым здоровым. При незначительном поражении семян зародышевые корешки развиваются нормально. Побурение наблюдается у 1–5 корешков на расстоянии 1–2 см от зоны зародыша. Длина их при этом не отличается от показателя здоровых растений. При сильном поражении корешки формируются короче. Потери урожая зерна могут достигать 27,7 % (Мархасева В.А., 1952; Манжула Л.А., 1991).

Однако большинство авторов склонны считать, что заражение зерна возбудителем *Alternaria spp.* не приводит к уменьшению его массы. Чернозародышевые семена обычно крупные и хорошо выполненные, имеют нормальную всхожесть (Городилова Л.М., 1964; Городилова Л.М. и др., 1969). Урожай зерна пшеницы, полученный из семян, зараженных грибами рода *Alternaria spp.* соответствует объему здоровых семян (Коршунова А.Ф., 1972).

По мнению Кириченко А.А., (2008) низкую всхожесть имеют семена, зараженные возбудителем *B. sorokiniana*, а при альтернариозной инфекции всхожесть уменьшается только у незрелых семян.

Исследованиями М.К. Зилинг (1932) установлено, что заражение грибом происходит на ранней стадии развития зерна – в период молочной спелости. В этот период на зародышевом конце и в тканях лодикул наблюдается хорошо развитая бесцветная или слабо окрашенная грибница. Чем быстрее после цветения засыхает цветочная пленка, тем меньше остается шансов для поражения семян.

В настоящее время существует несколько точек зрения. Одни авторы придерживаются того же положения, что и М.К. Зилинг. При этом они конкретизируют, что конидии попадают на семена нового урожая из почвы или растительных остатков. Другие же полагают, что возбудители черного зародыша присутствуют в растении постоянно, вследствие чего возникает заражение семян (Ковалева Э.С., 1991).

Сильнее страдают семена, сформированные в первых и вторых цветках средней части колоса (Михайлина Н.И., 1973; Голощанов А.П., 1985; Торопова Е.Ю., 2005). Поражение зерна возбудителями начинается с зоны зародыша, так как он менее защищен, более гигроскопичен и содержит много питательных веществ (Коршунова А.Ф. и др., 1965). В начале XX века микробиолог Б. Пейронель (B. Peyronel) отмечал, что первоначально происходит изменение окраски лодикул (цветковых пленок), находящихся в близкой связи со щитком. Клетки лодикул представляют подходящий субстрат для развития гриба, и гифы, проходя через них, проникают в перикарп семени поверх зародыша, достигая интегумента.

Ослабленные и увядающие ткани обеспечивают необходимые условия для развития грибницы возбудителя рода *Alternaria spp.* Можно предполагать, что, проникнув внутрь пленок, мицелий *Alternaria spp.* стимулирует, подобно другим грибам, жизнедеятельность клеток и тканей, связывающих семя с материнским растением, возможно, удлиняет период накопления зерном питательных веществ, в результате чего оно формируется более полноценным и выполненным. Однако Б.Пейронель указывал также на то, что пораженные зерна содержали меньшее количество питательных веществ, чем здоровые.

При прорастании зерна гриб проникает в ткани проростка и корешков и не более, так как далее в coleoptile он не обнаруживается (Ганнибал Ф.Б., 2004).

По существующим международным стандартам наличие зерен с черным зародышем в партиях зерна, предназначенных для экспорта, не допускается. В исследованиях Л.М. Городиловой (1964) у чернозародышевых семян стекловидность была ниже, а абсолютный вес выше. В зараженном зерне клейковины было меньше, и она была худшего качества. Большое количество зерен с черным зародышем в партии зерна изменяет цвет муки, ухудшает его товарную ценность и хлебопекарные качества.

Подверженность пшеницы заболеванию зависит от ее ботанической принадлежности. Сорты пшениц, относящиеся к твердым, видам более подвержены заражению, нежели мягкие (Зилинг М.К., 1932; Мурашкинский К.Е., 1924; Тупеневич С.М., 1948; Чулкина В.А., 1970).

В настоящее время известно, что род *Alternaria spp.* представлен большой группой весьма известных видов микромицетов с разной степенью паразитизма – от сапротрофов до биотрофов. В рамках этого рода известно 9 видов, способных поражать семена злаков. В микобиоте территории России преобладают широко специализированные мелкоспоровые виды *Alternaria tenuissima* и *Alternaria alternata (tenuis)*, которые являются наиболее токсикогенными (Ганнибалл Ф.Б., 2006). Они отличаются широкой специализацией. Поэтому очень важно, отличать данные виды от других мелкоспоровых видов *Alternaria spp.*, так как только они способны загрязнять сельскохозяйственную продукцию своими токсическими метаболитами (Тутельян В.А. и др., 1985; Ганнибал Ф.Б., 2006). Патогенность отдельных форм бывает различной, при этом в одном и том же регионе могут встречаться несколько физиологических форм, либо одна и та же форма может проявляться в разных регионах (Зилинг М.К., 1932).

На развитие черного зародыша большое внимание оказывают погодные условия, но существующая на сегодняшний день информация по данному вопросу противоречива. Одним из распространенных мнений является положение о том, что его развитию способствуют высокая температура (24–28 °С) и влажность в

период цветения (Пересыпкин В.Ф., 1979). Так, в степной зоне юго-востока Украины для активного заражения им семян относительная влажность воздуха должна быть не ниже 70 %. (Манжула Л.А., 1991).

Многие авторы указывают на зависимость поражения растений черным зародышем от природно-климатических зон (Тупеневич С.М., 1948; Чулкина В.А., 1973, 1985, 1998; Кириченко А.А., 2008). В засушливых областях России среди его возбудителей доминирует грибок *Alternaria spp.* и реже встречается *B. sorokiniana*. В годы с избыточным увлажнением, особенно в период налива и созревания зерна, преобладает возбудитель *B. sorokiniana*, а в засушливые, либо умеренно влажные, с температурой воздуха более 24 °С в период цветения – *Alternaria spp.* (Щекочихина Р.И., 1978; Коршунова А.Ф., 1970; Торопова Е.Ю., 2005).

Таким образом, имеющиеся в литературе сведения по изучению черного зародыша довольно противоречивы, а относительно Республики Мордовия, расположенной в южной части Нечерноземной зоны РФ и географически относящейся к Среднему Поволжью, они отсутствуют вовсе. Не установлены его фитотоксические свойства, роль влияния погодных условий, факторы передачи, особенности взаимоотношений, а также доля каждого фактора в патогенезе заболевания.

### **1.3. Источники инфекции возбудителей корневых гнилей**

По мнению ряда авторов (Тупеневич С.М., 1937; Чумаков А.Е., 1946; Степанов К.М. и др., 1948; Голубинцева А.П., 1952; Чулкина В.А., 1973, 1985; Великанов Л.Л., Дурынина Е.П., 1984) при поражении органов растений возбудителями корневых гнилей инфекция сохраняется на растительных остатках и семенах. Инфекция может сохраняться и в почве (Ledingham R.J., Chinn S.H.F., 1955; Краева Г.А., 1960; Коршунова А.Ф. и др., 1966; А.Ф. Коршунова, 1967).

В совокупности все названные источники являются местом накопления и сохранения инфекции. Различают основные, дополнительные, главные и второстепенные источники инфекции (Чулкина В.А. и др., 1981).

В Западной Сибири к основным источникам инфекции относят многолетние дикорастущие злаковые травы, произрастающие в естественных фитоценозах (пырей ползучий, кострец, тимофеевка луговая, овсянка луговая и т. д.), которые обеспечивают непрерывное питание и размножение возбудителей в природе и увеличивают частоту их передачи через воздух. Но роль данных трав в развитии и распространении корневой гнили не столь велика.

Главными источниками инфекции корневой гнили являются культурные однолетние злаки (яровая пшеница, ячмень) и сорняки (Ашмарина Л.Ф., 2005). Они служат местом массового накопления и размножения возбудителя в природе, обуславливая неравномерность эпифитотического процесса.

Исследования А.М. Маликовой (1969), проведенные в Красноярском крае, показали, что основной источник сохранения и накопления возбудителя *B. sorokiniana*, – растительные остатки, почва, пораженные сорные растения и высеянные семена.

Н.И. Михайлиной (1971) отмечалось, что ведущим накопителем инфекции возбудителей корневых гнилей в Саратовской области являются растительные остатки ячменя и яровой пшеницы. В меньшей степени ими служат растительные остатки других пораженных культур и сорняков. Опытами было доказано, что гриб *B. sorokiniana* хорошо сохраняется в почве в течение года без растительных остатков и после этого проявляет высокую патогенность (поражение в опыте составило 81 – 83 %). Это свидетельствует о том, что источником инфекции выступают как семена, так и растительные остатки.

В условиях Зауралья массовая передача возбудителей корневой гнили из года в год происходит через инфицированные растительные остатки и почву (Постовалов А.А., 2004). В лесостепной зоне Западной Сибири в посевах яровой пшеницы постоянно преобладают почвенно-семенные инфекции (Ашмарина Л.Ф., 2005).

Некоторые авторы считают, что конидии гриба *B. sorokiniana* активно мигрируют с воздушными потоками на высоте до 3 000 м. Образовавшиеся на вегетативных органах конидии возбудителя рассеиваются на почву и в воздухе. Не имея естественного периода покоя, они способны прорасти сразу после созревания. Но в почве они не прорастают, а сохраняются в состоянии индуцированного покоя в течение 3 – 5 лет. Конидии возбудителя *B. sorokiniana* могут переносить длительное пребывание в анаэробных условиях и не терять при этом своей жизнеспособности (Маликова А.В., 1969). Конидии, рассеянные в воздухе, при способствующих гидротермических условиях заражают колосья и созревающие зерна хлебных злаков, отчего снижаются посевные и технологические качества зерна (Одноконь Э.Я., 1977; Чулкина В.А., 1985).

В конце вегетации для споруляции гриба на зараженной биомассе растений создается благоприятная обстановка, вследствие чего инфекционный фон почвы и воздуха достигает пикового значения. При этом возрастают возможности заселения конидиями гриба почвы и заражения формирующихся зерновок воздушно-капельным путем (Чулкина В.А., 1985).

Почва, является средой обитания и сохранения инфекционных структур и значительно отличается от воздуха. В ней отсутствуют резкие колебания температуры и влажности из-за ее буферности, ввиду чего значительную часть года поддерживаются условия для протекания микробиологических процессов, которые оказывают заметное влияние на жизнеспособность фитопатогенных грибов.

Возбудители болезней, жизненный цикл которых связан с почвой, характеризуются наибольшей стабильностью ареалов. Их инфекционный потенциал относится к наиболее опасным и трудным для искоренения (Гойман Э., 1954; Горленко М.В., 1955). В почве возбудители могут находиться как сапротрофы на растительных остатках, заселенных ими в сапрофитной фазе; как сапротрофы на инфицированных растительных остатках, заселенных ими в период паразитивной фазы; в форме покоящихся структур непосредственно в почве.

Большинство исследователей считают, что на пораженных растительных остатках грибы сохраняются в форме мицелия с обильным конидиальным споро-

ношением (Коршунова А.Ф. и др., 1974; Чулкина В.А., 1976; Зазимко М.И. и др., 2004). Продолжительность сохранения мицелия зависит от скорости минерализации этих остатков, которая определяется способностью выдерживать конкуренцию с сапротрофной микрофлорой (Бенкен А.А., Хацкевич Л.К., 1976). Инфекционное начало возбудителя *B. sorokiniana* вытесняется сапротрофной микрофлорой и чем интенсивнее ее развитие, тем быстрее проходит удаление патогена с растительных остатков. При этом заразное начало гриба может переходить с них в почву и продолжать там свое развитие (Маликова А.В., 1969).

Многими исследователями были изучены условия, необходимые для полного обеззараживания растительных остатков. Так, А.Ф. Коршуновой с соавт. (1970) установлено, что процесс их минерализации наиболее активно идет в паровом поле и при выращивании пропашных культур. Если отсутствует паровая обработка, растительные остатки разлагаются медленно, особенно при недостатке тепла и влаги в осенний период. Для полного обеззараживания нужно, чтобы послеуборочный период был не менее 70 дней с температурой выше 10 °С и содержанием влаги в почве более 15 мм (Щекочихина Р.И., 1975). Исследования Л.Ф. Ашмариной (1986), проведенные в Западной Сибири, показали, что при быстром наступлении осенних холодов микробиологическая активность почвы падает и не происходит минерализации пожнивных остатков. Это способствует возобновлению и накоплению инфекции в весенний период вегетации. В годы с продолжительной теплой и влажной осенью, наоборот, зараженность стерни резко снижается за счет повышения микробиологической и целлюлозолитической активности почвы.

Существует и другое мнение, согласно которому основная масса жизнеспособных конидий после перезимовки в почве пребывает на растительных остатках (Афанасьева М.М. и др., 1977). При этом гриб хорошо сохраняет жизнеспособность конидий на соломе, находящейся на поверхности почвы или на глубине 2 см, в течение 2 лет. На 1 г растительных остатков формируется в среднем до 520 конидий *B. sorokiniana*. В исследованиях П.Г. Алиновского (1970) отмечается, что гриб остается жизнеспособным на растительных остатках до 3 лет. Ряд исследова-

телей (Лухменев В.П., 1974; Коршунова А.Ф. и др., 1974) отмечают, что грибок остается жизнеспособным в почве – до 5 лет. Поэтому роль минерализации растительных остатков в уменьшении заразного начала возбудителя, особенно на чистых парах, подвергается сомнению (Бенкен А.А. и др., 1969). Таким образом, в отношении возбудителей корневой гнили определенное значение имеет инфекция, присутствующая в почве в виде конидий, хламидоспор и других покоящихся структур.

Наличие спор возбудителей корневых гнилей в почве свидетельствует о ее неблагоприятном фитосанитарном состоянии, а их высокий инфекционный фон – об угрозе растениям и необходимости применения мер по предупреждению заболевания.

Запас почвенной инфекции достаточно высок. Количество конидий изменяется в зависимости от типа почвы, биологических особенностей патогена, предшествующей культуры, времени года и т. п. (Великанов Л.Л., Дурынина Е.П., 1984). На территории России споры этого патогена обнаруживаются практически во всех зонах земледелия. По утверждению Е.П. Дурыниной, Т.Б. Чичевой (1980), количество конидий в окультуренных почвах колеблется от 1–10 до нескольких сотен и даже более 1000 на 1 г воздушно-сухой почвы.

В Красноярском крае на сильно пораженной пшенице в 1 г сухой навески почвы содержалось 65 – 120 жизнеспособных конидий *B. sorokiniana* (Коршунова А.Ф., 1970). В Западной Сибири и Алтайском крае их численность составляет в среднем несколько десятков на 1 г воздушно-сухой почвы (Чулкина В.А., 1985). По результатам исследований О.Г. Марьиной-Черных (2008), в Республике Марий Эл данный показатель равен 15,6 – 28,8 тыс. шт./г почвы.

Численность патогена в отдельных слоях почвы также различна. Так, на глубине 0 – 5 см его содержание достигало 150 штук, в слое 5 – 10 см – 50, на глубине свыше 10 см – до 33, после 20 см – до 10 штук на 1 г воздушно – сухой почвы (Голощапов А.П., 1970).

Концентрация конидий возбудителя зависит и от предшественника. В исследованиях В.П. Лухменева (2000) максимальное количество жизнеспособных

спор в пахотном слое почвы (0 – 30 см) наблюдалось при монокультуре пшеницы и ячменя, а наименьшее – после озимой ржи. Такая же закономерность отмечалась и при анализе растительных остатков. В почве гриб *B.sorokiniana* распространяется мицелием и конидиями. Он считается временным обитателем почвы и обладает слабыми сапротрофными способностями (Butler F,1953; Sallans, B.J. 1965).

Виды рода *Fusarium spp.* относятся к постоянным обитателям почвы. Большинство фузариевых грибов могут существовать как сапротрофы на живых растениях и на растительных остатках. Но, растительные остатки восприимчивых к фузариевым патогенам культур, находящиеся на поверхности почвы, являются одним из основных источников инфекции (Stack R.W., 1989; Fernando W.G.D. et al.,1997). Пропагулы грибов рода *Fusarium spp.* сохраняются на растительных остатках, находящихся как в почве, так и на ее поверхности, размножаясь и продолжая жизнедеятельность 5 – 10 лет и более.

Инфекционный потенциал грибов возрастает в кислых почвах. Особенно заметно это происходит в весенний и осенний периоды, когда в почве содержится повышенное количество органических остатков

По мнению S. A. Pereyraet, (1999) при отсутствии вспашки на поверхности почвы остаются 30–60 % растительных остатков, а грибы пребывают в жизнеспособном состоянии в течение нескольких лет. Если запахивать растительные остатки на 7,5 – 20,0 см, это заметно снизит выживаемость гриба *F. graminearum*. Значительное присутствие фузариев отмечается в хорошо окультуренных почвах.

По данным В.И. Билай (1977), среди выделенных из почв изолятов грибов, число принадлежащих к видам *Fusarium spp.* колеблется в разных почвах от 1 – 2 до 40 %.

Дикорастущие злаковые растения также являются накопителями и источниками инфекции различных видов грибов рода *Fusarium spp* (Inch, Giibert I., 2003). В сорняках, растущих после зерновых культур, их количество значительно больше, чем на полях после картофеля (Fernandez M.R. 1991). Многолетние дикорастущие растения, отличаясь высокой распространенностью и длительностью

периода вегетации, могут служить резерваторами инфекции в природе. На сорняках грибы не являются основным источником заражения зерновых культур, но они способствуют выживанию патогенов в отсутствие растений-хозяев (Гагкаева Т.Ю. и др., 2011).

Передача возбудителя через семена в естественных агроценозах аналогична процессу, идущему через растительные остатки, попадающие в почву, поэтому она имеет самостоятельное значение только в агроценозах, поскольку человек отчуждает урожай зерна (Чулкина В.А., 1985). Роль семенной инфекции в возобновлении корневой гнили в различных регионах России неодинакова. Одни авторы утверждают, что в засушливых условиях семена как источник инфекции не имеют существенного значения (Городилова Л.М., 1972; Зазимко М.И. и др., 1994). По мнению других авторов (Нестеров А.Н., 1987; Пересыпкин В.Ф., 1979; Трисвятский Л.А., 1975), в районах недостаточного увлажнения семенная инфекция вызывает сильное изреживание всходов и развитие корневых гнилей. На сегодняшний день нет доказательств системного распространения грибов рода *Fusarium spp.* от основания до генеративных органов (Тупеневич С.М., 1937; Гешеле Э.Э. и др., 1952).

В послеуборочный период в зерне, лежащем в неубранных валках, на токах и складах при повышенной влажности (более 14 %) происходит передача инфекции от зараженных зерен. В этом случае процент поражения зерна за сутки может увеличиться в 1,5 – 2,0 раза. По данным одних исследований (Кулик С.А., 1955) гриб *B. sorokiniana* сохраняется на зерне 5 лет, других (Алиновский П.Г., 1979; Кириченко А.А., 2008) – 7 – 8 лет и более.

Значительная часть популяции отмирает при нормальных условиях (влажность не более 14 %) уже в течение первого года хранения семян. Так при влажности 9 % зараженность семян ячменя возбудителем *B. sorokiniana* снижалась с 70,8 до 39,5 %, а способность гриба образовывать конидии уменьшилась на 31,0 % (Чулкина В.А., 1988). При отмирании популяции гриба параллельно увеличивалась энергия прорастания семян от 80,5 до 95,5 %. Все это свидетельствует о том, что семена служат не источником инфекции, а фактором ее передачи.

Как видно из литературных данных, роль источников инфекции возбудителей корневых гнилей во многом зависит от агроэкологических показателей, а также климатических особенностей. В условиях Республики Мордовия подобный анализ не проводился, поэтому наши исследования были посвящены изучению названного вопроса.

#### **1.4. Патогенность и фитотоксичность возбудителей корневых гнилей**

Патогенностью называют способность паразита вызывать инфекционный процесс, обусловленный метаболитами гриба (Коршунова А.Ф., 1970; Тарр С., 1975; Чулкина В.А., 1985). Она зависит от их фитотоксичности, поэтому продуцируемые фитопатогенами токсины являются важным фактором развития болезни растений. Возбудители корневой гнили вырабатывают гидролитические ферменты и токсины: *B. sorokiniana* – гелиминтоспорол, гелиминтоспорал, виктоксин, цитокинин (Великанов Л.Л., 1978; Pringle R. B., 1977; Vadavs B.S., Mandahar C.L., 1981), а виды рода *Fusarium spp.* фузариевую кислоту, изомартицин, зеараленон и др. (Билай В.И., 1977).

Действие возбудителя на растение осуществляется при помощи ферментов и токсинов. Ферменты в месте проникновения вызывают локальное разрушение клеток и превращают их содержимое в доступное для своего питания состояние (Рубин Б.А., Арциховская Е.В., 1968; Коршунова А.Ф. и др., 1976; Чулкина В.А., 1985). Токсины убивают или ослабляют клетки ткани, на которые они воздействуют. В результате этого нарушается обмен веществ, что приводит к нарушению физиологических процессов и ослаблению растения в целом, понижению его сопротивляемости к болезни и усилению патологического процесса (Simonds P.M., 1960; Коршунова А.Ф., 1976; Дурынина Е. П. и др., 1982). Патологические изменения в растениях могут быть вызваны присутствием высокого инфекционного начала. А.Ф. Коршунова и соавт. (1974) отмечали, что при гелиминтоспориозной корневой гнили для заражения 32 % растений необходимо около 360 спор гриба на 1 г почвы. Согласно результатам исследований Э. Гоймана (1954), для пораже-

ния проростков пшеницы фузариумом потребуется 10 000 спор. Это указывает на различие патогенности и агрессивности у данных возбудителей.

Проведенная Н.И. Михайлиной (1982) проверка патогенности грибов на проростках и всходах пшеницы показала, что самым патогенным из них является гриб рода *Helminthosporium*, виды грибов рода *Fusarium spp.* обладали меньшей патогенностью и совсем непатогенными оказались виды рода *Alternaria spp.*

Продолжительность периода заражения у патогенов различна. Одни грибы вступают в паразитические взаимоотношения через 13 дней, другие в тех же условиях – через 17 дней. Это зависит от экологических факторов, физиологического состояния растения, биологических свойств патогена и от географического происхождения штамма. Наибольшей восприимчивостью к заражению обладают всходы злаков. Взрослые растения, образуя вторичную корневую систему, обеспечивают себя дополнительным поступлением питательных веществ, а огрубевшие ткани сосудистых пучков ксилемы затрудняют проникновение гриба в растения.

У разных видов грибов количество токсина неодинаково, и оно неспецифично. Неспецифическое действие фильтратов *B. sorokiniana* по отношению к всходам ячменя, пшеницы и овса подтверждала А.Ф. Коршунова (1970).

С возрастом гриба токсичность его культуральных фильтратов снижается, особенно в условиях повышенных температур. В таких случаях отмечается стимулирующий эффект, выражающийся в удлинении корней проростков пшеницы при слабой концентрации фильтрата *B. sorokiniana*. Патогенные свойства возбудителя определяются качеством субстрата. Так, при сокращении концентрации сахаров в субстрате, токсичность культурального фильтрата усиливается, а рост массы мицелия уменьшается. Отсюда следует, что высокая концентрация сахаров в субстрате является одной из причин большей устойчивости озимой пшеницы к гельминтоспориозной корневой гнили по сравнению с яровыми формами. В сортах твердой яровой пшеницы содержание сахаров в клеточном соке ниже по сравнению с мягкой, что и обуславливает их поражаемость гельминтоспориозной корневой гнилью.

Таким образом, изменение токсических свойств у возбудителя влияет на изменение проявления его патогенности. Большая токсикогенная способность гриба во время интенсивного роста мицелия обуславливает его патогенность для всходов; кроме того, низкая (менее 4,5) и высокая (более 8,5) рН ослабляют влияние патогена *B. sorokiniana* (Коршунова А.Ф., 1970). Токсическое действие этого микромицета подтверждается также в работах Л.Л. Великанова (1978), В.А. Чулкиной (1985), Л. Ф. Ашмариной (2005).

По мнению ряда исследователей, роль фузариумов в патогенном комплексе различна из-за неодинаковых патогенных свойств у отдельных видов рода (Коршунова А.Ф., 1972; Тупеневич С.М., 1937; Жукова Р.В., 1974; Билай В.И., 1977; Санкина Е.М., 1977; Гагкаева Т.Ю., 2011). Из этого следует, что присутствие на растениях грибов рода *Fusarium spp.* не всегда способствует возникновению инфекционного процесса, а при заражении – снижению продуктивности растений-хозяев (Ветров Ю.Ф., 1970; Ашмарина Л.Ф., 2005). По мнению В.И. Билай (1975) частые выделения грибов рода *Fusarium spp.* из больных растений без проверки их патогенных свойств послужили поводом для признания их возбудителями заболеваний, что не всегда было правомерным.

Преобладающая часть видов этого рода является сапротрофами, однако широкий видовой диапазон обуславливает существование вирулентных рас, адаптированных преимущественно к поражению определенных растений, т. е. переход к паразитизму (Билай В.И., 1988).

Изучению паразитических и токсикологических свойств фузариумов посвящено много работ. К ним относятся исследования Пидопличко В.Н., 1977; Буга С.Ф., 1976; Билай В.И., 1977; Левитина М.М., 1994; Монастырского О.А., 1997, 2000, 2001, 2012; Лавриновой В.А., 2007; Шешеговой Т.К. и др., 2008; Гагкаевой Т.Ю. и др., 2009; Алябьева Н.Н., 2010.

Многообразие растений и контрастность климатических условий в агроценозах позволяют предполагать значительное видовое разнообразие существующих видов из рода *Fusarium spp.* Распространенность вида зависит от ежегодных метеорологических флуктуаций, а встречаемость определяется природно-

климатическими особенностями региона. Нередко из одного образца зерна можно выделить 10 – 15 разных видов грибов рода *Fusarium spp*, но в конкретной местности характерно доминирование только 1–4 видов (Левитин М.М. и др., 1994).

Видоспецифический характер токсинообразования грибов рода *Fusarium spp*. дает возможность с достаточной степенью вероятности прогнозировать присутствие в растении того или иного микотоксина в зависимости от видового состава патогенов в конкретной агроэкологической зоне возделывания зерновых культур.

У многих видов грибов рода *Fusarium spp*. существует способность продуцировать такие микотоксины, как ТрМТ, ФУМ, ЗЕН, ЭНН, МОН и др., которые различаются по химическому строению и токсичности по отношению к теплокровным животным (Thrane U, 2001; Mirocha Ch.J. et al., 2003). В настоящее время среди микотоксинов наиболее распространена и изучена группа ТрМТ – трихотеценовые микотоксины, которые по химическому строению подразделяются на 2 группы: А (Т-2 и НТ-2 токсины, ДАС, МАС, НЕО) и В (ДОН, НИВ и их производные). Более токсичными считаются трихотецены, относящиеся к группе А – и особенно, Т – 2 (Miller K.O. et al., 2001).

К видам, имеющим ограниченное распространение, но оказывающим значительное влияние на качество зерна, относится вид *F. vettricillioides*. Это один из основных патогенов кукурузы, однако, в условиях повышенной влажности, усиливающих вредоносность, его можно встретить на рисе, пшенице сорго, рапсе. Гриб вызывает гнили стеблей и початков. Широкой экологической пластичностью обладают токсинообразующие грибы *F. sporotrichioides* и *F. tricinctum*, они рассматриваются как относительно слабые патогены, но их ежегодно выделяют из зерна. Из-за повсеместного и широкого распространения, а также продуцирования в значительных количествах ТрМТ вид *F. sporotrichioides* относят к ряду самых опасных патогенов зерновых культур. Способность образовывать хламидоспоры позволяет ему развиваться в различных условиях и на разных растениях. Вид *F. tricinctum* отмечается повсеместно, но частота встречаемости его низкая. В некоторых областях зараженность зерна им достигает 28 % (Гагкаева Т.Ю. и др.,

2011). Вид *F.heterosporum* – это фузарий разноспоровый. Он поражает многие растения, вызывая корневую гниль – фузариоз колоса. При хранении зараженное зерно склеивается разрастающимся мицелием в плотные комочки.

Вид *F. oxysporum* – фузарий остроспоровый, возбудитель трахеомикозного увядания и корневой гнили. В патогенезе важную роль играют токсины, продуцируемые грибом, – фузариевая кислота, ликомаразмин, а также ферменты: экзополигалактуро-наза, пектин-транс-элиминаза, нарушающие физиологические функции растений и угнетающие их развитие (Билай В.И., 1988).

Как видно из литературных источников, виды рода *Fusarium spp.* и *B. sorokiniana* в различных климатических условиях проявляют разные патогенные и фитотоксические свойства. Исследования данных свойств возбудителей корневой гнили на зерновых культурах в условиях Республики Мордовия, расположенной в южной части Нечерноземной зоны не проводилось, что и вызвало необходимость изучения данного вопроса.

## **1.5. Методы защиты зерновых культур от возбудителей корневых гнилей**

### **1.5.1. Агротехнический метод – основа фитосанитарных технологий**

Оценивая в целом значение агрометода в интегрированной системе защитных мероприятий от болезней и вредителей, большинство исследователей отмечают его высокую наукоемкость, экологическую безопасность, доступность, дешевизну и простоту выполнения, а также высокую коммуникабельность по сравнению с другими методами. У популяций вредных организмов невозможно развитие резистентности.

По мнению М.И. Зазимко и В.И. Долженко (2011), стратегическим путем дальнейшего совершенствования агротехнического метода является задействование всего арсенала агроприемов на основе объективной оценки их фитосанитарной роли. В отличие от химического и биологического методов, этот метод влияет на фитосанитарное состояние агроценозов не только на протяжении вегетационного периода,

но и в последующие годы. Поэтому он по праву относится к фундаментальным методам, так как позволяет поддерживать длительную стабильность фитосанитарного состояния посевов (Трубилин И. Т., 2005).

Признавая в целом средообразующую функцию и фундаментальность агротехнического метода, ряд исследователей считают, что последняя в значительной мере декларирована и часто сводится к организационным мероприятиям (Зазимко М.И., 2002; Торопова Е.Ю. и др., 2008).

Агротехнический метод – обязательный компонент в системе интегрированной защиты растений. Его средообразующее значение заключается в том, что любой технологический прием имеет фитосанитарную направленность, результат которой может быть как положительным, так и отрицательным, то есть, в зависимости от экобиоресурсов один и тот же прием может улучшить или ухудшить фитосанитарную обстановку в конкретном хозяйстве и даже на одном и том же поле.

Технологические приемы должны выполняться сугубо индивидуально, с учетом их влияния на конкретный организм, этап органогенеза и складывающейся агроклиматической ситуации (Новожилов К.В., 2003). В силу сложившихся представлений об агротехническом методе как о фоновом факторе фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, его совершенствование в научном плане отстает от химического и биологического метода. Однако важным направлением поддержания фитосанитарного равновесия в агроценозах, по мнению академика А.А. Жученко (1995), остается управление процессами флуктуации и сукцессии, т. е. изменение их видового состава и ценологических отношений путем целенаправленного конструирования биоценологической среды. Действие агроприемов имеет четко выраженную зональную приуроченность. Одни и те же агроприемы не могут быть рекомендованы для всех типов почв и различных агроклиматических условий (Зазимко М.И., 2011).

**Севооборот.** Характерной особенностью почвенных вредных организмов является приуроченность их жизненного цикла к почве. Как экологическая среда она отличается от других сред. Ее безудержное действие препятствует резкому колебанию температуры и влажности, наблюдаемому в воздушной среде. Радиация в нее не проникает, а изменения температуры никогда не бывают скачкообразными. Боль-

ший период года в почве присутствуют благоприятные факторы для прохождения микробиологических процессов.

Общая биомасса почвенных микроорганизмов составляет около 10 тыс. кг/га. Чтобы выжить и сохраниться во времени, возбудители инфекции используют адаптивные условия для формирования специальных покоящихся структур: ооспор, хламидоспор, телиоспор, склероций, цист и др. Покоящееся состояние структур (пропагул) служит защитной реакцией видов против спонтанного прорастания в конкурентной почвозащитной среде, предохраняя их от гибели. Это состояние получило название фунгистазиса. При нем обмен веществ пропагул со средой понижен или отсутствует вовсе, расход энергии идет за счет запасных пропагул, накопленных в период паразитирования на растениях-хозяевах. Это позволяет покоящимся структурам длительное время выживать в почве в отсутствие растений-хозяев. При исчерпании данного потенциала без наличия растений они отмирают или их количество сокращается до безопасного для урожая сельскохозяйственных культур уровня – ниже экономического порога вредоносности (ЭПВ), и необходимость борьбы с ними отпадает.

В открытых биоценозах, благодаря естественному поступлению в почву свободного азота при нитрификации органических остатков растений в результате непрерывных сукцессионных процессов, полифаги могут выживать бесконечно долго. Это положение подтверждается на примере возбудителя корневой гнили – *B.sorokiniana* и видов рода *Fusarium* (Чулкина В.А., 1985; Бельков Г.А. , 1990; Жученко А.А., 1994).

Популяции фитопатогенов в почвах естественных биоценозов находятся в равновесном состоянии, мало изменяясь по годам. В почвах агробиоценозов численность их превышает ЭПВ, особенно в конце вегетации, когда происходит формирование покоящихся структур (конидий, хламидоспори т. д.). В засушливых условиях возрастают агрессивность и вредоносность корневых гнилей. Это сопровождается массовым сбросом (редукцией) колосков и цветков, и чем выше степень развития заболевания, тем активнее редукция этих органов (Чулкина В.А. и др., 2000).

На начальном этапе увеличение количества возбудителей может не приводить к развитию заболевания, так как возбудителю почвенных инфекций требуется накопление инфекционного начала для заражения растений (в отличие от возбудителей листостебельных инфекций). Во второй и третьей фазах взаимоотношений популяции возбудителей и растений появляется зависимость, которая определяется в значительной мере супрессивностью почв: чем она выше, тем больше инфекционных структур требуется для заражения данного количества растений. При заселенности почв конидиями *B.sorokiniana* ниже порога вредоносности (ПВ) (15 – 20 экз./г., почва – выщелоченный чернозем) развитие корневых гнилей будет носить спорадический характер и не превышать ПВ (3 – 5 %). Действие засухи в этом случае изменяет ее динамику в пределах ПВ и бывает несущественным фактором. При увеличении численности конидий *B.sorokiniana* в почве сверх ПВ, засуха наоборот, значительно усиливает развитие корневых гнилей, и они достигают уровня эпифитотии, превышая порог вредоносности в зависимости от засухоустойчивости сорта в 2 – 3 раза. Поэтому, для снижения отрицательного влияния засухи и корневых гнилей на формирование элементов структуры урожая и контроля почвенной и семенной инфекции зерновых культур, необходимо введение фитосанитарных севооборотов (Санин С.С. и др., 1998; Поляков И.Я. и др., 1991; Санин С.С., 2003).

Совершенствование фитосанитарных технологий, прежде всего, увязывают с оптимизацией севооборотов, расширением их биологического разнообразия, введением активных фитосанитарных предшественников (Зазимко М.И., 2002; Леви́тин М.М. и др., 2003; Семынина Т.В., 2003; Ашмарина Л.Ф., 2005; Порсев И.Н., Торопова Е.Ю., 2012).

Многие исследователи считают, что развитие корневых гнилей можно предотвратить за счет правильно и своевременно выполненных агротехнических приемов (Маликова А.В., 1969; Коршунова А.Ф., 1970; Михайлина Н.И., 1981; Чулкина В.А., 1985; Буга С.Ф., Кривеня Н.И., 1987; Баклушина В.В., 1998; Бенкен А.А. и др., 1992). Одним из таких приемов может быть выбор культуры-предшественника (Максютов Н.А., 1996; Лухменев В.П., 2000; Егоров С.С., 2002)

По мнению С.С. Егорова (2002) и В.С. Горьковенко (2003), доля влияния предшественников на улучшение фитосанитарного состояния посевов и почвы по отношению к возбудителям корневых гнилей продолжает оставаться высокой, достигая 60 – 80 %, а в случае монокультуры пшеницы значительно возрастает. Однако информация об их воздействии на развитие возбудителей корневых гнилей в почве сильно противоречива.

Так, в исследованиях А.В. Маликовой (1969), проведенных в Красноярском крае, наименьшее поражение пшеницы наблюдается после люцерны второго года пользования, после кукурузы на силос и гороховоовсяной смеси. Автор также отмечает, что одногодичный перерыв в возделывании яровой пшеницы нежелателен, так как он не освобождает почву от инфекционного начала гриба. Двухгодичный же перерыв имеет преимущество. При этом, поле пшеницы целесообразно в течение 2 лет занимать люцерной или в первый год после двухлетнего возделывания пшеницы использовать одну из следующих культур: кукурузу (на силос), гороховоовсяную смесь, горох. Во второй год, поле становится сборным: на нем возделывают группу культур – просо, гречиху, горох. Автор рекомендует также перед парованием после возделывания пшеницы для подавления инфекции патогена в почве высевать овес – слабопоражаемую и менее требовательную к плодородию культуру.

Результаты исследований Н.И. Михайлиной (1982) показали, что невосприимчивые предшественники оказывали губительное воздействие на сохранение инфекционного начала в почве. В этой связи, наименьшая пораженность и вредность заболевания в условиях Саратовской области были при размещении яровой пшеницы после озимых культур, кукурузы, многолетних трав, гороха, горохо - овсяной смеси, донника, горчицы. Посев яровой пшеницы по пшенице, ячменю и совместно с ячменем обуславливает значительное поражение растений корневой гнилью и большие потери зерна. Автор также уточняет, что размещение пшеницы по пшенице возможно лишь при посеве по обороту пласта.

При возделывании культуры ячменя 3 года подряд на одном поле, потери урожая зерна из-за поражения его возбудителями корневых гнилей могут достигать

30 %. Посев после гороха, наоборот, способствует снижению и устранению данного заболевания (Максютов Н.А., 1996). В условиях Центральной зоны Оренбургской области посев яровой пшеница сорта Харьковская 46 после озимой ржи, кукурузы, пласта многолетних трав, зернобобовых и проса, приводил к уменьшению пораженности растений и улучшению качество зерна (Лухменев В.П., 1974, 2000).

Влияние различных предшественников на возбудителей корневых гнилей изучалось и в посевах яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская 59. В условиях Самарской области, А.А. Сидоровым (2001) было выявлено, что лучшими предшественниками являются озимая пшеница и кукуруза (степень развития болезни 6 – 10 %). При повторном размещении яровой пшеницы по пшенице и после ячменя развитие болезни достигало 13 – 16 %, а частота встречаемости возбудителя *B. sorokiniana* возросла в 2 раза по сравнению с лучшими предшественниками. Проведенные в Центрально-Черноземном регионе исследования показали, что предшественники – ячмень, кукуруза, просо, сахарная свекла существенно сокращали численность конидий гриба *B. sorokiniana* и степень развития корневых гнилей на 4 – 10 %.

Введение в севообороты фитосанитарных предшественников не только обеспечивает оздоровление почвы от инфекций, но и стабилизирует ее состояние в отношении других вредных организмов, влияющих на эпифитотический процесс корневых гнилей. При этом самая низкая заселенность почв возбудителями корневых гнилей отмечена после пара и зернобобовых (горох, вика) – в среднем соответственно на 28,8 и 41,7 % по сравнению с зерновыми культурами (Чулкина В.А. и др., 2004). В исследованиях Л.Ф. Ашариной (2005), проведенных в Западной Сибири, наблюдалось уменьшение запаса почвенной инфекции после пара и овса по сравнению с пшеницей и ячменем в 1,5; 1,3 и 1,6; 1,5 раза, вследствие чего, развитие болезни ограничивалось при возделывании пшеницы по этим предшественникам. В условиях Зауралья И.Н. Порсевым (2011) была выявлена биологическая эффективность использования фитосанитарных предшественников – гороха, смеси гороха с овсом, чистого пара и овса против возбудителей корневой гнили, равная 56,4 %.

**Обработка почвы.** Обработка почвы является важнейшим элементом зональных систем земледелия. Ее действие сводится к следующим обобщенным факторам: улучшение физических свойств, ослабление эрозии, регулирование водно-воздушного режима, мобилизация или иммобилизация питательных веществ, создание оптимальных условий для развития корневой системы, сведение к минимуму отрицательного влияния вредителей, болезней и сорняков.

В различных почвенно-климатических условиях сочетают отвальную, плоскорезную (безотвальную) и минимальную (нулевую) вспашку (Коршунова А.Ф., 1976; Чулкина В.А., 1985; Чулкина В.А. и др., 2000; Шпаар Д., 2003). Каждый из названных видов обработок прямо или косвенно отражается на развитии и размножении патогенов. При проведении вспашки происходят как положительные, так и отрицательные процессы. Позитивность заключается в том, что при запашке инфицированных растительных остатков в более глубокие слои почвы (10 – 20 см), выход из них вредных организмов для продолжения жизненного цикла невозможен или затруднен, вследствие чего снижается потенциал почвенной инфекции (Чулкина В.А. и др., 2000; Киреев А.К., 2000). Кроме того, в глубоких слоях почвы, конидии и вегетативные органы патогенов сильнее подвергаются фунгистазису и супрессии, а также разложению и распаду. Этому способствуют также повышение аэрации, активность минерализации растительных остатков и теплопроводность почвы (Бенкен А.А., 1975; Чулкина В.А. и др., 2000).

Большинство авторов (Застежко Н.Н. и др., 1999; Зазимко М.И. и др., 2005; Константинова В.Ю., 2005) считают, что глубокая ранняя зяблевая вспашка активизирует уничтожение и подавление инфекции на падалице, стерне и растительных остатках. Вспашка с оборотом пласта на различную глубину уменьшает развитие болезни по сравнению с плоскорезной обработкой почвы на 3 – 4 %. Однако вспашка на глубину 14 – 16 см имеет преимущество перед вспашкой на глубину 20 – 22 см в отношении противодействия корневым гнилям, а также влияния на инфицированные остатки. (Семынина Т.В., 2003).

К отрицательным факторам, ухудшающим фитосанитарное состояние почв при данной обработке, относятся извлечение в верхние горизонты или перемеши-

вание по слоям ранее запаханых вредных организмов при очередной ежегодной вспашке. Они сравнительно равномерно распределяются в пределах пахотного слоя, что увеличивает их выживаемость в долговременном плане. При этом нарушается естественное сложение горизонта (плотность, скважность, капиллярность), в связи с чем, повышается чувствительность растений к стрессорному воздействию абиотических и биотических факторов: заболеваемость корневой системы увеличивается в 2 – 3 раза (Чулкина В.А. и др., 2000). Исследования, проведенные В.А. Чулкиной (1995) показали, что фитосанитарное состояние слоя 10 – 20 см при вспашке ухудшается (рост фузариозно – гельминтоспориозных гнилей в 1,5 – 1,6 раза), что ослабевает развитие корневой системы. Существует также мнение, что использование тяжелой техники повышает восприимчивость растений к факультативным фитопатогенам и почвенным инфекциям (Wilhelm W.W., Mielke L.N. , 1988).

Плоскорезная и нулевая обработки оказывают различное влияние на фитосанитарное состояние почвы и посевов. Положительными процессами их являются:

– уменьшение потерь и возрастание гумуса в почве при существенном улучшении водного режима благодаря наличию защитного мульчирующего слоя на ее поверхности. При этом гумусность и влажность почв снижают выживаемость фитопатогенов. Создаваемый при почвозащитных обработках верхний слой, насыщенный органикой и влагой, служит хорошим субстратом для сапротрофов, что способствует понижению вредоносности и агрессивности патогенов;

– усиление процессов саморегулирования и улучшения теплового режима. В результате пропагулы фитопатогенов теряют жизнеспособность, зато увеличивается целлюлозолитическая и протеолитическая активность почвы, вследствие чего происходит ее оздоровление;

– создание оптимального сложения почвы по плотности, приближающегося к естественным экосистемам.

По мнению канадских ученых, все виды вспашки оказывают меньшее влияние на развитие болезни. Однако пшеница, высеянная по стерне в бороздки, реже поражалась корневой гнилью, чем при вспашке.

Одни авторы (Коршунова А.Ф. и др., 1976; Тупеневич С.М., 1977; Власенко А.Н., 1995, 2003) полагают, что поверхностная и безотвальная обработки не оказывают существенного воздействия на количество заразного начала возбудителей корневых гнилей в почве по сравнению со вспашкой. Вместе с тем, по данным Р.И. Щекочихиной (1971), Л.М. Городиловой и С.И. Шевцова (1972), Г.В. Рощиной (1976) этот прием лучше сохраняет влагу в почве, улучшает условия развития растений, что препятствует впоследствии заболеванию и увеличивает урожайности зерна.

В исследованиях А.М. Маликовой (1969) отмечалось, что поверхностное лущение на глубину 10 см может быть рекомендовано в борьбе против возбудителей корневых гнилей. При этом на засоренных полях предлагалось сочетать поверхностную обработку с обычной (22 – 25 см) и глубокой обработкой (27 – 30 см). В результате проведенных исследований в Сибири рядом авторов (Гешеле Э.Э., Зинченко И.Г., 1970; Погорелова Л.Г., Корнилова В.В., 1974; Буренок В.П., 1977) дана положительная фитопатологическая оценка безотвальной обработки почвы.

Более поздние исследования, проведенные в этом же регионе В.А. Чулкиной (1975, 1985) подтвердили преобладание долговременного действия факторов, обуславливающих оптимизацию фитосанитарного состояния посевов в отношении корневых гнилей. При этом общая урожайность зерна возрастала максимально на почвозащитных фонах в засушливых условиях, особенно в степной зоне – на 25 – 40 %, или на 0,35 – 0,60 т/га. В исследованиях Н. И. Богачук (2009), проведенных в республике Марий Эл, наиболее высокая активность почвенной микрофлоры была установлена при безотвальной обработке почвы и внесении гороховой соломенной мульчи, что способствовало снижению распространенности и развитию корневых гнилей ячменя в период вегетации.

Ряд исследователей считают, что хотя плоскорезная обработка в фитосанитарном плане уступает вспашке с оборотом пласта, однако в эрозионных районах следует отдавать предпочтение ей, уделяя особое внимание фитосанитарному контролю (Пархоменко М.В. и др., 1986; Гарбар Л.И., 1999; Перцев С.В., 2002).

Другие ученые (Сидорова Т.Д., 1977; Грабак Н.Х. и др., 1983; Зубенко В.Ф., 1983; Моргун Ф.Т. и др., 1984; Чулкина В.А., 1995; Чулкина В.А. и др., 2000) отмечали увеличение поражения растений возбудителями корневых гнилей при безотвальном и поверхностном способе обработки.

Это происходило потому, что характерной особенностью почвозащитных обработок являлось сохранение растительных остатков на поверхности почвы, из-за чего заселенность вредными организмами возрастала по сравнению со вспашкой в 5 – 6 раз.

В.В. Лебедев с соавт. (1998) доказали, что внедрение плоскорезной обработки почвы усиливало поражение растений возбудителями корневых гнилей по сравнению с отвальной обработкой в 8,8 раза. При плоскорезном и поверхностном рыхлении почвы вероятность активизации болезни увеличивается, хотя известна их положительная роль в зонах с ветровой эрозией и засухой (Куркина Е.А., 2005). Плоскорезная обработка почвы негативно влияет на фитосанитарную ситуацию (Стрелков Е.В., 2007), изменяет состав почвенного патогенного комплекса в сторону его увеличения (Зацепина Г.Я., 1987).

В исследованиях Ю.В. Поповым было (2006) установлено, что при плоскорезной обработке происходит увеличение развития гельминтоспориозной корневой гнили ячменя, по сравнению со вспашкой, в 1,1–1,5 раза. Применение ее в течение нескольких лет приводило к постепенному накоплению сетчатого гельминтоспориоза, распространенность которого на восприимчивом сорте составляла 23 – 45 %. При зяблевой вспашке накопление инфекции происходило медленнее.

Кроме того, существует мнение, что при переходе сельхозпредприятий на минимальные или нулевые технологии не достигается экономии ресурсов, так как одни из них (ГСМ, техника, заработная плата) заменяются другими (удобрения, пестициды), а сумма затрат не меняется (Степных Н.В., 2013).

При безотвальной обработке почвы поражение листьев ячменя темно-бурой пятнистостью возрастает (Попов Ю.В., 1989).

Согласно другим исследованиям, способы обработки почвы не оказывают воздействия на степень поражения ячменя листостебельными инфекциями. Однако при повторных посевах листостебельные формы корневых гнилей были чувствительны к этому агроприему (Полынявый А.М. и др., 1987; Светов В.Б. и др., 1993; Силаев А.И. и др., 2005; Торопова Е.Ю. и др., 2008).

Как видно из литературных источников, результаты различных исследователей, изучавших влияние способов основной обработки почвы на поражаемость зерновых культур корневыми гнилями, содержат очевидные противоречия, которые можно свести к 3 направлениям: одни авторы не видят существенной разницы в поражении растений корневыми гнилями, при отвальной и плоскорезной обработках почвы; другие, наоборот, указывают, что в отдельных случаях развитие болезни происходит сильнее при плоскорезной обработке; третьи отмечают преимущество классической вспашки.

Мордовскими учеными также достаточно полно изучены вопросы применения системы обработки почвы и разработаны основные принципы оптимизации ее в различных севооборотах (Смолин Н.В., 1997; Исайкин И.И., 2003; Каргин И.Ф., 2010). Однако вопросы, связанные с влиянием видов обработок на патогенный комплекс корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур в Республике Мордовия, расположенной на юге Нечерноземной зоны, не изучены и требуют более детального рассмотрения.

**Удобрения.** Установлено, что общий прирост урожайности сельскохозяйственных культур на 2/3 зависит от минеральных и на 1/3 – от органических удобрений (Чулкина В.А. и др., 2000). Внесение минеральных удобрений непосредственно отражается на физических, химических и биологических свойствах почвы и может привести к ее «оздоровлению» или «заболеванию». Они оказывают значительное влияние на популяцию вредных организмов и антагонистов почвенной микрофлоры на физиологические процессы в растениях и их устойчивость к

вредным организмам (Новотельнова Н.С., Пыстина К.А., 1978; Дымина Е.В., 1998).

При внесении минеральных удобрений под яровую пшеницу и ячмень происходит оздоровление почв во всех почвенно-климатических зонах (Чулкина В.А., Кузнецова Т.Т., 1982; Кузнецова Т.Т. и др., 1984; Застежко Н.Н., Монастырская Э.И., Остапенко Н.В., 1999; Докунин В.С., 1999; Захаренко В.А., 2002).

Минеральные удобрения производят общее регулирующее фитосанитарное воздействие на почву и пораженность возбудителями корневых гнилей (Рудаков В.О., 2001; Бердыш Ю.И., 2002; Зазимко М.И. и др., 2005). В исследованиях А.А. Постовалова (2004), проведенных в условиях лесостепи Зауралья, отмечалось, что применение минеральных удобрений изменяло численность физиологических групп микроорганизмов ризопланы, повышало целлюлозоразлагающую, протеолитическую и биологическую активность почвы. При внесении азотно-фосфорного и полного минерального удобрения была получена максимальная биологическая и хозяйственная эффективность. Исследования Г.С. Марьина и соавт. (1992, 2003), Г.П. Мартыновой и Г.С. Марьина (2000), О.Г. Марьиной-Чермных (2002, 2008) также позволили установить тесную взаимосвязь агрохимических и микробиологических процессов в почве и дать оценку необходимости ее учета при интенсивной химизации земледелия. Неоснованно высокий уровень внесения удобрений и одностороннее систематическое минеральное питание, особенно азотное, ослабляют выносливость растений, делают их восприимчивыми к болезням (Касьянов Н.И. и др., 1989; Зазимко М.И., Лактионова Н.В., Гузь А.Л., 1997; Карташева И.А., 1995; Танский В.И. и др., 2001; Макарова Н.А., 2001; Власенко Н.Г. и др., 2004; Мелькумова Е.А., Климкин А.Ф., 2005).

Существует мнение, что избыток азота снижает эффективность фунгицидных обработок (Dennert J., Fischbech G., 2001). В исследованиях А.А. Сидорова (2001), проведенных в Поволжском НИИСХ Самарской области, отмечалось, что с возрастанием доз вносимых удобрений усиливалось развитие заболевания с 17 до 30 %, но вместе с тем увеличивалась урожайность зерна, что указывает на повышение выносливости растений.

Двойственная природа воздействия минеральных удобрений состоит в том, что, снабжая растения питательными веществами, они благоприятно сказываются на урожае, но ухудшают свойства почвы, что в перспективе уменьшает урожайность (Кураков А.В., Козлова Ю.Е., 2002). Для повышения эффективности удобрений их внесение под зерновые культуры должно ежегодно корректироваться с учетом запаса продуктивной влаги в почве, погодных условий и обеспеченности растений питательными веществами.

Соответствующий подбор элементов питания изменяет направленность биохимических процессов и делает растения устойчивыми к болезням (Косогорова Э.А., 2002; Рекомендации по проведению..., 2004). При сбалансированном минеральном питании зерновых культур снижается развитие корневой инфекции, улучшается состояние почвы и растений, увеличивается их продуктивность (Фомин В.Н. и др., 1999; Попов Ю.В., Никульников И.М., Боронтов О.К., 2000; Ткаченко М.Н., 2004; Постовалов А.А., 2004). Кроме того происходит увеличение хлорофилла, содержания в растении фенолов, полифенолоксидазной активности, имеющей важное значение для устойчивости растений к болезням (Ишкова Т.И. и др., 1995).

В условиях Курганской области, исследованиями Н.В. Фоминой (1994) было определено, что внесение оптимальных доз удобрений благоприятно отражается на деятельности микроорганизмов, но повышенные дозы минеральных удобрений  $N_{90-120}$ ,  $P_{90-120}$  действуют отрицательно и вызывают сокращение численности бактерий – антагонистов.

В агроценозах самыми значимыми экологическими факторами, изменяющими плотность популяции возбудителя в почве, являются: азот ( $NO_3$ ), подвижные формы фосфора ( $P_2O_5$ ), калий ( $K_2O$ ), а также кислотность почвы (рН). Азот – составная часть белков, из которых создаются все их основные структуры, обуславливающие активность генов, в том числе вредные организмы и их растения-хозяева. Под влиянием азота изменяется главная жизненная функция вредных организмов – интенсивность размножения, а, следовательно, и роль возделываемых растений в агроценозах как источника пополнения патогенов. В отсутствие рас-

тений-хозяев возбудители корневых гнилей временно расширяют свою популяцию, используя минеральный азот, вносимый в виде удобрений для непосредственного потребления (Чулкина В.А. и др., 2000). По мнению этого же автора, внесение азотных удобрений способствует росту вегетативных органов растений, где накапливается небелковый азот в виде аминокислот, который доступен для патогенов. При этом усиливается обводненность тканей, уменьшается толщина кутикулы, клетки увеличиваются в объеме, а их оболочка утончается, что обеспечивает проникновение возбудителей в ткани растений-хозяев, ослабляя их невосприимчивость к болезни. Повышенные дозы азотных удобрений вызывают дисбаланс в питании растений азотом и обостряют опасность развития и распространения паразитарных организмов.

В то же время, изменяя химический состав и реакцию почвенного раствора, различные по кислотности удобрения изменяют условия внешней среды, усиливая при этом, или сокращая агрессивность почвобитающих патогенов. Существует мнение, что применение азотных удобрений в повышенных дозах активизирует распространенность и развитие болезни (Коршунова А.Ф., 1970; Арутюнова Е.В., Ишкова Т.И., 1993; Чепенко С.В. и др., 2003; Власенко Н.Г., 2004). Особенно заметно это происходит на дерново-подзолистых почвах, где длительное использование азотных, и азотно-калийных удобрений по известкованному фону приводит к значительным негативным последствиям (Кураков А.В., Козлова Ю.Е., 2002; Авдонин Н.С., Лебедева Л.А., 1970; Фомина Н.В., 1994; Зазимко М.И., Лактионова Н.В., Гузь А.Л., 1997). По мнению Л.Д.Жалиевой, (2001), азотные удобрения снижают распространение возбудителей корневых гнилей на пшенице.

Л.Л. Великанов и Е.П. Дурынина (1984) отмечают, что высокая степень поражения растений при внесении азотных удобрений вызвана значительным накоплением небелкового азота. Некоторые ученые связывают это явление с изменением количественного соотношения аминокислот при патогенезе растений.

В исследованиях В.А. Чулкиной с соавт. (2000, 2002) установлено, что применение азотных удобрений на черноземах заметно стимулирует размножение *B. sorokiniana* в сравнении с фосфорным, фосфорно-калийным и полным удобрени-

ем. Но эффект стимуляции зависит от форм удобрений, усваиваемых растениями. Максимальным он был в случае нитрато – магниевая – натриевой селитры, а минимальным – сульфата аммония. Ранее такие закономерности в своих исследованиях наблюдала Л.Н. Жегульская (1985), а позже – А.А. Постовалов (2004), указывающий, что при использовании растениями нитратной формы азота повышается восприимчивость к обыкновенной корневой гнили, а аммонийный и амидный азот уменьшают ее почти до уровня эффекта фосфорного питания. Вместе с тем, одностороннее азотное питание не дает заметного снижения развития корневых гнилей. Потребности растений и вредных организмов в азоте, как элементе питания совпадают. При внесении азотных удобрений это приводит как к росту урожайности, так и к размножению вредных организмов.

Таким образом, биологическую и антагонистическую активность почвы стимулирует частое внесение азотных удобрений в сочетании с фосфорными удобрениями и замена нитратной формы на аммонийную форму азота.

Положительное действие азотных удобрений повышает выносливость (адаптивность) растений в ответ на поражения, наносимые им возбудителями болезней.

Фосфорные удобрения оказывают значительное влияние на развитие корневой гнили. Благодаря правильному фосфорному питанию снижается предрасположенность к возбудителям болезней со стороны корневой системы. Ряд исследователей (Алиновский П.Г., 1970; Михайлина Н.И., 1970) отмечают, что в Сибири, Северном Казахстане и Алтайском крае яровая пшеница нуждается в дополнительном снабжении фосфором. Удобрения, внесенные в виде гранул, лучше активизируют деятельность почвенной микрофлоры: грибов, бактерий, актиномицетов (Дурынина Е.П., Великанова Л.Л., 1984).

Некоторые авторы (Горленко М.В., 1950; Добрецов А.Н., 1962) считают, что заболевание развивается независимо от дозы суперфосфата и способа его применения. Однако, за счет лучшего роста корней, обеспеченности растений питанием, более энергичного синтеза органических веществ и повышения засухоустойчивости у растений возрастает выносливость к болезни. Недостаток фосфора вызывает

понижение продуктивности и усиливает общую восприимчивость к болезням (Тишлер В., 1971; Ткаченко М.Н., 2004).

Ежегодное использование фосфорных удобрений влияет не только на продуктивность растений и плодородие почвы, но и на микробиологические процессы в ней (Войнова–Райкова Ж. и др., 1986; Постовалов А.А., 2004). Фосфор стимулирует энергетические процессы в растениях, ускоряет их развитие и повышает устойчивость к патогенам. Внесение данных видов удобрений способствует утолщению клеток и вызывает оздоровление вторичной корневой системы (Кузнецов П.И., Егоров В.П., Ткаченко М.Н., 2004).

Под влиянием калия растения приобретают способность удерживать воду и легче переносить кратковременную засуху. У них утолщается клеточная оболочка, возрастает прочность механических тканей. Эти процессы стимулируют физиологическую устойчивость растений к вредным организмам и неблагоприятным абиотическим факторам внешней среды.

Согласно исследованиям В.А. Чулкиной и соавт. (2000) внесение калийных удобрений даже при высоком содержании калия в почвах Западной Сибири снижало заселенность возбудителя *B. sorokiniana*. Биологическая эффективность калия составляла 30 – 58 % при 29 – 47 % фосфора и неустойчивой эффективности азотного удобрения. Калий может активизировать приток углеводов в корневую систему, усиливать, процессы задержания распада органических веществ, уменьшает интенсивность дыхания и потери сухих веществ.

По мнению П.И. Кузнецова и В.П. Егорова (2001), при прохладной дождливой погоде, присутствие калийных удобрений снижает поражение растений возбудителями корневых гнилей на 70 %. В исследованиях Н.В. Плотникова (2002), А.А. Постовалова (2004) отмечалось, что благодаря им, снижалась заболеваемость пшеницы.

Таким образом, особое значение для сдерживания патогенного действия корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур имеет применение сбалансированных доз минеральных удобрений.

**Сроки посева.** Выбор оптимального срока посева является одним из основных элементов современной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Он обеспечивает отдачу вкладываемых средств, способствует получению высокого урожая и качества продукции при благоприятном фитосанитарном состоянии посевов. Оптимизация данного состояния достигается, если названный срок создает условия для реализации 2 механизмов:

- формирования физиологически устойчивых, конкурентоспособных и выносливых по отношению к вредным организмам посевов;
- нарушения синхронности развития фаз растений-хозяев и вредных организмов.

Чем более совпадают периоды восприимчивости растений и развития вредного организма, тем интенсивнее размножение последнего и выше вероятность возникновения эпифитотического процесса (Чулкина В.А. и др., 2000).

При выборе оптимального срока посева учитывают общую продолжительность периода вегетации культуры и совмещение ее с вегетационным периодом в регионе, требования сельскохозяйственных культур к температуре почвы в период прорастания и появления всходов, к потреблению влаги для формирования сельскохозяйственной продукции, а также засоренность посевов. Состояние растений в период вегетации определяет запас продуктивной влаги. Влагообеспеченность растений складывается из осадков, выпавших за осенне-зимний и весенне-летний период. Запас осенне-зимней влаги оценивают по следующей шкале: более 160 мм в метровом слое – очень хороший; 130 – 160 мм – хороший; 90 – 130 мм – удовлетворительный; 60 – 90 мм – плохой. При запасе влаги в метровом слое больше 130 мм преимущество имеют ранние сроки посева, так как лучше используется осенне-зимний запас влаги. В эти сроки, при физической спелости почвы в сочетании с протравливанием семян происходит повышение озерненности колоса на 25 – 40 % (Чулкина В.А. и др., 2000).

Поздние посевы попадают в условия высоких температур, в результате чего урожайность снижается. Однако растения бывают лучше обеспечены влагой за счет летних осадков в критическую фазу водопотребления. При этом создаются

условия для снижения засоренности за счет удлинения периода предпосевной обработки почвы.

В литературе имеются различные мнения относительно срока сева яровой пшеницы и ячменя. Так, в большинстве случаев в районах возделывания яровой пшеницы меньше поражаются корневыми гнилями и дают лучший урожай посевы оптимальных сроков, которыми считается вторая декада мая. В Зауралье (Курганская область) оптимальными сроками для сева пшеницы считается вторая половина мая. При ранних сроках (5 мая) позднеспелые и среднеспелые сорта сильнее поражаются болезнями. На сортах твердых пшениц заболевание развивается в 2 раза активнее, в отличие от сортов мягких пшениц (Голощанов А.Н., 1969). В этом регионе лучшими сроками посева ячменя традиционно считаются конец мая – начало июня (Степановских А.С., 1990). Позднее, исследованиями М.Н. Ткаченко (2004) было установлено, что при посеве ячменя в Курганской области 25 – 30 мая его заражаемость гельминтоспориозной корневой гнилью и темно-бурой пятнистостью листьев снижается на 10,6 – 24,0 %, а урожайность повышается на 0,28 – 0,49 т/га по сравнению с посевом 5 июня.

Наибольший урожай пшеницы в Красноярском крае получают при посеве ее в оптимальные сроки (12 мая), что обеспечивает лучшее развитие корневой системы, более полное использование запасов влаги в почве в критический период формирования урожая, большую продуктивную кустистость и меньшую поражаемость растений гельминтоспориозом (Добрецов А.Н., 1962).

Дифференцированный выбор сроков сева, с учетом конкретно складывающихся условий, обеспечивает растения влагой в период вегетации, ограничивает возможность заражения и одновременно повышает выносливость пшеницы к болезни. По мнению В.П. Лухменева (2000), в засушливых условиях Южного Урала оздоровление посевов от корневых гнилей, листовых болезней и уровень урожайности пшеницы и ячменя полностью зависят от запасов влаги в фазу кущения. Оптимально ранний посев в этом смысле оправдан при запасах влаги более 100 мм. В районах Предуралья посев яровой пшеницы и ячменя автор рекомендует начинать с наступлением физической спелости почвы. При ранней весне, которая

является предвестником засухи, ранние сроки посева оправданы. В Зауралье, при запасах влаги менее 100 мм в метровом слое почвы, посев пшеницы и ячменя в период с 15 по 25 мая бывает более продуктивным при выпадении осадков в конце июня – начале июля.

В условиях Мордовии, по причине наступления майско-июньского дефицита влаги, посев яровой пшеницы проводят в ранние сроки. При этом растения успевают укорениться и заложить достаточно продуктивный колос. Такие посевы хорошо переносят временный недостаток влаги и безболезненно повреждения шведской мухой и полосатой хлебной блошкой, а также выдерживают заморозки до 6 – 8 °С при возврате холодов (Кудашкин М.И., 2003). Ячмень на пивоваренные цели высевают в первую очередь и в сжатые сроки, так как при поздних сроках содержание белка увеличивается на 1,5 – 2,0 % и более, а экстрактивность зерна снижается на 2 – 4 %; при этом возрастает пленчатость, уменьшаются выровненность и крупность зерна.

В Центрально-Черноземном регионе с точки зрения фитосанитарии для ранних яровых зерновых культур предпочтительны оптимальные сроки посева (Шпанев А.М., Лаптев А.Б., 2011). По мнению Ю.С. Попова (2006), слишком ранние сроки, как и очень поздние, могут способствовать усилению развития болезней, а в исследованиях М.А. Ревковой и В.И. Долженко (2011) отмечается, что изменение сроков посева культур в Воронежской области не позволяет гарантированно воздействовать на развитие корневых гнилей.

Сроки посева отражаются и на развитии листостебельных инфекций. Большинство исследователей считает, что поздние посевы яровых зерновых культур сильнее поражаются листовыми пятнистостями и болезнями стебля корневых гнилей. Корневые гнили проявляются также на более ранних стадиях развития. Соответственно возникает дополнительная потребность в фунгицидных обработках вегетирующих растений. Однако известно и другое мнение. Исследования, проведенные Л.Ф. Ашмариной (2005) в Западной Сибири, показали, что в засушливые и достаточно увлажненные годы срок сева яровой пшеницы слабо влияет на развитие листостебельных инфекций, однако в умеренно-влажные годы, при

достаточно позднем проявлении болезни, он оказывает существенное воздействие на их развитие в посевах яровой пшеницы.

Информация о влиянии сроков посева на распространенность и интенсивность развития корневых гнилей в агроценозах полевых культур довольно противоречива, что во многом определяет их зависимость от почвенно-климатических условий, биологических особенностей культуры, ее требований к потреблению влаги, температуры почвы в момент прорастания семян и формирования всходов (Власенко Н.Г., 2009).

Данные об исследовании влияния сроков посева зерновых культур на патогенный комплекс корневых гнилей в условиях юга Нечерноземной зоны недостаточны, что вызывает необходимость более детального изучения этого вопроса.

**Глубина посева.** Глубина заделки семян имеет существенное значение для формирования дружных и полных всходов. Слишком глубокая заделка удлиняет срок прорастания со всеми отрицательными последствиями, влияющими на рост и развитие проростка (Шпаар Д., 2003). Наиболее полные всходы и кустящиеся растения, с хорошо развитой вторичной корневой системой, получаются из семян, посеянных на глубину 3–5 см (Яхтенфельд П.А., 1961).

Всходы появляются быстро в том случае, если семена при посеве попадают на не разрушенный слой, а на находящуюся под ним рыхлую мелко – комковатую почву. При образовании почвенной корки проростки не могут пробиться сквозь нее и подвергаются поражению почвообитающими микроорганизмами. При глубокой заделке семян (8–12 см) всходы появляются позже. Проростки истощаются за время выхода на поверхность, образуют бледные подземные побеги и сильно поражаются гельминтоспориозом (Чулкина В.А., 1973). Этому способствует как большая продолжительность периода от посева до появления всходов, так и образование длинного подземного междоузлия, поражение которого нарушает связь между первичными корешками и первыми листьями. При недостаточно развитой вторичной корневой системе, подвергшиеся заболеванию растения заметно отстают в росте или гибнут до колошения (Коршунова А.Ф. и др., 1970).

В Республике Мордовия глубина заделки семян яровой пшеницы зависит от гранулометрического состава почвы и ее влажности. На глинистых и тяжелосуглинистых почвах с хорошим увлажнением их заделывают на глубину 3 – 4 см, на средне – и легкосуглинистых – на 4 – 6 см (Кудашкин М.И., 2003).

Литературные источники не отражают конкретные биологические параметры, определяющие оптимальную глубину заделки семян с целью получения здоровых растений. Обычно главная роль в ее выборе отводится факторам внешней среды – влажности, температуре, гранулометрическому составу почвы, без учета биологических сортов растений.

Исследования, проведенные В.А. Чулкиной с соавт. (1976) показали, что в качестве биологического критерия для оптимальной глубины заделки семян яровой пшеницы и ячменя должна быть выбрана длина coleoptile. Значительное внимание этому показателю придавалось индийскими учеными еще ранее – в начале 60 -х гг., когда происходило внедрение в производство короткостебельных сортов пшеницы. При этом выяснилось, что длина coleoptile положительно коррелирует с появлением всходов при разной глубине посева, а также с высотой растений. Зарубежные ученые пришли к выводу, что одна из причин изреженности всходов – глубокий посев (Бутми Т.К. , 1974).

В условиях Сибири при исследовании сортообразцов коллекции ВИР учеными было установлено, что у яровой пшеницы и ячменя имеются различия в длине coleoptile. По этому признаку их условно поделили на три группы: 1) короткоcoleoptильные (до 4 см); 2) среднеcoleoptильные (4 – 5см); 3) длинноcoleoptильные (6 см и более). У овса и озимой ржи форм с коротким coleoptиле не было обнаружено.

Самый высокий темп роста coleoptиле оказался у длинноcoleoptильных сортов, поэтому они лидируют и по скорости продвижения проростка к поверхности почвы.

В исследованиях, проведенных В.А. Чулкиной (1985) при соблюдении агротехнических мероприятий, обеспечивающих оптимальную глубину заделки се-

мян, удалось увеличить полевую всхожесть их на 9 %, снизить развитие корневой гнили и поднять урожайность на 0,2 – 0,5 т/га.

Для оздоровления проростков и всходов следует применять такие технологии, при которых достигается создание «эффективного ложа» для семян, с предельной глубиной посева среднеколеоптильных сортов яровой пшеницы (не более 5 см), длинноколеоптильных сортов (6 см). Для среднеколеоптильных сортов ячменя предельная глубина не должна превышать 4 – 5 см (Порсев И.Н., 2011). Отсюда следует, что сорта этих культур, относящиеся к группе средне и длинноколеоптильных, требуют при прочих равных условиях более мелкой предельной глубины заделки, а значит и более мелкой предпосевной обработки.

### **1.5.2. Роль биологического метода в распространении и развитии возбудителей корневых гнилей**

Активными агентами микробиологических препаратов могут быть бактерии, грибы и вирусы, вызывающие поражение нежелательных организмов. Основными механизмами воздействия микробиопрепаратов на вредные организмы являются продуцирование антибиотических соединений и ферментов, конкурирование с патогенами за источник питания и жизненное пространство.

Микробиологические средства защиты растений (МСЗР) способны оказывать ростостимулирующее действие, положительно влиять на урожайность сельскохозяйственных культур, улучшать качество получаемой продукции, а также способствовать дополнительному накоплению в урожае основных элементов питания из удобрений, повышая коэффициент их использования в 1,5 – 2,0 раза (Тихонович И.А. и др., 2005; Завалин А.А., 2005, 2011; Vincent Ch. Et al., 2007; Бизюкова О.В., 2012).

В настоящее время микробиологические пестициды могут считаться неотъемлемым звеном интегрированной системы защиты растений, не заменяя, а дополняя ассортимент химических препаратов (Hall F.R., Menn J.J., 1999). Помимо этого экологическое направление защиты растений предусматривает создание в агроце-

нозах (поле, севооборот) условий, неблагоприятных для вредных организмов и благоприятных для формирования основных элементов структуры урожая (Чулкина В.А. и др., 2000; Торопова Е.Ю., 2005; Торопова Е.Ю. и др., 2008).

В США отмечается наибольший объем продаж и самый широкий ассортимент коммерчески доступных биопрепаратов. Здесь зарегистрировано в качестве активных аспектов 72 микроорганизма; из них 36 – с фунгицидной и бактерицидной, 27 – инсектицидной, 4 – нематицидной, 4 – гербицидной активностью и 1 – антивирусного действия.

На сегодняшний день в России имеется около 20 активных агентов биопестицидов инсектицидного и фунгицидного действия. Свыше 80 % МСЗР приходится на препараты с фунгицидной активностью. Наиболее востребованными и активными являются бактериальные микроорганизмы (Бизюкова О.В., 2012).

Биологическая защита растений получает распространение во многих странах (Жалиева Л.Д. и др., 1992; Миронова Г.В., 1998; Боронин А.М., Кочетков В.В., 2000; Коломбет Л.В. и др., 2001; Санин С.С. и др., 2002).

Наряду с биопестицидами, обладающими биоцидным действием, элементами биологического контроля могут быть вещества, воздействующие на патоген через растение, повышая устойчивость последнего к заболеванию. Они относятся к различным классам органических соединений природного происхождения, синтетическим органическим и неорганическим химическим соединениям (аминокислоты и их аналоги, олигосахариды, карбоновые кислоты, кремнийорганические соединения атранового ряда и др.). Индукторы устойчивости представляют большой интерес для создания экологичных систем интегрированной системы защиты ввиду отсутствия отрицательных воздействий на биоценоз (Кульнев А.И., Соколова Е.А., 1997; Тютюрев С.Л., 2002; Князева Г.В., 2003; Надыкта В.Д., 2003).

Информация о целесообразности использования биопестицидов и регуляторов роста растений при защите зерновых культур от болезней неоднозначна. Многие авторы подчеркивают определенные достоинства и недостатки биопестицидов. Недостатками считают более низкую, по сравнению с химическими фунгицидами, биологическую эффективность, сильную зависимость результативности от по-

годных условий, недостаточную действенность при длительном развитии болезни и узкую направленность защитного влияния (Монастырский О.А. и др., 2008, 2009; Кузнецова Е.В., Монастырский О.А., 2012).

По мнению С.С. Санина с соавт. (2012) биопестициды могут применяться для предпосевного протравливания семян с целью сдерживания семенной и почвенной инфекции, а также опрыскивания растений в период вегетации от листовых и стеблевых инфекций и болезни колоса. По технической (биологической) и хозяйственной эффективности они несколько уступают современным химическим фунгицидам, но благодаря более низкой стоимости часто мало отличаются по экономической эффективности.

По данным В.Т. Алехина и соавт. (2012), в 80 – 90-е гг. Россия занимала первое место в мире по объему использования биопрепаратов. В 1985 г. из 81,3 млн. га, на которых осуществлялись защитные мероприятия, на долю биометода приходилось 12,4 млн. га. В 1990 г. объем обработок биологическими средствами составил уже 5,8 млн. га, а к 1995 г. этот показатель снизился в 4,5 раза и составил 1,3 млн. га. В 2000 г. произошло уменьшение защитных мероприятий еще на 30 %. Последнее десятилетие он остается на уровне 0,8 – 1,0 млн. га. В 2011 г. было обработано пестицидами 69,7 млн. га, в том числе биопрепаратами, лишь 772, 4 тыс. га. Ассортимент биосредств включает 47 препаратов, из них на долю отечественных приходится 99,4 %. Доля инсектицидных биопрепаратов составляет 6,5 %, фунгицидных – 84,5 %.

Таким образом, реформы в сельском хозяйстве привели к сокращению объемов применения биосредств с 5,8 до 0,8 млн. га. Удельный вес препаратов в структуре стоимости сохраненного урожая составляет лишь 1 – 2 %, но использование их всегда рентабельно (Алехин В.Т. и др., 2012).

Наиболее востребованы и широко практикуются биопрепараты в южных регионах России, где имеются санитарно-курортные и водоохранные зоны. В различных регионах РФ получены положительные результаты от применения биопрепаратов и биостимуляторов природного происхождения при обработке семян и вегетирующих растений. Обеспечивается не только повышение их урожайно-

сти, но и улучшение качества продукции (Кратенко В.П. и др., 2001; Gossman N., 2005).

Биопрепараты часто привлекаются для ослабления негативных последствий, возникающих в результате использования пестицидов, вследствие погодных и технических условий, возникающих при возделывании растений. Разные вещества, продуцируемые ризосферной микробиотой, увеличивают всхожесть семян и положительно влияют на рост и развитие культуры. Одновременно они улучшают структуру почвы, ее газообмен и водоснабжение растений, что создает благоприятные условия для протекания продуктивных процессов и увеличения урожайности культуры и качества зерна (Гришечкина Л.Д., 2012).

Многолетний практический опыт свидетельствует, что биопрепараты обычно привлекаются для контроля корневых гнилей сельскохозяйственных культур. Антагонистические отношения ризосферной микробиоты направлены на подавление жизнедеятельности фитопатогенов за счет продуцирования токсичных продуктов их жизнедеятельности, конкуренции за питательные вещества, ускорение лизиса клеточных стенок грибов, где паразитирует антагонист (Павлюшин В.А. и др., 1999). Так, предпосевная обработка семян зерновых культур препаратом Елена, созданного на основе бактерии *Pseudomonas aureofaciens*, позволила повысить урожай на 13,3 %, содержание белка в зерне – на 6,1 % (Логинова О.В. и др., 2005).

В исследованиях Л.Д. Гришечкиной (2010) отмечалось, что микробиологические препараты снижали развитие корневых гнилей фузариозно-гельминтоспориозной этиологии, обуславливая прибавку урожая на 21%. Успешное использование биопрепаратов нашло широкое применение при обработке зерна в период его хранения. Так, исследованиями Н.Н. Алябьева и соавт. (2012) установлено, что обработка хранящегося зерна, зараженного фузариозом, сдерживала развитие фузариоза и аспергиллеза и оказывала определенное ингибирующее действие на развитие альтернарии, а также помогала сохранить более высокое содержание белка в зерне пшеницы по сравнению с незащищенным контролем в течение всего периода хранения.

Ограничение жизнеспособности фитопатогенов связано с активизацией защитных функций у растений. Некоторые из них, как например Альбит, способствуют развитию и размножению в почве азотофиксаторов, фосфатмобилизирующих и других полезных бактерий. Это улучшает минеральное питание растений и как следствие, поднимает урожайность (Гришечкина Л.Д., 2012; Мелькумова Е.А., 2005).

В целом применение биологических средств защиты растений прибыльно. Стоимость сохраненного урожая в 2011 г. (в фактических ценах реализации) составила 1 800 млн. рублей, затраты на защитные мероприятия – 430 млн. рублей, условный чистый доход – 1 370 млн. рублей, а рентабельность – 320 %. Каждый вложенный рубль благодаря биологическим средствам защиты растений окупается 2 – 40 рублями прибыли.

Таким образом, перспективность биометода неуклонно возрастает, а применение биосредств защиты растений свидетельствует о его результативности в плане интегрированной системы защиты растений, направленных на восстановление и поддержание биоценотического равновесия в агроценозах.

В условиях юга Нечерноземной зоны на эффективность действия биопрепаратов благоприятно влияют погодные условия. Во многих хозяйствах широко применяют препараты Планриз, Альбит, Триходермин. Однако конкретных рекомендаций по их использованию, воздействию на развитие болезней патогенного комплекса корневых гнилей, нет.

### **1.5.3 Место и роль химического метода в распространении и развитии корневых гнилей**

Традиционные агротехнологии без химической защиты растений не позволяют вести экономически конкурентное для мирового рынка производство зерна. Выход растениеводства России на средний мировой уровень требует стабильного обеспечения средствами защиты растений: как минимум 1,5 кг действующего вещества пестицидов на 1 га пашни (Захаренко В.А., 2011). Поэтому, в настоящее

время в системе защиты растений от вредных организмов и сохранения сельскохозяйственной продукции ведущее место отводят химическому методу, как наиболее эффективному.

Одной из основных тенденций в современной практике защиты растений является повышение требований к используемым средствам по критериям безопасности для окружающей среды, минимизация их влияния на нецелевые виды, а также предотвращение возникновения резистентности у вредных организмов. Конечной целью ставится снижение общей пестицидной нагрузки на почву, экологических рисков, обеспечение безопасности получаемого продовольствия. На достижение этой цели ориентированы различные направления в технологии аграрного производства: новые приемы агротехнического возделывания почвы, повышение общей культуры земледелия, улучшение сортовых особенностей культуры, создание новых и совершенствование уже применяемых препаратов для защиты растений.

Использование средств защиты растений остается главным способом контроля вредных организмов на сельскохозяйственных культурах. Поэтому необходимо не только поиск новых химических соединений, но и ревизия средств, несправедливо забытых, их модификация и развитие на базе современных технологий. К тому же использование биопестицидов имеет ограничения. Так, их высокая селективность оборачивается узостью спектра действия, а эффективность применения в качестве профилактики снижается в эпидемических ситуациях, при которых химические средства дают более адекватный результат (Бизюкова О.В., 2012).

Пестициды – это мощное оружие, способное предотвратить огромные потери продукции растениеводства. Но химические средства опасны для человека и окружающей среды. Их привлечение целесообразно тогда, когда все другие методы и средства либо исчерпаны, либо неэффективны и малоэффективны, когда прогнозируются значительные потери урожая.

Совершенствование современного химического метода идет по пути его модернизации. Создаются пестициды нового поколения, прежде всего из класса ве-

ществ, ответственных за химическое взаимодействие организмов биоты агроценозов небиоцидного действия. Это препараты, которые повышают защитные функции организма растений и обладают биорегуляторной активностью (Санин С.С., 2003; Семенов В.Д., Галапова С.В., 2005).

В 2011 г. в Российской Федерации было использовано 49,5 тыс. т пестицидов, что на 8,7 тыс. т больше, чем в 2010 г. Применение их в этом году связано отчасти с благоприятными для развития вредных организмов погодными условиями (в отличие от засушливого 2010 г.).

Расход химических средств защиты составил 48,5 тыс. т, или 98 % от общего количества использованных пестицидов. При этом расход фунгицидов был равен 7,2 тыс. т, из них 85,5 % – химических. Пестицидная нагрузка по Российской Федерации в 2011 г. доходила до 412,4 г/га пашни (по препарату), в том числе фунгицидов – 60,0 г/га. Эффективность фунгицидов составила 83 – 98 %, а протравителей в среднем по Российской Федерации – 72 – 87 %. При использовании фунгицидов прибавка урожая в среднем достигала 0,3 т/га, чистый доход – 2,4 тыс. руб./ га, рентабельность – 209,2 % (Говоров Д.Н. и др., 2012).

Пестицидная нагрузка в 2012 г. достигала 452,8 г/га пашни по (препарату), в том числе фунгицидов – 61,8 (Говоров Д.Н., и др., 2013).

Агроцензы – это не только базис для сельскохозяйственного производства, но и неотъемлемая часть агроландшафтов, для повышения продуктивности которых, необходимо создание наукоемких технологий.

В современных условиях важной стороной организации защиты растений является построение интегрированных систем, предполагающих оптимизацию защитных мероприятий (Чулкина В.А., 1995; Ашмарина Л.Ф., 2005; Торопова Е.Ю., 2005). Экономически обоснованным, экологически оправданным, технологически доступным приемом является предпосевное протравливание семян (Политыко П.М. и др., 1996; Котикова Г.Ш., Долженко В.И., 1998; Тютюрев С.Л., 1991, 1997, 1998, 2005; Буга С.Ф., 2001; Абеленцев В.И., 2003; Хакимова Н.Т. и др., 2003; Павлова В.В., 2006).

Семена практически всех культурных растений поражаются целым рядом болезней, многие из которых можно контролировать только протравливанием (Косолапова А.И. и др., 2010; Борисенко В., 2011). Протравители уничтожают поверхностную и внутреннюю инфекцию семян, защищают от плесневения и почвенных патогенов проростки в ранний период их развития и оказывают существенное влияние на начальное формирование урожая и его качество. В состав современных протравителей входят ингредиенты, регулирующие рост и развитие культуры (Борисенко В., 2011).

Более 25 лет назад был принят запрет на продажу ртутьсодержащих химических средств защиты растений. С тех пор был разработан целый ряд новых действующих веществ и препаратов для использования в качестве протравителей. Некоторые из этих соединений стали первыми действующими веществами, обладающими системной активностью. Они способны бороться с патогенами, которые ранее либо не поддавались контролю, либо требовали таких высоких доз для подавления инфекции, что ставили под угрозу жизнеспособность и всхожесть семян.

По характеру распределения фунгицидов в растениях их разделяют на препараты контактного и системного действия, а также специальные инсектицидные протравители, которые могут содержать фунгицидный компонент. Для эффективной защиты посевного материала особое значение имеет свойство протравителя равномерно распределяться и длительное время удерживаться на поверхности семян. Это достигается за счет подбора соответствующей препаративной формы (Ульяненко Л., Комков Н., 2011). К наиболее распространенным на сегодняшний день препаративным формам относятся сухие порошки, водные растворы и жидкие концентраты.

В исследованиях И.Н.Порсева (2009) применение предпосевного обеззараживания семян препаратами Премис Двести (0,2 л/т) и Дивиденд Стар (1 л/т) способствовало достоверному увеличению урожайности зерна на 0,18 – 0,25 т/га.

В опытах Курганского НИИСХ развитие корневой гнили в фазу колошения на яровой пшенице в среднем за 2006 – 2010 гг. не превышало допустимого порога вредности (6,1–9,1 %). При этом эффективность химических протравите-

лей семян против патогенов корневой гнили была около 30 %, а прибавка урожая составила 3 – 6 % (Немченко В.В. и др., 2012).

В Пермском крае, при использовании Виала ТТ в качестве протравителя, отмечалась наиболее высокая полнота всходов – 255 шт./м<sup>2</sup> (что на 32 % выше контроля) и сокращение распространенности корневой гнили в фазу выхода в трубку растений яровой пшеницы на 28,3 % по сравнению с контролем (Косолапова А.И. и др., 2010).

Протравители семян достаточно эффективны в начальный период развития растений – от появления всходов до фазы кущения и выхода в трубку. В дальнейшем их действие существенно ослабевает, и корневая система растений поражается находящимися в почве патогенными микроорганизмами. Поэтому применение химических препаратов для предпосевной обработки семян зерновых культур снижает развитие корневой гнили в среднем в 1,5 – 2,5 раза, но полностью не освобождает растения от этого заболевания (Тютюрев С.Л., 2005). Кроме того, существует мнение, что протравители негативно влияют и на полезную микрофлору почвы (Рудаков О.Л., 2001; Жалиева Л.Д., 2004; Евсеев В.В., 2004).

У многих видов грибов отмечается возникновение резистентности к препаратам. Происходит изменение видового и расового составов патогенных комплексов. В них начинают преобладать виды и расы микроорганизмов, устойчивые к фунгицидам. В этой связи не исключена вероятность того, что широкомасштабное и ежегодное применение химических средств защиты растений приведет к ситуации, когда использование пестицидов станет малоэффективным (Буга С.Ф., 2001).

По расчетам В.И. Абеленцева (2011), количество действующего вещества в протравителе, которое наносится на зерновку, в зависимости от нормы расхода колеблется от 0,26 до 0,56 мкг. Во время набухания зерна (ф. 01 – 04) до 80 % действующего вещества препарата системного или системно-контактного действия быстро переходит в почву, образуя вокруг семени защитную сферу радиусом до 8 мм в зависимости от типа почв. По мере удаления от зерновки концентрация раствора падает. Эффект «разбавления» создается в результате активного роста растений.

Обычно действие протравителя длится первые 5 – 7 недель после посева. Кроме того, во время вегетации ячмень и яровая пшеница поражаются темно-бурой, полосатой и сетчатой пятнистостью, на которые протравливание семян не оказывает существенного влияния. В таких случаях, чтобы защитить растения в последующие фазы развития, необходимо опрыскивать их фунгицидами, а при умеренном развитии заболевания выгодно использовать баковую смесь фунгицида с одним из регуляторов роста или биопрепаратом (Лавринова В.А., 2011). В опытах Н.Г. Власенко и соавт. (2012) предпосевное протравливание семян с последующей защитой вегетирующих растений от болезней позволило повысить урожайность на 0,55 т/га.

В исследованиях Н.Н. Лысенко и соавт. (2011) отмечалось, что снятие инфекционной нагрузки пропиконазолом в зерне пшеницы и ячменя способствовало снижению массы фенольных соединений в 5,6 и 2,3 раза соответственно; увеличивало в зерне содержание железа на 40, алюминия – 33, магния – 17, натрия – 10, кальция – 12 и кремния – 8 %.

Сложным вопросом при использовании фунгицидов по вегетирующим растениям является срок их применения. Единого мнения по этому поводу не существует. Выбор определяется видом болезни, сроком ее первичного проявления на растении и погодными условиями в период патогенеза (Немченко В.В. и др., 2012). По мнению М. Койшибаева (2010), оптимальный срок применения фунгицидов обычно составляет не более 5 – 7 дней. Обработать всю пораженную площадь за этот срок земледельцы не всегда успевают. При раннем опрыскивании посевов (до образования флагового листа) возникает необходимость повторных обработок в период налива зерна. Нередки случаи опрыскивания с большим опозданием, когда уже нанесены потери урожаю.

Для успешного решения проблем устранения потерь, вызванных возбудителями корневых гнилей, получения высокого и качественного урожая, нужно исключить шаблонный подход к проведению фитосанитарного мониторинга семян (фитоэкспертизы) и посевов. По его данным должна подбираться оптимальная комбинация химических и биологических препаратов индивидуально для каждого поля, что позволит существенно снизить вредоносность корневых гнилей.

Проведенный анализ и обобщение литературных данных показали, что среди возбудителей корневых гнилей, обитающих в почве, на растительных остатках и семенах присутствует разнообразный видовой состав фитопатогенов, способных вызвать болезнь и снизить урожайность. Поскольку в условиях Республики Мордовия, расположенной в южной части Нечерноземной зоны РФ, изучения видového состава возбудителей, а также их патогенности и фитотоксичности не проводилось, исследования такого рода на сегодняшний день весьма актуальны. В вопросах влияния различных приемов агротехники на фитосанитарное состояние посевов зерновых и их урожайность мнения авторов не всегда совпадают, а порой вызывают глубокие противоречия, что объясняется разнообразием почвенно-климатических особенностей мест осуществления исследований. Протравливание семян является наиболее щадящим приемом, уничтожающим инфекцию на семенах, но оно небезопасно в экологическом плане. Это требует дифференцированного подхода при использовании протравителей и обращения к альтернативным биологически средствам защиты растений.

### **1.6. Концепция фитосанитарной оптимизации агроценозов и стратегия интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от корневых гнилей**

Корневые гнили являются наиболее распространенным и вредоносным заболеванием зерновых культур. Явный и скрытый ущерб от них очень часто превышает вред, наносимый колосовым хлебным злакам всем остальным патогенным комплексом, паразитирующим на этих культурах. В этой связи в общей системе защитных мероприятий обозначилась острая необходимость создания и обустройства агроценозов, которые отвечали бы стратегии надежной и безопасной защиты зерновых культур от поражения их возбудителями корневых гнилей, что позволит обеспечить оптимальное фитосанитарное состояние каждого поля.

Современная концепция защиты колосовых злаков от поражения возбудителями корневых гнилей выдвигает на первый план вопросы совершенствования экологических принципов и разработку на их основе экологически безопасных фитосанитарных технологий возделывания яровых зерновых культур (Косолапова А.И. и др., 2010; Борисенко В., 2011). Необходимо, чтобы разработанные технологии были хорошо адаптированы к местным условиям региона, отражали научно-обоснованный уровень антропогенного воздействия на структуру популяции возбудителя, заболевание и функционирование сообществ организмов.

По мнению С.С. Санина (2003) экологическая направленность передовых технологий предусматривает применение мероприятий не только не наносящих вред человеку и окружающей среде, но и исполняющих роль природоохранного фактора (повышение плодородия почвы, улучшение среды обитания полезной энтомофауны, снижение содержания микотоксинов в сельскохозяйственной продукции).

Перспективное научное направление в современной теории защиты растений, получившее широкое развитие в связи с необходимостью реализации концепции интегрированной системы защиты растений, представляет разработку адаптивных экологически безопасных технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

При разработке концептуальной основы наших исследований мы исходили из того, что в Республике Мордовия, расположенной в лесостепной полосе южной части Нечерноземной зоны, главная роль в патогенном комплексе корневых гнилей принадлежит возбудителю *B.sorokiniana*, а также представителям рода *Fusarium spp.*, относящихся к группе несовершенных грибов. В условиях Республики Мордовия их отмечено 6 видов (*F.oxysporum*, *F. heterosporum*, *F. sporotrichioides*, *F. verticillioides*, *F. redolens*, *F. tricinctum*), среди которых доминирующими являются первые два вида.

При проведении исследований мы опирались на теоретические и методологические положения и учения С.М. Тупеневича, А.Е. Чумакова, М.В. Горленко, А.Т. Троповой, В.А.Чулкиной, А.Ф. Коршуновой, В.В. Великанова и Е.П. Ду-

рыниной, М.К. Хохрякова, С.С. Санина, Т.Ю. Гагкаевой и многих других исследователей.

На первом этапе исследований, нами была отслежена динамика развития корневых гнилей в онтогенезе по фазам развития и по органам растения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в пределах растения главное значение в развитии болезни до фазы кущения принадлежит инфекции семян, а начиная с фазы кущения – почвенной инфекции. Под влиянием семенной инфекции происходила частичная гибель проростков еще до выхода их на поверхность в фазу всходов. От воздействия почвенной инфекции растения погибали реже по той причине, что процесс этот приходился на более поздний этап онтогенеза.

Динамика развития корневых гнилей по органам на всех этапах органогенеза носила устойчивый характер и зависела от времени пораженности каждого органа.

Проведенные исследования позволили так же выявить закономерности развития корневых гнилей в зависимости от типов почв. Доказано, что по мере перехода от дерново-подзолистых почв к выщелоченным черноземам на подземных органах хлебных злаков присутствие гриба *B. sorokiniana* возрастало, тогда как численность представителей рода *Fusarium* заметно уменьшалась. Эти изменения в количественном соотношении возбудителей в патогенном комплексе необходимо учитывать по почвенным районам, так как от этого зависит характер и уровень защитных мероприятий.

Проведенные исследования позволили выявить природу комплекса корневых гнилей и классифицировать ее как гельминтоспориозно-фузариозную, с преобладанием гельминтоспориозной в Мокша-Вадском и Приалатырском почвенных районах (выщелоченные черноземы), а в Примокшанском (дерново-подзолистые почвы) – фузариозной

Исходя из этого, предлагаемая нами концепция фитосанитарной оптимизации агроценозов юга Нечерноземной зоны России, сформулирована с учетом различий в этиологии корневых гнилей и вызывает необходимость дифференцированного подхода к составлению интегрированной системы защитных меро-

приятый. Она предполагает: на дерново-подзолистых почвах (Примокшанский почвенный район), меры защиты следует направлять на подавление паразитической активности грибов рода *Fusarium*, на выщелоченных черноземах (Мокша-Вадский и Приалатырский районы) – возбудителя *B. sorokiniana*, а на серых лесных почвах (Мокша-Алатырский, Присурский районы) – на комплекс видов.

В наших дальнейших рассуждениях также учитывалось то, что поражение яровых хлебных злаков возбудителями корневых гнилей на различных этапах органогенеза зависит от многих факторов, в том числе от их патогенности, а также от источников сохранения и возобновления инфекции.

На этом этапе исследований, нами было установлено различное влияние штаммов возбудителей корневых гнилей на развитие проростков теста- культуры. При этом оказалось, что природная популяция их возбудителей имела в своем составе разнообразные штаммы, отличающиеся как по патогенности, так и по токсичности.

Фитосанитарная обстановка в агроценозе формируется преимущественно под влиянием широкого спектра факторов, которыми являются погодные, климатические, почвенные условия региона, морфологические и филогенетические особенности возбудителей корневых гнилей, а также антропогенные факторы. Ежегодное возобновление этого возбудителя зависит еще от накопления, сохранения и распространения его в естественных условиях, а также инфекционного начала.

В этой связи знание и определение источников инфекции, факторов и способов ее передачи играет важную роль при разработке стратегии и тактики интегрированной системы защитных мероприятий яровых зерновых культур от возбудителей корневых гнилей. Знание места, времени формирования и сохранения источников размножения и факторов передачи вредных организмов в агроценозах является методологической основой их фитосанитарной диагностики, разработки прогноза и систем защитных мероприятий (Чулкина В.А. и др., 2001).

Изучение роли семенной инфекции дало возможность выявить различия в интенсивности заражения семян в зависимости от культуры, видового состава возбудителей, метеорологических (температуры, влажности, ГТК) условий.

На следующем этапе исследований мы опирались на вполне обоснованный вывод о том, что семенная инфекция яровой пшеницы, представленная возбудителями *B.sorokiniana* и *Alternaria spp.* в совокупности могут вызвать заболевание «черный зародыш». Нами доказано, что с увеличением инфекционной нагрузки на семена яровой пшеницы, уменьшалась длина органов проростка, увеличивался процент его гибели и индекс развития болезни. С целью изучения вредоносности «черного зародыша» были проведены исследования, направленные на выявление ареала распространения этого заболевания в различных почвенных районах при различных агрометеорологических условиях в течение пяти лет. В связи с этим, определялась оценка посевных качеств семян, выявившая высокую патогенность и токсичность возбудителя *B. sorokiniana* в патогенном комплексе «черного зародыша».

Известно, что пожнивные остатки пораженных растений служат одним из основных источников инфекции. В них грибы сохраняются в форме мицелия, где и дают обильное спороношение. В почве они подвергаются минерализации под воздействием сапротрофов. Поэтому следующей задачей была оценка растительных остатков как источника инфекции. Исследования, выполненные в период с 2003 по 2006 год, полностью подтвердили высокую значимость растительных остатков ярового ячменя и яровой пшеницы как основных накопителей гриба *B. sorokiniana* в полевом севообороте. Также были определены состав и частота встречаемости этого и других возбудителей корневой гнили в пораженных растительных остатках колосовых злаков.

По мнению многих исследователей, инфекционный потенциал возбудителей корневых гнилей, находящийся в почве, относится к более опасным и трудным для искоренения. Основной репродуктивной структурой, обеспечивающей сохранение этого возбудителя в почве, являются конидии. Территория юга Нечерноземной зоны отнесена к районам с благоприятными условиями сохранения инфекции этих патогенов. В этой связи, используя метод флотации, был выявлен ареал распространения конидий корневых гнилей и заселенность ими пахотных почв. Полученные результаты свидетельствуют о том, что пахотные почвы в ри-

зосфере ярового ячменя и яровой пшеницы повсеместно заселены конидиями *B.sorokiniana*, жизнеспособность которых к концу вегетации увеличивалась. Особенно высокий уровень заселенности почв этим возбудителем отмечался под посевами ярового ячменя, что дает нам основание полагать о более высокой роли его как источника инфекции в отличие от яровой пшеницы.

Факт присутствия конидий *B. sorokiniana* в почве указывает на то, что яровая пшеница и ячмень при повторном их возделывании произрастают на инфекционном фоне при различной степени его инфицированности. Многолетние экспериментальные исследования позволили установить, что основным источником корневых гнилей на территории Республики Мордовия являются культурные растения, сорняки из семейства злаковых и их растительные остатки, а фактором передачи инфекции – семена и почва. В силу этого, направление адаптации защитных мероприятий яровых культур от возбудителей корневых гнилей должно во многом определяться спецификой процесса инфицирования. Поэтому, существующая в республике зональная интегрированная система защитных мероприятий от корневых гнилей требует корректировки и усовершенствования с учетом вышперечисленных особенностей. При этом должен учитываться весь комплекс почвенно-климатических, экологических и экономических особенностей региона.

Научное обеспечение интегрированной системы защитных мероприятий должно быть основано на разработке адаптивно-ландшафтных систем защиты, которые позволят повысить устойчивость растений за счет преодоления препятствий, ограничивающих производство зерна при разных социально-экономических факторах.

Реорганизация хозяйств, произошедшая в связи с изменением форм собственности, специализация, изменение конъюнктуры рынка привели к тому, что нарушился принцип научно-обоснованного чередования культур в севооборотах и рационального использования сельхозугодий. Снижение объемов химической защиты растений в 2000–х годах по сравнению с 1990 г. так же явилось одной из причин ухудшения фитосанитарной обстановки в посевах зерновых культур на юге Нечерноземной зоны. Сложившийся недостаток материально-технических

средств обусловил крайне низкий уровень земледелия и критическое фитосанитарное состояние агроценозов при ежегодном массовом проявлении корневых гнилей, вызывая чрезвычайные ситуации биогенного характера. Повсеместная замена энергоемкой отвальной обработки на безотвальные поверхностные рыхления способствовала накоплению и распространению инфекции в верхнем припосевном слое почвы.

Предпосевная обработка семян зачастую проводилась некачественно и не в полном объеме. Обработки фунгицидами в период вегетации растений выполнялись, как правило, в растянутые сроки и без учета реальной их экономической и экологической целесообразности, а от возбудителей корневых гнилей, они проводились в недостаточных объемах или вообще не выполнялись.

Несмотря на это, основные приемы агротехники, в первую очередь должны быть направлены на создание оптимальных условий для роста и развития растений, с целью повышения их устойчивости к болезни и на формирование комплекса факторов, снижающих риск заражения растений и развитие патогенов.

Поэтому в комплексе мер по стабилизации сельскохозяйственного производства в Республике Мордовия, первоочередной задачей является фитосанитарное оздоровление агроценозов, предупреждение опасных ситуаций, вызывающих эпифитотии корневых гнилей.

По нашему мнению для снижения потерь урожая яровых зерновых культур от корневых гнилей в интегрированной системе защиты растений необходимо использовать, прежде всего, природные факторы устойчивости агроценозов, способные ограничить их вредоносность. Если, несмотря на использование природных ресурсов, вредоносность в агроценозах возрастает до уровня, опасного для растений, необходимо принимать корректирующие мероприятия по экономическим и экологическим соображениям.

Среди агротехнических мероприятий севооборот по-прежнему остается важнейшим агротехническим приемом. Мы считаем, что при выборе предшественника необходимо учитывать все многообразие и сложность экологических связей растений с возбудителями корневых гнилей. При этом выбор предшественни-

ка должен основываться на представлении о его влиянии на развитие возбудителей корневых гнилей. Ежегодно, где на полях предшественниками были стерневые культуры, наблюдалось повышение распространенности корневых гнилей, снижение технологических свойств зерна и хлебопекарных качеств муки. Если же предшественниками были чистые или занятые пары, горох, бобовые однолетние и многолетние травы, это существенно улучшало фитосанитарное состояние яровой пшеницы.

С проблемой предшественников тесно связан вопрос о допустимом насыщении севооборотов зерновыми культурами. По имеющимся литературным данным установлено, что предельный уровень насыщения зерновыми в Нечерноземной зоне должен составлять не более 50 % от площади севооборота. В Республике Мордовия этот принцип зачастую игнорируется по ряду объективных и субъективных причин. К числу основных следует отнести: снижение поголовья животных, в связи с чем, отпала необходимость выращивания кормовых культур; отсутствие госзаказа и регулируемого государством продовольственного рынка; сокращение выращивания технических культур.

Значительному поражению растений возбудителями корневых гнилей способствует отказ или несвоевременное проведение зяблевой вспашки и использование минимальной обработки почвы. Исследования показали, что почвозащитная обработка почвы без оборота пласта по защитному эффекту не является тождественной отвальной вспашке. Допускается поверхностная основная обработка почвы только там, где она необходима для предотвращения эрозии, а в норме основную обработку почвы проводить плугом с предплужником, несмотря на то, что сокращение глубины обработки в первый год ее применения существенного влияния на развитие возбудителей корневых гнилей не оказывало.

Многие минеральные удобрения проявляют токсические свойства в отношении возбудителей корневых гнилей, хотя и не оказывают прямого воздействия на развитие болезней, но усиливают выносливость растений к заболеванию. С этой точки зрения обоснованное сочетание применения удобрений и других агроприемов способствует росту и развитию растений, позволяет повысить экономи-

ческий порог вредоносности (ЭПВ), что создаст предпосылки для сокращения обработок посевов фунгицидами. В проводимых нами исследованиях, внесение минеральных удобрений влияло на микромицетный состав почвы и в подавляющем большинстве способствовало изменению ее биологической активности и фитосанитарного состояния. При этом, увеличивая численность сапротрофов, удобрения вызывали снижение патогенов в почве.

Среди агротехнических приемов, которые снижают вредоносность корневых гнилей, значительная роль принадлежит срокам посева и оптимальной глубине заделки семян. Это связано с тем, что степень поражения растений зависит от скорости прорастания конидий возбудителя и появления проростка культуры. Действие этих факторов регламентируется погодными и почвенными условиями, сроками посева, сортом культуры, ее биологическими особенностями и глубиной заделки семян.

Наши исследования позволили выявить определенное влияние сроков посева на полевую всхожесть семян, индекс развития болезни на органах ярового ячменя в разные по увлажнению годы. В этом отношении ранние сроки сева ячменя оказались перспективным способом оздоровления посевов от корневых гнилей, повышения качества семян и урожая зерна.

В наших исследованиях была осуществлена попытка определения оптимальной глубины заделки семян с точки зрения защиты растений от возбудителей корневых гнилей. Исследования были направлены на сопоставление длины coleoptile, а также тепла и влаги, складывающиеся на глубине посева семян. При этом учитывалось их качество и, в первую очередь, зараженных возбудителями корневых гнилей. Это обстоятельство позволило выявить то, что зараженные семена (с пониженной энергией прорастания) нужно сеять на более мелкую глубину, давая возможность ослабленному ростку пробиться на поверхность почвы. При этом глубина заделки семян не должна превышать длину coleoptile.

Однако, с помощью одних лишь агротехнических приемов, массовое поражение агроценозов возбудителями корневых гнилей не всегда удается своевременно предотвратить. В связи с этим, современная концепция интегрированной

системы защиты растений от корневых гнилей существенную роль отводит использованию других методов защиты растений.

Перспективное научное направление в защите растений, получившее широкое развитие в связи с необходимостью реализации концепции интегрированной системы защиты растений, представляет применение биометода. При этом первоочередное внимание должно уделяться поиску новых эффективных, экономичных, экологически безопасных биологических средств защиты, которые имеют ряд преимуществ перед химическими пестицидами, а именно: высокая избирательность и пролонгированность действия, отсутствие эффекта накопления в растительных тканях. Кроме того, обладая антидепрессантными свойствами, они снимают стресс от воздействия неблагоприятных погодных факторов, смягчая действие химических фунгицидов, проявляя при этом фунгицидную активность и ростостимулирующий эффект. Антагонистические свойства и стимулирующий эффект изучаемых препаратов, влияющих на рост и продуктивность растений, обусловлены выделением метаболитов, включающих антибиотики, витамины и другие биологически активные вещества, которые способны усилить иммунопротекторные функции организма.

При существующем уровне развития биологического метода наибольшее распространение имеют препараты на основе *Pseudomonas spp.*, *Bacillus spp.*, *Trichoderma spp.* Однако, ограничивающим фактором применения биопрепаратов при обработке семян, является высокая степень их инфицированности. Как показали результаты наших исследований, если уровень зараженности семян был выше 30 % внешней инфекцией, то использование их было малоэффективно.

Успех защитных мероприятий зависит от своевременных фитосанитарных мероприятий, которые основываются на результатах регулярных учетов и наблюдений за развитием и распространением болезней. Поэтому, нами предусматривалось изучение методов и подходов, обеспечивающих оптимальное фитосанитарное состояние агроценозов. К числу основополагающих был отнесен оперативный мониторинг с использованием учетных данных за распространением и развитием болезни, что позволило выявить степень заболевания, динамику разви-

тия и размер поражения. Полученные данные послужили обоснованием для применения биометода.

Исследования показали, что биопрепараты в большинстве своем более сильный фунгицидный эффект оказывали на развитие гриба *B. sorokiniana*, нежели на *Fusarium spp.* В целом же, защитное действие биопрепаратов было значительно ниже, чем у взятого в качестве эталонного протравителя Премиса Двести, который полностью подавлял инфекцию. Тем не менее, биопрепараты, имея низкую биологическую эффективность, повышали выносливость, а, следовательно, и иммунитет растений.

Распространенность корневой гнили в период вегетации, особенно до фазы выхода в трубку, во многом зависела от зараженности семян. Фунгицидная активность биопрепаратов применяемых в период вегетации, была выше, чем в случае использования их для подавления семенной инфекции, особенно при их сильной степени зараженности.

Исходя из этого, биофунгициды в качестве протравителей рекомендуем применять при слабой и средней степени инфицированности семян. Для достижения максимального защитного эффекта посевов яровой пшеницы от поражения её корневыми гнилями, нами предложен усовершенствованный регламент применения биопрепаратов – сочетание предпосевной обработки семян с двукратным опрыскиванием вегетирующих растений.

Таким образом, беспестицидные технологии, основу которых составляют фитосанитарный мониторинг, агротехнические приемы и биологическая система защитных мероприятий позволяют обеспечить безопасность и высокое качество сельскохозяйственной продукции, уменьшая при этом пестицидную нагрузку на окружающую среду.

По нашему мнению, стратегия применения химических средств должна базироваться на принципе максимального снижения уровня отрицательного воздействия фунгицидов на окружающую среду и активном использовании регуляторных и биологических препаратов, не нарушающих целостности биоты агроценозов. Химические обработки следует применять лишь при сильной степени пора-

жения растений корневыми гнилями. При этом берется во внимание физиологическое состояние посевов, а именно: ослабленные растения химическими препаратами не следует обрабатывать совсем. К тому же, в засушливые и в годы с избыточным увлажнением химические обработки не эффективны, поэтому применение их в этот период требует особой осторожности, и лишь в годы с оптимальным увлажнением применение фунгицидов по влиянию на растение относительно безопасно.

В регламенте химического метода особое значение имеет тактика его применения. Чаще всего она направлена на получение возможного их биологического эффекта. Такой подход сопряжен с завышением норм, кратности обработок и объемов применения пестицидов. Это в свою очередь, еще больше обостряет фитосанитарную ситуацию и осложняет защиту растений. В то же время химический метод обеспечивает высокий защитный эффект, поэтому его необходимо рассматривать как инструмент не подавления, а регулирования численности вредных организмов на экономически и экологически безопасном уровне.

Основой оптимизации химического метода в защитном природоохранном и ресурсосберегающем отношении являются экономические пороги вредоносности развития корневых гнилей. Успех защитных мероприятий зависит от их своевременности, которые основываются на результатах регулярных учетов и наблюдений за развитием и распространением болезней.

Многолетний фитосанитарный мониторинг яровых зерновых культур позволил выделить и рекомендовать сельскохозяйственному производству к первоочередному решению задачи защиты их от комплекса корневых гнилей и пятнистостей, поскольку именно эта группа болезней отличается наиболее широкой распространенностью и высокой вредоносностью. Особую опасность представляет темно-бурая пятнистость, которая в случае повышенной влажности воздуха передается от растения к растению (горизонтальная передача) в течение сезона фоллиарным путем.

Многолетние исследования позволили выявить эффективность разных групп фунгицидов на яровых колосовых злаках. С целью защиты от корневых

гнилей и темно-бурой пятнистости, вызываемой теми же патогенами, была проведена многоступенчатая оценка восьми протравителей семян и шести фунгицидов для опрыскивания вегетирующих растений.

Токсикация растений пестицидами осуществляется методом предпосевной обработки семян, поэтому планируя использование защитных мероприятий на фоне обязательного соблюдения рекомендованных профилактических обработок следует прежде всего предусматривать полноценную комплексную обработку семенного материала, учитывающую сложившуюся фитосанитарную обстановку в регионе и на каждом поле. Протравливание в настоящее время является самым простым и наиболее экономичным способом защиты от возбудителей корневых гнилей.

С целью изучения механизма действия протравителей на патогенную микрофлору семян и формирование органов проростка ячменя и яровой пшеницы, были проведены исследования на выявление целесообразности их применения. Полученные результаты позволили выявить необходимость проведения фитоэкспертизы семян до и после протравливания во избежание ретардантного эффекта на показатели роста и развития проростков яровой пшеницы и ячменя.

Исследуемый набор протравителей защищал растения от поражения возбудителями корневых гнилей и частично от темно-бурой пятнистости. Фитоэкспертиза позволила дифференцировать протравители с учетом видового состава возбудителей и степени инфицированности семян. Основываясь на результатах проведенных исследований, мы предложили использовать наиболее эффективные препараты для защиты яровых зерновых от возбудителей корневых гнилей. Ассортимент протравителей представлен в основном системными фунгицидами, обладающими высокой биологической эффективностью.

Далее мы исходили из того, что протравливание семян является лишь первым звеном в защите растений от возбудителей корневых гнилей. В почве и на растительных остатках сосредоточен значительный запас инфекции, кроме того, как бы качественно не было проведено протравливание, срок действия любого химического протравителя не превышает двух месяцев. Массовое поражение рас-

тений возбудителями корневых гнилей обычно имеет место в фазу колошения, когда повышается температура воздуха и почвы, а также возрастает количество выпавших осадков. Подобные условия наиболее благоприятны для заражения посевов зерновых культур. В таких случаях возникает риск эпифитотийного развития болезни и требуется обязательная обработка посевов фунгицидами.

Поэтому, основываясь на результатах предварительно проведенного фитосанитарного мониторинга посевов, в зависимости от распространения и степени развития болезни были проведены обработки фунгицидами в фазу колошения на яровой пшенице и выхода в трубку на ячмене.

Поскольку на территории Республики Мордовия в большей степени преобладает возбудитель корневой гнили гриб *B. sorokiniana*, для получения большей эффективности мы применяли препараты, подавляющие гельминтоспориозную инфекцию – Альто супер, Байлетон, Колосаль на ячмене и Тилт, Фалькон, Фоликур на яровой пшенице. Применение опрыскивания дает возможность комплексно решить проблему защиты яровых зерновых культур от поражения возбудителями корневых гнилей различной этиологии. Даже двукратное применение селективных фунгицидов, если использование их осуществляется без учета видового состава возбудителей заболевания, оказывается слабо эффективным.

Улучшение фитосанитарной ситуации достижимо лишь при гармоничном сочетании использования высокоэффективных пестицидов и биологических препаратов, составляющих основу построения интегрированной системы защиты урожая. Для исключения шаблонного подхода в проведении фунгицидных обработок, нами по результатам предварительно проведенного фитосанитарного мониторинга семян и посевов, подбирались оптимальная комбинация химических и биологических препаратов индивидуально для каждого поля, в которой мы использовали препарат Виал ТТ в половинной норме в смеси биопрепаратами Планриз, Альбит и Агат-25К. Это позволило расширить спектр их действия на уже имеющуюся инфекцию, а также повысить эффективность химических протравителей при пониженных нормах расхода.

Полученные результаты подтвердили тот факт, что в современных условиях особое внимание должно придаваться разумному сочетанию биологических средств защиты растений с химическими препаратами. Однако следует помнить, высокая фунгицидная эффективность пестицидов и биопрепаратов возможна лишь на высоком агротехническом фоне, при полном соблюдении регламента их использования и технологии внесения, основываясь на объективных данных фитосанитарного мониторинга.

Исходя из результатов исследований, затрагивающих вопросы формирования видового состава возбудителей корневых гнилей яровых зерновых культур, а также на основе широкого использования природных ресурсов, корректировки существующей адаптивной технологии в подавлении фитопатогенов, была разработана концепция создания фитосанитарной оптимизации агроценозов и стратегия совершенствования интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от возбудителей корневых гнилей. Она включает:

- оперативный мониторинг агрофитоценозов с использованием учетных данных за развитием и распространением болезни;
- создание фитосанитарных экологически сбалансированных севооборотов и использование предшественников, обеспечивающих бездефицитный баланс гумуса и здоровый агробиоценоз;
- внесение сбалансированных доз минеральных удобрений и улучшение условий для существующего микробного сообщества в процессе использования удобрений;
- применение рациональных способов обработки почвы, стимулирующих активность сапротрофных микроорганизмов и ухудшающих развитие патогенной микрофлоры;
- выбор оптимальных сроков сева, позволяющих растениям в начальные фазы роста усилить сопротивляемость патогенному комплексу; заделка семян на глубину, не превышающую длину coleoptиле;

– применение протравителей, основываясь на результатах фитоэкспертизы семян и опрыскивание посевов, менее опасными для агроценозов фунгицидами по результатам фитосанитарного мониторинга и учета болезней;

– использование биопрепаратов, способных существенно повысить иммунопротекторные функции растений;

– подбор оптимальной комбинации химических и биологических препаратов индивидуально для каждого поля;

– создание здорового семенного фонда.

Агротехнические приемы, химические, биологические средства и агрохимикаты должны быть нацелены на активизацию полезной микрофлоры, получение стабильного урожая, экологически безопасной для человека и окружающей среды продукции. Интегрированную систему защиты яровых зерновых культур необходимо привести в соответствие с фундаментальными законами экологии. Адаптацию зональных фитосанитарных технологий яровых хлебных злаков следует осуществлять на базе мониторинга состояния почв, посевов и посевного материала.

Фитосанитарный мониторинг за патогенным комплексом корневых гнилей позволит более обоснованно применять протравители и фунгициды с целью исключения тех обработок, которые экономически и экологически не оправданы. В перспективе развития экологического мониторинга предполагается введение системы наблюдений с элементами воздействия на агроценозы, т. е. системы управления качеством агробиоценозов. При экологическом мониторинге агротехнические приемы совершенствуются в направлении совершенствования фитосанитарного состояния агроценозов. При этом в первую очередь, необходимо создавать здоровые супрессивные почвы, где формируются здоровые подземные органы растения и растение в целом.

Системно-экологический подход к решению проблем защиты растений предусматривает разработку фитосанитарных технологий возделывания яровых зерновых культур на уровне агроценозов хозяйств.

Предложенная концептуальная модель формирования фитосанитарной оптимизации агроценозов по защите яровых зерновых от корневых гнилей позволит обеспечить единый методологический подход в оценке современных технологических приемов и биологической эффективности современных средств защиты растений.

## ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Почвенные условия

Территория Республики Мордовия входит в состав южной части Нечерноземной зоны и относится к типичной лесостепи европейской части России. Протяженность территории с запада на восток – 275 км, с севера на юг – от 55 до 140 км; площадь – 26,1 тыс. км<sup>2</sup>. Годовой приход солнечной радиации достигает 7,5–9,2 млрд. кДж/га.

Земельный фонд республики составляет 2 612,7 тыс.га. Из них 1 624 тыс. га приходится на сельхозугодья, в том числе почти 1 253,3 тыс. га – пашни, 4,2 – многолетние насаждения, 69,4 – сенокосы, 297,5 тыс. га – пастбища. Под пашней используется 48,1 % всей территории, однако распаханность площади сельскохозяйственных угодий достаточно высока и составляет – 77,2 % (при 74,4 % по Волго-Вятскому экономическому району и 60,7 % по России).

Для Республики Мордовия характерны два почвенных типа: черноземы и серые лесные почвы; менее распространены дерново-подзолистые почвы.

На основании схемы почвенного районирования и природных особенностей Республика Мордовия разделена два почвенных округа – Мокшанский и Инсарский и пять почвенных районов (Щетинина А.С., 1988).

Первый почвенный район – район дерново-подзолистых и серых лесных почв легкого гранулометрического состава. Он занимает крайние западные и северо-западные районы республики: Зубово-Полянский, Теньгушевский, Ельниковский, часть Темниковского, северо-западную часть Торбеевского и Атюрьевского, восточную – Краснослободского и северную – Ковылкинского районов. Он отличается широким распространением наиболее бедных по плодородию почв, поэтому основной задачей земледелия здесь является всемерное повышение почвенного плодородия путем внесения высоких доз органических и минеральных удобрений, расширения посевов многолетних трав и сидератов.

Второй почвенный район – район выщелоченных и оподзоленных черноземов тяжелого гранулометрического состава, который примыкает к первому и

объединяет территории Торбеевского, Атюрьевского (кроме северо-западной части), юг и юго-запад Краснослободского, западную часть Ковылкинского и юго-восток Темниковского района. Почвы района обладают высоким потенциальным плодородием. Главная задача земледелия здесь – сохранение и увеличение почвенного плодородия на основе современной культуры земледелия.

Третий почвенный район – район серых лесных почв тяжелого гранулометрического состава. Он охватывает территории Старошайговского, Инсарского, Большеигнатовского, северную часть Рузаевского и северо-западную Ардатовского района. В целом, почвы характеризуются сравнительно высоким потенциальным плодородием.

Четвертый почвенный район – район выщелоченных черноземов тяжелого гранулометрического состава. Он выделен на территории центральных и частично восточных районов республики. Здесь присутствуют плодородные почвы, пригодные для возделывания всех, в том числе и самых требовательных к плодородию культур (пшеница озимая и твердая, сахарная свекла и др.).

Пятый почвенный район – район серых лесных щебнистых почв. Находится он в юго-восточной части Мордовии. Почвы в нем обладают повышенной скелетностью и имеют невысокое плодородие. Район отличается значительным распространением эродированности. Почвы пригодны преимущественно для возделывания полевых и кормовых культур.

Учитывая почвенно-климатическое и сельскохозяйственное районирование, территория Республики Мордовия разделена на 4 природно-экономические зоны. В первую зону входят: Zubovo-Полянский, Темниковский, Теньгушевский и Ельниковский районы. Ее территория составляет 15 % площади сельхозугодий Республики Мордовия. Хозяйства, при хорошем естественном плодородии пашни, имеют небольшую площадь распаханности сельскохозяйственных угодий. Продуктивность пашни выше при выращивании озимых культур, нежели яровых.

Вторая зона включает десять административных районов – Торбеевский, Ковылкинский, Атюрьевский, Инсарский, Кадошкинский, Краснослободский, Старошайговский, Большеберезниковский, Большеигнатовский, Дубенский. В ее

состав входит более 47 % площади сельхозугодий республики, представленных различными типами почв – от оподзоленных черноземов до серых лесных и щебнистых почв.

В состав третьей зоны входят Рузаевский, Кочкуровский, Лямбирский, административные районы и пригородные хозяйства Октябрьского района города Саранск. В почвенном покрове доминируют оподзоленные и выщелоченные черноземы и темно-серые лесные почвы. В южной части и по границе с Чамзинским районом распространены серые и светло-серые щебнистые почвы. Площадь сельскохозяйственных угодий данной зоны составляет около 14 % общей площади земель.

Четвертая зона, куда входят пять административных районов – Ардатовский, Атяшевский, Ичалковский, Ромодановский и Чамзинский, располагает наиболее высокоплодородными почвами – выщелоченными черноземами тяжелого гранулометрического состава, и только на востоке Чамзинского и на юге Атяшевского районов встречаются светло-серые щебнистые почвы. Занимаемая площадь этой зоны составляет около 24 % общей площади сельхозугодий Республики Мордовия.

## **2.2. Агроклиматические условия**

Климат, где проводились наши исследования – умеренно континентальный, однородный почти по всей территории. Характеристика важнейших климатических показателей почвенных районов представлена в приложении 1.

Средняя многолетняя температура воздуха составляет 3,5 – 4,0 °С с колебаниями абсолютных минимумов – 42 – 47 °С и абсолютных максимумов 37 – 39 °С. Самая низкая среднемесячная температура приходится на январь: – 11,5 – 12,5 °С, а наиболее теплый месяц – июль с температурой воздуха 19 – 20 °С (рисунок 1).

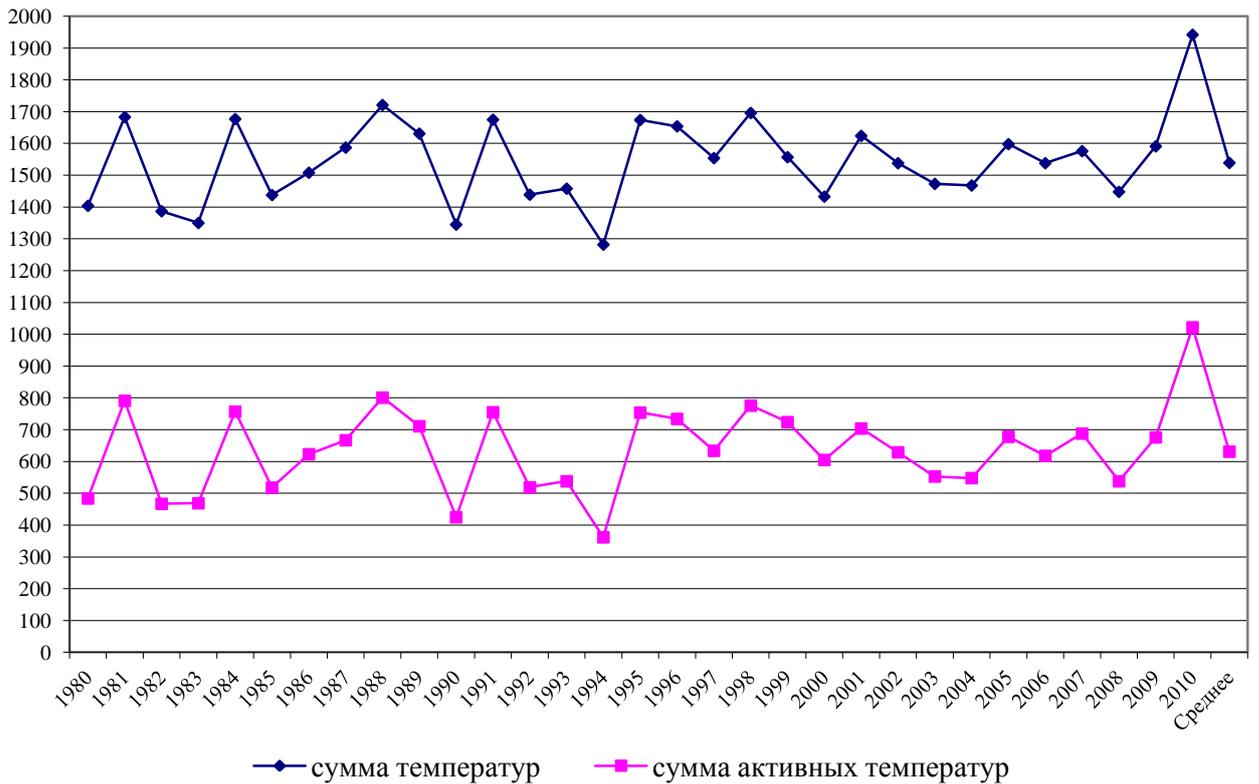


Рисунок 1 – Температурный режим в Республике Мордовия (в среднем по пяти метеопостам) за 1981 – 2010 гг.

Суммы температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  составляют в среднем 2 230–2 350, средняя –  $2\,300^{\circ}\text{C}$  с обеспеченностью 90 % (обеспеченность – это повторяемость, выраженная в процентах). Продолжительность безморозного периода – 134–148 дней.

В целом все зерновые колосовые и зернобобовые, многолетние травы, картофель, свекла, раннеспелые сорта кукурузы и подсолнечника обеспечены достаточным количеством тепла, и способны давать полноценные и стабильные урожаи.

Температурные условия могут существенно зависеть от особенностей рельефа, который способствует формированию микроклимата.

Определяющим фактором формирования продуктивности сельскохозяйственных культур является степень увлажнения почвы, или влагообеспеченность, показателем которой служит количество атмосферных осадков. Среднегодовая величина их изменяется от 430 до 550 мм (рисунок 2).

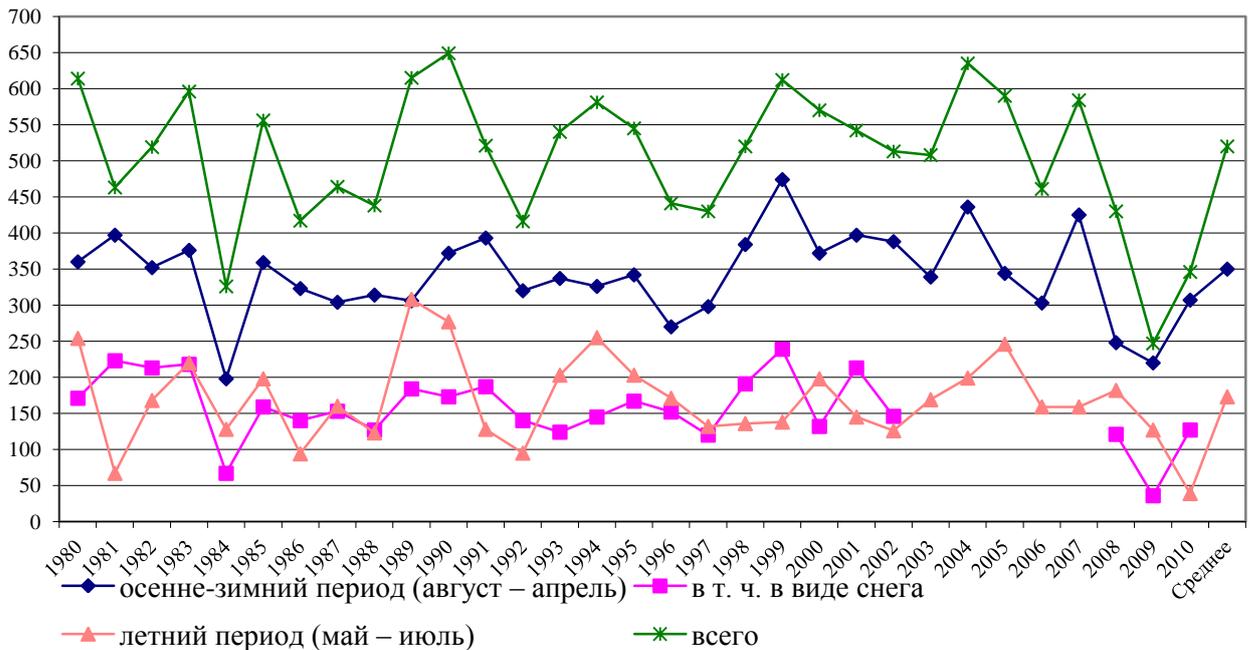


Рисунок 2 – Количество осадков в Республике Мордовия (в среднем по 5 метеопостам) за 1981 – 2010 гг.

За период вегетации растений осадков выпадает в среднем 230–260 мм. Летние дожди представлены преимущественно в виде ливней поэтому, большая часть их не используется растениями. Так, при осадках до 5 мм в сутки они полностью поглощаются почвой, от 6 до 10 мм – на 80 %, от 11 до 20 мм – на 50, более 20 мм – всего на 30 %. В течение лета (июнь – август) осадков выпадает около 170 мм.

Годовой максимум запасов влаги в почве отмечается весной, после схода снега. В метровом слое легких почв он достигает 100–150, тяжелых – 175–200 мм. В пахотном слое запасы влаги перед севом ранних яровых культур составляют 20–40 мм на легких и 40–50 мм – на тяжелых разновидностях.

Таким образом, приведенная характеристика климатических ресурсов показывает, что средние их значения в основном благоприятны для большинства культур. Однако, при разработке технологий возделываемых культур в условиях Мордовии, должны обязательно учитываться и факторы риска, к которым относятся: частые весенне-летние засухи, недостаточная влагообеспеченность предпосевного периода для озимых культур; ливневые осадки с градом и шквальным ветром; частые оттепели, сменяющиеся морозами и вызывающие образование ледяной

корки; поздние заморозки весной, приводящие к повреждению и гибели посевов и многолетних насаждений; глубокое промерзание почвы, обуславливающее усиление стока талых вод, эрозию и почвенную засуху.

Атмосферные осадки в Республике Мордовия являются самым неустойчивым элементом климата, подверженные значительным изменениям, как по годам, так и в отдельные периоды вегетации сельскохозяйственных культур. Поэтому климат агроценозов в республике имеет характерные особенности, главными из которых являются недостаток осадков и резкие колебания влажностного режима в течение вегетации ( $V = 33 \%$ ). Если в течение активной вегетации (май – июль) выпадает 150 – 200 мм осадков, то в обычные годы этого бывает вполне достаточно для нормального роста и развития растений.

Посев яровых зерновых на полях Мордовии в основном проводят с 20 апреля по 5 мая в зависимости от типа весны. При этом среднемноголетние запасы продуктивной влаги ко времени посева в пахотном горизонте составляют 30 – 40 мм и оцениваются как удовлетворительные. Установлено, что для нормального роста и развития растений необходимые запасы продуктивной влаги в метровом слое должны быть не менее 50 мм, в противном случае происходит резкое снижение урожая. При более низких запасах весной даже обильные осадки весенне-летнего периода не могут удовлетворить растения влагой, что вызывает ухудшение урожайности (Фокеев П.М., 1961).

Всходы яровых злаков появляются обычно на 10 – 12-й день после посева. Высокие дневные температуры в период посев – всходы, небольшая относительная влажность воздуха, а также сильный ветер в послепосевной период приводят к быстрому испарению влаги и иссушению верхнего слоя почвы. В таких случаях при запаздывании с посевом всходы получаются недружные, а посевы – изреженные. Поэтому для увлажнения верхнего слоя на данном этапе особое значение имеют выпадающие осадки. Среднемноголетнее количество осадков, за межфазный период посев – всходы составляет 11 – 16 мм (приложение 1 – 2), однако в отдельные весны их может не быть совсем.

Массовое кущение яровых зерновых, как правило, наблюдается в конце второй – начале третьей декады мая. Присутствие в этот период необходимого количества влаги в почве играет важную роль для укоренения растений и интенсивности кущения.

За период всходы – кущение, согласно средним многолетним данным, выпадает обычно до 44 мм осадков, что компенсирует расход влаги на суммарное испарение растениями и почвой. Средняя многолетняя температура в период всходы – кущение составляет 13,4 °С с колебаниями в отдельные годы от 9 до 21 °С.

В период всходы – кущение потребность растений в воде у ячменя и яровой пшеницы невелика и в условиях республики ее вполне достаточно. В период от кущения до колошения идет интенсивное нарастание стебля, листьев, колоса, поэтому потребность в воде у растений значительно повышается. От обеспеченности ею растений в этот период во многом зависит накопление сухого вещества и урожай зерновых культур.

Массовое колошение зерновых наступает 18 – 29 июня. Обычно запасы продуктивной влаги на момент колошения в метровом слое относительно невелики. Поэтому важную роль в это время играют атмосферные осадки. За период кущение – колошение их выпадает в среднем до 53 мм. Период характеризуется также относительно высокой температурой воздуха – до 17° С.

Восковая спелость зерновых в Республике Мордовия наступает в среднем 05 – 20 июля. Недостаточное снабжение растений водой в период от колошения до налива приводит к уменьшению озерненности колоса, щуплости зерна и, как следствие, снижению урожайности.

По многолетним данным в среднем за период колошение – восковая спелость осадков выпадает 30 мм. Он отличается высокой температурой воздуха, среднесуточная температура в этот период достигает 18 – 19° С, максимальная – в большинстве районов оставляет 30 – 32° С.

Резкие изменения погодных условий по годам и отдельным периодам вегетации яровых зерновых культур требуют дифференцированного подхода к техно-

логии их выращивания с учетом адаптивных факторов, с тем, чтобы ежегодно получать высокую и стабильную урожайность.

Основные экспериментальные исследования проводились в 1998 – 2012 гг. Эти годы были различными по метеорологическим показателям: 4 года (1998, 2006, 2009, 2010) были острозасушливыми; 7 лет (1999, 2000, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008) – увлажненными; 2 (2001, 2002) – умеренно засушливыми.

### 2.3. Объекты и места проведения исследований

Объектами исследований были: здоровые и пораженные корневыми гнилями растения яровых зерновых культур (пшеница и ячмень); возбудители заболевания – гриб *B. sorokiniana*, виды родов *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* Исходные данные о распространенности болезни и ее развитии собраны в 17 административных районах республики. Полевые опыты по изучению развития корневых гнилей были выполнены в учебно-опытном хозяйстве Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева, а также в производственных условиях сельскохозяйственных предприятий региона: Агрофирма «Родина» Кочкуровского района; ООО «Лаша», ООО «Моргинское», Дубенского района; СХПК «Сиал-Пятина» Инсарского района Республики Мордовия, где почвенный покров представлен черноземом выщелоченным

Лабораторные опыты проводились на кафедре почвоведения, агрохимии и земледелия Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, а также в ГНУ ВНИИ фитопатологии. Фитопатологическую ситуацию в необследованных районах оценивали по результатам исследований, проведенных специалистами ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Мордовия и учеными Мордовского НИИСХ.

Всего было проведено 14 полевых и 9 лабораторных опытов. Программа исследований включала следующие основные этапы:

1. Разработка концепции фитосанитарной оптимизации агроценозов и стратегии усовершенствованной интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от поражения их корневыми гнилями – 1998 г.
2. Оценка современного состояния проблемы – 1998 – 2012 гг.
3. Динамика развития корневых гнилей: 2001 – 2010 гг. (сельскохозяйственные предприятия Республики Мордовия, учхоз МГУ им. Н.П. Огарева).
4. Определение эффективности агротехнических приемов в защите посевов яровых зерновых от корневых гнилей: 1998 – 2000 гг., 2002 -2011 гг. (СХПК «Сигал-Пятина» Инсарского района, агрофирма «Родина» Кочкуровского района, ООО «Моргинское», ООО «Лаша» Дубенского района).
5. Оценка влияние биопрепаратов на развитие корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур: 2001 – 2006 гг. (учхоз, МГУ им. Н.П. Огарева).
6. Изучение влияния протравителей и фунгицидов на развитие корневых гнилей и темно-бурой пятнистости яровых зерновых культур: 2005 – 2007 гг. (учхоз, МГУ им. Н.П. Огарева).
7. Разработка комплексной программы применения биопрепаратов и фунгицидов на яровой пшенице: 2006 – 2009 гг. (ООО «Лаша», Дубенского район).

#### **2.4. Методики исследований**

Все полевые эксперименты были выполнены на естественном инфекционном фоне. Для характеристики процесса развития заболевания вычисляли распространенность и развитие болезни в посевах зерновых культур. Распространенность корневых гнилей в опытных посевах определяли методом маршрутных обследований.

Степень проявления заболевания определяли по фазам развития и этапам органогенеза, используя методику В.А. Чулкиной (1972). Конечные показатели вредности болезни выражали в процентах недобора зерна. Возбудителей из больных растений выделяли согласно методическим указаниям М.К. Хохрякова (1974),

В.И. Билай (1977, 1982). Микроскопирование выросших колоний грибов проводили по методике Н.А. Наумова (1937), М.А. Литвинова (1969), Н.А. Наумовой (1970). Определение родовой принадлежности грибов, в том числе и возбудителей болезней, осуществляли по определителю Т.С. Кириленко (1977). Для установления видовой принадлежности грибов рода *Fusarium spp.* и *Alternaria spp.* использовали определители В.И. Билай (1977, 1988), Б.А. Хасанова (1992), Ф. Johnе и А. Summerel (2006). Контроль численности конидий *B. sorokiniana* в почве проводили методом флотации по Э.Э. Гешеле (1980). Изоляцию грибных патогенов из образцов зерновых культур выполняли по методу, описанному И.А. Дудкой с соавт., 1982.

Биологическую эффективность фунгицидов из различных классов химических соединений на развитие патогенного комплекса корневых гнилей оценивали в лабораторных и полевых опытах согласно «Методическим указаниям по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур» (Новожилов К.В., 1985). В опыт были включены протравители как системного, так и контактного действия: Виал ТТ, ВСК 80 г/л тиабендазола + 60 г/л тебуконазола; Винцит, СК 25 г/л тиабендазола + 25 г/л флутриафола; Витавакс 200фф, ВСК 200 г/л карбоксина + 200 г/л тирама; Премис Двести, КС 200 г/л тритиконазола; Фенорам супер, СП 470 г/кг карбоксина + 230 г/кг тирама; Фундазол, СП 500 г/кг беномила; Максим, КС 25 г/л флудиоксанила; ТМТД, ВСК 400 г/л тирама.

Фунгициды для защиты вегетирующих растений яровой пшеницы были представлены такими препаратами как Тилт, КЭ 250 г/л пропиконазола; Фалькон КЭ, 250 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола; Фоликур, КЭ 250 г/л тебуконазола. Для защиты ячменя использовали фунгициды: Альто супер, КЭ 250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола; Байлетон, СП 250 г/кг триадимефона; Колосаль, КЭ 250 г/л тебуконазола

Также изучалось действие биологических препаратов, используемых методом обработки семян: Планриз, Ж 2  $\times 10^9$  спор/мл бактерий *Pseudomonas fluorescens*, штамм AP - 33; Агат-25К, ТПС 5–8  $\times 10^9$  спор/г бактерий *Pseudomonas aureofaciens*,

*штамм Н 16*; Альбит, ТПС очищенные действующие вещества из почвы бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*; Бактофит, СК 2 x10<sup>9</sup> спор /мл бактерий *Bacillus subtilis*, *штамм ИПМ 215*; Триходермин, СХП 6 x10<sup>9</sup> спор/г конидий *Trichoderma lignorum*, *штамм Т13 – 82*, а при опрыскивании вегетирующих растений – Планриз, Ж; Агат-25К, ТПС и Альбит, ТПС.

Математическую обработку полученных данных выполняли с помощью пакета прикладных программ Statistika

## 2.5. Технологии и этапы проведения исследовательских работ

Возделывание зерновых культур в опытах проводилось согласно общепринятым технологиям для данной зоны. Основные исследования осуществляли с районированными сортами яровой пшеницы Самсар и Прохоровка; ячменя – Зазерский 85 и Прерия. Расположение делянок в полевых опытах было рендомизированное в 2 яруса. Площадь делянки 90 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная. В мелкоделяночных опытах площадь каждой делянки составляла 1м<sup>2</sup> (1мx1м) и 3 м<sup>2</sup> (1 м x 3 м), повторность шестикратная, расположение рендомизированное.

Научно-исследовательская деятельность по изучению патогенного комплекса корневых гнилей проводилась в течение 15 лет (с 1998 по 2012 г.) в серии полевых и лабораторных опытов.

***Полевой опыт № 1 (2007 – 2009 гг.) Динамика развития корневых гнилей по фазам развития культуры в зависимости от уровня зараженности почвы и семян.***

Двухфакторный мелкоделяночный опыт был заложен в учебно-опытном хозяйстве Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева. Учетная площадь делянки 1м<sup>2</sup>, повторность шестикратная. Опыт располагался на различных инфекционных фонах почвы, где предшественниками были вика, выращиваемая на зеленый корм (умеренный инфекционный фон – 40 конидий на 1 г воздушно-сухой почвы) и яровая пшеница (сильный инфекционный фон – 232 конидии на 1 г воздушно-сухой почвы).

Схема опыта: I. Фактор «А» – инфекционный фон почвы опытного поля:

1. Умеренный инфекционный фон. 2. Сильный инфекционный фон.

II. Фактор «В» – инфицированность высеянных семян:

Здоровые семена. 2. Инфицированные.

Посев проводили семенами районированного сорта яровой пшеницы Самар с нормой посева 6 млн. штук на 1 га. Развитие болезни определяли в фазы: всходов, начала кущения, цветения и молочно-восковой спелости зерна (Чулкина В.А., 1972). Определение структуры и учет урожая осуществляли по методике Госсортсети.

***Полевой опыт № 2 (2005 – 2007 гг.) Органотропная динамика корневых гнилей.***

Опыт проводили в разные по метеорологическим условиям годы в учхозе Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева.

Почва участка, на котором был заложен полевой – выщелоченный чернозем тяжелосуглинистого гранулометрического состава со средней обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия. Реакция почвенного раствора была близкая к нейтральной среде. Предшественником в опыте являлась озимая пшеница. Учетная площадь делянки составляла 10,8 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Исходный естественный инфекционный фон почвы превышал порог вредоносности и достигал 76 конидий на 1 г почвы. Общая инфицированность семян составляла 15 %.

Отбор проб и анализ их на поражение возбудителями корневых гнилей по отдельным органам растений проводили по методике В.А. Чулкиной (1972). Для этого растения выкапывали в 4 случайных точках делянки. При этом подземные органы с особой осторожностью извлекали из почвы, после чего тщательно промывали в проточной воде и анализировали первичные и вторичные корни, колеоптиле, эпикотиль, основание стебля по следующей шкале:

0 баллов – признаки болезни отсутствуют (все органы здоровые);

0,1 балла – очень слабая степень заболевания (отмечаются единичные точки, небольшие пятна или полоски светло-коричневого цвета, занимающие до 2,5 % площади органа);

1 балл – слабая степень заболевания (пятна и полоски сливаются, составляя 25 % площади органов);

2 балла – средняя степень заболевания (пораженная ткань составляет 50 % площади органов);

3 Балла – сильная степень заболевания (сплошное поражение органов, пораженная ткань составляет 75 % площади органов);

4 балла – пораженные органы погибли.

Развитие болезни оценивали отдельно по каждому органу и по растению в целом с помощью общепринятой формулы.

***Лабораторный опыт № 1 (2009, 2011 – 2012 гг.) Состав и соотношение возбудителей корневых гнилей в почвенных районах Республики Мордовия.***

С этой целью в различных почвенных районах более чем с 50 участков отбирали образцы яровой пшеницы с признаками заболевания корневыми гнилями в разные фазы развития, после чего производили посев пораженных частей растений на стерильные питательные среды в чашки Петри.

Для выделения патогенных грибов из корней и подземной части стебля использовали методы и методики, изложенные в соответствующих методических руководствах (Наумов Н.А., 1937; Хохряков М.К., 1966, 1969, 1974; Литвинов М.А., 1969; Билай В.И., 1977, 1980, 1982).

***Лабораторный опыт № 2 (2009, 2011 – 2012 гг.) Структура патогенного комплекса корневых гнилей.***

Для выделения патогенных грибов из корней и подземной части стебля применяли методы, изложенные в соответствующих методических руководствах (Наумов Н.А., 1937; Хохряков М.К., 1966, 1969, 1974; Литвинов М.А., 1969; Билай В.И., 1977, 1980, 1982).

Видовой состав грибов *Fusarium spp.* и *Alternaria spp.* определяли и идентифицировали во ВНИИ фитопатологии. Пространственную частоту встречаемости

определяли как отношение количества образцов, в которых данный вид обнаружен, к общему количеству исследованных образцов и выражали в процентах (Мирчинк Т.Г., 1988).

***Лабораторный опыт № 3 (2009, 2011 – 2012 гг.) Патогенность и фитотоксичность возбудителей корневых гнилей яровых зерновых культур.***

Патогенные и фитотоксичные свойства штаммов изучали при помощи метода биопробы на семенах (Дудка И.А. и др., 1982; Парфенова Т.А., Алексеева Т.П., 1995).

В качестве теста-объекта, для выявления патогенных и токсичных свойств различных штаммов грибов, брали проростки пшеницы сорта Прохоровка восприимчивого ко всем видам возбудителей корневой гнили. Для определения патогенных свойств изучаемых штаммов грибов, семена теста-объекта проращивали в суспензии конидий ( $10^6$ ); для оценки токсичности штаммов семена обрабатывали фильтратом культуральной жидкости. Все опыты проводили в 3 повторностях

По патогенности и токсичности штаммы возбудителей были дифференцированы на 4 группы:

- непатогенные/нетоксичные – ингибирование роста растений на 0 – 30 %;
- слабопатогенные/слаботоксичные – ингибирование роста растений на 31 – 50 %;
- умереннопатогенные/умереннотоксичные – ингибирование роста растений на 51 – 70 %;
- патогенные/токсичные – ингибирование роста растений свыше 70 %.

О патогенности и токсичности изолятов гриба судили по степени ингибирования прорастания семян, замедления роста coleoptile и, особенно, корней, так как показатель длины корней и coleoptile для возбудителей данной этиологии является наиболее информативным. Длину корней семян, пророщенных в воде (контроль), принимали за 100 %.

***Лабораторный опыт № 4 (2007 – 2009 гг.) Оценка роли семенной инфекции в этиологии корневых гнилей.***

Для определения этиологии возбудителя и его влияния на посевные качества семян яровой пшеницы был проведен лабораторный анализ методом рулонов (ГОСТ 12044–93) по схеме:

1. Здоровые семена (контроль).
2. Слабая инфицированность (до 10 %).
3. Средняя инфицированность (до 30%)
4. Сильная инфицированность (свыше 30 %).

При анализе рулонов определяли лабораторную всхожесть, зараженность семян, индекс развития болезни проростков и колеоптиле, морфометрические показатели развития проростков.

Для изучения влияния степени инфицированности семян на их всхожесть, рост и развитие проростка, а также формирование урожайности, были проведены лабораторные и полевые испытания по вышеуказанной схеме.

***Полевой опыт № 3 (2007 – 2009 гг.) Оценка роли семенной инфекции в этиологии корневых гнилей.***

Полевой мелкоделяночный опыт был заложен в учебно-опытном хозяйстве Мордовского государственного университета им. по схеме:

1. Здоровые семена (контроль).
2. Слабая инфицированность (до 10 %).
3. Средняя инфицированность (до 30 %).
4. Сильная инфицированность (свыше 30 %).

Учетная площадь делянки 1 м<sup>2</sup>, повторность шестикратная, размещение делянок рендомизированное. Опыт был заложен на участке, где в предшествующем году высевалась вика на зеленый корм. Естественный исходный инфекционный фон почвы соответствовал порогу вредоносности для выщелоченного чернозема и не превышал 30 конидий на 1 г воздушно-сухой почвы. Посев проводили семенами районированного сорта яровой пшеницы Самсар с нормой расхода – 6 млн. шт. на 1 га в разной степени их инфицированности, согласно схеме опыта. Развитие болезни учитывали в фазы начала кущения и молочно-восковой спелости зерна (Чулкина В.А., 1972). Структуру и учет урожая осуществляли по методике Госсортсети (1972). После уборки определяли зараженность зерна нового урожая (ГОСТ 12044–93).

***Лабораторный опыт № 5 (2005 – 2009 гг.) Распространенность и вредоносность черного зародыша.***

С этой целью в течение 5 лет проводили макроскопический анализ 114 партий зерна яровой пшеницы, взятых из различных почвенных районов Республики Мордовия по методу А.Т. Троповой, используя условную шкалу:

0 баллов – здоровые семена (равномерная окраска зерновки, характерная для сорта);

0,1 балла – очень слабая степень поражения (едва заметное побурение в зоне зародыша или бороздки в виде отдельных точек);

1 балл – слабая степень поражения (зона побурения до одной трети зерновки);

2 балла – средняя степень поражения (зона побурения до половины зерновки);

3 балла – сильная степень поражения (зона побурения более половины зерновки).

Это позволило определить распространенность и развитие черного зародыша. Этиологию возбудителей черного зародыша и его влияние на посевные качества семян яровой пшеницы (фитоэкспертиза семян) проводили методом рулонов (ГОСТ 12044–93).

***Лабораторный опыт № 6 (2003 – 2006 гг.). Растительные остатки как основной источник инфекции.***

Отбирались растительные остатки зерновых культур в разные периоды – осенью и весной. Образцы промывали и стерилизовали в растворе стрептомицина, затем раскладывали на питательную среду Чапека в чашки Петри, после чего инкубировали 7 суток в термостате при температуре 23 – 27 °С. Выросшие колонии микроскопировали согласно методикам М.К.Хохрякова и В.И. Билай

***Лабораторный опыт № 7 (2003 – 2007 гг.) Роль почвы как фактора передачи инфекции.***

Заселенность почвы конидиями *B. sorokiniana* определяли по методике R.J. Ledinham, S.H.F Chinn (1955), Э.Э.Гешеле 1980), В.А.Чулкиной с соавт, (1987) ме-

тодом флотации. Высушенный до воздушно-сухого состояния средний почвенный образец просеивали через сито с отверстиями 1 мм и отбирали навеску массой 10 г. Навеску помещали в фарфоровую ступку, увлажняли 1 мл водопроводной воды, после чего тщательно перемешивали шпателем и добавляли 5 мл вазелинового масла. Затем почву снова перемешивали, переносили в цилиндр с притертой пробкой емкостью 100 мл, куда добавляли 49 мл водопроводной воды, и интенсивно встряхивали в течение 5 минут. Полученная почвенная суспензия отстаивалась 1 – 3 часа до четкого расслоения, после чего из поверхностного слоя масляной эмульсии брали содержимое пипеткой объемом 1 мл и переносили по капле на предметное стекло. Одна капля имела объем 0,025 мл. По каждому образцу анализировали не менее 10 капель под микроскопом с увеличением не менее 80 раз и подсчитывали число конидий возбудителя. Полученное содержание конидий пересчитывали на 1 г воздушно-сухой почвы по общепринятой формуле.

***Полевой опыт № 4 (2006 – 2009 гг.) Роль предшественника как одного из факторов оптимизации фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы.***

Для решения этого вопроса были проведены полевые опыты на выщелоченном черноземе в 2 хозяйствах Дубенского района Республики Мордовия: ООО «Моргинское», ООО «Лаша». Культурами-предшественниками были: чистый пар, яровая пшеница, ячмень, овес, озимая рожь, кукуруза, зернобобовые, многолетние бобовые травы (клевер, люцерна) Площадь делянки 90 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная. Уборку урожая проводили прямым комбайнированием с последующим пересчетом на стандартную влажность и на 1 га.

***Полевой опыт № 5 (2002 – 2003 гг.) Влияние способов обработки почвы на развитие корневой гнили яровой пшеницы.***

С этой целью в 2002 – 2005 гг. в СХПК «Сиал-Пятина» Инсарского района в семипольном зернопаропропашном севообороте (пар – озимая рожь – яровая пшеница – кукуруза на силос – вико-овес – ячмень – овес) были проведены исследования, в которых ставилась задача выявления оптимального и экономически

выгодного способа обработки почвы при выращивании яровой пшеницы. Опыт по видам основной обработки был заложен по следующей схеме:

1. Отвальная (культурная) вспашка плугом с предплужником ПЛН –5 – 35 на глубину 23 – 25 см.
2. Отвальная обработка (взмет пласта) плугом ПЛН –5 – 35 на глубину 23 – 25 см.
3. Плоскорезная обработка КППГ – 2,2 на глубину 23 – 25 см.
4. Минимальная обработка (без обработки осенью) дискатором БДМ – 4х4 на глубину 14 – 16 см.

Высевали сорт яровой пшеницы Прохоровка. Норма высева – 6 млн. шт./га; предшественник – озимая пшеница. Почва опытного участка – выщелоченный чернозем с мощностью гумусового горизонта 45 – 55 см, содержанием гумуса 6,1 %.

Весной проводили ранневесеннее боронование и предпосевную культивацию. При всех видах обработок посев проводили сеялкой СЗ–3,6 поперек основной обработки почвы с одновременным внесением в рядки азофоски  $N_{16}P_{16}K_{16}$  из расчета 100 кг/га.

***Полевой опыт № 6 (2007 – 2011 гг.) Роль минеральных удобрений в регулировании численности микромицетов почв, развитии корневой гнили и повышении урожайности яровой пшеницы.***

Экспериментальные исследования по изучению видового состава почвенных микромицетов, распространенности и развитию корневой гнили, с учетом видового состава применяемых удобрений, проводились в посевах яровой пшеницы в ООО «Лаша» Дубенского района. Почвенный покров был представлен выщелоченным черноземом тяжелосуглинистого гранулометрического состава со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 8 %, общего азота – 0,36 %, подвижных форм фосфора и калия – 45 и 80 мг/кг почвы, степень насыщенности основаниями – 91 %.

Микрофлору почвы изучали на двух фонах: без удобрений и с внесением удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) в различном их сочетании по схеме: 1. Контроль (без удобрений). 2.  $N_{60}$ . 3.  $P_{60}$ . 4.  $N_{60}P_{60}$ . 5.  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

В качестве азотного удобрения использовали мочевины (46 % д.в.), а фосфорного – суперфосфат двойной (45 – 48 % д.в.). Азотно-фосфорное удобрение

было представлено диаммофосом (N – 18-19 % д.в., P – 48 – 52 % д.в.), а полное минеральное удобрения – азофоской (16 % д.в.).

Нормы внесения удобрений были рассчитаны по действующему веществу. Предшественником в опытах была озимая пшеница. Микромицетный состав почвы в ризосфере яровой пшеницы определяли по методике В.И. Билай (1980).

***Полевой опыт № 7 (2005 – 2007 гг.) Роль сроков посева ячменя в оптимизации фитосанитарного состояния агроценоза.***

Полевой опыт по изучению сроков сева был проведен в Агрофирме «Родина» Кочкуровского района на выщелоченном среднесуглинистом черноземе.

Календарные сроки посева во все годы были различными: в 2005 г. – 27 апреля (средний тип весны), в 2006 г. – 25 апреля (средний тип весны) и в 2007 г. – 23 апреля (ранний тип весны). Эти сроки условно были названы ранними, а последующие, проводимые через 5 и 10 дней – средними и поздними. Все они входят в сложившиеся оптимальные сроки посева в условиях Республики Мордовия. Площадь деланки 90 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, сорт ячменя Зазерский 85.

***Полевой опыт № 8 (1998 – 2000 гг.) Влияние глубины заделки семян на поражаемость ячменя корневой гнилью.***

Полевые испытания были проведены в учебно-опытном хозяйстве Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева на выщелоченном черноземе.

В опытах использовали районированный сорт ячменя Прерия, относящийся к среднеколеоптильным сортам, с длиной колеоптиле 4,5 – 5,0 см. При выборе глубины заделки семян учитывали показатели температуры и влажности почвы, энергию прорастания, лабораторную всхожесть и массу 1 000 высеваемых семян. Для посева в опыте использовали здоровые семена и пораженные (18,5 %) возбудителями корневой гнили (*B.sorokiniana*, *Alternaria spp*, *Fusarium spp*), которые заделывали на глубину 3, 5 и 7 см. Эталоном служил вариант с глубиной заделки 5 см. Учетная площадь деланки 10,8 м<sup>2</sup>. Размещение деланок рендомизированное, повторность четырехкратная.

***Лабораторный опыт № 8 (2001 – 2003 гг.) Роль предпосевной обработки семян ячменя биопрепаратами в снижении развития корневых гнилей и повышении его урожайности.***

Первоначальная оценка эффективности биологических препаратов в защите семян ячменя от патогенной микрофлоры была проведена в лабораторных условиях по схеме: 1. Без обработки (контроль). 2. Планриз, Ж (1 л/т). 3. Агат-25К, ТПС (0,03к г/т). 4. Альбит, ТПС (0,03л/т). 5. Бактофит СК (3л/т). 6. Триходермин, СХП (0,05 кг/т).

Фитоэкспертизу семян до и после обработки биопрепаратами проводили методом рулонов (ГОСТ 12044–93).

***Полевой опыт № 9 (2001 – 2003 гг.) Роль предпосевной обработки семян ячменя биопрепаратами в снижении развития корневых гнилей и повышении его урожайности.***

Полевые опыты были проведены в учебно-опытном хозяйстве Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева по следующей схеме: 1. Контроль (без обработки) 2. Планриз, Ж (1л/т). 3. Агат-25К, ТПС (0,03кг/т). 4. Альбит, ТПС (0,03л/т). 5. Бактофит СК (3л/т). 6. Триходермин, СХП (0,05 кг/т).

За день до посева семена протравливали биопрепаратами, согласно официально рекомендованным нормам. Для лучшего прилипания препаратов в рабочий раствор добавляли клей NaKMC из расчета 200 г на 1 т семян и 10 л воды. Семена обрабатывали в затененном месте при их полном смачивании рабочим раствором. Рабочий раствор готовили в день протравливания.

Обработанные семена высушивали в тени и на следующий день производили посев в норме 5,5 млн. шт./га. Высевали сорт ячменя Зазерский 85.

Учетная площадь делянки 10,8 м<sup>2</sup>, повторность вариантов опыта – четырехкратная, размещение делянок рендомизированное. Предшественником в опытах была озимая пшеница, после уборки которой, провели дискование на глубину 6 – 8 см, а через 2 недели – глубокую зяблевую вспашку на глубину 25 – 27 см. Весной при физической спелости почвы поле пробороновали. После закрытия

влаги провели культивацию на глубину заделки семян. Ежегодно для посева использовали семена первой репродукции, полученные в ОПХ.

***Полевой опыт № 10 (2004 – 2006 гг.) Совершенствование регламента использования биопрепаратов.***

Опыты по изучению способов применения биопрепаратов были продолжены в 2004 – 2006 гг. в учебно-опытном хозяйстве Мордовского государственного университета им. Н.П.Огарева. Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без обработки). 2. Обработка семян Планризом, Ж(1 л/т). 3. Обработка семян Планризом, Ж (1 л/т) + 1 опрыскивание (0,5 л/га). 4. Обработка семян Планризом, Ж (1 л/т) + 2 опрыскивания (0,5 л/га). 5. Обработка семян Агатом-25К, ТПС (0,03 кг/т). 6. Обработка семян Агатом-25К, ТПС (0,03 кг/т) + 1 опрыскивание (0,03 кг/ га). 7. Обработка семян Агатом-25К, ТПС (0,03 кг/т) + 2 опрыскивания (0,03 кг/га). 8. Обработка семян Альбитом, ТПС (0,04 л/т). 9. Обработка семян Альбитом, ТПС (0,04 л/т) + 1 опрыскивание (0,04 л/га). 10. Обработка семян Альбитом, ТПС (0,04л/т) + 2 опрыскивания (0,04 л/га). Семена обрабатывали накануне посева согласно рекомендованным нормам и высевали в оптимальные для культуры сроки. Площадь делянки 10,5 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Опрыскивание посевов проводили в фазу кущения и выхода в трубку. Учет урожая осуществлен по деляночно. После обмолота зерно взвешивали с последующим пересчетом на стандартную влажность.

***Лабораторный опыт № 9 (2005 – 2007 гг.) Влияние протравителей на микрофлору семян и формирование проростка яровой пшеницы и ячменя.***

В лабораторных опытах использовали яровой ячмень сорта Зазерский 85 и яровую пшеницу сорта Прохоровка, семена которых обрабатывали протравителями по следующей схеме: 1. Контроль (без обработки). 2. Виал ТТ, ВСК (0,4 л/т). 3. Винцит, СК (1,5 л/т). 4. Витавакс 200фф, ВСК (2 л/т). 5. Максим, КС (1,5л/т). 6. Премис Двести, КС (0,2 л/т). 7. ТМТД, ВСК (3 л/т). 8. Фенорам супер, СП (2 кг/т). 9. Фундазол, СП (2 кг/т).

Семена проращивали в бумажных рулонах в течение 7 дней для определения возбудителей корневых гнилей. На 7-й день произвели подсчет количества

больных проростков и степень их поражения. По наличию типичного спороношения был определен видовой состав возбудителей. В сложных случаях осуществлялись микробиологические пересевы для выявления возбудителя в условиях чистых культур. В результате лабораторных исследований была установлена эффективность действия протравителей разных классов химических соединений на грибные патогены семян. По соответствующим методикам и ГОСТ (12038–84) была определена лабораторная всхожесть семян.

***Полевой опыт № 11 (2005 – 2007 гг.) Влияние протравителей на микрофлору семян и формирование проростка яровой пшеницы и ячменя.***

Сравнительная эффективность протравителей на яровой пшенице была проведена в полевых условиях. С этой целью, в 2005 – 2007 гг. в учхозе Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева были заложены опыты по схеме: 1. Контроль (без обработки). 2. Виал ТТ (0,4 л/т). 3. Винцит (1,5 л/т). 4. Витавакс 200фф (2 л/т). 5. Максим (1,5л/т). 6. Премис Двести (0,2 л/т). 7. ТМТД, ВСК (3 л/т). 8. Фенорам супер (2 кг/т). 9. Фундазол (2 кг/т).

Ежегодно яровую пшеницу размещали по предшественнику озимая пшеница; высеваемый сорт яровой пшеницы – Прохоровка. Обработка почвы была обычной для республики. Предпосевную обработку семян проводили за 2 недели до посева, в соответствии с вариантами опыта. Расход воды – 10 л/т, норма расхода протравителя – согласно утвержденному регламенту. Площадь делянки 3м<sup>2</sup>. Размещение делянок рендомизированное, повторность шестикратная. Уборку урожая и его обмолот проводили вручную с последующим взвешиванием и пересчетом на стандартную влажность в расчете на 1га.

***Полевой опыт № 12 (2005 – 2007 гг.) Влияние обработки посевов фунгицидами на развитие темно-бурой пятнистости и урожайность яровой пшеницы.*** Полевые опыты были заложены в учхозе МГУ им. Н.П. Огарева.

Решение о целесообразности и сроках проведения опрыскивания принималось на основе учета распространенности и развития болезни на флаговом и подфлаговом листьях, а также наличия благоприятных для развития патогенов погодных условий. Срок опрыскивания – начало колошения.

В опытах использовали современные системные, комбинированные фунгициды: трехкомпонентный Фалькон на основе д.в. спироксамин + тебуконазол + триадименол и двухкомпонентный Фоликур – д.в. тебуконазол + триадимефон, а также препарат старого поколения Тилт, д.в. которого – пропиконазол.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без обработки).  
2. Тилт, КЭ (0,5 л/га). 3. Фалькон, КЭ (0,6 л/га). 4. Фоликур, КЭ (0,5 л/га).

Исследования проводились на среднеустойчивом к поражению темно-бурой пятнистостью сорте яровой пшеницы Прохоровка. Обработку растений в полевых опытах осуществляли ранцевым опрыскивателем марки «Эра» с расходом рабочей жидкости 300 л/га (30 мл/м<sup>2</sup>). Учетная площадь делянки 3 м<sup>2</sup> (1 м x 3 м), повторность шестикратная. Учет пятнистостей проводили по методикам Э.Э.Гешеле (1971, 1978) и О.С.Афанасенко(1987). Урожай убирали вручную сноповым методом с последующим обмолотом, взвешиванием, пересчетом на стандартную влажность и в расчете на 1 га.

***Полевой опыт № 13 (2005 – 2007 гг.) Влияние обработки посевов фунгицидами на развитие темно-бурой пятнистости и урожайность ячменя.***

Решение о целесообразности проведения опрыскивания принималось на основе учета распространенности и развития болезни на подфлаговом листе, а также наличия благоприятных для развития патогенов погодных условий. Срок опрыскивания – фаза трубкования. Обработку растений в полевых опытах осуществляли ранцевым опрыскивателем марки «Эра» с расходом рабочей жидкости 300 л/га.

В опытах использовали современные системные комбинированные фунгициды по схеме: Контроль (без обработки). 2. Альто супер, КЭ (0,4 л/га). 3. Байлетон, СП (0,5 кг/га). 4. Колосаль, КЭ (0,75 л/га).

Исследования проводились на среднеустойчивом к поражению темно-бурой, сетчатой и полосатой пятнистостью сорте ячменя Зазерский 85. Предшественником в опытах была озимая пшеница. Расположение вариантов рендомизированное. Площадь учетной делянки 3 м<sup>2</sup> (1 м x 3 м), повторность шестикратная.

Уборку урожая проводили вручную. После обмолота зерно взвешивали и пересчитывали на стандартную влажность и на 1 га площади.

***Полевой опыт № 14 (2006 – 2009 гг.). Комплексное применение биопрепаратов и фунгицидов на яровой пшенице.***

Исследования по оценке биологической эффективности протравителей в чистом виде и в композиционной смеси с половинной дозой ВиалаТТ проводили в 2006 – 2009 гг. в ООО «Лаша» Дубенского района Республики Мордовия на щелочном черноземе по следующей схеме: 1. Контроль (без обработки). 2. Агат-25К, ТПС (0,04 кг/т). 3. Альбит, ТПС (0,04 л/т). 4. Виалл ТТ, ВСК (0,4 л/т) – полная доза. 5. Агат-25К, ТПС 0,04 кг/т) + Виал ТТ, ВСК (0,2 л/т) – половинная доза. 6. Альбит, ТПС (0,04 л/т) + Виал ТТ, ВСК (0,2 л/т) – половинная доза.

Протравливание семян проводили за день до посева. Расход рабочей жидкости 10 л/т семян. Посевная площадь делянки 90 м<sup>2</sup>. Размещение вариантов рендомизированное, повторность четырехкратная. Норма посева 6,0 млн. всхожих семян на гектар. Испытуемый сорт яровой пшеницы – Самсар. Посев, наблюдения за ростом и развитием растений и уборку урожая проводили согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Методические указания..., 1971, 1972).

Естественную зараженность семян до и после их обеззараживания определяли по методике Н.А. Наумовой (1970), посевные качества семян – по ГОСТ 50459–92. Чистые культуры фитопатогенов рода *B.sorokiniana* и *Alternaria spp* выделяли на среде Чапека (Григорьев М.Ф., 1976; Методические указания..., 1974).

### **ГЛАВА 3. ВИДОВОЙ СОСТАВ, РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ В ПОСЕВАХ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ**

#### **3.1. Степень развития корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур**

Корневые гнили в условиях юга Нечерноземной зоны России, имеют широкое распространение, а в некоторые годы при благоприятных условиях оно носит эпифитотийный характер. По результатам наших исследований и данным ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Мордовия ежегодные потери урожая от этого рода заболеваний могут достигать 15 – 20 %.

Нестабильная экологическая ситуация в период вегетации растений, нарушение технологии возделывания, несоблюдение севооборотов, высокая насыщенность посевов зерновыми культурами, несвоевременная обработка почвы, отсутствие переходящего семенного фонда, некачественное протравливание семян и многое другое провоцирует значительное распространение корневых гнилей разной этиологии.

Как показали наблюдения, за последнее десятилетие один год (2010 г.) на территории республики был сильно засушливым: в течение активной вегетации зерновых культур выпало всего 39 мм осадков, что составило 23 % от средней многолетней нормы. Гидротермический коэффициент за вегетационный период для яровых зерновых культур (май–июнь) в этом году был равен 0,2. Два года из 10 (2002 и 2009 гг.) были слабо засушливыми (ГТК = 0,8), 1 год (2005 г.) – избыточноувлажненным. Метеорологические условия остальных 6 лет приближались к средним многолетним значениям. В эти годы выпадало оптимальное количество осадков и отмечалась умеренная температура воздуха.

### 3.1.1. Динамика развития и вредоносность корневых гнилей в посевах (2001 -2010гг.)

Нами, за период с 2001 по 2010 гг., была прослежена динамика развития корневых гнилей яровой пшеницы, ячменя и овса в Республике Мордовия. Изучались показатели развития болезни в фазу кущения и восковой спелости. Всего было обследовано 26,3 тыс. га посевов. Кроме этого, для анализа были использованы показатели развития болезней лаборатории фитосанитарного мониторинга и прогнозов распространения болезней и вредителей ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Мордовия. Учитывали также сведения по пунктам, относящимся к 5 почвенным районам, где ежегодно проводились наблюдения. Все изменения в поражении растений возбудителями корневых гнилей сравнивали с температурой, количеством осадков, выпавших с апреля по июль и ГТК.

Результаты обследований посевов свидетельствовали о том, что корневые гнили на территории Республика Мордовия проявляются ежегодно. Их распространенность в фазу кущения доходила в среднем до 44,4 %, а развитие – до 11,1 % (рисунок 3, приложение 3).

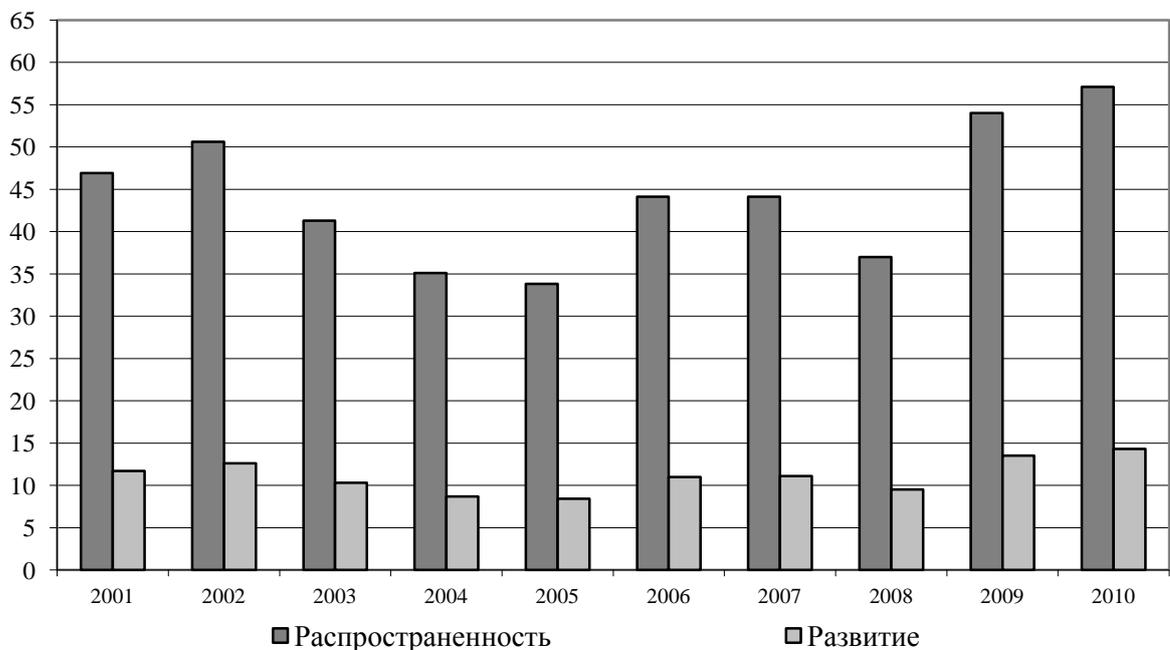


Рисунок 3 – Динамика распространенности и развития корневых гнилей в посевах зерновых культур в фазу кущения, %

Обследование посевов в фазу восковой спелости зерна (рисунок 4) показало, что к концу вегетации распространенность болезни возрастала незначительно. Вместе с тем заметно увеличивалась интенсивность поражения. Наиболее сильное проявление болезни отмечалось в 2002, 2009 и 2010 гг., когда ее распространенность достигала соответственно 55,5; 58,4 и 60,8 %, а развитие – 21,7; 18,8 и 20,3 % (приложение 3). Присутствие заболевания было зарегистрировано на всей обследованной площади. Интенсивность поражения зависела от степени зараженности посевного материала, запаса инфекции в почве, обеспеченности растений элементами питания, запасов продуктивной влаги и от совокупного воздействия температуры и влажности. Развитие и распространенность болезни особенно сильно проявлялись при высоких температурах воздуха, почвы и в анаэробных условиях.

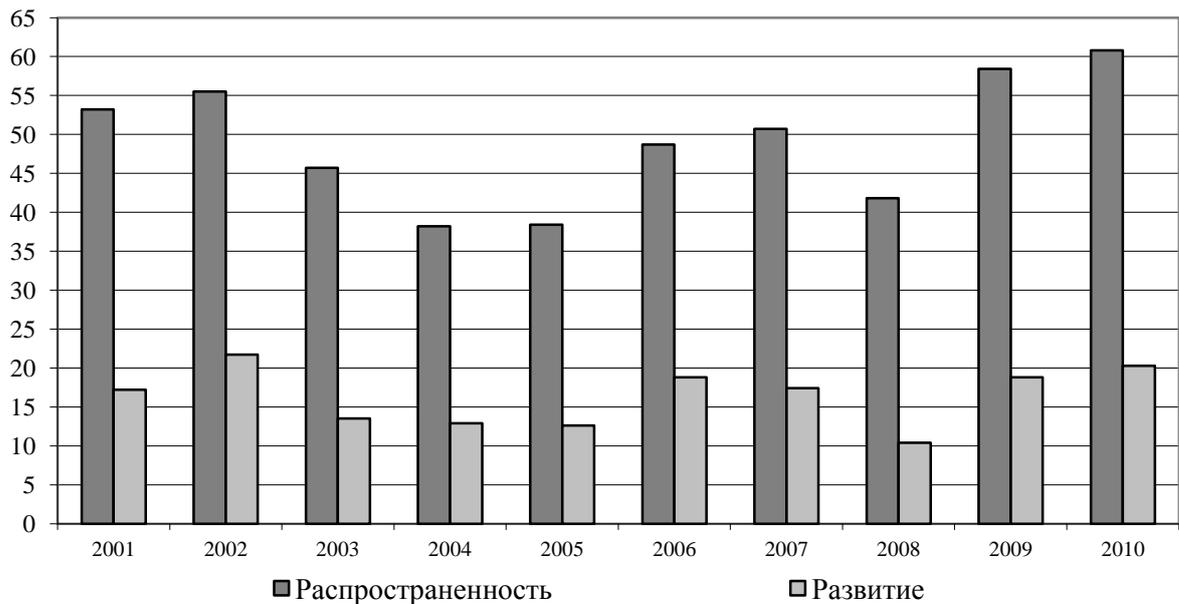


Рисунок 4 – Динамика распространенности и развития корневых гнилей в посевах зерновых культур в фазу восковой спелости, %

На территории южной части Нечерноземной зоны России сформировался неустойчивый по годам характер погоды. Годы с оптимальным количеством осадков и температуры за вегетацию (2001, 2003, 2007), чередуются с засушливыми (2010), слабозасушливыми (2002, 2006, 2009) или избыточно увлажненными годами (2004, 2005, 2008). Исходя из этого, целесообразно привести результаты

наблюдений за проявлением корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур по годам.

Погодные условия 2001 г. способствовали развитию корневых гнилей на всей территории Мордовии, однако активнее оно было в восточной части территории, где посевы зерновых поражались болезнью на 14 – 22 %, тогда как в западных районах – на 7 – 12 %.

Проведенное обследование посевов в 2002 г показало, что болезнь регистрировалась на всей территории и в отдельных районах поражаемость посевов корневыми гнилями была значительной. К уборке развитие болезни в среднем по республике составило 21,7 %, а во многих хозяйствах этот показатель достигал 25 %.

В 2003 г. на большей части посевов зерновых культур заболевание развивалось относительно слабо. Сильное поражение растений отмечалось лишь в Старошайговском районе, где в фазу кущения ему подверглось 57 % растений.

В 2004 г. распространенность корневых гнилей также оставалась невысокой, однако было заметнее, чем в предыдущие годы. Болезнь проявлялась во второй половине вегетации, чему способствовала сухая и жаркая погода июля.

В 2005 г. на площади 1 400 га в фазу кущения было зафиксировано 33,8 % больных растений при степени поражения 1 балл. В фазу выхода в трубку их оказалось 35,2 % при слабой (1 балл) и средней (2 балла) степени проявления болезни. В фазу восковой спелости корневая гниль обнаруживалась в виде белоколосости.

В 2006 г. развитие патогенного комплекса корневых гнилей было зарегистрировано на 83,3 % площади с поражением от 32 до 56 %. В отдельных районах на полях, где пшеница и ячмень размещались по одноименному предшественнику третий год подряд, развитие болезни достигало 21 %. В таких случаях недобор урожая составлял 0,28 – 0,37 т/га.

В 2007 г. болезнь носила массовый характер, но при умеренном ее проявлении. Высокий показатель развития болезни (свыше 18,1 %) отмечался в Инсар-

ском районе на площади 232 га. В среднем распространенность пораженных растений составляла 50,7 %, а число погибших достигало 1,8 %.

В 2008 г. заметное распространение корневой гнили наблюдалось в восточных районах республики, где количество пораженных растений увеличилось до 67,7 %. Болезнь развивалась не только на твердой пшенице, но и на относительно слабее поражаемых сортах мягких пшениц. В западных районах проявление корневых гнилей было незначительным (8,5 %).

В слабозасушливых условиях 2009 г. массовое развитие болезни отмечалось на всей обследованной площади. Особенно сильно страдали растения в тех хозяйствах и районах, где в начале вегетации ощущался недостаток влаги (Кочкуровский, Чамзинский, Ромодановский районы). Перенесшие засуху, ослабленные растения впоследствии в большом количестве выпадали от поражения их корневыми гнилями.

Сильнейшей засухой для Республики Мордовия характеризовался 2010 г., в связи с чем, корневые гнили получили очень широкое распространение. В этот период болезнь была зарегистрирована на всей обследованной площади с поражением на некоторых полях от 57 до 76 %. Массовое заражение проявлялось в период выход в трубку – колошение, когда растения ослабленные засухой, были более подвержены заболеванию. У больных растений слабо развивалась корневая система, а яровая пшеница образовывала лишь зародышевые корешки. Узловые корни при этом развивались очень слабо, что ослабляло устойчивость культуры к патогенному комплексу, а также общую и продуктивную кустистость. При быстром высыхании верхнего слоя почвы в фазу кущения у многих растений ячменя узловые (придаточные) корни также не образовывались, что впоследствии снижало продуктивность растений. В большинстве случаев при заболевании растений корневыми гнилями на восприимчивых органах (колеоптиле, первичных и вторичных корнях, эпикотиле, основании и других частей стебля) появлялись точки, полосы светло-коричневого цвета. Под воздействием возбудителей участки растений темнели и отмирали. При сильных разрушениях тканей, которые происходили из-за патологии в питании и ослабления корневой системы, растения легко выдергивались из

почвы. Разнообразный характер проявления корневых гнилей отмечался в каждом из 5 почвенных районов республики. Болезнь развивалась в течение всего периода вегетации, вызывая изреженность и гибель всходов, на ранних этапах онтогенеза. При этом снижались высота растений, масса прикорневых листьев, площадь листовой поверхности. Больные растения заметно хуже кустились, формировали меньшее количество продуктивных стеблей, уменьшались озерненность колоса и выполненность зерна. Вследствие этого ухудшились посевные, технологические свойства зерна и хлебопекарные качества муки.

Выделение чистой культуры фитопатогенных грибов на агаровых средах позволило установить, что в республике возбудителями корневых гнилей являются микроскопические грибы *B. sorokiniana* (*Helminthosporium sativum*) и грибы рода *Fusarium spp.* Эти возбудители, имеющие некоторое сходство в биологии, встречались в разных соотношениях и вызывали сходные симптомы заболевания. Широкая специализация указанных грибов позволяет им сохраняться в почве из года в год даже при отсутствии восприимчивых культур. В этой связи болезнь охватывает значительный круг растений. В наших исследованиях наиболее сильно и часто поражались ячмень – 53,8 – 58,1 % (приложение 5), яровая пшеница – 48,2 – 53,0 % (приложение 4) и заметно слабее – овес – 31,7 – 36,4 % (приложение 6).

Вспышка заболеваний на ячмене наблюдалась в 2002, 2009 и 2010 гг. (рисунки 5 – 6). В этих условиях у ячменя сорта Зазерский 85 поражалось от 65,2 до 73,8 % растений. При этом число растений с заболеванием только первичных корней составляло 5,3 %, с поражением только основания стебля – 11,3 %, первичных корней и основания стебля – 32,2 %, первичных, вторичных корней и основания стебля – 18,2 %, первичных, вторичных корней, основания стебля и эпикотиле – 19,2 %. Остальные растения имели иные сочетания проявления заболевания. Больные растения при беглом осмотре в поле казались вполне нормальными и формировали стебель, листья, колос, урожай. Но нередко поражение носило сплошной характер, вызывая белоколосость. В таком случае больные растения обычно были легковесны, низкорослы, с небольшим колосом или без него и формировали урожай не более 1 т/га.

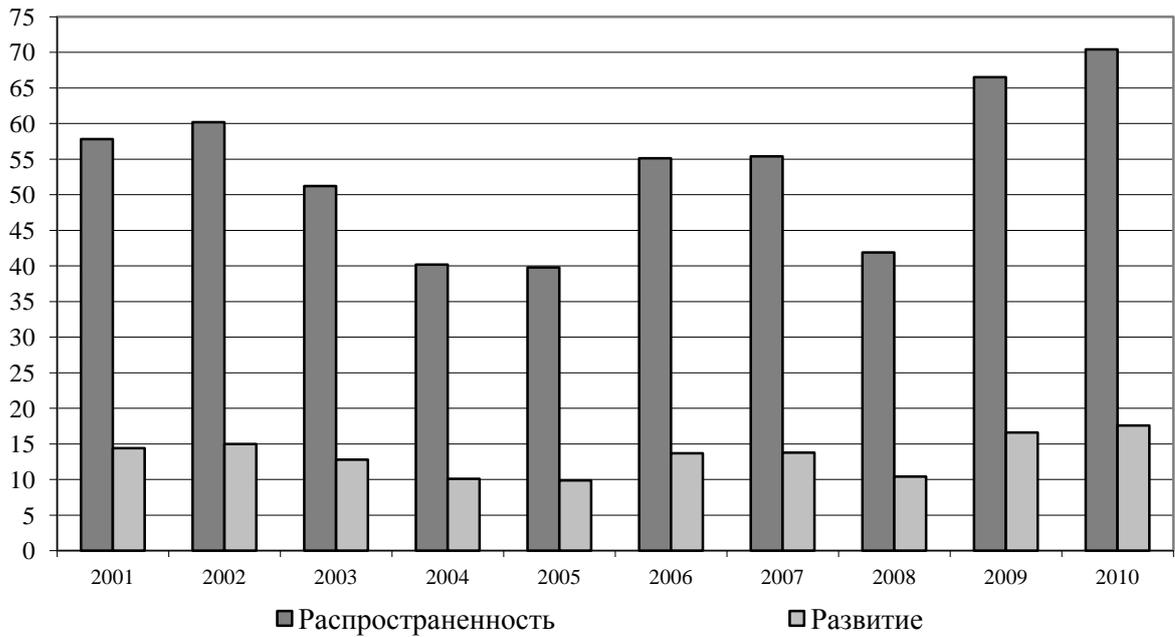


Рисунок 5 – Динамика распространенности и развития корневых гнилей в посевах ярового ячменя в фазу кущения, %

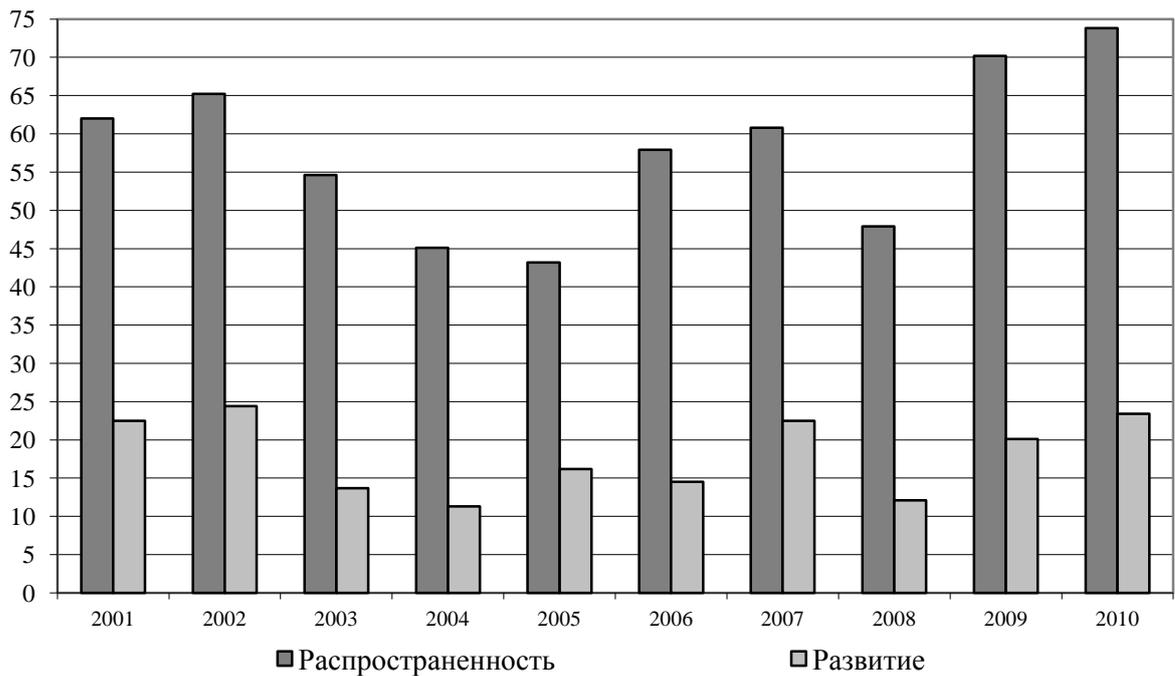


Рисунок 6 – Динамика распространенности и развития корневых гнилей в посевах ярового ячменя в фазу восковой спелости, %

Поражение яровой пшеницы возбудителями корневых гнилей в фазу кущения в среднем составляло 48,2 %, развитие – 12,5 % (рисунок 7, приложение 4). К фазе восковой спелости распространенность болезни возросла незначительно и составляла 53,0 %, а развитие увеличилось до 16,7 % (рисунок 8). Заболевание

имело широкое распространение в засушливые годы, когда гидротермические условия складывались благоприятно как для сохранения инфекции в почве, так и для интенсивного ее развития.

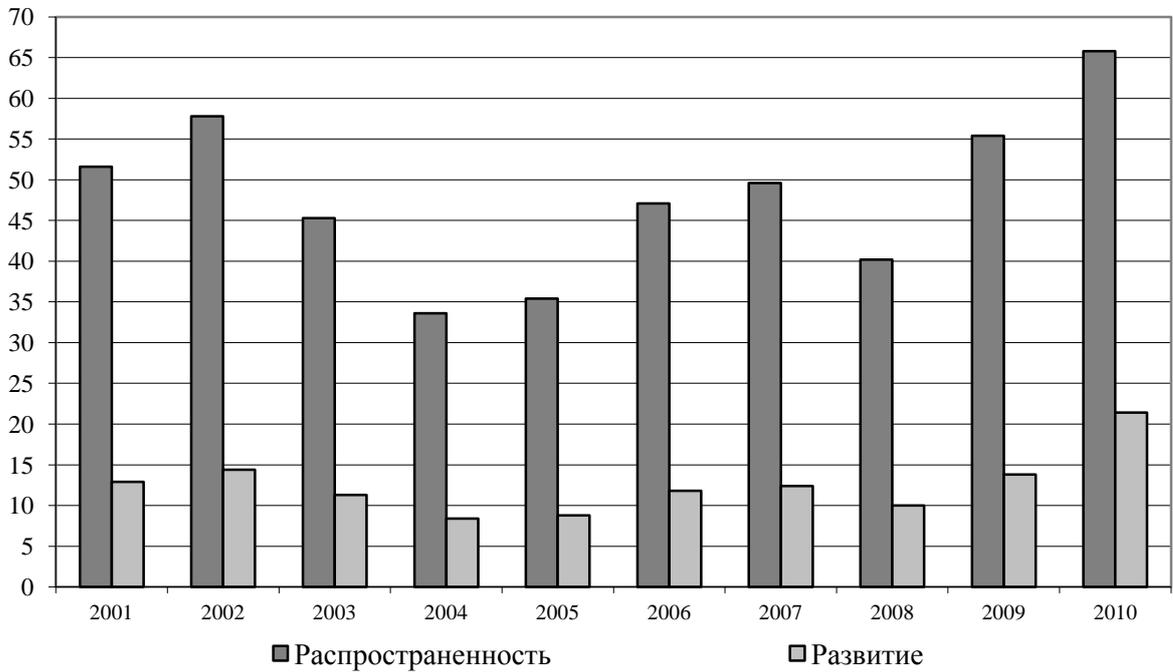


Рисунок 7 – Динамика распространенности и развития корневых гнилей в посевах яровой пшеницы в фазу кущения, %

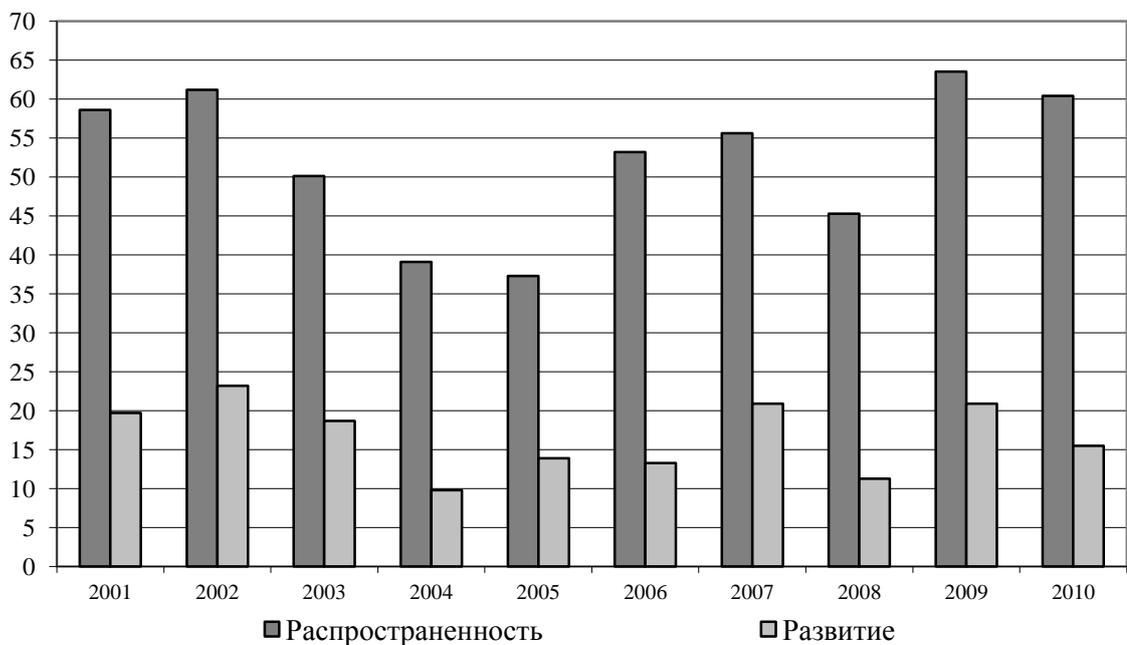


Рисунок 8 – Динамика распространенности и развития корневых гнилей в посевах яровой пшеницы в фазу восковой спелости, %

На яровой пшенице максимальное число больных растений было зарегистрировано в 2010 г. Однако перед уборкой проявление болезни было менее интенсивным. В посевах овса корневые гнили отмечались значительно реже, и интенсивность поражения была невысокой, достигая 7,9 – 10,8 % (рисунок 9 – 10, приложение б).

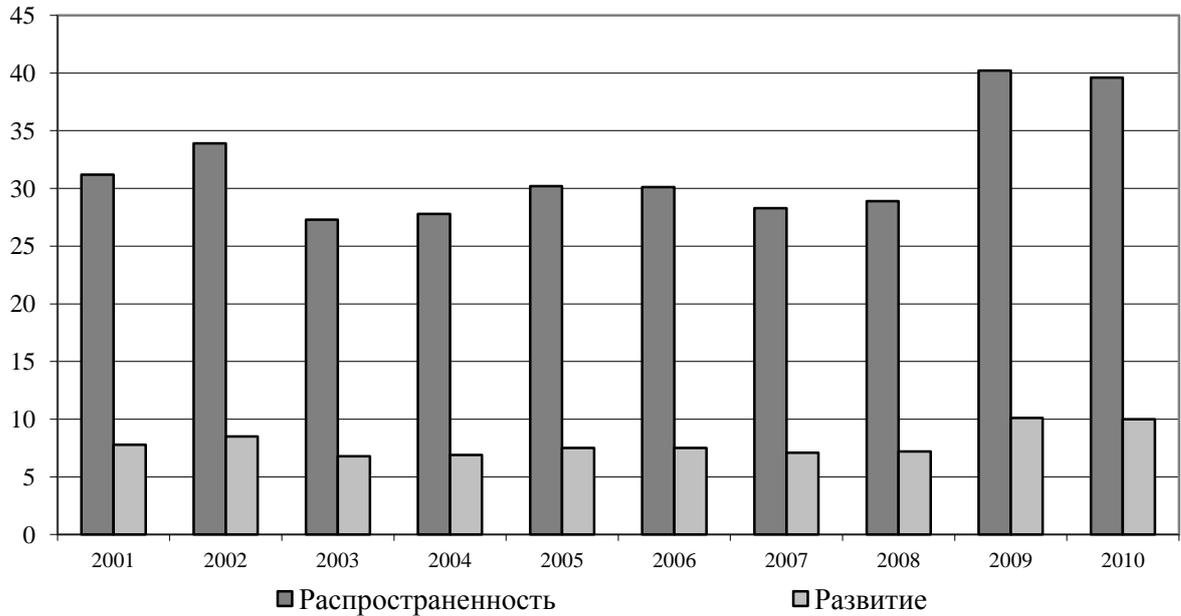


Рисунок 9 – Динамика распространности и развития корневых гнилей в посевах овса в фазу кущения, %

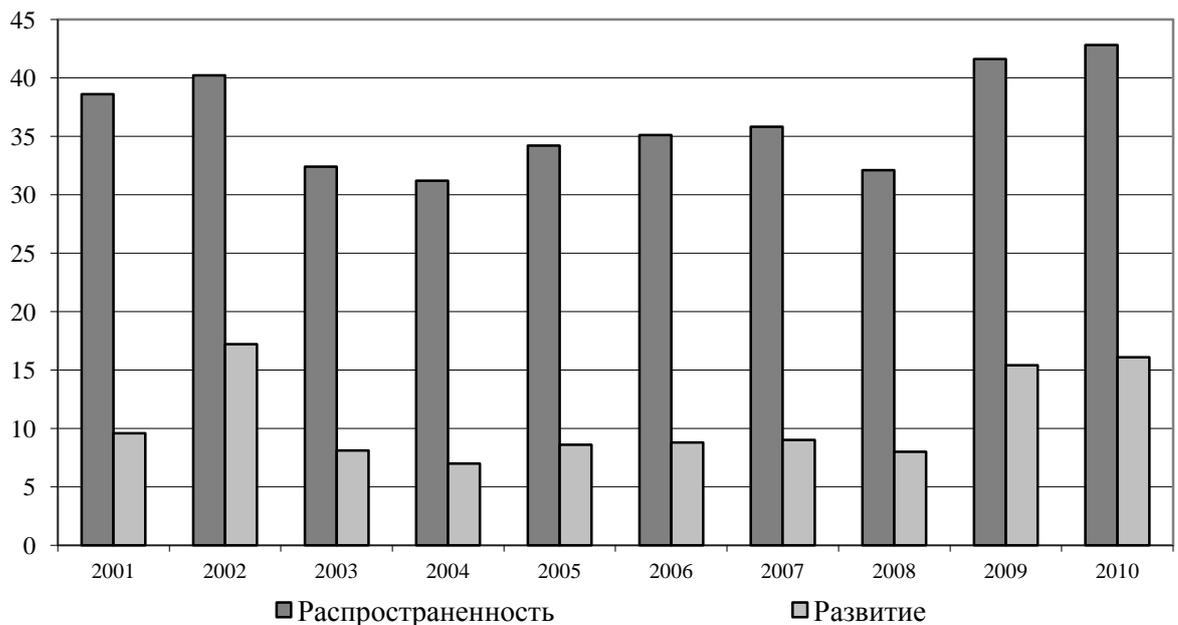


Рисунок 10 – Динамика распространности и развития корневой гнилив посевах овса в фазу восковой спелости, %

Лишь в 2009 – 2010 гг. развитие болезни достигало 15,4 – 16,1 %. Зачастую болезнь носила очаговый характер и проявлялась, в основном, в загущенных посевах и на полях с невысоким уровнем агротехники. Проявление болезни начиналось с подземных органов, где появлялись бурые или коричневые полосы. На всходах наблюдалось побурение и искривление проростков, позднее на основании стебля и корнях образовывались бурущие полосы и пятна, а на листьях – светло-бурые пятна.

Таким образом, интенсивность поражения яровых зерновых культур зависела от степени зараженности посевного материала, наличия инфекционного начала в почве, обеспеченности растений элементами питания, запасов продуктивной влаги и погодных условий вегетации. Особенно сильно болезнь проявлялась при высокой температуре воздуха (выше 25 °С) и наличии почвенной корки (анаэробные условия). Вспышка заболевания отмечалась в три года из десяти. Повышение вредоносности от возбудителей корневых гнилей отмечено при наступлении сухой и жаркой погоды.

Немалый вред посевам яровых зерновых причиняют гелиминтоспориозные пятнистости, как одна из форм проявления корневых гнилей. При поражении грибок проникает в молодой эпидермис или через устьица на части растения, расположенные выше уровня почвы. В проводимых нами исследованиях, стабилизация зернового клина во многом зависела от развития темно-бурой пятнистости (*B.sorokiniana* (Sacc) Shoemaker), которая встречалась в посевах наиболее часто.

Появление первых четких признаков болезни на нижних листьях обнаруживалось обычно в фазу выхода в трубку и ранее, на верхних – начало колошения.

Начало интенсивного развития наблюдалось после колошения, а достижение и превышение порога вредоносности к периоду – цветение – налив зерна. Нарастание инфекции во многом зависело от погодных условий июля, что впоследствии отрицательно сказывалось на формировании элементов структуры урожая.

Интенсивность развития темно-бурой пятнистости по годам была неодинаковой. На ее развитие и распространенность значительное влияние оказывали погодные условия периода вегетации. Было отмечено, что пятнистости, в отличие от

корневых гнилей чаще проявлялись во влажные годы, когда относительная влажность воздуха достигала 93 – 96 %, а температура продолжительное время превышала 20<sup>0</sup> С. Это отчетливо прослеживалось при сопоставлении динамики за ряд лет, которые отличались по метеоусловиям (рисунок 11 – 13, приложение 7). Так, значительное количество осадков, выпавших в фазу колошения в 2004 г., привело к резкому усилению развития заболевания до 19,0 %, а распространенности до 72,0 %. Благоприятные для нее условия складывались также 2005 и 2008 гг.

Кроме этого, развитию и распространенности болезни способствовали нарушение технологии возделывания, а именно: несоблюдение севооборота, повсеместная безотвальная или плоскорезная обработка почвы, вследствие чего на ее поверхности оставались неразложившиеся инфицированные растительные остатки, что снижало супрессивность почвы.

Наибольшие потери урожая наблюдались при раннем и сильном поражении флагового листа. В таких случаях ускорялось созревание зерна, но это обуславливало появление щуплых зерен в колосе. Сдерживали развитие темно-бурой пятнистости высокие температуры воздуха и недостаточное количество осадков.

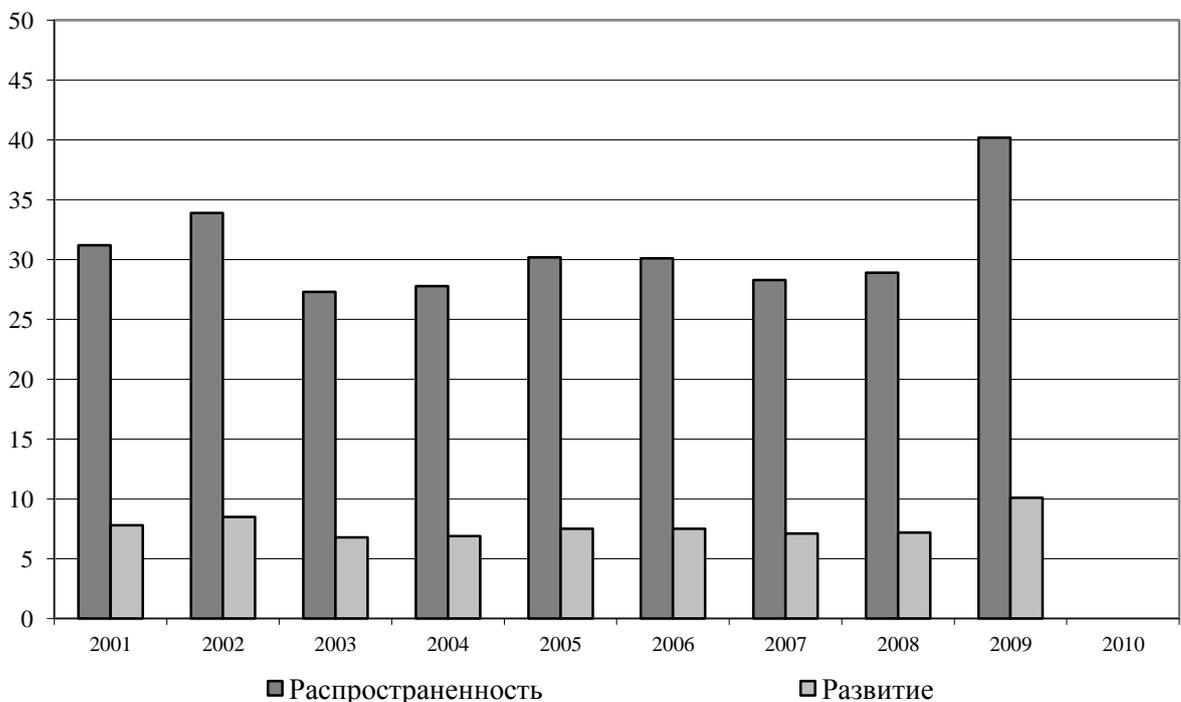


Рисунок 11 – Динамика распространенности и развития темно-бурой пятнистости на яровой пшенице в фазу выхода в трубку, %

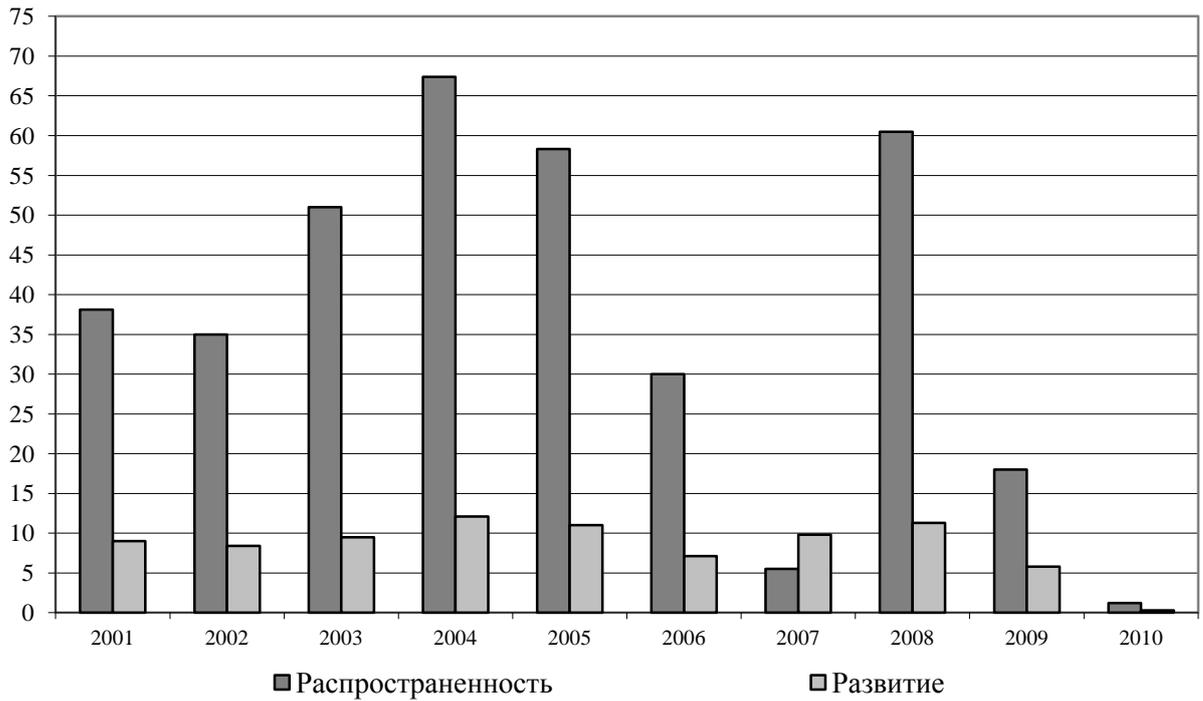


Рисунок 12 – Динамика распространенности и развития темно-бурой пятнистости на яровой пшенице в фазу колошения, %

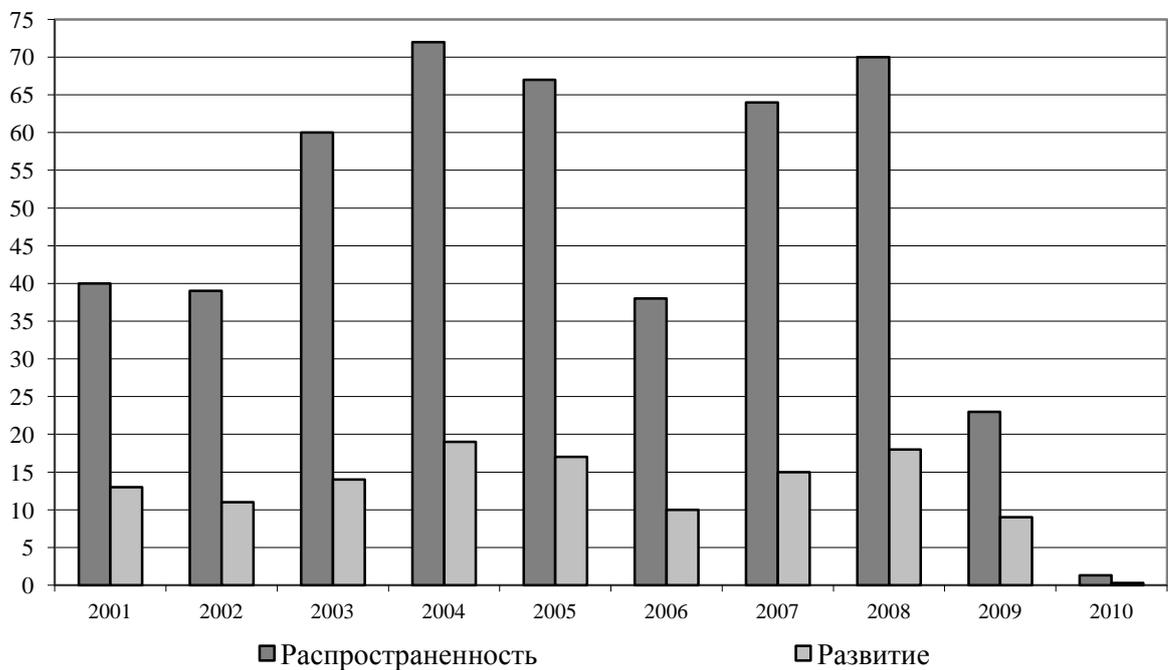


Рисунок 13 – Динамика распространенности и развития темно-бурой пятнистости на яровой пшенице в фазу молочно-восковой спелости, %

Ярким примером тому служат 2006, 2009 и 2010 гг. В засушливом 2009 г., когда в июне выпало 46% от нормы осадков, развитие темно-бурой пятнистости на яровой пшенице в фазу молочно-восковой спелости не достигало, а в 2006 г. едва достигало порога вредоносности (приложение 7). Погодные условия 2010 г. характеризовались как неблагоприятные для появления темно-бурой пятнистости и экстремальные для роста и развития растений. В этот год первые признаки заболевания были обнаружены в конце колошения и растения имели слабую степень поражения. Растения со средней, низкой и высокой степенью поражения отсутствовали совсем. В фазу молочно-восковой спелости распространенность болезни составляла 1,3 %, а развитие – 0,3 %.

Не меньший вред темно-бурая пятнистость наносила и посевам ячменя, где она проявлялась ежегодно (за исключением сильнозасушливого периода вегетации ячменя 2010 г.). Болезнью поражались всходы и взрослые растения. На листьях образовывались темные, слегка вытянутые пятна с темной каймой. Ее распространенность к фазе восковой спелости ячменя в среднем за 10 лет достигала 37,1 % (приложение 8). В увлажненные годы (2004, 2005, 2008 гг.) наблюдалось ее интенсивное проявление на растениях ячменя (рисунок 14).

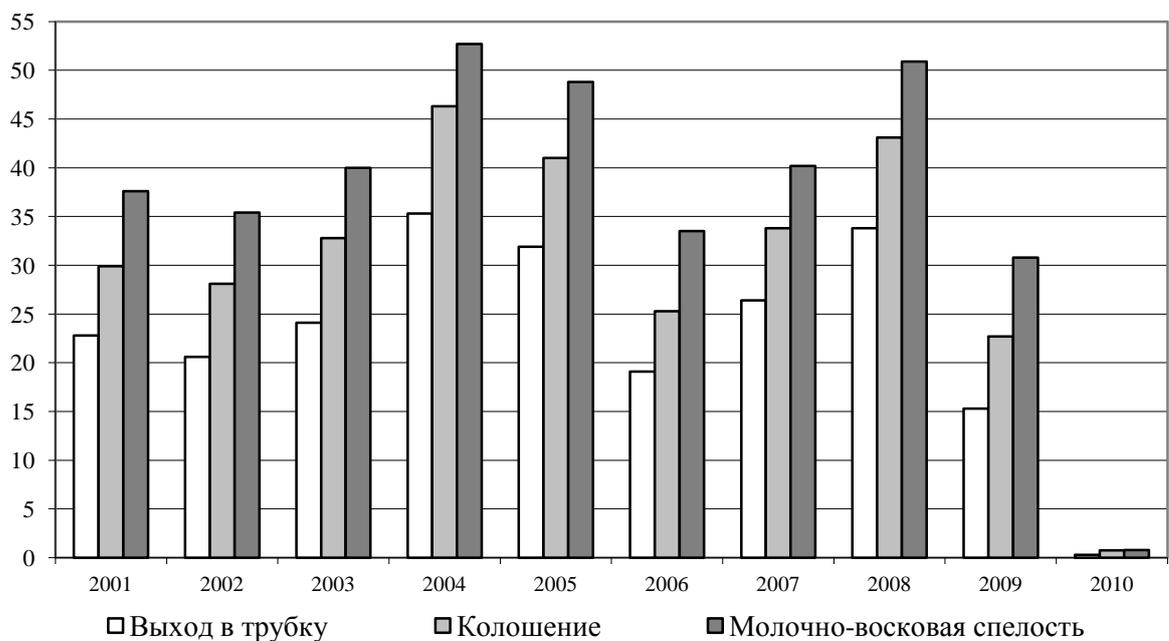


Рисунок 14 – Динамика распространения темно-бурой пятнистости на ячмене по фазам развития, %

Особенно сильное распространение болезнь достигала в период молочно-восковой спелости, а в годы с повышенным выпадением осадков и высокими температурами болезнью было поражено более половины посевов. Так, в 2004 и 2008 гг. при продолжительном периоде теплой ( $20-23^{\circ}\text{C}$ ), и влажной (85 – 95 %) погоды, уже в фазу выхода в трубку, болезнь имела распространенность 35,3 и 33,8 %, соответственно, а к периоду молочно-восковой спелости произошло ее увеличение в 1,5 раза.

Первые признаки появления полосатой пятнистости (*Drechslera graminea* Rabenh, синоним *Helminthosporium gramineum* Rabenh) появлялись на втором и третьем листке проростка, но четкие характерные симптомы отмечались после колошения. Массовое ее развитие и распространение фиксировалось в период цветения и налива зерна. В результате проведенных исследований было также определено, что количество растений ячменя, пораженных полосатой пятнистостью возрастало в условиях пониженной температуры ( $5-10^{\circ}\text{C}$ ) в начальный период онтогенеза в 2001, 2003, 2006 гг. (рисунок 15, приложение 9).

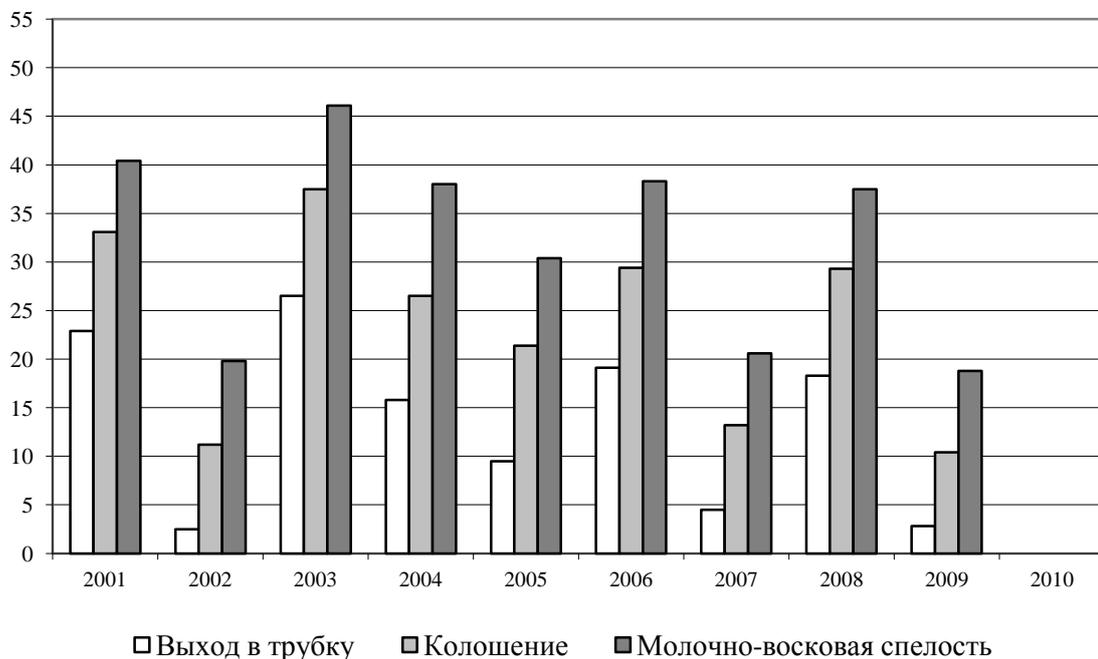


Рисунок 15 – Динамика распространения полосатой пятнистости на ячмене по фазам развития, %

Пораженные растения, отставали в росте, некоторые из них не выколашивались, а в сформировавшихся колосьях зерно было мелкое и щуплое. Средний по-

казатель ее распространенности в период молочно-восковой спелости за годы исследований не превышал 29 %

Сетчатая пятнистость (*Drechslera teres* (Sacc) Shoemaker) встречалась в посевах очень редко, а в отдельные годы ее присутствие не отмечалось совсем (рисунок 16, приложение10).

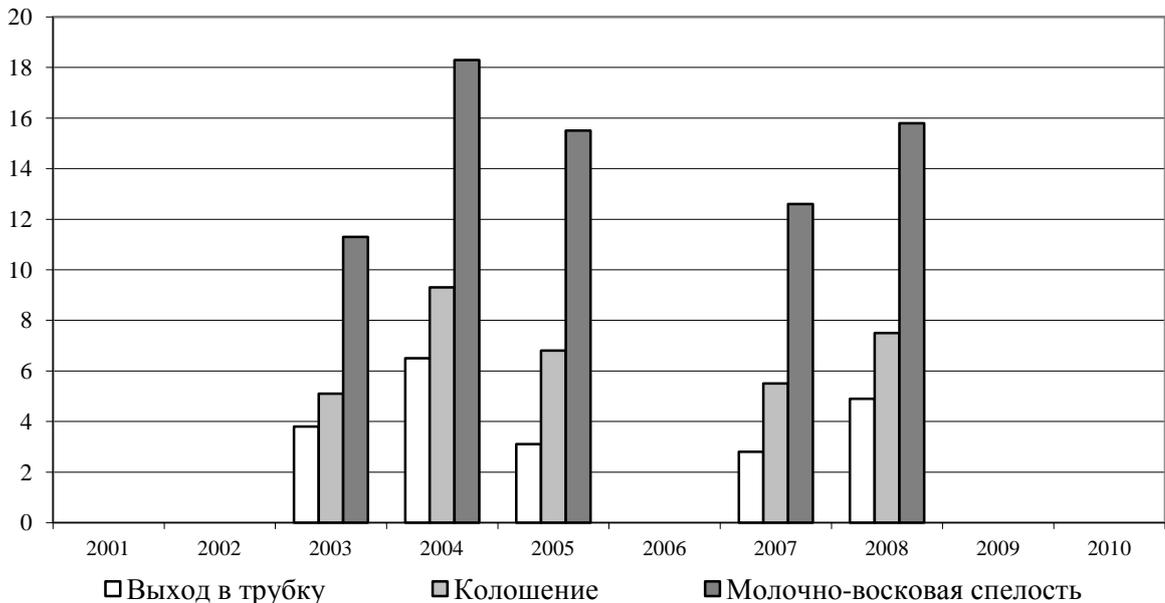


Рисунок 16 – Динамика распространенности сетчатой пятнистости на ячмене по фазам развития, %

Если темно-бурая и полосатая пятнистости в посевах ячменя проявлялись ежегодно (за исключением сильнозасушливого периода вегетации ячменя 2010 г.), то сетчатая пятнистость в среднем отмечалась один раз в два года. Первоначальные симптомы в виде светло зеленых полос определялись на первых листьях, однако диагностировать их без микроскопа было трудно. Гораздо четче болезнь определялась в фазу кущения по характерным темно-коричневым пятнам сетчатой структуры, но максимального развития она достигала в период налива зерна.

По мнению А.Ф. Коршуновой (1970), многолетняя динамика развития корневых гнилей часто делает процесс хроническим, и накопление инфекции может продолжаться годами, протекая незаметно. При благоприятном сочетании метеорологических условий и антропогенных воздействий вспышка болезни возникает как бы внезапно, поэтому нередко она носит спорадический характер.

Затухание болезни бывает вызвано уменьшением заразного начала в почве после длительного влияния биотических и абиотических факторов. Все это определяет специфику многолетней динамики заболеваний, с которой связаны ареалы их вредоносности.

### **3.1.2. Динамика развития корневых гнилей по фазам развития культуры в зависимости от уровня зараженности почвы и семян**

В онтогенезе растений существуют периоды, которые являются определяющими или критическими (Чулкина В.А. и др., 1998). Приуроченность к ним интенсивного поражения вредными видами приводит к максимальному проявлению их вредоносности. У зерновых культур таковыми периодами являются всходы – кущение, выход в трубку – колошение и цветение – начало молочной спелости, на которые приходится формирование в посевах основных групп вредных организмов, оказывающих влияние на различные элементы структуры урожая (Кумаков В.А., 1988; Саммерсов В.Ф., 1988).

В период всходы – кущение заболевание определяется инфекцией корневых гнилей, передающейся через семена, затем через почву, что порождает снижение полевой всхожести, густоты, продуктивной кустистости и изреживание посевов. Позднее, в период выход в трубку – колошение к семенной и почвенной инфекции присоединяются листостеблевые инфекции (темно-бурая, полосатая, сетчатая пятнистости) и сорняки. Поскольку в это время в растении идет интенсивное накопление биомассы и происходит закладка числа колосков и цветков в колосе, то ущерб от комплекса вредных организмов выражается в первую очередь в уменьшении озерненности колоса. (Куперман Ф.М., 1977).

Третий критический период является самым важным для формирования урожая, поскольку происходит формирование последнего элемента его структуры – массы 1000 зерен, потерю которой растения не в состоянии компенсировать другими элементами, так как они к этому моменту полностью реализуют свой по-

тенциал (Кумаков В.А., 1988; Чулкина В.А. и др., 1995). В посевах наибольший вред в этот период оказывают листостебельные инфекции.

Поражение хлебных злаков возбудителями корневой гнили на различных этапах органогенеза зависит от многих факторов, в том числе и от источников инфекции. Передача возбудителя через почву и семена в течение всего периода оказывает непосредственное влияние на развитие патогена, но степень влияния определяется фазой развития растения. С учетом этого явления, нами был проведен фитомониторинг за развитием корневой гнили на яровой пшенице сорта Самсар в период от всходов до молочно-восковой спелости зерна на разных инфекционных фонах почвы, создаваемых различными предшественниками, с разной степенью инфицированности семян.

По мнению Л.Л. Великанова и Е.П. Дурыниной (1984), существующий инфекционный почвенный фон к началу вегетации представляет собой покоящиеся инфекционные структуры, находящиеся в стадии гиобиоза или анабиоза. Поэтому в период от прорастания до всходов доля воздействия инфицированности семян на передачу инфекции довольно высока. В наших исследованиях она превосходила показатель почвенного заражения в 2,8 раза (таблица 1).

При передаче инфекции через семена происходил непосредственный контакт возбудителя болезни с зародышем семени, либо с молодым проростком, что приводило к более раннему их заражению, угнетению роста и развития или гибели всходов, вследствие чего резко снижалась полевая всхожесть семян. Кроме того, за счет дополнительной передачи инфекции с семенами, увеличился показатель развития корневых гнилей как на умеренном инфекционном фоне, так и на сильно инфицированном, соответственно в 2,0 и 1,8 раза по сравнению с теми вариантами, где передача инфекции шла только через почву. В этот период наибольший вред болезнь наносила там, где сильнее были поражены семена. С увеличением зараженности семян, уменьшалась их полевая всхожесть, и увеличивался показатель развития корневых гнилей. При этом одни проростки погибали, а другие образовывали слабые зародышевые корни и колеоптиле. При слабом инфицировании семян

также происходило заражение проростков и их зародышевых корешков, но они не погибали, независимо от почвенного фона.

Таблица 1–Развитие корневых гнилей в период вегетации яровой пшеницы сорта Самсар в зависимости от уровня зараженности почвы и семян, %  
(2007–2009 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Фактор		Фаза развития растений			
А. Инфекционный фон почвы	В. Степень инфицированности семян, %	всходы	кущение	цветение	молочно-восковая спелость
	Умеренный	здоровые (контроль)	5,3	8,2	10,4
слабая (до 10 %)		6,8	9,0	12,0	12,4
средняя (11–30 %)		8,5	10,1	13,9	14,3
сильная (> 30 %)		10,9	12,8	19,2	20,6
Сильный	здоровые (контроль)	8,3	12,6	13,9	14,3
	слабая (до 10 %)	9,6	14,0	17,1	17,6
	средняя (11–30 %)	12,4	16,9	20,2	20,9
	сильная (> 30 %)	14,7	18,2	23,1	23,8
<i>HCP</i> <sub>05</sub> А		1,29	1,81	1,93	1,69
В		1,82	2,56	2,73	2,39
АВ		2,58	3,62	3,86	3,38

Роль здоровых семян в ограничении индекса развития корневой гнили действительно проявлялась на умеренном фоне заселения почвы фитопатогенами. Ввиду этого, биологическая эффективность при использовании здоровых семян на умеренном фоне составила 51,4 %, а на сильно инфицированном – 43,5 %.

Таким образом, полученные результаты показали, что в начале вегетации главное место в развитии корневых гнилей принадлежит инфекции семян.

Начиная с фазы кущения, обычно в действие вступает почвенная инфекция, поскольку эта фаза совпадает с выходом из состояния покоя почвенного патогена, который индуцируется корневыми выделениями растений, удобрениями и началом инокуляции корней. Реализация почвенной инфекции в этот период идет за счет нарастания числа почвенных конидий патогенов корневых гнилей, численность которых определяется наличием инокулюма в почве и сложившимися ме-

теоретическими условиями в период вегетации растений (Великанов Л.Л., Дурнынина Е.П., 1984).

Следуя этому принципу, в наших исследованиях в этот период доминирующее положение занимала почвенная инфекция, превышавшая долю семенного заражения в 2,2 раза. Из-за нарастания активности почвенных патогенов, резко увеличивалась интенсивность поражения яровой пшеницы, вследствие чего, показатель развития болезни повысился на всех почвенных фонах на 17,4 – 23,8 %.

Доля здоровых семян в этот период снижалась, но разница в сравнении с инфицированными семенами все-таки оставалась существенной.

Биологическая эффективность посевов здоровыми семенами в фазу кущения на умеренном фоне составила 35,9, а на сильно инфицированном – 30,8 %.

Фаза цветения характеризуется стабилизацией инфекционного процесса. В этот период происходит остановка дальнейшего нарастания биомассы мицелия почвенных фитопатогенов в пораженных органах растений, и сильно активизируются процессы спорообразования.

В наших исследованиях была замечена аналогичная закономерность: в фазу цветения наблюдалось постепенное ослабление интенсивности поражения возбудителями корневых гнилей, что особенно четко проявилось на сильноинфекционном фоне почвы. Доля влияния почвенной инфекции несколько уменьшилась, но продолжала превышать долю семенной инфекции. Аналогичное соотношение сохранялось до конца вегетации.

Таким образом, передача инфекции через семена ускоряла процесс поражения всходов корневой гнилью. Абсолютной грани между влиянием семенной и почвенной инфекции провести нельзя, тем более что на каком-то этапе они соединяются и, возможно, продолжают действовать до конца вегетационного периода, тем не менее, преобладающая роль в сезонной динамике развития корневых гнилей принадлежала почве как основному фактору вертикальной передачи возбудителя.

### 3.1.3. Органотропная динамика корневых гнилей

Особенность развития корневых гнилей в течение периода вегетации растений заключается в их раннем проявлении, (с начала появления всходов) и продолжительном времени действия (вплоть до созревания зерна). В течение этого периода происходит последовательное инфицирование органов растений.

Исходя из этого, нами изучалось поражение органов растений яровой пшеницы сорта Самсар на соответствующих этапах их формирования в разные по метеорологическим условиям годы (2005-2007 гг.).

Исходный естественный инфекционный фон почвы превышал порог вредности и составлял 76 конидий на 1 г почвы. Инфицированность семян достигала 18 %.

Несмотря на существенную разницу основных метеоданных, динамика развития корневых гнилей на органах яровой пшеницы не отличалась резкими перепадами по годам, а имела относительно плавный, выровненный и непрерывный характер.

Наблюдения показали, что в фазу всходов из имеющихся органов наиболее сильно поражалось coleoptile: развитие болезни достигало до 8 % (таблица 2).

Таблица 2 – Развитие корневых гнилей на яровой пшенице сорта Самсар, % (2005-2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Фаза развития растений	Развитие болезни					
	coleoptile	прикорневые листья	первичные корни	вторичные корни	эпикотиль	основание стебля
Всходы	8	–	6	–	–	–
Кущение	28	1	8	–	–	–
Выход в трубку	–	12	9	10	2	1
Колошение	–	18	13	15	5	1,5
Цветение	–	–	15	18	9	3
Созревание	–	–	17	24	14	12
<i>HCP<sub>05</sub></i>	1,8	2,5	2,4	2,3	1,8	1,0
$F_T=2,4$	$F_f=24,0$	$F_f=103$	$F_f=25,8$	$F_f=57,1$	$F_f=70,4$	$F_f=218$

После отмирания и разложения этого органа возбудитель беспрепятственно проникал на первый настоящий лист, прилегающий непосредственно к нему.

Инфицирование прикорневых листьев начиналось в фазу кущения (1 %) и продолжалось до фазы колошения, достигая в этот период максимального значения (18 %). После их отмирания стебель освобождался, и поражение его возбудителями нарастало. Максимальное увеличение пораженности его отмечалось к концу периода вегетации яровой пшеницы и составило 12 %. Поражение первичных корней возбудителями корневых гнилей, наблюдалось на протяжении всего периода вегетации, и было самым продолжительным по времени. Особенно стремительно происходило оно в период выход в трубку – колошение (13 %) и достигая максимума к концу вегетации (17 %). Поражение вторичных корней и эпикотили начиналось в фазу начала выхода в трубку. У первых оно происходило от основания и по всей длине корня, возрастая в конце фазы выхода в трубку до 10 %. В дальнейшем заболевание вторичных корней продолжало усиливаться и к концу вегетации оказалось максимальным по сравнению с поражениями других органов (24 %). На эпикотиле развитие болезни в начале составляло 2 %, однако относительно невысоким заражение его было лишь до фазы цветения; к концу вегетации пораженность его достигала уже 14 %.

Таким образом, поражение яровой пшеницы возбудителями корневых гнилей в начале вегетации определялось болезнью первичных органов и coleoptиле, а к концу значение ее возрастало на вторичных корнях, эпикотиле и основании стебля.

Аналогичные результаты были получены ранее в Западной Сибири В.А. Чулкиной (1985), Л.Ф. Ашмариной (2005), в Московской области А.А. Сидоровым (2001), в Курганской области А.А.Постоваловым (2004) с разницей во времени их проявления, которая вполне объяснима спецификой агроэкологических условий выращивания растений и состава возбудителей.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что в Республике Мордовия, расположенной на юге Нечерноземной зоны корневые гнили широко распростра-

нены и проявляются ежегодно с момента появления всходов, поражая яровые зерновые культуры, кроме овса, посевы которого поражаются ими гораздо реже и менее интенсивно.

Болезнь на яровой пшенице и ячмене обнаруживается практически на всех этапах органогенеза. К концу вегетации количество зараженных растений возрастает незначительно, однако сильно увеличивается интенсивность поражения. Максимальные показатели развития и распространенности корневых гнилей на яровых зерновых культурах совпадали с существенными отклонениями от средней многолетней нормы осадков, выпавших за вегетацию и температуры воздуха. Поражение отдельных органов растения яровой пшеницы возбудителями корневых гнилей происходило на протяжении всего периода вегетации культуры, достигая максимальной величины в период ее созревания.

Полученные данные свидетельствуют также о значительном влиянии инфекционной нагрузки семян и почвы на процесс развития болезни в течение всего сезона – от всходов до уборки.

### **3.2. Состав и соотношение возбудителей корневых гнилей в почвенных районах Республики Мордовия**

Каждая природная зона, в которой формируются почвы, характеризуется определенным типом растительности и специфическими климатическими условиями, включающими режимы влажности, температуры, интенсивности солнечной радиации, а также диапазон значений рН почвы. От всего этого зависит своеобразие состава почвенных микроорганизмов, в том числе и почвенных грибов каждой зоны, т. е. подчинение их распространения в почвах общему закону зональности. Общий закон зональности микроорганизмов был сформулирован Е.Н. Мишустиным в 1954 г. Его конкретное содержание четко проявляется на примере грибов микромицетов. Для характеристики состава видов грибов на разных типах почв используется понятие комплекса типичных видов. Комплекс выделяется на основе пространственной и временной частоты встречаемости вида. Пространст-

венная частота встречаемости выражается отношением числа образцов, в которых вид обнаружен, к общему числу исследованных образцов (Мирчинк Т.Г., 1988). Распределение видов в комплексе с учетом их встречаемости характеризует структуру комплекса.

Ежегодное возобновление корневых гнилей связано с сохранением и накоплением заразного начала возбудителей. Количество инфекции обуславливается наличием поражаемых растений, выживаемостью патогенов на растительных остатках, а также возможностью передачи ее с семенным материалом (Коршунова А.Ф., 1970).

Наиболее распространенным типом корневых гнилей зерновых является гельминтоспориозно-фузариозная. При этом соотношение возбудителей в патогенном комплексе типично для каждой культуры и во многом зависит от почвенно-климатических факторов возделывания культуры (Лаптиев А.Б. и др., 2010). Научно обоснованный подход к планированию защитных мероприятий требует знания структуры и границ популяций фитопатогенных грибов и потенциально возможной изменчивости паразитов.

В условиях 2009, 2011 – 2012 гг. на основе микологических анализов было проведено выявление состава микроорганизмов, вызывающих заболевание растений корневыми гнилями в Республике Мордовия на различных почвенных разностях. С этой целью во всех почвенных районах отбирались образцы растений яровой пшеницы, после чего производился посев их пораженных частей на стерильные питательные среды в чашки Петри. Изучались растения с признаками корневой гнили в разные фазы развития.

Полученные результаты анализа растений за исследуемые годы свидетельствуют о том, что в пораженных растениях обнаруживаются в основном грибы рода *Helminthosporium spp*, *Fusarium spp*, *Alternaria spp*. Данные возбудители выделялись из пораженных частей в разные периоды вегетации во всех почвенных районах республики. Сопутствующая микрофлора была представлена грибами родов *Penicillium spp.*, *Mucor spp.*, *Aspergillus spp.*, *Phytium spp*.

Исследования показали, что на видовой состав, а также частоту встречаемости возбудителей корневых гнилей оказывали влияние агроэкологические условия выращивания растений. Изучение микрофлоры пораженных органов яровой пшеницы в Примокшанском районе, где более 30 % составляют дерново-подзолистые почвы, показало, что по частоте встречаемости к доминирующим патогенам в данном почвенном районе, относится род *Fusarium spp.* (таблица 3). Преобладающими были виды *F. oxysporum* и *F. heterosporum*. Частота встречаемости остальных видов не превышала 8 %.

Таблица 3 – Встречаемость возбудителей корневых гнилей на органах яровой пшеницы, % (2009, 2011- 2012гг., почвенные районы Республики Мордовия)

Почвенный район	Корни		Основание стебля		Среднее по органам		
	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	Соотношение возбудителей
Примокшанский	14,2	88,8	38,1	33,2	26,1	61,0	1: 2,29
Мокша – Вадский	28,6	32,6	98,2	28,6	63,4	30,6	1: 0,50
Мокша – Алатырский	12,1	85,7	88,3	13,3	50,2	49,5	1: 0,99
Приалатырский	24,7	37,4	96,3	22,1	60,5	29,7	1: 0,49
Присурский	27,3	80,5	83,6	19,8	55,4	50,1	1: 0,90

Причиной прогрессирующего развития фузариозной инфекции и ухудшения фитосанитарного состояния посевов стало, на наш взгляд, то, что особенностью дерново-подзолистых почв является низкий показатель pH (4,5 – 5,0). По мнению Е.П. Дурыниной и Т.Б. Чичевой (1980), состав возбудителей определяется реакцией почвенного раствора, вследствие чего условия дерново-подзолистых почв более благоприятны для развития видов рода *Fusarium spp.*, нежели грибов рода *Helminthosporium spp.* Следовательно, доминирование видов рода *Fusarium spp.* в данном почвенном районе связано с одной из биоэкологических закономерностей обитания в более кислой сре-

де. Такого рода закономерности отмечали в своих исследованиях Е.М.Обухович (1972), З.П.Качалова и соавт.(1974), Л.Ф.Ашмарина (2005).

Известно и другое мнение, согласно которому реакция среды не оказывает существенного влияния на рост грибов рода *Fusarium spp.* Оптимальная для их развития кислотность почвы колеблется в значительных пределах (рН 4,5 – 6,5) (Коршунова А.Ф. и др., 1970).

Исследованиями установлено, что в засушливом 2009 г. частота встречаемости *Fusarium spp.* была ниже как на корневой системе, так и на основании стебля. Это говорит о том, что для существования данного рода грибов необходимо достаточное увлажнение.

Состояние популяции *B. sorokiniana* также зависело от влажности почвы. При ее увеличении встречаемость патогена снижалась, что косвенно указывает на активацию антагонистов *B.sorokiniana*. Коэффициент корреляции между ГТК и встречаемостью грибов рода *Fusarium spp.* высок, и корреляция положительная, в то время как зависимость встречаемости *B. sorokiniana* – отрицательная. Коэффициент корреляции между средней встречаемостью корней, основания стебля и количеством осадков:  $r = 0,71$ . Это свидетельствует о том, что вид *B.sorokiniana* и микромицеты рода *Fusarium* занимают разные экологические ниши. В более увлажненных условиях паразитируют виды рода *Fusarium spp.* К такому же выводу, ранее, в своих исследованиях пришла Л.Ф. Ашмарина (2005). Соотношение встречаемости видов *Fusarium spp.* и *B. sorokiniana* в Примокшанском почвенном районе составило в среднем 1:2,29. В этой связи при планировании и проведении защитных мероприятий следует изыскивать возможности для ограничения и снижения патогенной активности как *B. sorokiniana*, так и видов *Fusarium spp.*

Черноземные почвенные районы (Мокша-Вадский и Приалатырский) занимают ведущее место в производстве зерна в Мордовии. На основании микологического анализа корней и основания стебля растений установлено, что основным возбудителем корневых гнилей в изучаемых почвенных районах является грибок *B. sorokiniana* и виды рода *Fusarium spp.*, что совпадает с литературными данными (Коршунова А.Ф., 1976; Ашмарина Л.Ф., 2005).

Встречаемость их на изучаемых органах была различной. Место гриба *B.sorokiniana* в патогенном комплексе на корнях уменьшалось (рисунок 17), а на основании стебля возрастало (рисунок 18) и среднее соотношение по органам между ними составило 1: 0,5; 1: 0,49.

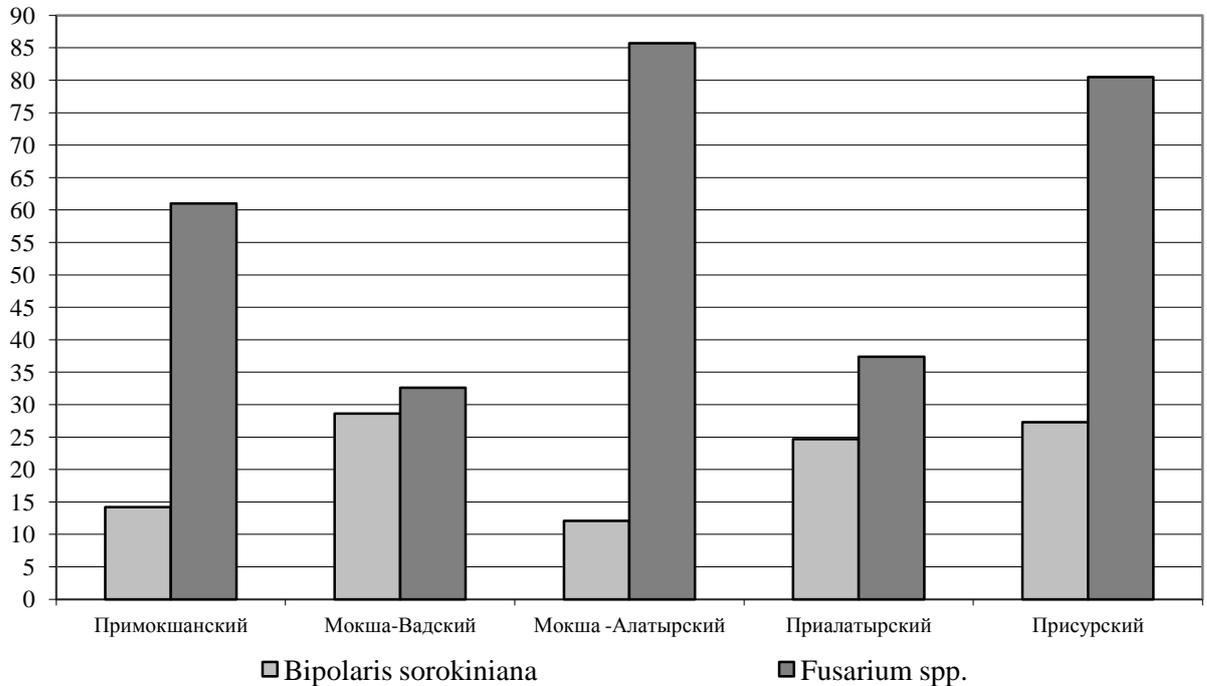


Рисунок 17 – Встречаемость возбудителей корневых гнилей на корнях яровой пшеницы в различных почвенных районах Республики Мордовия, %

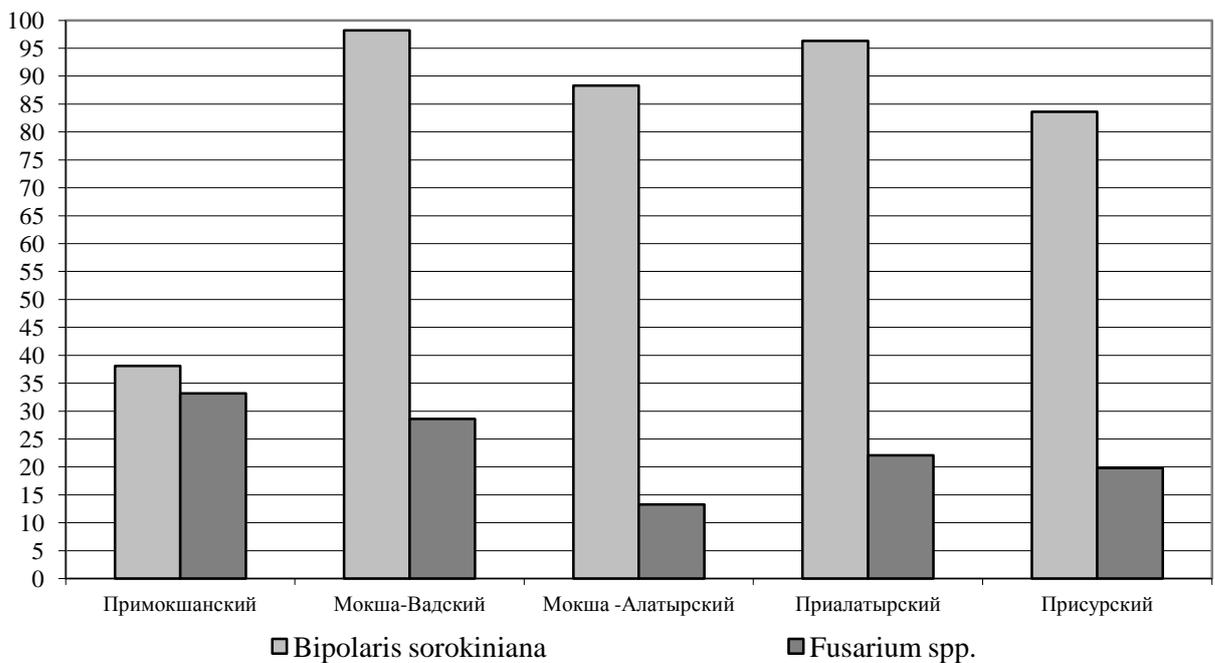


Рисунок 18 – Встречаемость возбудителей корневых гнилей на основании стебля яровой пшеницы в различных почвенных районах Республики Мордовия, %

Анализ данных о составе и соотношении возбудителей корневых гнилей яровой пшеницы в районах распространения серых лесных почв (Мокша-Алатырский и Присурский почвенные районы) показал, что доля грибов рода *Fusarium spp.* и *B. sorokiniana* в патогенном комплексе различна и зависит от их месторасположения на органах растений и метеорологический условий. Корни, в большинстве своем, поражались видами рода *Fusarium spp.*, а основание стебля – *B. sorokiniana*. Соотношение их встречаемости в патогенном комплексе было примерно одинаковым и составило 1: 0,99; и 1: 0,90.

В засушливых условиях 2009 г. в структуре патогенного комплекса преобладал возбудитель-гриб *B. sorokiniana*, а в оптимальном 2011 г. – представители грибов из рода *Fusarium spp.* Увеличение частоты встречаемости на основании стебля микромицета *B. sorokiniana* объяснимо с точки зрения присутствия в клетках данного патогена пигмента меланина, играющего защитную роль. Он позволяет меланизированным организмам существовать в экстремальных условиях при повышенной инсоляции, сухости и высокой температуре, а также препятствует лизису мицелия этих организмов (Мирчинк Т.Г., 1988).

Таким образом, пространственная частота встречаемости возбудителя *B. sorokiniana* в среднем на вегетативных органах яровой пшеницы по почвенным районам варьировала от 26,1 до 63,4 %, а видов рода *Fusarium spp.* – от 29,7 до 61,0 %.

По мере перехода от дерново-подзолистых почв Примокшанского района к черноземам Мокша - Вадского и Приалатырского районов, на корнях и основании стебля возрастала частота встречаемости патогена *B. sorokiniana*. Представительство его в патогенном комплексе оказалось минимальным в Примокшанском районе – на дерново-подзолистых почвах, а максимальным в Мокша-Вадском и Приалатырском районах.

Серые лесные почвы занимали промежуточное положение. Зато виды рода *Fusarium spp.* с высокой пространственной частотой (61 %) преобладали в Примокшанском районе на дерново-подзолистых почвах. Было также установлено, что частота встречаемости возбудителя *B. sorokiniana* на корнях ниже, чем на ос-

новании стебля, независимо от типа почв. Аналогичный показатель представителей рода *Fusarium spp.* имел противоположный характер: их доминирование отмечалось на корневой системе. Такое расположение патогенов позволяет избегать им конкуренцию за субстрат в условиях окружающей среды.

Преимущество в паразитировании видов рода *Fusarium spp.* на корневой системе хлебных злаков согласуется с хорошей адаптацией их к пониженному содержанию кислорода в почве (Билай В.И., 1977). Являясь факультативными анаэробами, виды рода *Fusarium spp.* оказались лучше приспособлены к паразитированию во влажных условиях зон достаточного и умеренного увлажнения (Чулкина В.А., 1995).

Дерново-подзолистые почвы с низким значением рН меньше всего заселены возбудителем *B.sorokiniana* (Павлов О.И., Тепляков Б.И., 1983), поскольку он предпочитает нейтральную и слабощелочную среду. Это подтверждается доминированием его на черноземах, рН которых приближается к нейтральной реакции среды (Дурынина Е.П., Чичева Т.Б., 1980). Виды рода *Fusarium spp.*, наоборот, растут при довольно широкой амплитуде значений рН среды от 2,0 до 9,0 с оптимумом в пределах 3,5–5,0 (Билай В.И., 1977), что обеспечивает им преимущество на кислых, дерново-подзолистых почвах.

Таким образом, паразитируя на хлебных злаках, микромицеты *B.sorokiniana* и *Fusarium spp.* приспособились к различным экологическим факторам окружающей среды и не оказывают отрицательного действия друг на друга. Возбудитель *B. sorokiniana*, имея защитный пигмент меланин, адаптирован в большей степени к паразитированию на органах, располагающихся ближе к поверхности почвы (основание стебля), в почвах с нейтральной реакцией среды и в условиях невысокой влажности. Виды рода *Fusarium spp.*, не имея защитного пигмента, доминируют на подземных органах растений в увлажненной среде с низким показателем рН. В связи с этим микромицеты *B. sorokiniana* и виды рода *Fusarium spp.* проявляют различную приуроченность к паразитированию в пределах, как почвенных разностей, так и вегетативных органов растений.

### 3.3. Структура патогенного комплекса корневых гнилей

На подземных и околоземных органах ярового ячменя обычно развивается сложный комплекс фитопатогенных микроорганизмов, вызывающих заболевание корневыми гнилями. Формирование микромицетного состава прикорневой зоны происходит в основном из 2 источников: микобиоты почвы и микобиоты семян.

В результате микологических исследований корней больных растений, нами был установлен патогенный комплекс возбудителей корневых гнилей, поражающих корни ярового ячменя и яровой пшеницы.

В результате микологических исследований из пораженных корней и листьев яровой пшеницы, ячменя и овса было выделено в чистую культуру 457 изолятов патогенных и сапротрофных грибов, принадлежащих к 18 видам. Четкой специализации видов грибов патогенной и сапротрофной микрофлоры к разным культурам зерновых замечено не было (таблица 4). Изоляты одних и тех же видов грибов были выделены в чистую культуру с растений пшеницы, ячменя и овса.

Среди гемибиотрофных грибов преобладали изоляты из родов *Fusarium* (*F.heterosporum*, *F.sporotrichioides*, *F.oxysporum*) и *Helminthosporium spp.* (*B.sorokiniana*). Виды *F. redolens*, *F. verticillioides*, *F. tricinctum*, а также *Drechslera teres* и *Drechslera graminea* встречались редко.

Наряду с патогенными видами грибов в чистую культуру было выделено большое количество изолятов сопутствующей микрофлоры. Это виды грибов: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Mortierella elongata* var. *Elongata* Linnem, *Papulaspora appendicularis* H. H. Hotson, *Clonostachys rosea* f. *catenulata* (J. C. Gilman et E. V. Abbott) Schroers, *Acremonium strictum* W. Gams, *Trichoderma hamatum* (Bonord.) Bainier.

Природные клоны патогенных видов грибов характеризовались неоднородной топографией колоний. В результате моноспоровой селекции было получены 24 штамма грибов из родов *Fusarium* и *Helminthosporium spp.*, характеризующиеся стабильными морфолого-культуральными признаками.

Таблица 4 – Частота встречаемости некоторых видов грибов, выделенных с корней яровых зерновых культур (почвенные районы Республики Мордовия)

Возбудитель			
	Пшеница	Ячмень	Овес
<i>Fusarium oxysporum</i>	+++	+++	++
<i>Fusarium heterosporum</i>	+++	+++	++
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	+++	+	+
<i>Fusarium redolens</i>	–	+	–
<i>Fusarium verticillioides</i>	–	–	+
<i>Fusarium tricinctum</i>	–	–	+
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	+++	+++	+++
<i>Alternaria spp.</i>	+++	+++	+++
<i>Arthrinium spp.</i>	++	+	++
<i>Epicoccum spp.</i>	++	++	++
<i>Trichoderma spp.</i>	+++	+++	+++
<i>Acremonium strictum</i>	+++	+++	++
<i>Drechslera teres</i>	–	+	–
<i>Drechslera graminea</i>	–	+	–

Примечание: + – от 1 до 5 изолятов одного вида;  
 ++ – от 6 до 10 изолятов одного вида;  
 +++ – от 11 и выше изолятов одного вида.

Дикие изоляты и штаммы грибов после моноспоровой селекции, как правило, различаются по морфологии колоний. Например, природные изоляты штаммов гриба *Fusarium sporotrichioides* отличались колониями с неоднородным мицелием и неровными краями, тогда как колонии культурного штамма бл/5 имели однородный, розовый и приподнятый в середине мицелий.

Это было характерно и для вида *Fusarium oxysporum*. Природные изоляты гриба образовывали колонии с неоднородным лизирующим мицелием. Штаммы вида имели колонии однородной консистенции и окраски – паутинистый, белый мицелий с включениями лилового (или оливкового) цвета.

Колонии моноспоровых культур *Fusarium heterosporum* несколько различались морфолого-культуральными признаками. Большинство колоний обладали светло-кремовым пышным мицелием. Реже, с частотой 10 –20%, образовывались колонии с более светлым мицелием однородной консистенции.

Штаммы вида *B.sorokiniana* характеризовались двумя обычными для него типами колоний: первый – черные, бархатистые, и второй – темно-серые, пышные, подстилающие черный, бархатистый.

Разнообразие колоний грибов в пределах вида по морфолого-культуральным признакам допустимо и зависит, в основном, от генетического материала в многоклеточных конидиях патогенов. Было отмечено, что морфологические признаки колоний моноконидиальных культур одного вида не зависели от специализации гриба. Например, колонии штаммов *Fusarium heterosporum*, выделенные с корней пшеницы и ячменя, имели одинаковые морфолого-культуральные признаки на 2% питательной среде картофельно-глюкозного агара. Штаммы грибов в пределах вида, отличались высокой однородностью колоний моноконидиальных изолятов по морфолого-культуральным признакам

Наиболее часто (до 80 %) среди микромицетов, поражающих органы растений, выделялись грибы рода *Helminthosporium spp.*, *Fusarium spp.*, реже – *Alternaria spp.* В общей сложности было идентифицировано 6 видов *Fusarium spp.*: *F. oxysporum*, *F. heterosporum*, *F. redolens*, *F. verticillioides*, *F. sporotrichioides*; *F. tricinctum* и 3 вида *Helminthosporium spp.*: *B. sorokiniana*, *Drechslera teres*, *Drechslera graminea*. Была определена пространственная частота встречаемости каждого из возбудителей корневых гнилей в образцах растений, взятых в посевах яровых зерновых культур, различных почвенных районов.

Ежегодно, во всех анализируемых образцах, в популяции микромицетов отмечались следующие виды: *F. oxysporum*, *F. heterosporum*, *F. sporotrichioides*, *B. sorokiniana*, *Drechslera teres*, *Drechslera graminea*. Грибы *F. redolens*, *F. verticillioides*, *F. tricinctum* фиксировались лишь в отдельные годы и по частоте встречаемости относились к случайным видам. В тоже время соотношение видов в патогенном комплексе разных почвенных районов Республики Мордовия существенно отличалось.

Так, в Примокшанском районе (первый почвенный район) обследование посевов было произведено в 5 административных районах (Ельниковский, Темниковский, Атюрьевский, Краснослободский и Ковылкинский районы). Миколо-

гический анализ корней ячменя показал, что в патогенном комплексе корневых гнилей значительное место занимают грибы из рода *Fusarium spp.* К доминирующим видам во всех административных районах можно было отнести виды *F. heterosporum* и *F. oxysporum*. Показатель пространственной частоты встречаемости их был примерно одинаковым и составил в среднем 65,1 – 66,1 % (таблица 5). Вид *F. sporotrichioides*, с пространственной частотой встречаемости 33,3 % отнесен к часто встречающимся. Он был отмечен во всех административных районах данного почвенного района.

К редким, но типичным видам, поражающим корни ячменя, были отнесены *F. verticillioides* и *A. alternata*. Микромицет *F. redolens* в данном почвенном районе не наблюдался, а гриб *B. sorokiniana* вошел в группу часто встречающихся видов (39,3 %). Микромицеты *Drechslera teres*, *Drechslera graminea* были отнесены к случайным видам, либо в некоторых административных районах, отсутствовали совсем.

В Мокша-Вадском почвенном районе высокий показатель пространственной частоты встречаемости был у видов *B. sorokiniana* и *F. oxysporum*. Они занимали доминирующее положение, имея среднюю частоту встречаемости 71,1 и 74,3 %, соответственно. Спектр часто встречающихся микромицетов ризопланы ячменя расширился представителями вида *F. heterosporum*. К типичным, редко встречающимся видам были отнесены микромицеты *Drechslera teres*, *F. sporotrichioides* и *A. alternata*. Присутствие других видов не отмечалось в данном почвенном районе.

Преобладающим видом в ризоплане ярового ячменя в Мокша-Алатырском районе (третий почвенный район) был микромицет *F. oxysporum*, на долю которого приходилось в среднем 65,1 %. В группу часто встречающихся видов вошли *B. sorokiniana* и *F. heterosporum*. Микромицет *F. sporotrichioides* был зафиксирован во всех административных районах, но имел низкую пространственную частоту встречаемости (5,3 %), вследствие чего был отнесен к случайным видам.

В данном почвенном районе не определялись виды рода *Helminthosporium* spp.: *Drechslera teres* и *Drechslera graminea*, а также виды рода *Fusarium*: *redolens* и *verticillioides*.

Таблица 5 – Встречаемость возбудителей корневых гнилей на корнях ячменя в почвенных районах Республики Мордовия, % (2009, 2011 – 2012 гг.)

Административный район	<i>B. sorokiniana</i>	<i>D. teres</i>	<i>D. graminea</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. heterosporum</i>	<i>F. redolens</i>	<i>F. verticillioide s</i>	<i>F. sporotrichoides</i>	<i>F. tricinctum</i>	<i>A. alternata</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Примокшанский район										
Ельниковский	38,4	0,17	–	66,7	64,7	–	7,3	31,2	–	–
Темниковский	42,7	0,8	0,25	64,3	63,3	–	6,2	38,3	–	–
Атюрьевский	35,1	0,15	–	68,6	67,2	–	8,0	33,4	–	8,3
Краснослободский	41,2	0,15	0,08	65,0	65,1	–	8,2	30,6	–	–
Среднее по районам	39,3	0,14	0,08	66,1	65,1	–	7,4	33,3	–	2,1
Мокша-Вадский район										
Торбеевский	70,1	10,2	–	73,4	41,2	–	–	10,4	–	10,2
Ковылкинский	72,2	10,0	–	75,3	48,6	–	–	11,2	–	–
Среднее по районам	71,1	10,1	–	74,3	44,9	–	–	10,8	–	5,1
Мокша-Алатырский район										
Инсарский	57,8	–	–	61,2	42,9	–	–	5,5	–	–
Рузаевский	36,2	–	–	70,3	48,4	–	–	4,3	–	–
Старошайговский	44,3	–	–	63,8	51,8	–	–	6,1	8,0	–
Среднее по районам	46,1	–	–	65,1	47,7	–	–	5,3	2,7	–
Приалатырский район										
Лямбирский	83,2	10,5	10,1	44,3	30,8	8,3	–	17,2	–	–
Ромодановский	78,6	10,3	10,9	36,8	36,2	5,1	–	19,1	–	–
Чамзинский	75,4	11,0	11,1	51,3	41,4	8,8	–	18,6	–	–

Октябрьский	80,2	10,4	10,5	55,2	52,3	8,7	–	15,5	–	–
Среднее по районам	79,3	10,5	10,6	46,9	40,2	7,7	–	17,6	–	–
Присурский район										
Дубенский	59,5	12,1	13,4	62,6	71,5	–	–	8,0	–	–
Кочкуровский	55,6	–	11,6	66,6	63,8	–	–	8,5	–	–
Большеберезниковский	57,8	11,6	12,0	70,4	76,2	–	–	8,3	–	–
Среднее по районам	57,6	7,9	12,3	66,6	70,5	–	–	8,3	–	–
Среднее по РМ	58,7	6,0	4,7	63,8	53,7	1,5	1,5	9,1	0,5	1,4

Вид *F. tricinctum* определялся только в одном административном районе и квалифицирован как случайный из-за низкой пространственной частоты встречаемости.

В Приалатырском почвенном районе отмечалось доминирование гриба *B. sorokiniana* во всех административных районах (79,3 %). При этом встречаемость видов *F. oxysporum* и *F. heterosporum* также сохранялась на высоком уровне (46,9 и 40,2 %). К типичным, но редко встречающимся видам были причислены микромицеты рода *Helminthosporium spp.*: *Drechslera teres* и *Drechslera graminea* (10,5–10,6 %). К этой же группе был причислен вид *F. sporotrichioides* (17,6 %). Случайным по частоте встречаемости в ризоплане ячменя был признан микромицет *F. redolens* (7,7 %). Виды *F. verticillioides* и *F. tricinctum* не определялись в данном почвенном районе.

В патогенном комплексе возбудителей корневых гнилей Присурского почвенного района преобладали микромицеты *Fusarium oxysporum* и *F. heterosporum*. Вид *B. sorokiniana*, со средней пространственной частотой встречаемости равной 57,6 %, был квалифицирован как часто встречающийся. К редким, но типичным видам отнесены грибы *Drechslera teres* и *Drechslera graminea*, а к случайным – *F. sporotrichioides*. Виды *F. redolens* и *F. verticillioides* не определялись.

Таким образом, по результатам микологического анализа были сделаны следующие выводы:

– пространственная частота встречаемости различных видов грибов варьировала в зависимости от типа почвы;

– в ризоплане ячменя в целом по почвенным районам доминировал вид *B.sorokiniana*;

– патогенный комплекс возбудителей корневых гнилей представлен видами рода *Helminthosporium spp.* и *Fusarium spp.* Ведущее положение из них занимал микромицет *B. sorokiniana*, поэтому названный патогенный комплекс отнесен нами к гельминтоспориозно-фузариозному типу.

### **3.4. Патогенность и фитотоксичность возбудителей корневых гнилей яровых зерновых культур**

Основой паразитического способа питания грибов – возбудителей корневых гнилей – является способность осуществлять заражение своего хозяина, преодолевать его сопротивление, использовать его для питания и размножения. Различия в агрессивности проявляются в количестве инфекционного начала и продолжительности периода заражения. С.М. Тупеневич (1948), В.А. Чулкина (1985), Л.Ф. Ашмарина (2005) и многие другие исследователи показали, что патогенность гриба может изменяться в зависимости от географического происхождения штамма. В этой связи нами были изучены патогенные свойства у отдельных штаммов широко распространенных и редко встречающихся видов рода *Fusarium* и вида *B.sorokiniana*.

Известно, что штаммы видов *Fusarium spp.* обладают межвидовой и внутривидовой изменчивостью, что в значительной степени определяет патогенез данной группы грибов. С этой целью были изучены патогенные и фитотоксичные свойства микромицета *B. sorokiniana*, широко распространенных (*F. heterosporum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*) и редко встречающихся (*F.redolens*, *F.*

*verticillioides*, *F. tricinctum*) видов грибов из рода *Fusarium spp.* Материалом для исследований служили образцы растений яровой пшеницы, ячменя и овса, собранные в различных почвенных районах. Все анализируемые образцы растений (фаза колошения) имели признаки поражения листовыми пятнистостями и корневыми гнилями. В результате было установлено, что все штаммы по-разному влияли на развитие органов проростка и обладали неодинаковой патогенностью. Одни из них сильно угнетали проростки, другие подобного действия не оказывали. Штаммы возбудителя *B. sorokiniana* были токсичны, угнетение развития coleoptиле достигало 95,6 – 96,2 %, а корней 87,3 – 89,8 %, но различались по своей патогенности. Так, штамм 4к/4 хоть и ингибировал длину coleoptиле и корней на 2,4 и 6,3 % но был непатогенным, тогда как штамм 4к/5, уменьшая длину coleoptиле и корня на 86,8 и 84,9 %, оказался патогенным (таблица 6). Было также выявлено, что культуральный фильтрат *B. sorokiniana* 2к/5 тормозил рост coleoptиле и корней теста-объекта, что, вероятно, связано с выделением токсинов, а не стимулирующих веществ. Проростки под влиянием патогенных штаммов были сильно угнетены, снижалась их ростовая активность и большая часть их погибла, а зараженные семена имели низкую лабораторную всхожесть. Из всех проанализированных органов, зараженных фильтратом гриба *B. sorokiniana*, сильнее поражались корни.

Из 6 проверенных штаммов *Fusarium spp.* наиболее токсичными оказались 5, которые действовали отрицательно на рост и развитие органов проростка культуры. Это штаммы видов *F. heterosporum*, *F. sporotrichioides* *F. oxysporum* *F. verticillioides*, *F. tricinctum*. Для широко распространенных штаммов видов *F. heterosporum*, *F. sporotrichioides* и *F. oxysporum* характерна специализация к широкому кругу хозяев: пшеница, ячмень, овес. Штаммы этих патогенов были токсичными по отношению к проросткам тест-культуры.

Характер проявления патогенных свойства у штаммов распространенных видов был неоднозначным, что свидетельствует об их сильной внутривидовой изменчивости по изучаемому признаку. Умеренно токсичными, не оказывающими сильного действия на органы проростка, были штаммы *F. redolens*, и

*F.heterosporum* 3л/2. Вследствие этого, все исследованные штаммы по-разному влияли на развитие органов проростка, однако при изучении патогенности полной гибели проростков не наблюдалось.

Таблица 6 – Патогенность и фитотоксичность штаммов возбудителей корневых гнилей (2009, 2011–2012 гг., почвенные районы Республики Мордовия)

Шифр изолятов	Культура	Всхожесть, %	Длина coleoptиле, мм	Длина корней, мм	Патогенность	Всхожесть, %	Длина coleoptиле, мм	Длина корней, мм	Токсичность
<i>Bipolaris sorokiniana</i>									
4к/4	Пшеница	100	97,6	93,7	НП	86,6	4,4	12,7	Т
2к/5	Пшеница	31,2	13,2	15,1	П	82,3	3,8	10,2	Т
<i>F. heterosporum</i>									
1к/3	Пшеница	100	95,3	78,4	НП	96,7	28,4	25,4	Т
1к/11	Пшеница	34,4	22,4	24,1	П	42,9	23,6	17,8	Т
2к/2	Ячмень	100	95,0	87,4	НП	90,0	28,7	22,1	Т
2к/3	Ячмень	100	48,7	34,6	УП	95,0	6,9	11,8	Т
3к/2	Ячмень	100	94,8	75,3	НП	93,3	19,2	15,4	Т
3к/1	Ячмень	30,3	21,5	24,6	П	-	-	-	-
3л/1	Ячмень	100	88,6	93,8	НП	88,7	18,4	21,3	Т
3л/2	Ячмень	56,3	48,5	37,3	УП	90,3	39,6	42,5	УТ
<i>F. oxysporum</i>									
2к/4	Ячмень	69,0	66,3	57,3	СП	91,2	23,3	17,1	Т
5к/1	Ячмень	100	98,9	96,8	НП	88,3	19,5	11,7	Т
7к/1	Ячмень	45,0	45,1	44,9	УП	90,4	10,3	14,0	Т
7л/1	Ячмень	27,1	18,5	11,8	П	31,6	5,7	3,3	Т
<i>F. sporotrichioides</i>									
6л/5	Пшеница	25,1	8,7	6,2	П	56,9	12,3	8,1	Т
<i>F. redolens</i>									
4к/1	Ячмень	63,6	78,4	80,1	НП	98,1	27,9	48,2	УТ
<i>F. verticillioides</i>									
1к/1	Овес	100	96,8	91,0	НП	100	27,6	24,2	Т
<i>F. tricinctum</i>									
1к/7	Овес	69,6	74,3	73,2	НП	30	1,7	3,2	Т

При поражении проростков и корней патогенными видами явление токсичности проявлялось в большей степени по отношению к корням пшеницы. При этом наблюдалось побурение и потемнение coleoptиле и корешков. При поражении среднепатогенными штаммами корешки у проростка были нормально развиты, наблюдалось лишь небольшое побурение в виде точек и штрихов на отдель-

ных участках корня. Здесь снова, не проявив патогенных свойств, указанные штаммы оказались гораздо фитотоксичнее сильнопатогенных видов.

Штаммы редко встречающихся видов грибов (*F.verticillioides*, *F.tricinctum*) обладали токсичностью к проросткам тест-культуры, ингибируя рост coleoptиле на 72,4 и 98,3%; корней на 75,8 и 96,8 %, они оказались непатогенными, поскольку ингибирование роста корня не превышало 9,0 и 26,8 %.

Таким образом, природная популяция грибов *B. sorokiniana* и видов рода *Fusarium* характеризовалась присутствием видов и штаммов, разнообразных по своим физиологическим свойствам, патогенности, токсичности, что доказывает их участие в патогенезе корневых гнилей.

### 3.5. Источники инфекции

#### 3.5.1. Оценка роли семенной инфекции в этиологии корневых гнилей

Путей распространения инфекций и заражения культурных растений множество. Один из способов инвазии патогенов в агрофитоценоз – поступление возбудителей с посевным материалом. Семена по химическому составу являются полноценной питательной средой для развития разнообразных микроорганизмов, поэтому свободного от микрофлоры семенного материала не существует. С семенами передается более 30 % всех возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Семенная инфекция усиливает проявление болезней, возбудители которых могут сохраняться в почве и на растительных остатках.

Семена служат одним из источников распространения корневых гнилей (Степановских А.С., 1990; Абеленцев В.И. и др., 2003). Ежегодное возобновление их зависит от сохранения и накопления заразного начала возбудителя. Количество его обуславливается наличием пораженных растений, выживаемостью патогенов на растительных остатках, в почве, а также возможностью передачи ее с семенами.

В естественных фитоценозах передача возбудителя инфекции через семена такая же, что и через растительные остатки растений, которые попадают в почву или на ее поверхность. В этой среде патоген не может долго существовать и постепенно отмирает. Подобное происходит и при хранении семян. Но при их повышенной влажности и благоприятной температуре может начаться размножение возбудителя и на семенах. Такая ситуация чаще всего носит временный характер и, в большинстве случаев, свойственна семенам, пробуждающимся к прорастанию. Это поведение патогена рассматривается как подготовка к паразитированию на вегетативных органах растения-хозяина (Билай В.И., 1977).

Семена могут быть передатчиком инфекции в основном у грибов *B. sorokiniana*, *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* Это не герминтативный процесс, то есть возбудители болезней не передаются от поколения к поколению (Коршунова А.Ф. и др., 1976). Заражение семян бывает поверхностным и глубинным.

Роль инфекции в возобновлении развития корневых гнилей различна и зависит она от месторасположения региона. Так, в Восточной Сибири поражение семян пшеницы грибами *B. sorokiniana* и *Fusarium spp.* колеблется от 5 до 25 %, а в отдельные годы и выше. При посеве такими семенами заболевания корневыми гнилями проявляются интенсивнее (Ветров Ю.Ф., 1970).

На заражение семян возбудителями корневых гнилей решающее влияние оказывают температура и относительная влажность воздуха в период созревания хлебных злаков. Так, в исследованиях В.А. Чулкиной (1973), проведенных в условиях Западной Сибири, отмечается, что чаще всего зерно хлебных злаков заражается возбудителями корневых гнилей в увлажненных зонах тайги, подтайги, предгорьях, северной лесостепи, а также в районах Приобья и Прииртышья. В южной лесостепи и степи формируется практически здоровое зерно или слабо зараженное (до 1 – 3 %).

Зараженность семян яровой пшеницы возбудителями корневых гнилей, как правило, коррелирует с пораженностью растений в полевых условиях. По данным В. А. Чулкиной и соавт. (2001), между поражением проростков фитопатогенами в

лабораторных и полевых условиях существует прямая тесная зависимость ( $r = 0,91 - 0,97$ ).

Исследования, проведенные в лесостепной зоне Западной Сибири, В.И. Коробовой и Е.Ю. Тороповой (1989) подтвердили тот факт, что вредоносность от возбудителей корневых гнилей яровой пшеницы в значительной мере определяется фитосанитарным состоянием посевного материала. По их мнению, семенная инфекция возбудителя *B.sorokiniana* приводит к появлению нежизнеспособных и ослабленных проростков, что бывает обычно вызвано нарушением основных физиологических функций развивающегося растения.

В Восточной Сибири поражение семян пшеницы этими грибами колеблется от 5 до 25 %, а в отдельные годы и более. Согласно результатам исследований А.Т. Троповой (1953), Т.В. Семьиной (2003) наиболее интенсивно зерно поражается в период цветения и молочной спелости во влажную погоду.

В. И. Таланов (2003) в своих исследованиях установил, что в Республике Татарстан преобладающим видом семенной инфекции из специфичных возбудителей корневых гнилей были *Alternaria spp.* и *B. sorokiniana*.

В Оренбургской, Челябинской, Курганской областях, а также в Республике Башкортостан семена, как правило, слабо поражаются возбудителем *B.sorokiniana*. Более частая передача этого возбудителя (3 – 38 %) и видов рода *Fusarium spp.* (4 – 22 %) с семенами отмечалась лишь при ГТК 1,0 – 1,5 и температуре воздуха 14,9 – 18,6 °С. (Лухменев В.П., 1974). Роль семян, как источника передачи инфекции корневых гнилей в этих зонах возрастала в 2,3 – 2,5 раза при попадании хлебов в валках под дождь и в 1,7 – 3,4 раза – при монокультуре пшеницы и ячменя по сравнению с кукурузой и озимой рожью.

В засушливых районах Поволжья семена, как фактор передачи инфекции корневых гнилей, не имеют существенного значения (Пахомова И.С., 1965).

Видовой состав возбудителей семян непостоянен и сильно варьирует в зависимости от климатических условий и сортовых особенностей возделываемых культур. Так, по результатам Т.В. Семьиной (2003) в видовом составе возбудителей, поражающих семена и всходы ячменя, первенствовали грибы *B.*

*sorokiniana*, *Alternaria tenuis*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* При этом до 92 % партий семян содержали инфекцию *B.sorokiniana*, до 80 % – *Alternaria tenuis* и до 20 % – *Penicillium spp.* Встречаемость грибов *Fusarium spp.* не превышала 10 %.

Сегодня практически нет незараженных семян: при разных погодных условиях в период вегетации их поражается до 70 %. На ячмене преобладают гриб *B.sorokiniana*, виды родов *Alternaria* и *Fusarium spp.* Во влажные годы, как правило, распространенность этих патогенов значительно увеличивается.

Пораженность семян ячменя конидиями *B.sorokiniana* может достигать 47,6%, видами рода *Alternaria spp.* – 51,7 и *Fusarium spp.* – до 15,0 %.

В исследованиях В.И. Долженко с соавт. (2001) установлено, что пораженность семян различных сортов яровой пшеницы находится в пределах 47,5 – 62,3 %, из них видами рода *Fusarium spp.* – 23,0– 37,5 %, *Alternaria spp.* – 10,0 – 34,4 %.

В Республике Марий Эл при поражении зерновых культур корневой гнилью, существенные потери от нее наблюдаются при возделывании ячменя и яровой пшеницы, зараженность которых, составляла от 23 до 67 % (Марьин Г.С., 2007).

Таким образом, существенная роль семенной инфекции в возобновлении корневых гнилей очевидна, и в разных зонах она различна. При этом одни авторы утверждают, что в засушливых районах семена как источник корневых гнилей не играют серьезной роли, по мнению других исследователей в районах недостаточного увлажнения они вызывают сильное развитие корневых гнилей.

На территории Республики Мордовия ежегодно происходит значительное поражение растений зерновых культур корневыми гнилями, а также заражение семенного материала их возбудителями. Нарастание этой инфекции связано с высокой насыщенностью зерносеющих районов зерновыми культурами, низким качеством посевного материала, снижением супрессивности почв из-за недостаточного внесения органики и неустойчивостью температурно-влажностного режима.

Микромицеты, заселяющие колос и зерно яровой пшеницы и ячменя, обычно не отличались богатым разнообразием и были представлены преимущест-

венно мелкоспоровыми видами *Alternaria spp.* и *Cladosporium spp.*, а также (с относительно невысокой частотой встречаемости) типичными почвообитающими грибами из родов *Acremonium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Trichoderma spp.*, *B. sorokiniana*.

Фитозэкспертиза семян, ежегодно проводимая ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Мордовия, показала, что практически во всех районах семена заражены различными возбудителями корневых гнилей. Однако присутствие на семенах зерновых культур микроорганизмов не всегда однозначно свидетельствует о снижении посевных качеств, так как не все грибы одинаково патогенны (Гешеле Э.Э., 1978; Горленко М.В., 1970). Так, грибы рода *Cladosporium* – микромицеты, имеющие широкие экологические ниши в филосфере злаков занимают доминирующее положение. Они толерантны к абиотическим и биотическим факторам, многие из них принадлежат к сапротрофным видам, приносящим растениям определенную пользу, и являются мощными конкурентами по отношению к другим микромицетам.

Значительная доля в патогенном комплексе семенной инфекции во все годы исследований во всех изучаемых вариантах приходилась на грибы рода *Alternaria spp.* На зерне они встречались повсеместно и с высокой частотой. По данным С.Ф. Буга (2005), в случае раннего поражения колоса ячменя альтернариевые грибы могут вызвать щуплость зерна и снижение его массы на 38 %. Вредоносность альтернариоза заключается также в плесневении семян, уменьшении фотосинтетической поверхности листьев и урожая (Ганнибал Ф.Б., 2010). Ряд авторов (Гагкаева Т.Ю., Дмитриев А.П., Павлюшин В.А., 2012) указывают на то, что инфицирование зерна видами *Alternaria spp.* в норме не сопровождается проявлением каких-либо симптомов.

Альтернариевые грибы на зерновых культурах, как правило, не заселяют сосуды и корни растения и не нарушают подачу воды и питательных веществ. В наших исследованиях, в микобиоте зерна род *Alternaria spp.* в основном был представлен комплексом видов *A. infectoria*, *A. tenuissima* и *A. alternata*. Для большинства штаммов вида *A. infectoria* свойственно полное или почти полное отсут-

ствие токсикогенности и низкая патогенность (Ганнибал Ф.Б., 2008). Однако виды *A. tenuissima* и *A. alternata* способны к продуцированию некоторых токсичных метаболитов – альтернариола, монометилового эфира альтернариола, тенуазоновой кислоты. Токсичность альтернариотоксинов может быть высокой также из-за более высокой частоты встречаемости (Гагкаева Т.Ю. и др., 2010). Однако, по мнению С.М. Тупеневича, виды рода *Alternaria spp.* лишь сопутствуют главным возбудителям корневой гнили зерновых культур, но в патогенезе самостоятельной роли не играют. Т.Ю. Гагкаева и соавт. (2012) установили, что при посеве альтернариозных семян в почву не наблюдается снижения их всхожести, а число продуктивных колосьев и пораженность растений корневой гнилью остаются на уровне контроля.

Существенная заспоренность зерна грибами родов *Fusarium* (Гагкаева Т.Ю. и др., 2009) и *Alternaria* (Ганнибал Ф.Б., 2008) во многих регионах России усиливает актуальность проблемы микотоксинов для зернопроизводящих регионов страны, а также необходимость контроля качества зернового сырья, идущего на изготовление продуктов питания и кормов, совершенствования профилактики микотоксинов. При прорастании инфицированных семян фузариевые гнили вызывают серьезные деструктивные изменения, проявляющиеся в уродливости, деформации и искривлении ростков и корешков (Марченкова Л.А., 2006). Растения пшеницы, выросшие из инфицированных фузариевыми грибами семян, в значительной степени поражаются корневой гнилью. У них уменьшаются число зерен в колосе, масса и продуктивность зерна (Шипилова Н.П., 1994).

Кроме фитопатогенных грибов огромный ущерб семенному материалу причиняют сапротрофные плесневые грибы из рода *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Cladosporium* и др., являющиеся представителями поверхностной микрофлоры семян. Зараженность ими стабильна и практически не зависит от погодных условий в период вегетации (Семынина Т.В., 2012).

Грибы родов *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, как правило, неспособны заражать зерно в поле. При попадании на зерно в период уборки и хранения, они начинают развиваться в нем при влажности более 12 – 14 %. Изначально качест-

венное зерно, хранящееся при неблагоприятных условиях (повышенная влажность, примесь насекомых), становится субстратом для развития «плесени хранения». В результате виды родов *Penicillium* и *Aspergillus* могут проникнуть в зародыш и существенным образом снизить всхожесть семян. Однако в дальнейшем они не вызывают заболевание корневой гнилью растений (Гагкаева Т.Ю. и др., 2012).

Наибольшую опасность представляет часто присутствующий в микобиоте семян вид *B.sorokiniana*. В наших исследованиях его доля в патогенном комплексе возбудителей корневых гнилей была максимальной – в среднем за 10 лет исследований на яровой пшенице она составила 38,7 % (рисунок 19, приложение 11), на ячмене – 47,8 % (рисунок 20, приложение 12), на овсе – 45,7 % (рисунок 21, приложение 13). Видовой состав возбудителей и степень инфицированности посевного материала заметно изменялись по годам и культурам. В среднем за 10 лет общая зараженность семян яровой пшеницы составила 36,9 %, ячменя – 48,1; овса – 26,5 %. (таблица 7). При этом зерно преимущественно поражалось грибами *B. sorokiniana*, видами рода *Alternaria spp.*, плесневыми грибами и в меньшей степени – видами рода *Fusarium spp.*

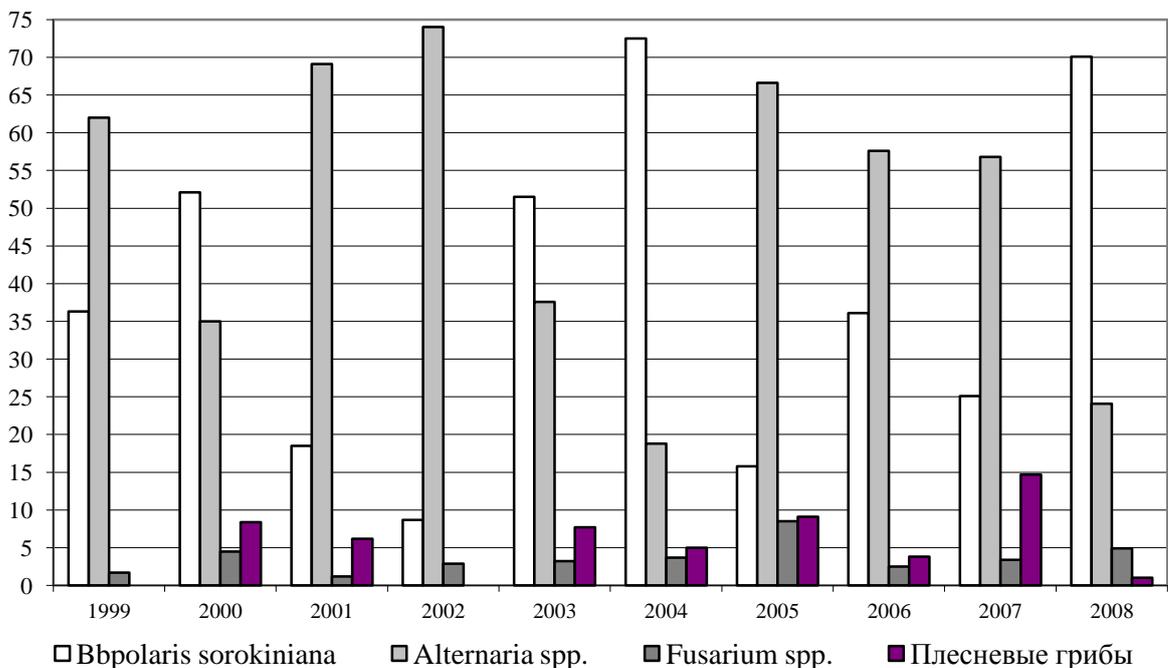


Рисунок 19 – Доля поражения семян яровой пшеницы фитопатогенами, %

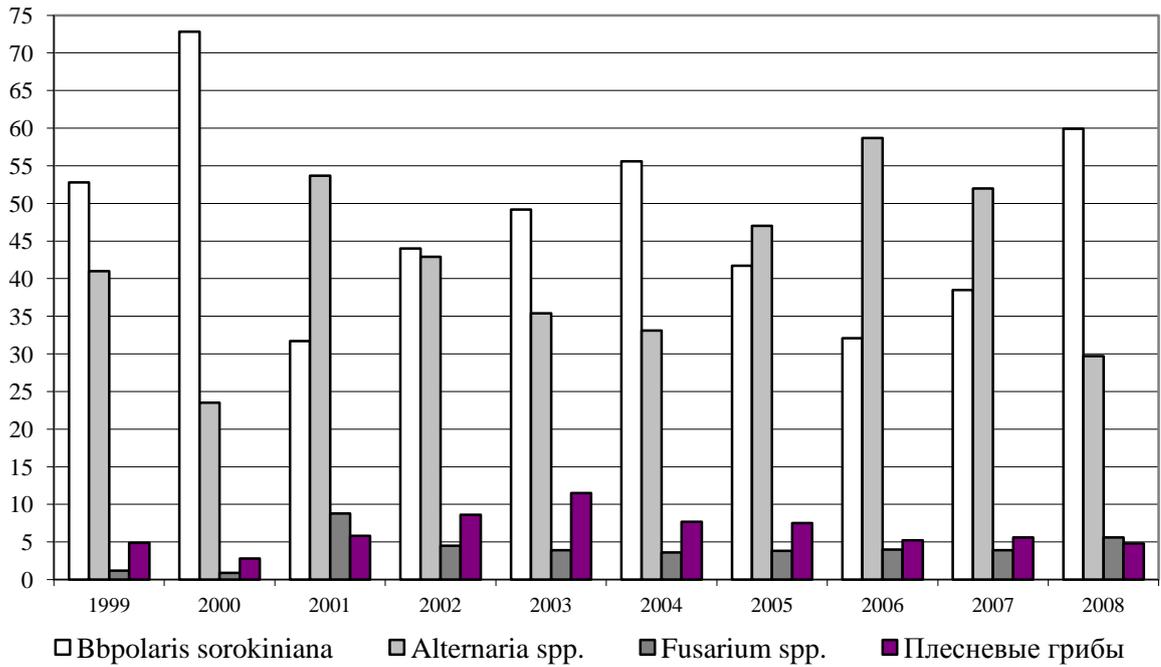


Рисунок 20 – Доля поражения семян ярового ячменя фитопатогенами, %

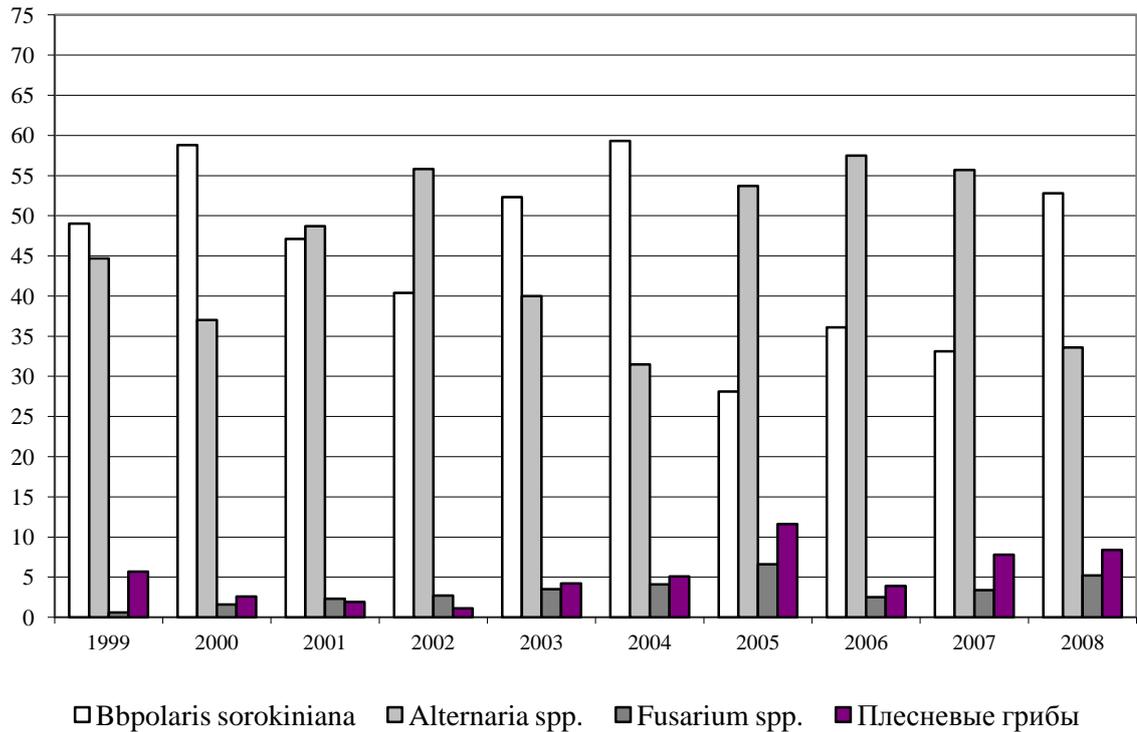


Рисунок 21 – Доля поражения семян овса фитопатогенами, %.

Активнее всего рассматриваемый процесс шел во влажные годы, когда сочетание благоприятной для патогена температуры в период налива зерна

(17 – 20 °С) и высокой относительной влажности воздуха (75 %) обеспечивало максимальное заражение семян указанными инфекциями.

В более увлажненные 2000, 2003, 2005 гг. в конце вегетации создавались благоприятные условия для инфицирования колосьев, и зараженность семян возрастала многократно по сравнению с засушливыми годами, превышая порог вредоносности в несколько раз и требуя, соответственно, применения химических протравителей. Зараженность семян ячменя была выше, чем яровой пшеницы, что связано с различиями в восприимчивости этих культур к патогену (Чулкина В.А., 1985).

Таблица 7 – Результаты фитоэкспертизы семян яровых зерновых культур, % (2001 – 2009 гг., ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Мордовия)

Культура	Зараженность семян микроорганизмами				
	общая	в том числе			
		<i>B.sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	Плесневые грибы
Яровая пшеница	36,9	12,1	20,9	1,3	2,6
Ячмень	48,1	20,7	22,6	1,4	3,4
Овес	26,5	7,6	14,8	1,3	2,8
Среднее по яровым зерновым	37,2	13,4	19,4	1,3	2,9

Полученные данные свидетельствуют также о значительной устойчивости семян овса к поражению возбудителями корневых гнилей. В среднем за годы исследований общая зараженность его была ниже яровой пшеницы и ячменя в 1,4 и 1,8 раза.

Предпосылки для получения здорового посевного материала создаются тогда, когда погодные условия июля – первой половины августа относительно сухие. В увлажненные годы зараженность семян этими патогенами может превосходить порог вредоносности, что делает обязательным использование протравителей, специфичных для его подавления. Максимальное заражение семян яровой пшеницы и ячменя отмечалось при ГТК 1,0 – 1,5 и средней температуре воздуха 15 – 16 °С. Семена ячменя, практически свободные от видов *Fusarium spp.* формировались при ГТК

0,8 – 0,9. Повсеместно почти половина всех семян яровой пшеницы и ячменя поражались видами *Alternaria spp.*

Заражая семена, мицелий *B. sorokiniana* может проникать в плодовую и семенную оболочку, и даже зародыш, вызывая проявление болезни «черный зародыш». В большинстве районов республики наблюдалось повышенное заражение зерна черным зародышем, возбудителем которого служат возбудители *B. sorokiniana* и виды рода *Alternaria spp.*

Грибница микромицетов из рода *Fusarium spp* концентрируется в основном в оболочке зародышевой желобковой части (Билай В.И., 1977). Поэтому заражение проростка зависит от степени инфицированности семян.

Наши исследования показали, что при увеличении зараженности семян с 11,2 до 46,3 % погибало от 3 до 20штук проростков из 100, а у оставшихся проросших семян заболеваемость проростка увеличивалась в 2,4 раза (таблица 8).

Таблица 8 – Влияние инфицированности семян яровой пшеницы сорта Самсар на рост и развитие проростка (2007-200 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Степень инфицированности семян	Зараженность семян, %	Число погибших проростков, шт.	Развитие болезни, %		Среднее число корешков, шт.	Длина, см			Всхожесть, %
			проростков, %	колеоптиле, шт.		зародышевых корешков		колеоптиле	
						главного	придаточного		
Здоровые семена (контроль)	–	–	–	–	6,8	6,5	5,0	4,8	87,3
Слабая	11,2	3,0	18,1	5,3	5,5	6,0	4,2	4,1	80,2
Средняя	18,6	14,0	22,3	8,1	4,8	5,7	3,1	3,0	75,1
Сильная	46,3	20,0	44,1	12,3	4,0	4,8	2,5	1,9	68,5
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	1,1	3,0	11,1	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	11,0
Fт=3,86	Fф=303		Fф=25,4	Fф=473	Fф=19,3	Fф=6,9	Fф=15,8	Fф=39,5	Fф=534

При прорастании инфицированных семян сначала поражались зародышевые корешки. На 7-й день прорастания главный корень был заражен почти по всей длине, а развитие болезни проростка составляло 44,1 %. Колеоптиле поражалось позд-

нее зародышевых корешков, и поэтому на седьмой день учета показатель развития болезни его был меньше в 3,6 раза.

Зародышевые органы проростков при посеве инфицированных семян развивались медленнее. На инфицированном фоне уменьшалось число зародышевых корешков, длина главного и придаточных корешков, а также длина coleoptиле.

Заражение семян яровой пшеницы возбудителями корневых гнилей приводило к потере их всхожести и развитию заболевания всходов. Слабоинфицированные семена ухудшали всхожесть на 7,1 %, а средние и сильноинфицированные – на 12,2 – 18,8 % . Полевая всхожесть таких семян снижалась еще в большей мере, чем лабораторная и чем выше была степень заражения семян, тем меньше становилась их полевая всхожесть.

Это явилось одной из причин изреженности посевов, так как при прорастании инфицированных семян в первую очередь болезнью поражались первичные корни, что приводило к ухудшению влагообеспеченности растений и, нередко, к их гибели. Как выяснилось позже, гибель всходов и поражение корневой системы преобладали над степенью поражения вегетативных органов в 1,3 – 1,6 раза. Индекс развития болезни был тем выше, чем в большей степени семена заражались патогенами (таблица 9).

Таблица 9– Влияние степени инфицированности семян на всхожесть, развитие болезни и урожайность зерна яровой пшеницы сорта Самсар (2007- 2009 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Инфицированность семян	Полевая всхожесть, %	Развитие болезни, %	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Масса зерна в колосе, г	Урожайность, т/га
Здоровые (контроль)	77,3	7,0	442	0,94	4,1
Слабая	70,8	13,3	437	0,93	4,0
Средняя	67,1	21,0	420	0,85	3,4
Сильная	60,2	33,1	348	0,80	2,7
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	6,9	4,1	10,1	0,08	0,8
F <sub>T</sub> =2,90	F <sub>φ</sub> =11,5	F <sub>φ</sub> =73,3	F <sub>φ</sub> =176	F <sub>φ</sub> =6,2	F <sub>φ</sub> =5,1

Поражение последующих вегетативных органов (эпикотилия, стебля, узла кущения, вторичных корней) могло происходить при непосредственном контакте их с больными зародышевыми корешками, колеоптиле, конидиями. Кроме того, посев инфицированными семенами способствовал созданию дополнительных очагов возбудителя в почве, поскольку инфекционная структура гриба вместе с семенами равномерно разносилась по всему полю.

Ингибирование ростовых процессов в посевах яровой пшеницы прослеживалось и в период вегетации. В изреженных посевах возрастала общая кустистость за счет большей площади питания и освещенности, что приводило к увеличению доли вегетативных органов. Но при этом уменьшались продуктивная кустистость, крупность и масса зерна.

Недобор зерна зависел преимущественно от снижения густоты продуктивного стеблестоя и выполненности зерновок. Самая высокая урожайность яровой пшеницы формировалась при посеве здоровыми семенами. В случае семян со средней степенью инфицированности недобор составил 17,1 %, а сильной – 34,1 %. Практически не отмечалось ухудшения урожайности при посеве слабоинфицированными семенами (2,4 %).

Степень инфицированности семян оказывала определенное влияние и на зараженность зерна нового урожая. При этом степень воздействия менялась по годам. Так, в увлажненном 2008 г., когда в летний период с мая по июнь выпало 159 – 182 мм осадков, а ГТК составил 1,23 – 1,59, зараженность полученных семян нового урожая при сильной и средней степени инфицированности превышала порог вредоносности и была равна соответственно 25,6 и 36,8 %, (таблица 10). В засушливых условиях 2009 г., при слабой и средней степени инфицированности семян, зараженность зерна нового урожая возбудителем корневых гнилей была ниже порога вредоносности.

Таким образом, в увлажненные годы роль инфицированности семян в зараженности зерна нового урожая предельно высока. В засушливые годы урожай-

ность остается ниже порога вредоносности при слабом и среднеинфицированном состоянии исходного семенного материала.

Таблица 10 – Влияние степени инфицированности семян на зараженность зерна нового урожая (2007- 2009 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Степень инфицированности семян	Зараженность, %			Среднее по годам
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	
Здоровые семена (контроль)	8,8	10,3	0	6,4
Слабая	12,6	11,6	1,2	8,5
Средняя	28,4	25,6	5,3	19,8
Сильная	33,2	36,8	13,2	27,7
<i>HCP<sub>05</sub></i>	4,5	5,1	3,3	4,3
$F_T=2,90$	$F_f=625$	$F_f=1311$	$F_f=358$	$F_f=980$

Исходя из результатов анализа, можно сделать вывод о том, что в условиях Республики Мордовия семенная инфекция яровой пшеницы в большей мере представлена возбудителями *B. sorokiniana* и видами рода *Alternaria spp.*, которые в совокупности могут вызвать заболевание «черный зародыш». С увеличением инфицированности семян яровой пшеницы уменьшается длина проростка, корешков, coleoptиле, увеличиваются индекс развития болезни и гибель проростков. При снижении инфекционной нагрузки на семена повышаются продуктивная кустистость, крупность семян и, как следствие, урожайность яровой пшеницы.

В Республике Мордовия, расположенной в южной части лесостепной полосы Нечерноземной зоны России, интенсивность развития корневых гнилей яровой пшеницы зависит от наличия возбудителей болезней в посевном материале. Сложившаяся ситуация требует дифференцированного подхода к применению протравителей с учетом вида возбудителя и степени инфицированности семян.

### 3.5.2. Распространенность и вредоносность черного зародыша

Увеличение производства зерновых привело к заметному повышению распространенности и вредоносности корневых гнилей. Ежегодно они причиняют

значительный ущерб зерновым культурам, не только снижая урожай, но и ухудшая его качество. Наиболее опасными для Республики Мордовия, расположенной в южной части Нечерноземной зоны России, является черный зародыш – одна из форм проявления корневых гнилей на зерне. Возбудителем черного зародыша служат микромицет *B.sorokiniana* и виды рода *Alternaria spp.*

Как показали многолетние наблюдения, ежегодное заражение семян яровой пшеницы черным зародышем охватывает все виды и сорта. Развитие болезни составляет по годам от 10 до 35 % и превышает экономический порог вредности в несколько раз. Симптомы поражения проявляются в виде пятен с темно-оливковым или черноватым налетом на колосковых чешуях и зерне, а также потемнения зерна в зоне зародыша. Возбудитель черного зародыша способен сохраняться на семенах и передаваться с ними из года в год (Чулкина В.А., 1970).

С целью установления ареала распространения черного зародыша в условиях юга Нечерноземной зоны нами, в период с 2005 по 2009 г., были проанализированы семена районированных сортов яровой пшеницы, выращиваемые в различных почвенных районах.

Макроскопический анализ семян (наружный осмотр) показал, что черный зародыш поражает яровую пшеницу повсеместно. Встречались факты, когда болезнь внешне не проявлялась, но в скрытой форме обнаруживалась в 30 % обследованных партий семян (2009 г.). Макроскопический анализ позволил также определить распространенность и развитие черного зародыша за исследуемые годы. Результаты оценки 114 партий зерна за 5 лет свидетельствуют, что распространенность его в среднем составила 30,0 %, а развитие – 9,4 %. Это значительно превышало порог вредности (5 %), подтверждая высокую вредность данного вида заболевания (таблица 11).

Сопоставление показателей распространенности черного зародыша с метеорологическими условиями в период колошение – начало формирования зерна обнаруживает их четкую взаимосвязь. Среди них решающую роль играли атмосферные осадки и относительная влажность воздуха. Так, в 2009 г. осадков, начиная с фазы колошения, выпало крайне мало (9 мм), а относительная влажность воздуха достига-

ла всего 46 %, что не способствовало заселению и заражению семян возбудителями. Поэтому поражение семян в открытом колосе было несущественным. В 2005 – 2008 гг. высокая зараженность была вызвана значительным количеством выпавших осадков и относительной влажностью воздуха (66 – 78 % в период колошение – начало формирования зерна).

Таблица 11 – Влияние относительной влажности воздуха на зараженность семян яровой пшеницы черным зародышем, % (2005 – 2009 гг., почвенные районы Республики Мордовия)

Год	Число партий, шт.	Относительная влажность воздуха, %	Черный зародыш, %		Зараженность семян патогенами, %	
			распространенность	развитие	<i>Alternaria spp.</i>	<i>B. sorokiniana</i>
2005	20	78	36,8	14,4	22,4	14,4
2006	21	68	37,6	8,7	27,3	10,3
2007	25	72	38,6	12,2	25,5	13,1
2008	25	66	26,4	8,3	18,3	8,1
2009	23	46	10,6	3,6	10,6	1,7
<i>HCP<sub>05</sub></i>	—	—	1,3	1,9	3,1	3,0
F <sub>T</sub> =3,26	—	—	F <sub>φ</sub> =117	F <sub>φ</sub> =29,5	F <sub>φ</sub> =40,7	F <sub>φ</sub> =24,2

По результатам фитоэкспертизы был определен комплекс фитопатогенов, вызывающий заболевание черный зародыш, который был представлен видами *Alternaria spp.* и *B. sorokiniana*. Доминирующими видами оказались грибы рода *Alternaria spp.*, которые выделялись из каждого анализируемого образца. Зараженность ими варьировала от 10,6 до 27,3 %. Вид *B. sorokiniana* был выделен из 98 исследованных образцов. В 85 % случаях отмечалось совместное заражение семян данными возбудителями. Встречались партии зерна, в которых доля пораженных зерен достигала 50–60 %. Заселенность видами *Alternaria spp.* в среднем за 5 лет наблюдений превышала аналогичный показатель патогена *B. sorokiniana* в 2,2 раза.

Выделение в чистую культуру и последующая идентификация штаммов позволили установить, что доминирующим видом (более 80 %) в комплексе грибов рода

*Alternaria spp.* являются мелкоспоровые виды *A. tenuissima* и *A. alternata*. Большую опасность из них представляет *A. tenuissima*, способный к синтезу метаболитов, токсичных для человека и теплокровных животных (Ганнибал Ф.Б., 2007). Динамика численности патогенов родов *Alternaria spp.* и *B. sorokiniana* отличались по годам, так как они предпочитают разные условия для заражения, в связи с чем, их экологические ниши не вполне совпадают.

Из литературных данных известно, что виды рода *Alternaria spp.* хорошо адаптированы к передаче в наземно-воздушной среде и более прочно занимают экологическую нишу на семенах яровой пшеницы. Кроме того, данный род имеет возможность заражать семена в достаточно широком интервале температурного и влажностного режима. Для *B. sorokiniana* воздушная среда – дополнительный фактор передачи: к ней он менее адаптирован, чем к почве (основному фактору). Поэтому вид *B. sorokiniana* предъявляет более высокие требования к условиям замещения дополнительной экологической ниши на семенах.

В этой связи, во всех анализируемых образцах независимо от увлажнения, доминирующее положение во все годы исследований занимал гриб *Alternaria spp.* (10,6 – 27,3 %) в отличие от возбудителя *B. sorokiniana*, численность которого на семенах была нестабильна по годам (он имел преимущество лишь в более увлажненные годы). В засушливом 2009 г. зараженность семян микромицетом *B. sorokiniana* была незначительной по сравнению с предыдущими годами (1,7 %) и уровень развития черного зародыша был ниже (3,6 %).

На сегодняшний день мнения авторов по влиянию черного зародыша на посевные качества зерна разделились. Одни считают, что черный зародыш вызывает ухудшение посевных свойств семян (Мархасева В.А., 1952; Манжула Л.А., 1991; Торопова Е.Ю. и др., 2005; Кириченко А.А., 2008). Другие (Городилова Л.М., 1964; Коршунова А.Ф., 1972; Иващенко В.Г., 1981) отрицают это. При этом Л.М. Городилова (1964) также отмечала, что семена урожая последующих лет при достаточно высокой жизнеспособности (97 – 98 %) имеют низкую энергию прорастания и всхожесть.

В Республике Мордовия, как указывалось ранее, среди возбудителей заболевания по частоте встречаемости первенство занимает гриб *Alternaria spp.*, реже встречается *B. sorokiniana*. С целью определения параметров вредоносности и влияния возбудителей при разной степени проявления черного зародыша, нами была проведена оценка посевных качеств семян. При этом отмечалось, что при увеличении их зараженности происходило уменьшение всхожести на 16,4 %, а доля пораженных проростков повышалась в 4,1 раза (таблица 12).

Таблица 12 – Влияние степени инфицированности семян яровой пшеницы черным зародышем на всхожесть и зараженность проростков, % (2009 – 2011 гг., почвенные районы Республики Мордовия)

Степень инфицированности семян	Лабораторная всхожесть	Доля пораженных проростков	Зараженность проростков грибами	
			<i>B.sorokiniana</i>	<i>A. tenuissima</i> + <i>A. alternata</i>
Здоровые семена (контроль)	95,7	21,4	6,5	5,3
Умеренная	83,5	54,3	21,4	13,6
Сильная	79,3	88,7	35,7	16,8
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	1,3	1,4	4,9	3,7
F <sub>T</sub> =4,76	F <sub>φ</sub> =458	F <sub>φ</sub> =569	F <sub>φ</sub> = 90,3	F <sub>φ</sub> = 27,0

Микологический анализ пораженных проростков обнаружил их зараженность как возбудителем *B. sorokiniana*, так и видами рода *Alternaria spp.* Причем, зараженность грибом *B. sorokiniana* доминировала: проростки, из семян, пораженные этим возбудителем в сильной степени, превышали зараженность проростков из неинфицированных семян в 5,5 раза, а видами *Alternaria spp.* – в 3,2 раза. Снижение всхожести семян было вызвано, преимущественно, возбудителем *B.sorokiniana*. Коэффициент корреляции между всхожестью и зараженностью семян составил  $r = - 0,84$ . Зараженность внешне здоровых семян на 5,3 и 6,5 % свидетельствует о скрытой форме заболевания. Таким образом, несмотря на ведущее место в патогенном комплексе черного зародыша видов *Alternaria spp.*, наибольшей патогенностью и токсичностью обладает микромицет *B. sorokiniana*,

что выражается в увеличении доли пораженных проростков и снижении их всхожести.

### 3.5.3. Растительные остатки как основной источник инфекции

Ежегодное возобновление болезни зависит от сохранения и накопления различного начала возбудителей. Количество инфекции обуславливается наличием пораженных растений, выживаемостью патогенов на растительных остатках, в почве, а также возможностью передачи ее с семенным материалом (Коршунова А. Ф. и др., 1976).

Пожнивные остатки зараженных растений служат одним из основных источников инфекции для большинства патогенов. В них грибы сохраняются в форме мицелия и дают обильное конидиальное спороношение. Активный мицелий способен заражать корни растений в непосредственной близости от остатков, а иногда и на значительном расстоянии от них. Исследованиями Л.Л. Великанова и Е.П. Дурьиной (1984) было установлено, что заражение корней и проростков ячменя и пшеницы микромицетом *B. sorokiniana* возможно в почве на расстоянии 1,5 см от места внесения растительных остатков (семена или кусочки соломинок), предварительно инокулированных данным грибом.

На продолжительность сохранения мицелия влияют погодные условия и скорость минерализации растительных остатков. Так, вытеснение микромицета *B. sorokiniana* из сильнопораженных им растений другими грибами начинается еще в период вегетации. Затем, растительные остатки, попав в почву, подвергаются минерализации под воздействием сапротрофных микроорганизмов (Коршунова А. Ф., 1976).

Из литературы известно, что гриб *B. sorokiniana* может существовать на растительных остатках как сапротроф. В этом случае патоген обладает слабой конкурентной способностью и быстро вытесняется почвенными грибами и бактериями (Чумаков А. Е., 1946). Однако, по данным А.В.Маликовой (1969), В.А. Чулкиной (1985), гриб *B. sorokiniana* сохраняется на перезимовавших растительных остатках

в течение 2 – 3 лет, проявляя при этом устойчивость к чередующимся промораживаниям и оттаиваниям почвы. Таким образом, растительные остатки, по общему мнению исследователей, выступают основным источником инфекции.

С целью выявления продолжительности сохранения инфекции на растительных остатках яровой пшеницы в 2003 – 2006 гг. был проведен их биологический анализ осенью и весной. Исследования показали, что патоген *B. sorokiniana* на них присутствовал как осенью, так и весной после перезимовки во все годы исследований. Однако условия осенне-весеннего периода способствовали уменьшению инфекционного начала, что зависело от исходного уровня заражения растительных остатков осенью и осадков, выпавших в данный период (таблица 13).

Таблица 13– Изменение численности перезимовавших конидий *Bipolaris sorokiniana* на растительных остатках в почве за осенне-весенний период, % (2003– 2006 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Показатель	2003 – 2004 гг.	2004 – 2005 гг.	2005 – 2006 гг.
Количество осадков за осенне-весенний период (август – апрель), мм	414,7	294,2	230,7
Сумма активных температур за август – апрель °С	276,0	348,0	339,0
Растительные остатки, содержащие <i>B. sorokiniana</i> , %:			
осень	42,3	38,7	40,1
весна	5,8	12,6	16,0
$HCP_{05}$	3,0	3,3	3,0
F <sub>T</sub> = 9,28	F <sub>φ</sub> = 804	F <sub>φ</sub> = 349	F <sub>φ</sub> = 360

Так, в 2003 – 2004 гг. количество выпавших осадков превышало норму в 1,2 раза, в связи с чем, произошло уменьшение заразного начала в 7,3 раза. В то же время весной 2005 и 2006 гг. оно снизилось соответственно всего в 3,0 и в 2,5 раза. Отсюда следует, что при благоприятных условиях температуры и влажности, вызывающих бурное развитие сапротрофной микрофлоры, возбудитель гриба *B.sorokiniana* вытеснялся из растительных остатков наиболее интенсивно.

но. Наоборот, в 2004 – 2005 гг., когда количество выпавших осадков было ниже среднего многолетнего показателя соответственно на 14,8 и 33,2 %, вытеснение возбудителя происходило медленнее.

Таким образом, пораженные растительные остатки, имея высокий уровень заселенности возбудителем *B. sorokiniana*, в течение осенне-весеннего периода полностью не обеззараживались.

В силу того что сельскохозяйственные культуры поражаются возбудителями корневой гнили в различной степени, роль растительных остатков отдельных культур как источника инфекции также неодинакова. Проведенные нами исследования состава и частоты встречаемости возбудителей корневой гнили у пораженных растений зерновых культур показали, что пораженные стебли яровой пшеницы и ячменя заселялись в основном возбудителем *B. sorokiniana*. Частота встречаемости у них была соответственно 62,1 и 78,4 % (таблица 14). Из стеблей овса и озимой ржи с признаками корневой гнили выделялся грибок *Alternaria spp.*, пространственная частота встречаемости которого составляла 28,2 и 20,3 %, и в меньшей степени *Fusarium spp.* – 8,6 и 12,3 %.

Таблица 14 – Встречаемость возбудителей корневой гнили на растительных остатках осенью и весной, % (2011 – 2012 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Культура	Встречаемость патогенов, %					
	<i>B. sorokiniana</i>		<i>Fusarium spp.</i>		<i>Alternaria spp.</i>	
	осень	весна	осень	весна	осень	весна
Яровая пшеница	62,1	25,3	22,3	15,4	6,8	5,0
Ячмень	78,4	21,6	18,6	13,8	7,5	5,6
Овес	11,3	3,1	8,6	6,0	28,2	10,2
Озимая рожь	14,1	6,2	12,3	8,6	20,3	7,8
<i>HCP<sub>05</sub></i>	3,1	3,1	3,2	3,0	1,4	1,3

Из этого следует, что яровые зерновые культуры подвержены заболеванию корневой гнили в разной степени, имея разную частоту встречаемости возбудителя *B. sorokiniana*. Поэтому, роль растительных остатков как источника инфекции различна.

Весной 2011 – 2012 гг. с поверхности почвы были отобраны перезимовавшие растительные остатки различных яровых культур. Согласно результатам микологического анализа, заселенность растительных остатков этих культур всеми возбудителями уменьшилась. Однако частота встречаемости возбудителя *B.sorokiniana* оставалась высокой на яровой пшенице и ячмене и составила 25,3 и 21,6 % соответственно.

Все это дает нам основание полагать, что основным накопителем возбудителя *B. sorokiniana* в посевах сельскохозяйственных культур являются ячмень и яровая пшеница. Растительные остатки других зерновых культур как главный источник инфекции имеют меньшее значение.

Таким образом, растительные остатки яровой пшеницы и ячменя служат хорошим субстратом для развития и сохранения фитопатогена *B. sorokiniana* – основного возбудителя корневой гнили в посевах яровых зерновых культур Республики Мордовия.

#### **3.5.4. Роль почвы как фактора передачи инфекции**

В почве находится огромное количество различных микроорганизмов. Между ними существуют определенная связь и зависимость, позволяющая им выживать и поддерживать численность популяции на постоянном уровне. При возделывании хлебных злаков на полях в почве происходит постепенное накопление патогенов. Положение усугубляется высокой насыщенностью зерновыми культурами севооборотов и засоренностью полей сорняками. Поэтому выяснение природы взаимоотношений возбудителей корневых гнилей и почвенных микроорганизмов имеет большое значение для повышения урожайности зерновых культур.

Проведенные в течение 3 лет анализы почв показали, что в период вегетации насыщенность почв конидиями под посевами яровой пшеницы и ячменя увеличивалась в 2,4 и 2,2 раза, соответственно (таблица 15). При этом изменение их соотношения происходило в пользу увеличения жизнеспособных конидий к концу вегетации на 62,9 и 49,3%.

Эта разница способствовала увеличению и накоплению жизнеспособной инфекции *B.sorokiniana* под посевами ячменя и яровой пшеницы. Остающиеся в почве жизнеспособные конидии при повторном возделывании культур активно прорастали и были способны вызвать заражение растений, что обычно приводило к снижению урожая.

Таблица 15 – Изменение численности и жизнеспособности конидий возбудителя *B. sorokiniana* в ризосфере яровой пшеницы и ячменя за период вегетации, шт./г (2003 – 2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Период исследования	Среднее число конидий, штук в 1 г сухой почвы				
	Всего, шт. в том числе:	жизнеспособные конидии		нежизнеспособные конидии	
		шт.	%	шт.	%
До посева яровой пшеницы	41,2	3,4	8,3	37,8	91,7
После уборки яровой пшеницы	98,6	70,2	71,2	28,4	28,8
До посева ячменя	73,1	22,4	30,6	50,7	69,4
После уборки ячменя	158,4	126,6	79,9	31,8	20,1

Таким образом, зараженное зерно, пораженные растительные остатки, а также почва содержат инфекцию возбудителей корневых гнилей. Однако почвенная инфекция является основной, так как обуславливает все формы проявления корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур на территории Республики Мордовия и смежных с ней областей и республик.

## **ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ НА ОПТИМИЗАЦИЮ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ И ПОРАЖЕНИЕ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ**

Современные технологии возделывания яровых зерновых культур оказывают определенное влияние на фитосанитарное состояние посевов. С помощью отдельных элементов технологии можно избежать развития эпифитотий, либо снизить вредоносность болезни до экономически безопасного порога. Такие приемы, как правильный выбор предшественников, рациональный способ обработки почвы, внесение сбалансированных доз минеральных удобрений, оптимальные сроки посева и глубина заделки семян способны в значительной мере изменить структуру возбудителей патогенного комплекса корневых гнилей.

### **4.1. Роль предшественника как одного из факторов оптимизации фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы**

Севооборот является одним из основных способов регулирования и стабилизации фитосанитарного состояния почвы и посевов сельскохозяйственных культур. По многогранности воздействия на вредные биотические факторы он не уступает главному современному методу защиты – химическому. Правильный выбор предшественников гарантирует стабильность фитоэкологической ситуации агроценоза. Немаловажную роль играет оптимальное чередование в севообороте полевых культур и в борьбе с возбудителями корневых гнилей – одной из самых распространенных и вредоносных болезней яровых зерновых культур в условиях южной части Нечерноземной зоны России.

Взаимоотношения возбудителей с почвенными микроорганизмами разнообразны. Чаще всего они носят характер антагонизма, всю многоплановость которого можно свести к 2 основным типам взаимодействия: фунгицидному, когда анта-

гонист вызывает гибель других организмов, и фунгистатическому, когда антагонист создает неблагоприятные условия для жизнедеятельности других объектов, путем выделения антибиотических и других специфических веществ.

Грибы-антагонисты продуцируют антибиотики преимущественно с узким спектром действия. Антибиотические вещества, накапливаясь в почве, угнетают возбудителей болезней и ограничивают их распространение. Кроме того, поступая в растения, они предохраняют его от внедрения паразита, подавляют развитие уже проникшего мицелия, усиливают бактерицидность клеточного сока и повышают иммунологические свойства растений.

На активизацию почвенной микрофлоры значительное влияние оказывают возделываемые культуры (предшественники). Они способны изменять ее в сторону накопления антагонистических форм, особенно в зоне ризосферы. Корни растений выделяют различные аминокислоты, углеводы и другие сложные соединения. Вместе с экссудатами в почву поступает большинство веществ, участвующих в метаболизме клеток высших растений: сахара, глюкозиды, органические кислоты, витамины, ферменты, алкалоиды и другие вещества. Все они могут быть использованы организмами в разной мере в качестве источника питания. Корневые экссудаты растений стимулируют рост корневых гнилей и обеспечивают их развитие в ризосфере растений. Однако для грибов, более приспособленных к сапротрофному питанию, выделяемые растениями вещества имеют меньшее значение (Щекочихина Р.И., 1971).

Стимулирующий эффект корневых выделений при прорастании конидий возбудителей корневой гнили не специфичен. Им обладают различные культуры, что частично проявляется и после их возделывания. Так, в исследованиях А.Ф. Коршуновой с соавт. (1970) отмечалось, что в севообороте с чередованием культур пшеница – овес – пар – пшеница сохраняется 20 % жизнеспособных конидий *B.sorokiniana*, а развитие болезни составляет 14 %, тогда как при чередовании: пшеница – пар – пшеница данные показатели увеличиваются почти до 63 и 40 % соответственно. Поэтому, неспецифическое стимулирующее действие экссудатов непоражаемых растений, служит биологической основой применения севооборо-

тов для борьбы с возбудителями корневых гнилей злаковых культур. Провоцируя прорастание конидий и других, покоящихся зачатков почвенных патогенов, непоражаемые культуры способствуют обеззараживанию почвы.

Качественный и количественный состав корневых выделений изменяется в зависимости от вида, возраста и условий выращивания растений. Это конкретным образом влияет на возбудителей корневых гнилей, а также на других обитателей ризосферы, в том числе и на микроорганизмы с антагонистическими по отношению к патогенным грибам свойствами. При определенном сочетании температуры и влажности корни одних растений активно выделяют аминокислоты, корни других – углеводы. Именно с этим связана отчасти возможность растений селектировать микрофлору. Большой интерес представляет тот факт, что корневые выделения устойчивых к заболеванию сортов растений меньше стимулируют прорастание спор патогенных грибов, но в тоже время в их ризосфере накапливается больше антагонистических форм, чем в ризосфере восприимчивых (Бенкен А.А., 1969). В данном случае проявляется сложный тип устойчивости, обусловленный комплексом процессов взаимодействия высших растений и почвенных микроорганизмов (Рубин Б.А., Арциховская Е.Е., 1960).

В конечном итоге выживание патогенных грибов в почве определяется сложным взаимодействием всех перечисленных факторов, в особенности соотношением и активностью стимулирующих и ингибирующих агентов почвы. При отсутствии растения-хозяина положительные результаты по снижению заразного начала, находящегося в состоянии покоя, достигаются при преобладании в ней агентов, стимулирующих прорастание спор. К их числу можно отнести корневые выделения непоражаемых и неподдерживающих развития патогена культур, а также микроорганизмы почвы, оказывающие аналогичные действия.

Растения и микроорганизмы, подавляющие развитие фитопатогенов, часто способствуют сохранению их инфекционного начала в этих условиях. Наоборот, при возделывании поражаемых растений те же микроорганизмы, в первую очередь бактерии, ограничивают возможность заражения. В этой связи при подборе культур для севооборотов, рассчитанных на уменьшение заболевания пшеницы

корневыми гнилями, каждую из них следует оценивать с точки зрения ее влияния на выживание патогена, но не только как предшественника, а как компонента севооборота в целом. Результат можно получить в том случае, если все звенья севооборота ведут к последовательному снижению заразного начала возбудителя болезни (Коршунова А.Ф. и др., 1970).

Выяснению роли предшественников в севообороте и развитию корневых гнилей посвящена обширная литература. Обобщение ее информации позволило вывести несколько общих положений. Однако подобных данных относительно условий южной части Нечерноземной зоны России мало, и они носят фрагментарный характер. Практический интерес представляет изучение влияния наиболее распространенных в полевых севооборотах культур-предшественников на снижение заселенности почвы конидиями *B. sorokiniana.*, на развитие и вредность болезни, а также нахождение путей оптимизации при размещении яровой пшеницы и ячменя по разным предшественникам. Для решения этих вопросов в 2006 – 2009 гг. были проведены опыты в 2 хозяйствах Дубенского района Республики Мордовия: в ООО «Моргинское», ООО «Лаша».

Известно, что растительные остатки различных культур специфичны по химическому составу и вследствие этого неодинаково воздействуют на патоген. В наших исследованиях растительные остатки гороха, кукурузы, смеси вики с овсом, многолетних трав (клевера и люцерны второго года пользования) интенсивно понижали активность возбудителей корневых гнилей пшеницы, поэтому присутствие патогена на них не отмечалось (таблица 16). Результаты микологического анализа растительных остатков в чистом пару, которому предшествовала культура – овес свидетельствуют об их полном освобождении от инфекции. Культурами, снижающими зараженность яровой пшеницы и слабо поражающимися, являлись овес и озимая рожь. Зараженность их растительных остатков составляла 6,9 и 4,8 %. Усиление поражения растительных остатков до 39,5 % и 44,1 % наблюдалось у ячменя и пшеницы. Растительные остатки поражаемых культур содержали инфекцию, как осенью, так и весной после перезимовки. Однако условия осенне-весеннего периода сокращали заразное начало гриба на растительных остатках в

2,2 – 2,7 раза. Количество сохраненных патогенов в растительных остатках культур зависело также от количества выпавших осадков и влажности почвы в этот период.

Таблица 16 – Сохранение заразного начала на растительных остатках культур-предшественников яровой пшеницы, % 2006 – 2009 гг., ООО «Лаша» и ООО «Моргинское» Дубенского района

Предшественник	Растительные остатки, содержащие инфекцию	
	осенью	весной
Пар чистый	0	0
Горох	0	0
Ячмень	39,5	18,3
Яровая пшеница	44,1	16,5
Кукуруза	0	0
Озимая рожь	4,8	2,2
Овес	6,9	2,8
Вико-овес	0	0
Многолетние бобовые травы	0	0

Микологический анализ растительных остатков культур-предшественников после перезимовки показал, что в их микрофлоре доминирует бактериальный комплекс микроорганизмов (таблица 17). Наряду с возбудителем *B.sorokiniana* здесь присутствовали представители сапротрофной микрофлоры – *Trichoderma spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.* и др., развитие которых способствовало вытеснению патогенов с растительных остатков и возможному переходу их в почву. Различное влияние предшественников на заболеваемость яровой пшеницы корневыми гнилями объясняется неодинаковой степенью поражения ее данными возбудителями. Некоторые сельскохозяйственные культуры вообще не подвержены им или поражаются очень слабо. Поэтому, роль растительных остатков отдельных культур, где сохраняется инфекция, различна, а сильно поражаемые культуры (яровая пшеница, ячмень) увеличивают количество инфекции в поле. На их растительных остатках гриб *B. sorokiniana* лучше сохраняется. При посеве после пшеницы невосприимчивой или слабопоражаемой культуры, перезимовавший на

растительных остатках патоген, не встретивший подходящего субстрата для своего активного развития, исчезает в процессе дальнейшей минерализации и биологической стерилизации (Великанов Л.Л., Дурынина Е.П., 1984).

Таблица 17 – Заселенность растительных остатков культур- предшественников яровой пшеницы микроорганизмами в 2006 – 2009 гг., ООО «Лаша» и ООО «Моргинское» Дубенского района, %

Предшественник	Заселенность растительных остатков микроорганизмами						
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Trichoderma spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Mucor spp.</i>	Бактерии
Пар чистый	–	8	20	–	12	7	88
Горох	–	20	–	28	15	–	100
Ячмень	6	4	11	–	7	3	81
Яровая пшеница	24	–	–	–	7	8	76
Кукуруза	–	19	32	–	3	2	100
Озимая рожь	3	–	52	27	11	7	71
Овес	8	–	43	23	–	15	87
Вико-овес	–	7	53	–	-	–	100
Многолетние бобовые травы	–	–	15	20	17	36	100

Положительное воздействие культур заключается в том, что растения, оказывая неодинаковое влияние на почву, разнообразят ее условия и тем самым улучшают среду обитания для последующей культуры. При определенном чередовании культур происходит биологическая дезинфекция почвы. Правильное, биологически обоснованное чередование создает предпосылки для выращивания физиологически здоровых растений, повышает устойчивость последующих культур к патогенам. Возделываемые культуры должны не только быть устойчивыми к патогенам, но и подавлять их инфекционные начала. Возбудитель корневой гнили *B. sorokiniana* способен сохраняться в почве при отсутствии поражаемой культуры. Поэтому, имеет практическое значение выяснение биологической роли

предшественников в процессе снижения заразного начала патогенов в подавлении корневых гнилей яровой пшеницы в севообороте.

При ведущем месте устранения почвенной инфекции, особое значение приобретает фитосанитарная очистка полей за счет невосприимчивых к заболеванию культур, путем научно обоснованной системы севооборотов для конкретного региона. Теоретической предпосылкой таких севооборотов является тот факт, что конидии патогенов сохраняются длительное время в почве только в состоянии вынужденного покоя. Корневые выделения, устойчивых к возбудителям корневых гнилей культур, провоцируют прорастание конидий патогенов в почве. При этом, споры фитопаразита и их проростковые гифы, не встречая восприимчивого растения-хозяина, частично погибают. Присутствующие в почве патогены, как правило, обладают более слабой конкурентоспособностью по сравнению с почвообитающими сапротрофными микроорганизмами. Поэтому внесение органических удобрений и запахивание соломы под предшествующую культуру вызывают активизацию микробиологической деятельности в агроценозе и снижение плотности популяции патогенов.

Севооборот – наиболее простой, экономически эффективный способ фитосанитарии, связанный с естественным отмиранием почвенной инфекции в отсутствие восприимчивого растения-хозяина. Бессменное выращивание зерновых, особенно яровой пшеницы и ячменя, приводит к инфицированию почвы возбудителями корневых гнилей, увеличению ее инфекционного потенциала, что сопровождается сильным развитием и высокой вредоносностью заболевания. Количество почвенной инфекции находится в непосредственной зависимости от хозяйственной истории полей. Развитие заболевания будет наименьшим на полях, где в предшествующем вегетационном периоде возделывались непоражаемые культуры. Фитосанитарное состояние улучшится во времени, если изменится срок возделывания этих культур, а максимальное развитие заболевания будет наблюдаться при повторных и многократных посевах поражаемых культур.

Для выявления степени влияния культур-предшественников яровой пшеницы на качество заразного начала *B.sorokiniana* в полевом опыте, на естествен-

ном инфекционном фоне, нами был проведен учет конидий гриба в почве после выращивания гороха, ячменя, яровой пшеницы, кукурузы, озимой ржи, овса, викоовсяной смеси, многолетних трав и в чистом пару методом флотации. Одновременно, при определении общего числа конидий в поле, учитывали жизнеспособность гриба (проросшие конидии после семичасового инкубирования в эмульсии при 26°C и нежизнеспособные конидии). В результате анализа наблюдалось изменение численности популяции *B. sorokiniana* под возделываемыми культурами перед посевом яровой пшеницы и после ее уборки по указанным предшественникам.

На численность популяции патогена в почве оказывало влияние степень устойчивости культур к патогену и различные действия их корневых выделений, стимулирующие прорастание конидий гриба. Различия в микрофлоре ризосферы отразились на численности популяции патогена. Минимальное количество жизнеспособных конидий *B. sorokiniana* от их общего числа отмечалось после гороха (7,9 %), чистого пара (28,1 %), многолетних бобовых трав (30,2 %), кукурузы (31,1 %) (таблица 18).

В паровом поле подавление инфекции носило разнообразный характер и во многом зависело от влажности и температуры в период парования поля. Чистый пар в рассматриваемом звене севооборота занимал поле, где в первый год возделывали пшеницу, в другой – овес. Оно отличалось невысоким уровнем конидий (13,8 шт./г). В течение наблюдаемых лет в паровом поле только в засушливом 2009 г., количество инфекционных структур увеличивалось до 66 шт./г почвы. (ГТК не превышал 0,8; приложение 1 – 2). При выпадении оптимального количества осадков и умеренной температуре воздуха (2006 – 2007 гг.) на чистых парах происходило снижение инфекционного запаса *B. sorokiniana*, в случае расположения парового поля после непоражаемой культуры (овса).

При высокой влажности почвы и воздуха (2008 г.) и ГТК = 1,26 количество патогенов в паровом поле уменьшалось значительно (до 32 шт./г). При повышенной температуре и влажности почвы некоторые конидии гриба прорастали, но отсутствие растений яровой пшеницы препятствовало дальнейшему их развитию. В

результате, патоген, в большинстве случаев лизировался почвенной микрофлорой. Размещение пшеницы по чистому пару обеспечивало растения влагой, питательными веществами и позволяло вести эффективную борьбу с сорняками. Все это в совокупности усиливало выносливость яровой пшеницы по отношению к заражению возбудителями заболевания.

Таблица 18 – Изменение численности конидий *B. sorokiniana* под культурами-предшественниками яровой пшеницы в 2006 – 2009 гг., ООО «Лаша» и ООО «Моргинское» Дубенского района

Предшественник	Среднее число конидий в 1 г воздушно-сухой почвы						
	Всего конидий, шт./г почвы	весной перед посевом				осенью после уборки	
		проросших (жизнеспособных)		нежизнеспособных			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
Пар чистый	49,2	13,8	28,1	35,4	71,9	55,6	13,1
Горох	81,3	6,4	7,9	74,9	92,1	91,3	12,3
Ячмень	237,2	124,1	52,6	113,1	47,4	308,4	30,0
Яровая пшеница	363,8	280,8	77,2	83,0	22,8	476,9	31,1
Кукуруза	42,4	13,2	31,1	29,2	68,9	48,9	15,4
Озимая рожь	85,2	36,2	42,5	49,0	57,5	100,9	18,4
Овес	66,7	27,5	41,3	39,2	58,7	78,4	17,6
Вико-овес	78,3	29,6	37,8	48,7	62,2	89,8	14,7
Многолетние бобовые травы	60,7	18,3	30,2	42,4	69,8	70,5	16,1
<i>НСР<sub>05</sub></i>	8,0	7,9	–	8,8	–	9,1	–
$F_{т=2,36}$	$F_{ф=1611}$	$F_{ф=1115}$	–	$F_{ф=84}$	–	$F_{ф=1970}$	–

Лучшие результаты были получены при распахивании многолетнего пласта летом. При этом пожнивные остатки трав хорошо разлагались, и возбудитель болезни активно вытеснялся сапрофитной микрофлорой. Кроме того, после трав пшеница активнее усваивала почвенную влагу и повышала относительную устойчивость к болезни. Меньшему подавлению инфекции способствовали вико-овес (37,8 %), овес (41,3 %) и озимая рожь (42,5 %).

Известно, что сорняки и их растительные остатки служат резерваторами инфекции. Одной из мер борьбы с ними являются чистые пары с последующим размещением на них озимой ржи. Весной, быстро отрастая, культурные растения заглушают сорняки, значительно опережая их в росте и развитии. Поэтому поля, после выращивания на них озимой ржи, остаются чистыми. Во все годы наших исследований уборка озимой ржи заканчивалась в первой декаде августа, после чего поле перепаживалось. В этой связи, в августовский период более интенсивно происходили минерализация растительных остатков и накопление влаги. При таких условиях гриб *B. sorokiniana* легко вытеснялся активно действующей на этот момент сапротрофной микрофлорой. Во все годы исследований после посева озимой ржи жизнеспособных конидий оставалось на 34,7 % меньше чем при использовании яровой пшеницы в качестве предшественника.

Наиболее поражаемыми культурами были яровая пшеница и ячмень, после выращивания которых, в почве накапливалось максимальное количество конидий – 363,8 и 237,2 шт./г почвы, из них жизнеспособными оставалось 77,2 и 52,6 % соответственно.

Проведенные нами исследования, выявили также различные фунгицидные действия сложившихся почвенных условий на *B. sorokiniana*. Подобное влияние почвы более сильным было после гороха (нежизнеспособные конидии составили 92,1 %), многолетних трав (69,8), кукурузы (68,9 %). Низкий фунгицидный эффект отмечался после яровой пшеницы – 22,8 %.

Таким образом, предшествующие культуры, сокращая численность патогенов в почве, за один вегетационный период полностью не освобождали ее от заразного начала возбудителя *B. sorokiniana*.

Дальнейшее возделывание восприимчивой культуры яровой пшеницы по поражаемым и непоражаемым предшественникам в звеньях севооборота увеличивало количество инфекционных зачатков *B. sorokiniana* в почве во все годы исследований. Возрастание численности этого патогена отмечалось при всех видах предшественников.

Так, на поле, после кукурузы, весной перед посевом яровой пшеницы в почве содержалось 42,4 шт./г конидий. Осенью, после уборки яровой пшеницы, на этом поле количество их возросло до 48,9 шт./г., после яровой пшеницы – до 476,9, ячменя – до 308,4 шт./г. Повторный посев пшеницы на одном поле приводил к активизации *B. sorokiniana*, поскольку гриб находил подходящий субстрат для своего развития в виде ее молодых всходов. Жизненный цикл его не прерывался и он усиленно размножался, поэтому численность конидий на этом поле возросла на 31,1% .

Известны теоретические основы допустимых норм заселенности субстрата патогенами (Степанов К.М., 1962). Выявление связи между инфекционным началом возбудителя и интенсивностью развития болезни до сих пор остается актуальным, так как ведущим направлением в оздоровлении почв и повышении ее фунгистазиса является снижение численности патогенов до экономического порога вредоносности (ЭПВ) (Paravizas G., Lumsden R., 1980; Baker R., Drury R., 1981).

Среди фитопатологов в настоящее время нет единого мнения о зависимости развития заболевания от численности возбудителя в почве. Так, исследованиями, проведенными в условиях Красноярского края (Маликова А.В., 1969), Казахстана (Городилова Л.М., Шевцов С.И., 1972), установлено, что заселенность почвы конидиями *B. sorokiniana* не всегда играет решающую роль в интенсивности развития корневых гнилей. Подобные выводы были получены в Поволжье Н.И. Михайлиной (1982). Напротив, проводя исследования в Красноярском крае, Р.И. Щекочихина (1971) сделала вывод о наличии корреляции между количеством конидий в 1 г сухой почвы и степенью пораженных растений ( $r = 0,70$ ).

Исследования В.А. Чулкиной (1985) позволяют утверждать, что между численностью естественной популяции конидий *B. sorokiniana* в пахотных почвах Западной Сибири и уровнем развития обыкновенной гнили существует тесная связь. Тонность информации о ней повышается при учете симптомов болезни дифференцированно по органам при определении общей численности конидий *B. sorokiniana* и числа жизнеспособных спор. В результате исследований выявлено, что при за-

селенности почвы конидиями *B. sorokiniana* развитие обыкновенной гнили началось с первого этапа органогенеза и продолжалось вплоть до его завершения.

Известно, что стратегия защитных мероприятий должна предусматривать: доведение исходной заселенности пахотных почв инфекционными зачатками патогенов до уровня ниже порога вредоносности (ПВ) чернозема обыкновенного и щелочного менее 20 – 30 конидий на 1 г почвы; обеспечение исходной численности популяции возбудителя на семенах ниже ПВ (10 – 15 %); поддержание устойчивости растений в критические фазы заражения возбудителем – первые 6 недель после посева (Кирюшин В.И. и др., 1988; Павлова О.И., 1988; Торопова Е.Ю., 2005).

В настоящее время относительно Республики Мордовия и смежных с ней областей такие сведения отсутствуют. Для выяснения этого вопроса нами были осуществлены наблюдения за состоянием яровой пшеницы и проведен учет развития болезни в звеньях севооборота. Результаты наблюдений показали, что различные предшественники неодинаково подавляют развитие болезни. Распространение корневой гнили в изучаемых севооборотах чаще было представлено слабой степенью поражения (1балл). Но, распространение в степени 2 балла было также значительным и отмечалось по всем предшественникам (приложение 14).

За 4 года исследований минимальное заражение яровой пшеницы корневой гнилью фиксировалось при возделывании ее после кукурузы на силос – 20,1 % (таблица 19). Примерно на таком же уровне было поражение ее после гороха (21,2 %), озимой ржи (22,2 %), смешанных посевов вики и овса (22,5 %).

Относительно высокий показатель развития корневой гнили на пшенице отмечался по чистому пару (24,5 %). Сопоставление количества конидий *B. sorokiniana* в почве по чистому пару с развитием корневой гнили по этому предшественнику показало, что развитие болезни определяется не только наличием заразного начала возбудителя в почве, но и воздействием других внешних факторов. Можно предположить, что в почве по чистому пару, вследствие слабого развития антагонистов *B. sorokiniana* и по причине губительного действия на них азота, создавались условия, снижающие устойчивость яровой пшеницы к корневой гни-

ли. При повторных посевах ее наблюдались максимальное развитие болезни (25,4 %) и высокая заселенность почвы конидиями (77,2 %). Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что между количеством конидий в почве и степенью развития корневой гнили по предшественникам не всегда существует прямая связь: сокращению инфекции патогена в почве не всегда соответствует снижение развития болезни. На развитие болезни оказывает влияние не только наличие инфекционных зачатков в почве, но устойчивость и выносливость самих культур, возделываемых по различным предшественникам. Наши результаты подтверждают выводы проведенных ранее исследований В.А. Чулкиной (1985) в Западной Сибири.

Таблица 19 – Влияние культур-предшественников на пораженность корневой гнилью и урожайность яровой пшеницы сорта Самсар, (2006 – 2009 гг., ООО «Лаша» и ООО «Моргинское» Дубенского района)

Предшественник	Распространенность, %	Индекс развития, %	Урожайность, г/м <sup>2</sup>		Недобор урожая		
			фактическая	потенциальная	г/м <sup>2</sup>	т/га	%
Пар чистый	72,4	24,5	301,1	376,2	75,1	0,75	19,9
Горох	63,6	21,2	274,2	336,7	62,5	0,62	18,6
Ячмень	72,3	24,1	219,1	299,3	80,2	0,80	26,7
Яровая пшеница	76,2	25,4	191,2	271,3	80,1	0,80	29,5
Кукуруза	69,4	20,1	294,0	370,4	76,0	0,76	20,5
Озимая рожь	67,6	22,2	252,6	314,4	61,8	0,62	19,7
Овес	69,1	23,0	290,3	371,3	81,0	0,81	21,8
Вико-овес	69,0	22,5	301,9	370,6	68,7	0,69	18,6
Многолетние бобовые травы	65,6	21,9	316,4	379,5	63,1	0,63	16,6
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	4,0	1,8	10,9	10,4	4,1	–	–
<i>F</i> <sub>T=2,36</sub>	<i>F</i> <sub>φ=78,1</sub>	<i>F</i> <sub>φ=7,67</sub>	<i>F</i> <sub>φ=13,3</sub>	<i>F</i> <sub>φ=125,0</sub>	<i>F</i> <sub>φ=35,3</sub>	–	–

Особенности проявления болезни в зависимости от предшественников оказывали определенное воздействие на урожайность зерна. Во все годы исследова-

ний между этими показателями в изучаемых севооборотах хозяйств отмечена обратная зависимость: чем сильнее развитие болезни, тем ниже урожай ( $r = -0,74$ ).

Однако интенсивность развития корневой гнили по разным предшественникам не всегда соотносилась с характером выносливости к ней растений. Наиболее высокая выносливость у растений была после чистого пара, несмотря на увеличение в этом варианте индекса развития болезни, которое совпадало с интенсивным ростом растений и максимальным накоплением биомассы по названному предшественнику. Благодаря этому недобор зерна яровой пшеницы от корневой гнили по пару был ниже (19,9 %), а урожайность выше, чем по другим предшественникам (приложения 15 – 18). В данном случае получение максимальной урожайности соответствовало самой высокой выносливости растений к болезни, в то время как слабое развитие болезни отмечалось после пропашного предшественника – кукурузы. Последний факт, на наш взгляд, объясняется тем, что, являясь пропашной культурой, кукуруза в процессе вегетации выносит с урожаем значительный запас питательных веществ, имея к тому же трехъярусную корневую систему. Усилить выносливость растений к корневой гнили представляется возможным при внесении максимальных доз минеральных удобрений под яровую пшеницу.

Как видно, факторы, определяющие выносливость и поражение растений, не совпадают. По мнению А.В.Маликовой (1969), В.П.Лухменева (1974, 2000) для повышения выносливости они, нуждаются в других условиях действия этих факторов, чем тех, что необходимы для предупреждения поражения.

Полученные результаты свидетельствуют об универсальности в выборе предшественников при выращивании яровой пшеницы. С целью снижения вредоносности корневой гнили, ее влияния на урожайность зерна яровой пшеницы в условиях юга Нечерноземной зоны наиболее рационально размещать эти культуры в севообороте по лучшим предшественникам (в порядке убывания) – чистому пару, кукурузе, бобовым (клевер, люцерна), озимой ржи, смеси вики с овсом, гороху. Данные предшественники ограничивают развитие корневой гнили, уменьшают ее вредоносность и усиливают устойчивость растений яровой пшеницы к возбудителям корневой гнили.

## **4.2. Влияние способов обработки почвы на развитие корневой гнили яровой пшеницы**

Многолетними исследованиями доказано, что во всех почвенно-климатических зонах механическая обработка почвы приводит к изменению важнейших факторов жизни растений: влажности, температуры, газового состояния почвы и других физико-биологических и агрохимических показателей, что в свою очередь, действует на возбудителей корневой гнили. В задачу обработки почвы при борьбе с болезнью входит быстрое вытеснение ее возбудителей с зараженных растительных остатков и из почвы, а также повышение выносливости и устойчивости растений к болезни.

В настоящее время глубокая зяблевая вспашка с предварительным лущением стерни во всех почвенно-климатических зонах признана одним из ведущих приемов борьбы с возбудителями корневой гнили. Растительные остатки при вспашке запахиваются на дно борозды, а наверх выворачивается менее зараженный слой, либо происходит их распределение по всему пахотному слою почвы.

В последние годы интерес сельскохозяйственных производителей увеличился к безотвальной и мелкой обработке почвы. При этом она рыхлится безотвальными орудиями – плоскорезами-глубокорыхлителями или дискаторами. Благодаря такому воздействию, верхний слой формируется естественным образом – мульчированием остатками предшествующих растений и становится защитой от испарения влаги и ветровой эрозии.

В Республике Мордовия также применяются различные виды обработок почвы: культурная вспашка, взмет пласта, безотвальная обработка и обработка почвы дискатором. Культурная вспашка проводится плугом с предплужником. В этом случае в рабочем процессе происходит запахивание пожнивных остатков на дно борозды. Инфицированные растительные остатки заделываются в нижнюю часть пахотного слоя. В современном арсенале земледельцев имеются преимущественно импортные плуги известных мировых фирм: «Lemken», «Kverneland»,

«Gregoire Resson» и ряда отечественных производителей, в том числе ПЛН – 5(6-9) – 35(40). Как правило, глубина культурной вспашки не превышает 25 – 27 см.

Самым распространенным способом обработки почвы и заделки растительных остатков на полях является так называемый взмет пласта, при котором почва оборачивается на угол 135 – 145°. Взмет пласта осуществляется вспашкой плугом без предплужников. При этом идет запахивание (распределение) пожнивных остатков по всему пахотному горизонту почвы (вертикальная мульча). Для осуществления данного агроприема используются обычные оборотные плуги без предплужника марки «Kuhn» или «Unia». Глубина рыхления почвы остается такой же, как и при культурной вспашке.

Безотвальная обработка проводится плоскорезами-глубокорыхлителями. Пожнивные остатки остаются на поверхности в качестве мульчирующего материала (поверхностная мульча). Подобная обработка осуществляется с применением противоэрозионных культиваторов или плоскорезов-глубокорыхлителей на глубину до 25 см. В случае обработки незначительных площадей, под яровые культуры выбираются чизельные орудия.

При использовании дискаторов верхний слой почвы активно перемешивается с пожнивными и растительными остатками предшествующей культуры. Средняя глубина обработки дискаторами различных модификаций составляет 14 – 16 см.

Принятые системы обработки почвы под яровые зерновые культуры требуют изучения закономерностей сохранения (консервации и изоляции) возбудителей корневых гнилей в различных горизонтах почвы и на ее поверхности, а также выяснения выносливости и устойчивости растений к этому патогену в изменяющихся условиях (например, в зависимости от глубины рыхления).

Одним из основополагающих факторов интенсивного земледелия в Мордовии являются накопление, сохранение и правильное использование влаги, так как влага является лимитирующим фактором развития культуры и выживаемости патогена в почве. Поэтому, чтобы создать предпосылки для оздоровления почв от

возбудителей корневых гнилей необходимо применять способы обработки почвы, обеспечивающие сохранение в ней влаги.

К факторам, определяющим выживаемость возбудителей корневых гнилей, относят также особенность распределения пожнивных органических остатков растений при разных способах обработки почвы, когда они остаются на ее поверхности, либо заделываются в нижние или верхние горизонты пахотного слоя. Этим регулируется скорость их минерализации, а также степень подавления заразного начала патогена.

Исследования, проведенные в 2002 – 2005 гг. в полевом опыте (схема и методика опыта представлены в главе 2), в частности анализ численности конидий гриба в почве при различных способах ее обработки, показали определенную закономерность в распределении инфекционного начала патогена по горизонтам пахотного слоя. При проведении культурной вспашки заселенность почвы конидиями в слое 0 – 10 см была невысокой и составила 32 шт./г воздушно-сухой почвы (таблица 20). Запахивание растительных остатков в нижнюю часть пахотного горизонта способствовала инфицированию слоя 11 – 20 и 21 – 30 см, где численность конидий превышала в 3,9 и 3,2 раза аналогичный показатель в слое 0 – 10 см. Наверх выворачивался менее зараженный слой, а пожнивные остатки, оказавшиеся внизу, быстрее разлагались.

Таблица 20 – Влияние способов обработки почвы на численность конидий *B. sorokniana* в различных слоях почвы, (2002 – 2003 гг, СХПК «Сиал-Пятина» Инсарского района)

Обработка почвы	Глубина обработки, см	Число конидий в 1 г почвы, шт., в среднем по слоям			
		0 – 10 см	11 – 20 см	21 – 30 см	Итого
Культурная вспашка	23 – 25	32	126	103	261
Взмет пласта	23 – 25	74	86	92	252
Плоскорезная	14 – 16	128	97	45	270
Минимальная	14 – 16	116	88	30	234
$HCP_{05}$	—	14,5	26,9	6,3	7,0
$F_1 = 3,86$	—	$F_{\phi} = 87,4$	$F_{\phi} = 4,5$	$F_{\phi} = 30,4$	$F_{\phi} = 46,1$

При взмете пласта заселенность почвы конидиями была примерно равномерной по всему слою пахотного горизонта и варьировала от 74 до 92 шт./г). Это подтверждает тот факт, что при данном виде вспашки, зараженные растительные остатки распределяются равномерно по всему полю.

При плоскорезной и минимальной обработке почвы растительные остатки оставались на поверхности почвы, либо попадали в слой 0 – 10 см., вследствие чего максимальное количество заразного начала находилось именно в нем, что увеличивало длительность выживания патогенов на растительных остатках по сравнению со вспашкой.

Таким образом, конидии патогена способны сохраняться в различных глубинах пахотного горизонта, но количественное распределение их зависело от способа обработки почвы. При отвальной обработке число конидий в горизонте 0 – 10 см заметно снижалось, а при безотвальной – повышалось. Поэтому, выбирая способ обработки, следует предусмотреть заделку зараженных растительных остатков в тот слой, в котором активно идут микробиологические процессы, что в свою очередь будет способствовать обеззараживанию почвы.

Дифференциация заселенности конидиями *B. sorokiniana* горизонтов при минимальной и плоскорезной обработках почвы создавала опасность снижения полевой всхожести семян и увеличения поражения зародышевых органов. Так, при сильном инфицировании верхнего слоя полевая всхожесть существенно уступала данному показателю при культурной вспашке, когда растительные остатки с возбудителем инфекции располагались в нижних слоях пахотного горизонта. Значительнее поражались первичные корни и coleoptile, которые первыми вступали в контакт с возбудителем в верхнем слое.

При минимальной и плоскорезной обработках почвы в период всходы – начало кущения индекс развития болезни первичных корней и coleoptile был выше в 1,5 – 1,6 раза, чем при отвальной обработке (таблица 21). В конце вегетации, наоборот, при отвальном рыхлении индекс развития болезни корней увеличился в 2,5 и 2,4 раза, тогда как при минимальной и плоскорезной обработке происходило заметное снижение этого показателя. Таким образом, в период всходы –

кущение преимущество имела отвальная, а молочно-восковой спелости – минимальная и плоскорезная обработка почвы. Это происходило потому, что сильно пораженные первичные корни при плоскорезной и минимальной обработке к концу вегетации погибали, а вторичные корни выходили за пределы сильно инфицированного слоя и меньше заражались корневой гнилью. Поражение же надземных органов растений почти не зависело от характера заселенности возбудителями разных слоев, поэтому в среднем за период вегетации развитие болезни при всех видах обработок почвы было примерно одинаковым.

Таблица 21 – Влияние способов обработки почвы на полевую всхожесть и развитие корневой гнили яровой пшеницы сорта Прохоровка, % (2002 – 2003 гг., СХПК «Сиал-Пятина» Инсарского района)

Обработка почвы	Полевая всхожесть, %	Индекс развития болезни, %				
		всходы – кущение			молочно-восковая спелость	
		колеоптиле	первичные корни	среднее	корни	надземные органы
Культурная вспашка	78,3	6,2	5,3	5,7	13,4	15,1
Взмет пласта	73,3	6,6	5,0	5,8	12,1	16,8
Плоскорезная	66,2	9,4	8,7	9,0	7,5	15,8
Минимальная	68,2	9,9	7,4	8,6	6,3	14,9
<i>HCP<sub>05</sub></i>	5,9	1,26	1,24	0,94	2,9	2,1

Сохранение стерни и растительных остатков при безотвальной обработке не приводило к резким отличиям в накоплении инфекции в почве и развитии корневой гнили. Это объясняется тем, что при использовании плоскореза-глубококорыхлителя и дискатора почва лучше обеспечивалась влагой, усиливалась активная деятельность микроорганизмов почвенной антагонистической микрофлоры *B. sorokiniana*. В результате сдерживалось развитие возбудителя болезни, повышались устойчивость и выносливость яровой пшеницы к патогену.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что в условиях южной части Нечерноземной зоны России сокращение глубины обработки почвы в первый год ее применения после традиционной технологии со вспашкой в целом существенного влияния на развитие корневой гнили яровой пшеницы не оказывало.

При этом для улучшения фитосанитарного состояния особое значение приобретает культурная вспашка с предплужником, благодаря которой верхний слой почвы как наиболее насыщенный структурами возбудителей заболевания перемещается в менее пригодный для их жизнедеятельности низлежащий пахотный горизонт.

Следовательно, одной из главных задач специалистов является выбор такого приема обработки почвы, при котором достигалась бы заделка зараженных растительных остатков в слой почвы, где наиболее активно идет их разложение и обеззараживание.

#### **4.3. Роль минеральных удобрений в регулировании численности микромицетов почв, развитии корневой гнили и повышении урожайности яровой пшеницы**

Познание специфичности флоры почвенных микромицетов, заселяющих корневую систему растений, возможно на основе детального микологического анализа ее видового состава и выяснения основных закономерностей взаимодействия ризосферных грибов с высшими растениями и другими микроорганизмами, развивающимися как на поверхности корней, так и в почве (Мирчинк Т.Г., 1988). Изучение микромицетов в ризосфере яровой пшеницы, занимающей значительные площади посевов пашни, является важным вопросом и представляет особый интерес в плане взаимодействия высших растений с грибной микрофлорой, а также почвоутомления при насыщении севооборота злаковыми культурами.

Как полагает В.И. Билай (1977), видовой состав микромицетов ризосферы яровой пшеницы непостоянен как в количественном, так и в качественном отношении. Он зависит от многих факторов: почвенных разностей, обработки почвы, предшественников, водного режима, органических и минеральных удобрений.

Минеральные удобрения – активные компоненты агротехнологии. Они должны согласовываться с характером плодородия почвы, так как способны в значительной степени повлиять на фитосанитарное состояние агробиоценоза (Минеев В. Г., 1990). С одной стороны, они обогащают минеральную часть почвы, с другой – воздействуют на ее биотическое состояние. Относительно этого суждения в литературе имеются противоречивые мнения. Выдвигается положение о способности минеральных удобрений увеличивать численность микроорганизмов в пахотном горизонте почвы (Мишустин Е.Н., 1972).

По мнению Т.Г. Мирчинк (1957), под влиянием минеральных удобрений происходит существенное изменение процентного содержания токсичных форм грибов, а при внесении повышенных доз увеличивается встречаемость токсинообразующего гриба *Penicillium funiculosum* и чаще образуются токсичные штаммы *P. janithinellum*, *P. martensis*. Отрицательное действие высоких доз минеральных удобрений на микробную систему почвы характеризуется величиной зоны гомеостаза и дозой, вызывающей микробный токсикоз. Поэтому, одной из причин проявления микробного токсикоза может быть доза вносимых минеральных удобрений, вызывающая перестройку микробного сообщества (Мирчинк Т.Г., 1988).

Согласно результатам исследований М.М.Афанасьевой и В.А.Чулкиной (1977) применение удобрений на выщелоченном черноземе Западной Сибири способствовало увеличению численности сапротрофных организмов и уменьшению числа конидий *B. sorokiniana* в ризосфере пшеницы.

Существует мнение, что в почвах с повышенным количеством нитритного азота возрастает содержание стерильного мицелия, наблюдается упрощение видового состава грибов рода *Penicillium*, а в некоторых случаях отмечается положительное действие нитритов на распространение микромицетов рода *Fusarium*, *mortirella*, *Scletrotinia trifoliorum* (Лугаускас А.И. и др., 1982). В своих исследова-

ниях К.Б. Каутская (1982) установила, что длительное применение минеральных удобрений в принятых нормах на слабо-выщелоченном мощном черноземе не вызывает ингибирования и развития микрофлоры, а также нарушения структурного биоценоза.

Общая численность и групповой состав микрофлоры ризосферы пшеницы, выращиваемой в интенсивном севообороте, изменяются в зависимости от гидро-термических условий внешней среды, свойств почв, фазы развития растений, доз вносимых азотных удобрений. По результатам исследований А.А. Постовалова (2004) сделан вывод, что минеральные удобрения повышают целлюлозоразлагающую, протеолитическую активность, влияют на численность физиологических групп микроорганизмов ризопланы, а также выживаемость фитопатогенов в почве. Внесение удобрений способствует усилению биологической активности почвы, а из-за снижения конкуренции за питательный субстрат увеличивается численность сапротрофов, что, в свою очередь, положительно сказывается на фитосанитарном состоянии почвы (Старигина В.С., Алаева Н.Н., Замятин С.А., 2008). Вместе с тем, известны исследования, в которых не наблюдалось возрастания в почве общей численности микромицетов (Выблов Н.Ф., 1979), а порой происходило их уменьшение под воздействием названных удобрений (Марьин Г.С., 1996).

Влияние минеральных удобрений на почвенные грибы в условиях юга Нечерноземной зоны, где расположена Республика Мордовия, не изучалось, а литературные данные, как было отмечено ранее, весьма неоднозначны и противоречивы.

При анализе родового, видового и количественного состава корневой микрофлоры для выявления случайных и постоянных обитателей почвы были использованы показатели пространственной и временной частоты встречаемости. Нами изучался видовой состав микромицетов, обитающий в ризосфере яровой пшеницы. Была определена структура комплекса микромицетов, на основе которой было выделено 20 типичных видов (таблица 22). Эти грибы являются распространенными патогенами и сапротрофами. Остальные виды микромицетов отнесены в разряд случайных видов, которые в работе не указываются.

По классификации Т.Г. Мирчинк (1988) в черноземных почвах типичными микромицетами являются 17 видов: *Aspergillus alliaceus*, *A. wentii*, *A. ustus*, *Gliocladium penicilloides*, *Acremonium charticola*, *Penicillium janthinellum*, *P. lapidosum*, *P. funiculosum*, *P. raciborskii*, *P. purpurogenum*, *P. roseo-purpureum*, *P. tardum*, *P. verrucosum var. cyclopium*, *P. simplicissimum*, *Humicola grisea*, *Mycogone nigra*, *Fusarium nivale*.

Таблица 22 – Встречаемость микромицетов в ризосфере яровой пшеницы сорта Прохоровка в зависимости от видов вносимых минеральных удобрений, % (2007 – 2011 гг., ООО «Лаша» и ООО «Моргинское» Дубенского района)

Вид микромицета	Частота встречаемости по вариантам									
	Контроль		N		P		NP		NPK	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
<i>Alternaria alternata</i> (Fr)	3	33	7	33	5	100	8	66	9	66
<i>Aspergillus ustus</i>	55	33	37	33	41	33	51	66	66	100
<i>Aspergillus wentii</i>	64	100	32	33	38	66	33	33	63	100
<i>Acremonium charticola</i>	31	33	7	33	3	100	5	66	6	100
<i>Acremonium strictum</i>	4	66	6	66	3	33	7	100	2	66
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	8	33	9	100	4	66	5	66	3	33
<i>Fusarium heterosporum</i>	3	66	2	33	3	66	1	33	4	33
<i>Fusarium oxysporum</i>	1	66	4	66	2	33	3	66	6	100
<i>Fusarium proliferatum</i>	2	66	1	33	1	33	2	66	2	66
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	1	33	2	33	2	33	1	100	1	100
<i>Gliocladium penicilloides</i>	51	33	6	66	5	100	2	33	5	100
<i>Haetomum globosum</i>	9	100	3	33	6	66	8	66	2	33
<i>Mucor hiemalis</i>	42	66	15	66	18	66	23	66	45	100
<i>Mucor pusillus</i>	63	100	22	100	31	33	17	100	61	100
<i>Penicillium funiculosum</i>	31	33	12	33	61	66	70	36	75	100
<i>Penicillium lapidosum</i>	44	33	22	66	65	66	65	66	51	100
<i>Penicillium purpurogenum</i>	61	100	31	100	67	67	68	100	72	100
<i>Penicillium raciborskii</i>	43	33	22	66	62	66	63	100	72	100
<i>Penicillium tardum</i>	41	33	15	100	64	66	61	100	70	100
<i>Trichoderma hamatum</i>	38	33	11	33	13	100	22	66	32	100

П – пространственная, В –временная частота встречаемости

В условиях наших исследований из вышеназванных видов отмечалось всего 9: *A. ustus*, *A. ventii*, *Acremonium charticola*, *Gliocladium penicilloides*, *P. raciborskii*,

*P.purpurogenum*, *P.lapidosum*, *P.tardum*, *P. funiculosum*. Остальные 8 типичных видов в исследуемых образцах либо отсутствовали, либо были отнесены к случайным. Это обстоятельство подтверждает предположение о влиянии минеральных удобрений на фитосанитарное состояние почвы. Самыми распространенными по частоте встречаемости были виды родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*.

Род *Penicillium* был представлен многими типичными видами, характерными для черноземных почв, но среди микромицетов выделялись постоянные нетипичные для данных условий представители рода *Mucorales*. Это позволило нам считать их специфическими для ризосферы яровой пшеницы.

Видовой состав микромицетов зависел также от влажности почвы. В засушливые годы (2009, 2010гг.) преобладали грибы рода *Penicillium*, во влажные (2008) – рода *Mucor*.

В результате исследований было выявлено, что внесение удобрений под яровую пшеницу в большей степени отражалось на характере встречаемости и изменении структуры микромицетных комплексов и в меньшей – на видовом составе и численности микромицетов в пахотном слое. Это влияние изменялось в соответствии с видом вносимого удобрения и фазой роста и развития растений.

Доминирующими видами в почвенном комплексе, по классификации Т.Г. Мирчинк (1988), на контроле были такие микромицеты, как *A. wentii*, *Mucor pusillus*, *P.purpurogenum*. Пространственная частота встречаемости их варьировала от 61 до 64 % при временной частоте встречаемости 100 %. К частовстречающимся отнесены виды: *A.ustus*, *Gliocladium penicilloides*, *Acremonium charticola*, *Trichoderma hamatum*; виды рода *Penicillium* – *P. raciborskii*, *P. lapidosum*, *P. tardum*, *P. funiculosum*. Их пространственная частота встречаемости составляла 31 – 55 % , а временная – 33 %.

Некоторые отличия в данных комплексах наблюдались в вариантах с различными видами вносимых удобрений. Так, виды рода *Penicillium* доминировали при использовании фосфорного и азотно-фосфорного удобрений. На фоне применения азотного, фосфорного и азотно-фосфорного удобрений к группе часто встречающихся микромицетов отнесены виды рода *Aspergillus*, временная частота которых составляла 33 – 100%, а пространственная – 32 – 51 %. Гриб *Trichoderma*

*hamatum* фиксировался преимущественно там, где вносились азотно-фосфорные и только фосфорные удобрения.

Мукоровые грибы регулярнее всего отмечались в вариантах с полным минеральным удобрением. Их частота встречаемости здесь составляла 45 – 61 %, а в остальных вариантах – 15 – 31 %.

На фоне NPK доминировали 7 видов: *A. ustus*, *A. wentii*, *Mucor pusillus*, *P. funiculosum*, *P. purpurogenum*, *P. raciborskii*, *P. tardum*. В группу часто встречающихся микромицетов в этом варианте вошли виды *P. lapidosum*, *Mucor hiemalis* с пространственной частотой встречаемости соответственно 51 и 45 % и временной частотой встречаемости 100 %. Таким образом, увеличение доминирующих микромицетов по сравнению с контролем при внесении минеральных удобрений происходило за счет *P. raciborskii*, *P. funiculosum*, *P. tardum*, *A. ustus* – 4 токсинообразователей, которые из разряда часто встречаемых перешли в доминирующие виды.

По мнению Т. Г. Мирчинк (1988), устойчивость разных типов почв к воздействию многообразных загрязнителей, в том числе и минеральных удобрений неодинакова. Самой низкой она считается на дерново-подзолистых почвах, а наиболее высокой – у черноземных, в которой зоны гомеостаза равны 300 – 400 кг/га. Но микробный токсикоз, обусловленный преобладанием в сообществе грибов *P. funiculosum*, *P. purpurogenum*, *A. ustus*, наступает только тогда, когда вносимые дозы удобрений равны 2 500 – 3000 кг/га, в том числе азота – 3000 кг, калия – 2 500 кг, полное минеральное удобрение – 4 500 кг/га, а фосфор не вызывает токсикоза. Поэтому можно полагать, что вносимые нами дозы минеральных удобрений не могли вывести микробные сообщества из зоны гомеостаза в зону стресса и вызвать проявление микробного токсикоза.

Использование различных видов удобрений способствовало изменению встречаемости отдельных видов микромицетных грибов патогенов в их пространственной и временной частоте встречаемости. Их можно было отнести к редким, но типичным видам с низкой пространственной (менее 10 %) и высокой временной (более 30 %) частотой встречаемости. Так, на фоне азотно-фосфорного и полного

питания чаще всего выделялся вид *Alternaria alternata*. На контроле и на фоне с внесением азотного удобрения преобладал гриб *B.sorokiniana*. На третьем месте по пространственной частоте встречаемости стояли виды рода *Fusarium*. Минимальным этот показатель был в контроле (1 – 3 %), а максимальным – при внесении в почву полного минерального удобрения (4 – 6 %).

Грибы рода *Acremonium* обычно фиксировались в контроле и в варианте с применением азотного удобрения.

При внесении удобрений было отмечено снижение общего количества микромицетов. Не встречались грибы – антагонисты, а частота встречаемости микромицета *Trichoderma hamatum* значительно снизилась. Выявленные нами закономерности раньше в своих исследованиях упоминали Т.Г. Мирчинк (1988), Г.С. Марьин (1996), О. Г. Марьина-Чермных (2008).

Таким образом, использование минеральных удобрений увеличивало пространственную и временную частоту встречаемости грибов одних родов (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Fusarium*, т.е. грибов-токсинообразователей и патогенов) и уменьшение – других (виды *Acremonium* и *Trichoderma*). Отсюда следует, что внесение минеральных удобрений, как одного из факторов повышения урожайности яровой пшеницы, существенно влияет на микромицетный состав почвы, способствуя изменению ее биологической активности и фитосанитарного состояния.

Изучение микромицетов в ризосфере яровой пшеницы, обнаружило отличие количественного соотношения систематических групп грибов (сапротрофов и патогенов) в зависимости от вида удобрений и фазы развития растения. Общая численность грибов в начале вегетации (фаза кущения) снижалась при всех видах вносимых удобрений. Наибольшее ее сокращение происходило в случае внесения азотных удобрений, которые особенно угнетающе действовали на микромицеты, вследствие чего их количество уменьшилось до 34,6 тыс. шт./г (таблица 23).

В тех вариантах, где использовалось комплексное, полное и фосфорное удобрение, число микроскопических грибов было выше и составило соответст-

венно 45,1 и 40,1 тыс. шт./г. Снижение общей численности грибов в фазу кушения шло за счет уменьшения сапротрофных грибов.

В фазу колошения общая численность ризосферных грибов увеличилась по сравнению с предыдущей фазой во всех вариантах минерального фона. В то же время в контроле значительного повышения не происходило. Следовательно, минеральный фон активизирует деятельность ризосферных организмов. Тем не менее, популяция микромицетов в ризосфере яровой пшеницы в фазу колошения на вариантах с внесением удобрений была ниже, чем в контроле, и лишь в вариантах с полным минеральным удобрением численность микромицетов приближалась к контролю и составила 52,4 тыс. шт./г.

Таблица 23 – Влияние минеральных удобрений на количественный состав микромицетов в ризосфере яровой пшеницы сорта Прохоровка, тыс. шт./г почвы, (2007 – 2011 гг., ООО «Лаша» Дубенского района)

Вариант	Фаза развития			В среднем за вегетацию
	кушение	колошение	восковая спелость	
Контроль (без удобрений)	52,0	55,9	74,7	61,2
N	34,6	46,2	72,8	51,2
P	40,1	49,5	71,0	53,5
NP	38,4	46,7	77,4	54,2
NPК	45,1	52,4	78,9	58,8
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	3,0	3,1	2,6	3,1
F <sub>T</sub> =3,26	F <sub>ф</sub> =45	F <sub>ф</sub> =15	F <sub>ф</sub> = 14	F <sub>ф</sub> =15

К концу вегетации количество микромицетов продолжало возрастать как в контроле, так и на удобренном фоне. Максимальным оно было в вариантах с использованием комплексного удобрения – NP и полного – NPК, минимальным – с применением P и N. В целом за период вегетации наибольшее число микромицетов отмечалось в контроле (61,2 тыс. шт.). В остальных вариантах оно не превышало 51,2 – 58,8 тыс. шт./г.

Динамика сапротрофных грибов существенно изменялась по времени и от вида вносимого удобрения. В целом количество сапротрофов в ризосфере яро-

вой пшеницы к концу вегетации увеличивалось во всех вариантах. Особенно отчетливо это прослеживалось по фазам развития.

В начале вегетации содержание представителей сапротрофной микрофлоры под действием удобрений снижалось, но затем стабилизировалось и повышалось в фазы колошения и восковой спелости. Однако это нарастание в одних случаях было активное, в других – незначительное. Так, в период кущение – восковая спелость количество сапротрофов на полном удобренном фоне увеличивалось в 2,0 раза, от колошения к восковой спелости – в 1,9 раза, а в период от кущения к колошению его рост был незначительным (в 1,05 раза). В контроле эти показатели были соответственно равны в 1,5; 1,5; 1,05 (таблица 24).

Таблица 24 – Влияние минеральных удобрений на качественный состав микромицетов в ризосфере яровой пшеницы сорта Прохоровка, тыс. шт./г почвы (2007 – 2011 гг., ООО «Лаша» Дубенского района)

Фаза развития	Вариант	Сапротрофы	Патогены	Соотношение сапротроф: патоген
Кущение	Контроль	31,2	20,8	1,5
	N	19,5	15,1	1,3
	P	23,4	16,7	1,4
	NP	21,7	16,7	1,3
	NPK	26,3	18,8	1,4
Колошение	Контроль	32,6	23,3	1,4
	N	21,9	24,3	0,9
	P	24,7	24,8	1,0
	NP	20,7	26,0	0,8
	NPK	27,7	24,7	1,1
Восковая спелость	Контроль	47,4	27,3	1,7
	N	47,7	25,1	1,9
	P	47,3	23,7	2,0
	NP	49,8	27,0	1,8
	NPK	53,5	25,4	2,1

В фазу кущения численность сапротрофов в удобренных вариантах была ниже, чем в контроле. Варианты с внесением N и NP отмечались более существенным уменьшением – 11,7 и 9,5 тыс. шт. При использовании NPK и P сокращение количества сапротрофов по сравнению с контролем составило 4,9 – 7,8 тыс. шт./г.

В фазу колошения наблюдалась незначительная активизация нарастания сапротрофной микрофлоры, как на удобренном фоне, так и в контроле, а при внесении NP отмечалась тенденция к снижению величины этого показателя.

В фазу восковой спелости все виды удобрений способствовали увеличению численности сапротрофов. Однако наиболее эффективно это происходило в вариантах с внесением N и NP (рост в 2,2 – 2,4 раза по сравнению с фазой колошения). При внесении P и NPK эффективность нарастания сапротрофов была одинаковой (увеличение в 1,9 раза). В контроле этот процесс тоже усиливался, но в меньшей степени (в 1,5 раза).

Особенности динамики сапротрофных организмов отразились и на изменении развития патогенов. Общий инфекционный фон к концу вегетации повышался незначительно, хотя формирование его в зависимости от вида удобрений было различным.

Применение минеральных удобрений ослабляло инфекцию в начале вегетации по сравнению с контролем. Однако это не означало, что при внесении удобрений возбудитель корневой гнили не накапливался, так как минеральные удобрения не уничтожали патоген, а лишь сдерживали его развитие.

В первый период вегетации N и NP удобрения активизировали сапротрофную микрофлору не столь заметно, как P., но численность возбудителей корневой гнили в этих вариантах была меньше, либо оставалась на уровне P.

Наращение патогенов в фазу колошения было выше, чем сапротрофов. Это можно было наблюдать во всех изучаемых вариантах. Наибольшему увеличению численности патогенов способствовали N и NP (в 1,6 раза). Существенным оно было также при внесении P и NPK – в 1,5 и 1,3 раза. В контроле повышение данного показателя было не столь существенным.

В фазу восковой спелости количество патогенов при внесении минеральных удобрений практически не изменилось, а в варианте с P даже снизилось. За этот период в контроле оно увеличилось в 1,2 раза.

Таким образом, в начале вегетации численность сапротрофов уменьшалась, затем плавно увеличивалась, а в конце вегетации рост сапротрофов происходил с большей интенсивностью при внесении минеральных удобрений. Динамика пато-

генов в фазу колошения и восковой спелости носила противоположный характер. В фазу колошения численность грибов в почве заметно повышалась, а к концу вегетации виды удобрений почти не изменяли количество патогенов.

Величина инфекционного фона в ризосфере яровой пшеницы снижалась с нарастанием показателя соотношения «сапротроф : патоген». Так, в фазу кущения максимальным этот показатель был в варианте без внесения минеральных удобрений. К фазе колошения данный показатель уменьшался во всех вариантах – как на удобренных фонах, так и в контроле. И лишь в фазу восковой спелости изменение соотношения сапротроф : патоген носило более заметный вид. В этот период значительнее всего величина инфекционного фона снижалась в вариантах с применением NPK и P, где рассматриваемое соотношение составляло 2,1 и 2,0 соответственно.

Формирование инфекционного фона в вариантах с применением N и NP было представлено соотношением «сапротроф : патоген» 1,9 и 1,8. Эти факты свидетельствуют о том, что на выщелоченном черноземе удобрения, увеличивая численность сапротрофов, вызывают снижение патогенов в почве; на удобренном фоне минеральные удобрения оказывают фунгистатическое действие на патогенную микрофлору, но при этом не угнетают сапротрофов. В результате сдерживания роста численности патогенов в почве растения лучше развиваются и образуют большее количество корневых выделений, которые являются питательной средой для сапротрофов.

Сдерживание и уменьшение численности патогенов в структуре микромицетного комплекса в ризосфере яровой пшеницы под влиянием минеральных удобрений сказалось и на характере инфицирования ее вегетативных органов во все фазы развития. Распространенность болезни в фазу кущения на фоне применяемых удобрений уменьшалась в 1,3 – 1,7 раза по сравнению с контролем (таблица 25). Индекс развития болезни подземных органов также имел существенные отличия при различных видах вносимых удобрений. На колеоптиле наиболее высокий показатель развития болезни в фазу кущения отмечался в варианте с азотом (20,1 %). В других вариантах он был ниже контроля на 4,9 – 7,2 %. Отмечено, что

при высоком содержании в почве азота и низком – фосфора внесение N и NP способствовало резкому усилению инфицированности первичных корней (до 10,8 – 11,3 %). Применение же фосфора сопровождалось устойчивым снижением поражения первичных корней – до 7,6 %, а в случае внесения NPK – до 8,0 %. Из этого следует, что в начальный период вегетации одностороннее азотное питание способствовало поражению первичных корней и coleoptile возбудителями корневых гнилей. Самое сильное сдерживающее воздействие на развитие болезни оказывало фосфорное удобрение, а совместное использование NPK усиливало полученный эффект. В конце вегетации распространенность болезни увеличилась во всех вариантах по сравнению с ее показателями в фазу кущения.

Таблица 25 – Влияние минеральных удобрений на поражаемость органов яровой пшеницы сорта Прохоровка корневой гнилью, %  
(2007 – 2011 гг., ООО «Лаша» Дубенского района)

Фаза развития	Вариант	Распространенность болезни	Индекс развития болезни					
			coleoptile	прикорневые листья	первичные корни	вторичные корни	эпикотиль	основание стебля
Кущение	Контроль	35,8	23,4	1,5	12,6	–	–	–
	N	28,6	20,1	2,6	11,3	–	–	–
	P	21,3	16,8	21,4	7,6	–	–	–
	NP	25,4	18,5	21,4	10,8	–	–	–
	NPK	24,3	16,2	2,5	8,0	–	–	–
Восковая спелость	Контроль	77,3	–	–	15,1	22,3	15,3	8,2
	N	69,1	–	–	14,6	18,6	14,8	9,2
	P	64,2	–	–	13,1	14,1	12,1	8,5
	NP	63,2	–	–	13,8	15,4	12,6	8,7
	NPK	58,4	–	–	12,5	12,8	11,9	8,5
НСР <sub>05</sub>		4,09	2,43	6,54	2,66	2,68	3,33	2,22
F <sub>T</sub> =3,26		F <sub>φ</sub> =221	F <sub>φ</sub> =12,4	F <sub>φ</sub> =17,9	F <sub>φ</sub> =7,3	F <sub>φ</sub> =17,9	F <sub>φ</sub> =2,0	F <sub>φ</sub> =0,2

Наибольшее распространение она имела в контроле, а внесение различных видов минеральных удобрений вызывало его снижение в 1,1 – 1,3 раза. Фосфорные удобрения благоприятно воздействовали на развитие вторичных корней, а

также ограничивали жизнеспособность патогенов в почве. Поэтому в конце вегетации развитие болезни на этих органах было ниже контроля в 1,6 раза. Действие NP было примерно таким же, а внесение NPK существенно повышало эффективность предыдущих видов удобрений, где индекс развития болезни уменьшался до 12,8 %.

Применение одних азотных удобрений ухудшало формирование вторичных корней при одновременном увеличении индекса развития болезни до 18,6 %. По мнению Л.Л. Великанова и Е. П. Дурыниной (1984), минеральный азот, поступающий в виде удобрений, часто служит патогенам легко доступным источником питания, что вызывает увеличение плотности популяции в почве. Это может происходить даже в отсутствие растения-хозяина, так как минеральные источники питания влияют непосредственно на растение и патоген без участия сопутствующей микрофлоры. Менее четким действие удобрений было на первичные корни и эпикотиле, зараженность которых приближалась к контролю.

Таким образом, внесение минеральных удобрений в дозе 60 кг д. в./га способствовало снижению развития заболевания вторичных корней до конца периода вегетации в 1,2 – 1,7 раза по сравнению с контролем.

Поражение возбудителем основания стебля и прикорневых листьев при всех видах вносимых удобрений приближалось к контролю, либо превышало, что говорит о различной предрасположенности подземных и надземных органов к возбудителю корневой гнили при внесении минеральных удобрений. Подобную закономерность в своих исследованиях, проведенных ранее в Западной Сибири, отмечала В.А. Чулкина (1985).

Критерием оценки изучаемых факторов являются число и степень поражения растений, а также их урожайность. Статистическая обработка полученных в опыте данных показала, что при внесении минеральных удобрений между развитием болезни и урожайностью существует тесная отрицательная зависимость:  $r = -0,73$ , а уравнение регрессии имеет вид:  $y = 6,99 - 0,31x$ . Это означает, что благодаря ограничению развития болезни, поднимается урожайность. Было установле-

но и то, что усиление ростовых процессов под влиянием минеральных удобрений приводило к повышению выносливости растений относительно корневой гнили. В частности, использование N при достаточно высоком индексе болезни обеспечивало значительную прибавку урожая по сравнению с контролем на 1 м<sup>2</sup> (таблица 26). При внесении всех видов удобрений количество продуктивных стеблей формировалось больше, однако максимальным оно было в вариантах с применением комплексного минерального удобрения – NP и полного – NPK. Все изучаемые виды удобрений способствовали увеличению числа зерен в колосе и их абсолютной массы. Наиболее полновесное зерно по массе было отмечено при внесении N, NP и NPK (35,3 – 38,6 г). Применение P позволяло формировать большее количество продуктивных стеблей, улучшало озерненность колоса, но зерно было мельче по сравнению с другими вариантами, что не могло не отразиться на величине урожайности. В варианте, где вносилось NP, последняя была значительно выше, чем в случаях N и P. В среднем за 3 года исследований более высокая урожайность наблюдалась в варианте с использованием полного минерального удобрения. При внесении одного азота и фосфора она была практически одинаковой.

Таблица 26–Влияние минеральных удобрений на структуру урожая яровой пшеницы сорта Прохоровка, (2007 – 2011 гг., ООО «Лаша» Дубенского района)

Вариант	Продуктивные стебли, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1 000 зерен, г	Масса зерна с 1 г колоса, г	Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
Контроль	386	17,0	30,8	0,523	201,9
N	403	20,4	35,3	0,720	290,0
P	417	20,1	34,7	0,697	290,3
NP	439	21,0	35,8	0,752	330,3
NPK	451	21,0	38,6	0,810	365,5
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	24,2	2,6	2,3	0,020	18,4
F <sub>τ</sub> = 3,26	F <sub>φ</sub> = 10,3	F <sub>φ</sub> = 3,5	F <sub>φ</sub> = 12,8	F <sub>φ</sub> = 191,9	F <sub>φ</sub> = 96,8

Таким образом, использование минеральных удобрений дает возможность ограничить интенсивность размножения возбудителей корневых гнилей, снизить длительность выживания их в почве путем усиления ее биологической активно-

сти, повысить выносливость и устойчивость растений к возбудителям корневой гнили и, как следствие, урожайность. Для достижения положительного эффекта следует дифференцированно подходить к каждой культуре, конкретной почвенной разности с целью достижения сбалансированного минерального питания растений.

Однако минеральные удобрения не обеспечивают кардинального оздоровления почвы от возбудителей корневых гнилей, особенно если сельскохозяйственные культуры возделывают на почвах, инфицированность которых выше порога вредоносности (Фадеев Ю.Н., Южаков А.И., Синегуб Л.П., 1981). Это обстоятельство диктует необходимость совместного применения агротехнических приемов и биологических препаратов для обогащения ризосферы растений антагонистами и уменьшения инфекционного потенциала возбудителей корневых гнилей в почвах до порога безвредности.

#### **4.4. Роль сроков посева ячменя в оптимизации фитосанитарного состояния агроценоза**

Выбор оптимального срока сева остается одним из основных элементов современной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Оно обеспечивает отдачу средств, вкладываемых в интенсификацию земледелия, способствует получению высокого урожая и качества продукции.

Сроки сева определяются их генетически обоснованной физиологией культуры, погодными условиями территории ее выращивания, местом в севообороте, а также наличием техники и ее производительности. Исходя из этого, выбор срока сева в хозяйстве обусловлен, в некоторой степени, компромиссом между названными факторами.

При любом отклонении от оптимального для данного места и конкретной культуры фактора требуется повышение затрат на химические обработки. В случае заражения очень молодых растений потери бывают обычно максималь-

ными, поскольку затем по мере роста у них начинает проявляться возрастная устойчивость (Шпаар Д., 2003). Поэтому выбор сроков сева входит в число главных приемов технологии и нередко играет решающую роль в предупреждении развития болезней. Оптимальные сроки предупреждают усиление восприимчивости растений к возбудителям корневых гнилей или позволяют избежать критического периода, когда происходит их массовое заражение.

По мнению А.Ф. Коршуновой и соавт. (1974), при выборе сроков сева следует исходить из природных условий. Особенное значение имеет запас продуктивной влаги в почве, который определяет состояние растений в период вегетации. В большинстве случаев, в районах возделывания зерновых культур, меньше поражаются возбудителями корневых гнилей и дают лучший урожай посевы оптимальных сроков.

Уровень урожайности полностью зависит от запасов влаги в почве в фазу кущения. В засушливые годы преимущество раннего срока бесспорно. В исследованиях В.А. Чулкиной и соавт. (1985) доказано, что ранние сроки посева в сочетании с протравливанием семян препаратами системного действия обеспечивают увеличение озерненности колоса на 25 – 40 %. Поздние посевы попадают в условия высоких температур, в результате чего, эффективность этого элемента структуры урожая резко сокращается.

Исследования, проведенные В.П. Лухменевым (2000) в районах Предуралья, доказывают важность ранних сроков посева при наступлении физической спелости почвы. Снижение пораженности корневой гнилью и урожайность пшеницы и ячменя определяются запасами влаги в фазу кущения. При отсутствии ее в необходимом количестве для появления всходов, автор предлагает смещать сроки сева на более позднее время, когда выпадают осадки.

Согласно данным М.Н.Ткаченко (2004) в Курганской области при посеве ячменя в оптимальные сроки растения меньше поражаются возбудителем *B.sorokiniana*, что уменьшает потери урожая.

По результатам Л.Ф. Ашмариной (2005), в лесостепи Западной Сибири посев ярового ячменя при наступлении физической спелости почвы и ограниче-

ние вредоносности скрытностеблевых вредителей средствами защиты растений, снижает развитие корневой гнили по сравнению со средними и поздними сроками, повышает густоту всходов, конкурентоспособность растений и урожайность до 4,25 т/га.

В условиях Республики Мордовия неоднократно проводились исследования по влиянию сроков сева ячменя на его зерновую продуктивность. Однако комплексного изучения воздействия их на культуры, на численность и вредоносность корневой гнили не осуществлялось. В этой связи, нами, в 2005 – 2007 гг. был проведен полевой опыт с варьированием сроков посева ячменя сорта Зазерский 85 на выщелоченном среднесуглинистом черноземе в агрофирме «Родина» Кочкуровского района Республики Мордовия. Метеорологические условия в эти годы имели отличия, что придает особую ценность полученным данным. В 2005 г. отмечалось слабое избыточное увлажнение (ГТК = 1,5), когда в течение вегетации выпало осадков на 42 % больше нормы; 2006 г. можно было считать слабо засушливым (ГТК = 0,9), а 2007 г. – оптимальным (ГТК = 1,2). Температурный режим воздуха благоприятно складывался весной уже во второй декаде апреля – начале мая. В это время обычно начинается переход среднесуточной температуры к 5 – 10 °С

Максимальное количество осадков обычно выпадает в самые жаркие месяцы, когда растения испаряют максимум влаги. Однако атмосферные осадки в различные годы подвержены резким колебаниям. Критическим периодом является период май – июнь, когда у большинства культурных растений происходит интенсивный рост и накапливается энергия для репродуктивных органов. Недостаток атмосферных осадков в этот период часто решает судьбу урожая.

Обычно оптимальные сроки посева определяются физической спелостью почвы и приходятся на конец апреля – первую декаду мая. Однако стратегия весенне-полевых работ и посев ранних яровых культур зависят от типа весны: ранней, средней или поздней.

При ранней весне происходит резкое повышение температуры воздуха, обеспечивающее дружное появление всходов культуры и опережающих в развитии всходы сорняков, потому что из-за быстрого высыхания верхнего слоя почвы

и отсутствия осадков в предпосевной период, отмечается дружное прорастание семян сорняков, всходы которых уничтожаются почвенными обработками.

При поздней весне посев происходит в холодную почву, при этом повышается гибель всходов в результате пораженности травмированных семян плесенью хранения и почвенной микрофлорой.

В средние весны оптимальная влажность почвы и умеренные температуры периода вегетации яровой пшеницы и ячменя, позволяют варьировать сроками сева.

Для получения дружных и равномерных всходов ярового ячменя необходимы достаточная влагообеспеченность почвы и температура не ниже 4 – 5 °С. При оптимальном сочетании влаги, тепла и кислорода семена ячменя дружно прорастают и дают всходы на 5-ый – 7-ой день.

При сочетании оптимальной влажности, температуры и физической спелости почвы, а также после проведения ранневесеннего боронования и предпосевной культивации, мы приступали к посеву. Календарные сроки посева во все годы были различными: в 2005 г. – 27 апреля (средний тип весны), в 2006 г. – 25 апреля (средний тип весны) и в 2007 г. – 23 апреля (ранний тип весны). Эти сроки условно были названы ранними, а последующие, через 5 и 10 дней, – средними и поздними. Все они входят в границы сложившихся оптимальных сроков в Республике Мордовия.

В 2005 г. переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С произошел в конце второй декады апреля. Поэтому, первым сроком посева была выбрана дата – 27 апреля. В это время почва достигла физической спелости, среднесуточная температура воздуха составляла 9,6 °С (что было выше средней многолетней на 1,3°С), а сумма выпавших осадков была в пределах средней многолетней нормы (рисунок 1). Запасы продуктивной влаги в пахотном горизонте почвы перед посевом были равны 43 мм (таблица 27).

При сложившихся условиях всходы ячменя появились на 11-й день. Запаздывание с посевом после достижения физической спелости почвы сопровождается

ся ежегодной потерей урожая. Особенно такая закономерность проявляется в засушливые годы (Ашмарина Л. Ф., 2005).

Повышение среднесуточной температуры воздуха во второй декаде мая до 17 °С (124 % от нормы) и незначительное выпадение осадков (10 мм при норме 16 мм) совпало с периодом прохождения фазы всходов у посевов среднего срока. Это привело к некоторому угнетению растений, несмотря на то, что имелись достаточные запасы продуктивной влаги в почве к моменту посева.

Таблица 27 – Условия посева и появления всходов ячменя сорта Зазерский 85, (2005–2007 гг., Агрофирма «Родина» Кочкуровского района)

Срок посева	Дата посева	Среднесуточная температура, °С			Запас продуктивной влаги, мм	Дата появления всходов	Полевая всхожесть, %
		воздуха	почвы				
			max	min			
2005 г.							
Ранний	27.04	9,6	15	-1	43	08.05	87,1
Средний	02.05	12,4	24	-1	40	11.05	79,4
Поздний	07.05	12,4	24	-1	35	16.05	72,2
<i>HCP<sub>05</sub></i>							7,0
2006 г.							
Ранний	25.04	6,2	9,6	-1	61	05.05	85,6
Средний	30.04	6,2	9,5	-1	55	11.05	79,1
Поздний	05.05	12,4	20,0	-1	35	12.05	75,4
<i>HCP<sub>05</sub></i>							4,1
2007 г.							
Ранний	23.04	6,8	10,0	-1	53	05.05	85,6
Средний	28.04	6,8	11,1	-1	53	08.05	79,1
Поздний	03.05	6,5	11,8	-1	50	12.05	78,3
<i>HCP<sub>05</sub></i>							4,3

Во второй и третьей декадах мая температура воздуха была выше средней многолетней нормы на 3,3 и 5 °С, а осадков выпало на 6 мм ниже нормы. Это

привело к сокращению запасов влаги в почве на 19 % по сравнению с аналогичным показателем при раннем сроке посева, что впоследствии отрицательно сказалось на росте и развитии растений культуры позднего срока посева.

Весна 2006 г. была продолжительной и прохладной. На момент посева первого срока среднесуточная температура воздуха достигала 6,2 °С, запасы продуктивной влаги в почве – 61 мм.

Это благоприятно отразилось на скорости прорастания семян, которые дали дружные всходы через 10 дней. Однако, повышение температуры в мае и недобор выпавших осадков (27 мм, или 61 % от средней многолетней нормы) привели к иссушению почвы ко времени появления всходов среднего и позднего сроков посева. Дальнейшее незначительное выпадение осадков во второй и третьей декадах июня (5 и 3 мм, или 20,8 и 17,6 % от нормы) совпали с критическим периодом (кущение) развития растений при позднем сроке посева. Растения раннего срока в этот период находились уже в фазе выхода в трубку.

В условиях 2007 г. запасы продуктивной влаги в почве раннего срока сева составили 53 мм. Прохладная погода и значительное выпадение осадков в первой декаде мая (22 мм, или 169 % к среднемноголетним данным) не снизили запасов продуктивной влаги к моменту появления всходов среднего и позднего сроков сева. Во второй и третьей декадах мая произошло повышение температуры воздуха на 2,1 и 8,1 °С выше средней многолетней. Осадков выпадало мало. Во второй декаде их выпало всего 10 % от нормы, в третьей – они отсутствовали совсем. Недостаток выпавших осадков во второй декаде их отсутствие в третьей декаде мая, а также недобор осадков в первой и второй декадах июня (44 и 35 % от нормы) пришлись на первый критический период (всходы – кущение) развития растений в эти сроки.

Скорость прорастания семян и появления всходов зависели от температуры почвы и ее увлажнения. Сочетание высокой температуры и влажности способствовало активному прорастанию семян и формированию всходов, поэтому быстрее всходы появлялись при позднем сроке посева. При раннем сроке полные всходы

отмечались на 2–3 дня позже, чем в случае среднего и позднего сроков. Однако полевая всхожесть их была существенно выше, чем при позднем сроке посева.

В ходе исследований, развитие корневой гнили происходило ежегодно с различным уровнем по годам, срокам посева и фазам развития. Максимальное поражение всходов наблюдалось при высоких температурах. Растения, обеспеченные влагой и проходящие начальные фазы при более низких температурах, меньше поражались как в начале своего развития, так и в последующие фазы онтогенеза. Среднесуточные температуры почвы, при которых появлялись всходы ранних посевов, были в среднем на 9 °С ниже, чем при поздних сроках сева. Это способствовало сокращению заболевания первичных корней и coleoptile в 2,5 и 1,3 раза, соответственно (таблица 28).

Таблица 28 – Влияние сроков сева на развитие корневой гнили ячменя сорта Зазерский 85, % (2005 – 2007 гг., Агрофирма «Родина» Кочкуровского района)

Срок сева	Индекс развития корневой гнили				Биологическая эффективность
	первичные корни	coleoptile	эпикотиль	влагалище прикорневых листьев	
Кущение					
Ранний	7,3	24,2	5,3	18,3	36,8
Средний	12,7	27,3	3,6	21,4	25,4
Поздний	18,3	32,4	10,3	26,2	–
<i>HCP<sub>05</sub></i>	3,1	2,2	1,2	1,9	–
Созревание					
Ранний	10,9	–	12,7	22,4	44,8
Средний	18,7	–	9,8	24,6	28,8
Поздний	25,4	–	19,1	28,8	–
<i>HCP<sub>05</sub></i>	5,2	–	3,5	3,3	–

При понижении температуры почвы в период прорастания семян проникновение грибницы в корневую систему растения происходит медленнее, что способствует его естественному оздоровлению. Кроме того, при раннем сроке посева условия складываются благоприятнее для развития растений за счет лучшего использования запа-

сов осенне-зимней влаги и формирования более мощной корневой системы. Это повышает устойчивость растений в целом к возбудителям заболеваний по сравнению с поздним сроком.

В наших исследованиях развитие корневой гнили в фазу кущения при различных сроках посева на поражаемых органах растения изменялось от 3,6 до 32,4 %.

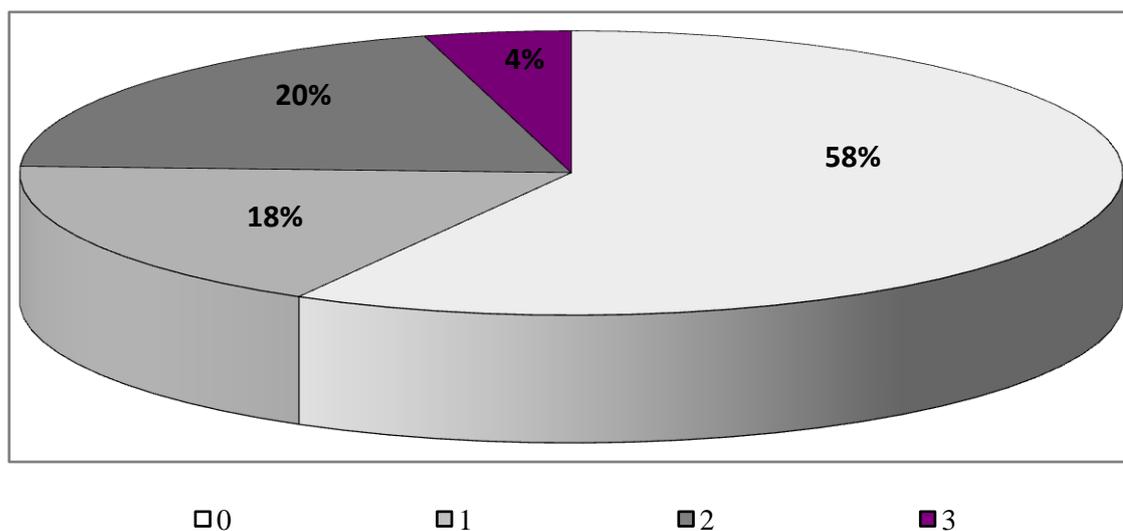
Все органы растений в среднем за 3 года исследований имели значительную степень развития болезни при позднем сроке посева, когда наблюдалась высокая температура воздуха и почвы. Сильная степень поражения отмечалась на колеоптиле (24,2 – 32,4 %) при всех сроках посева. Эпикотиль меньше всего поражался корневой гнилью. Развитие болезни на этом органе не превышало 10,3 %. На первичных корнях в фазу кущения оно было выше при позднем сроке посева и составило 18,3 %. На эпикотиле снижение развития болезни зафиксировано при среднем сроке посева (3,6 %).

На влагищах прикорневых листьев развитие болезни было в 1,2 – 1,4 раза выше при позднем сроке посева. Биологическая эффективность была максимальной при раннем сроке – 36,8 %, что на 11,4 % выше, чем при среднем сроке.

Полученные результаты свидетельствуют также о том, что развитие болезни на первичных корнях прогрессировало до конца вегетации ячменя, но уровень его изменялся в зависимости от срока посева и достигал к моменту созревания 25,4 % при позднем сроке. Подобная закономерность прослеживалась во все годы исследований. При раннем сроке развитие корневой гнили в этот период было ниже в 2,3 раза.

Дальнейший рост и развитие эпикотилия сопровождался усилением заболевания, которое значительно возрастало при позднем сроке посева и достигало к концу вегетации 19,1 %. Наблюдения за динамикой поражения влагища прикорневых листьев показали, что оно активизировалось при позднем сроке посева (28,8 %). Особенно сильно возрастало поражение всходов в 2006 г. по причине резкого роста температуры и образования почвенной корки после выпавших дождей. При раннем сроке посева распространенность корневой гнили достигала 42 %. Степень поражения при этом была различной. На долю пораженных растений

в степени 1 и 2 балла приходилось 18 и 20 %; 3 балла – 4 % или 69, 79, и 17 штук растений, соответственно (рисунок 20, приложение 19).



Степень поражения растений, балл

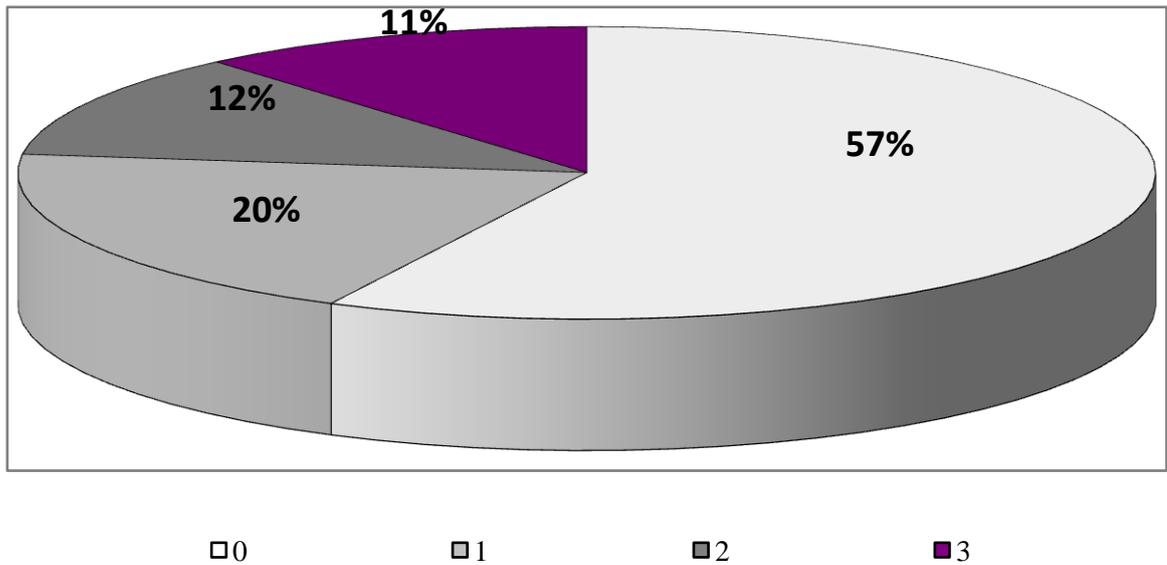
Рисунок 20 – Влияние ранних сроков посева на степень поражения ярового ячменя корневой гнилью

С увеличением балла поражения уменьшалась масса зерна с 1 колоса. Недобор урожая от поражения растений корневой гнилью при раннем сроке посева составил 3,4 % (таблица 29, приложение 20).

Таблица 29–Влияние сроков посева на биологический урожай зерна ячменя сорта Зазерский 85, (2005 – 2007 гг., Агрофирма «Родина» Кочкуровского района)

Срок сева	Биологический урожай зерна, г/м <sup>2</sup>		Недобор зерна от поражения растений корневой гнилью	
	фактический	потенциальный	т/га	%
Ранний	369,5	382,4	0,129	3,4
Средний	351,1	364,4	0,133	3,7
Поздний	314,1	328,1	0,140	4,7
<i>HCP<sub>05</sub></i>	5,390	10,924	0,005	–
$F_T=4,8$	$F_\Phi=288,1$	$F_\Phi=67,4$	$F_\Phi=11,2$	–

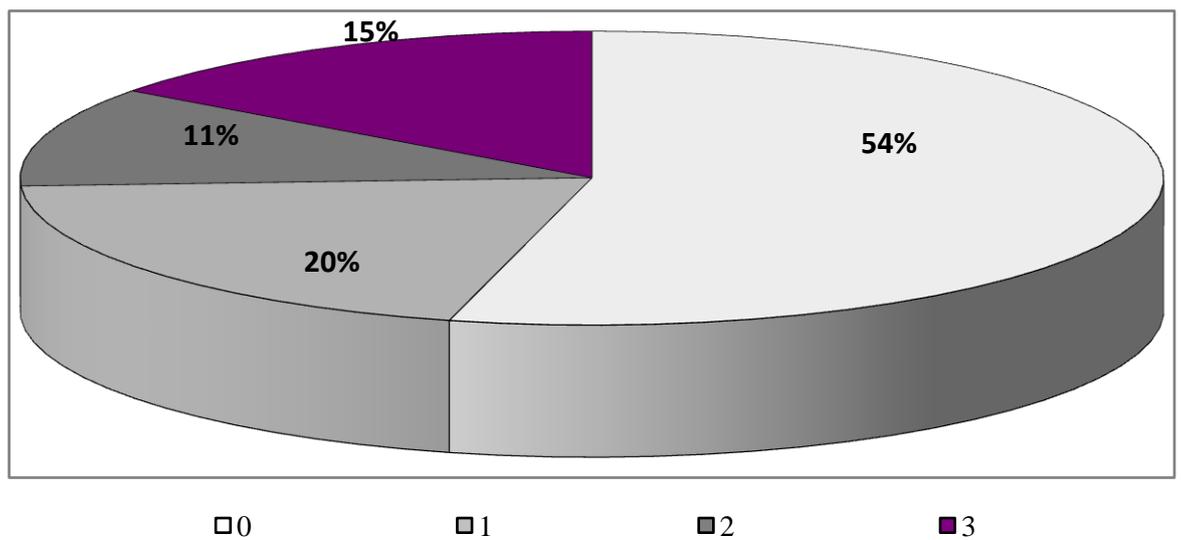
При среднем сроке посева доля больных растений со степенью поражения 3 балла увеличилась до 11 %, (рисунок 21, приложение 21), тогда как с поражением в степени 2 балла – снизилась на 8,0 % (45 шт.) и приблизилась к показателю 3 балла (приложение 22). Недобор урожая составил 3,7 %.



Степень поражения растений, балл

Рисунок 21 – Влияние средних сроков посева на степень поражения ярового ячменя корневой гнилью

При позднем сроке посева уменьшалась доля здоровых растений, в результате распространенность корневой гнили возросла до 46 %, а проявление болезни в степени 3 балла – увеличилось на 11 % по сравнению с ранним сроком (рисунок 22, приложение 23).



Степень поражения растений, балл

Рис. 22 – Влияние поздних сроков посева на степень поражения ячменя корневой гнилью

Это способствовало увеличению недобора зерна. Таким образом, за счет усиления вредоносности корневой гнили в среднем, за 3 года исследований недобор зерна при позднем сроке посева составил 4,7% (приложение 24). Основными причинами последнего являлись худшая обеспеченность растений влагой в течение всего вегетационного периода и повышенная температура воздуха.

При анализе показателей структуры урожая ячменя обнаружено, что количество продуктивных стеблей повышалось при раннем и среднем сроках посева во все годы исследований и составляло в среднем 385 и 395 шт./м<sup>2</sup> (таблица 30).

Таблица 30 – Влияние сроков посева на структуру урожая ячменя сорта Зазерский 85 (2005 – 2007 гг., Агрофирма «Родина» Кочкуровского района)

Срок посева	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт./м <sup>2</sup>	Масса 1 000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
Ранний	395	22,0	41,0	0,90
Средний	385	22,6	40,2	0,88
Поздний	348	28,1	32,8	0,87
<i>HCP<sub>05</sub></i>	16	4,1	5,1	Fф<Fт

Число зерен в колосе существенно увеличивалось при позднем сроке посева, но зерно было щуплое и по крупности заметно уступало среднему и раннему срокам, где формировалось более крупное и полновесное зерно. Снижение массы 1000 зерен при позднем сроке было обусловлено, прежде всего, сильным проявлением корневой гнили в период роста и развития ячменя. Поражение возбудителем *B. sorokiniana* в разные годы носило неодинаковый характер, но основная роль в формировании прибавки урожая ячменя в среднем за 3 года принадлежала ранним и средним срокам посева. Ранние и средние сроки обеспечивали наиболее высокий прирост урожайности соответственно 12,0 и 7,1 % по сравнению с поздним сроком (таблица 31).

Таблица 31 – Влияние сроков сева на урожайность ячменя сорта Зазерский 85, т/га (2005 – 2007 гг., Агрофирма «Родина» Кочкуровского района)

Срок посева	Урожайность			Среднее за 3 года	Прибавка	
	2005 г.	2006 г.	2007 г.		т/га	%
Ранний	3,65	2,95	3,75	3,45	0,37	12,0
Средний	3,47	2,85	3,58	3,30	0,22	7,1
Поздний	3,33	2,61	3,30	3,08	–	–
<i>НСР<sub>05</sub></i>	0,13	0,11	0,08	0,13	–	–

Корреляционный анализ показал, что между развитием корневой гнили и урожайностью зерна ячменя при разных сроках сева существует тесная обратная зависимость: чем ниже развитие болезни, тем выше урожайность, и наоборот.

Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что в условиях Республики Мордовия, расположенной в южной части Нечерноземной полосы России, все органы ярового ячменя сильнее поражаются при позднем сроке посева. Максимальная урожайность зерна и ее прибавка получены при посеве ячменя в ранний срок за счет снижения вредоносности корневой гнили, увеличения продуктивных стеблей и выполненности зерна.

#### **4.5. Влияние глубины заделки семян на поражаемость ячменя корневой гнилью**

В общей системе мер борьбы с возбудителями корневых гнилей к числу важнейших элементов технологии относится такой агроприем, как соблюдение оптимальной глубины заделки семян. Глубина посева имеет большое значение для формирования здоровых всходов, которая зависит от гранулометрического состава почвы, ее влажности, погодных условий, качества семян и многих других факторов. Глубокая заделка семян задерживает появление всходов, вследствие чего растения становятся ослабленными и сильнее подвергаются воздействию вредных биофакторов.

В фитопатологической литературе отмечается, что слишком глубокая заделка семян способствует усилению развития корневых гнилей, ввиду образования длинного, восприимчивого к возбудителям эпикотилия (Ветров Ю.Ф., 1970). В то же время мелкая заделка, особенно на легких по гранулометрическому составу почвах, где происходит быстрое иссушение верхнего слоя, обуславливает получение изреженных всходов.

Ранними и дружными всходы бывают тогда, когда семена при посеве попадают во влажный слой и над ними находится рыхлая почва. При оптимальной глубине заделки снижается гибель ростков от болезней до их выхода на поверхность почвы, повышается выносливость, устойчивость растений к возбудителям корневой гнили в течение всего периода вегетации.

Важность соблюдения оптимальной глубины заделки семян изложена в разных работах. Так, большинство исследователей в основных зерносеющих районах (степь, лесостепь) пришли к выводу, что для зерновых она должна составлять 6 – 8 см и более. В крайних и северных районах России лучше проводить заделку семян зерновых культур на глубину 2 см, для подтайги и северной лесостепи – 3 – 4 см, для южной лесостепи – 6 – 8 см (Гребенников С.Д., 1949). Опасность пересыхания почвы можно преодолеть правильной предпосевной обработкой и прикатыванием почвы, поэтому целесообразнее заделывать семян на глубину 3 – 4 см (Яхтенфельд П.А., 1961).

В условиях Предуралья в Пермской области В.В. Прокошев (1968) рекомендовал заделывать семена ячменя на тяжелых почвах на глубину 3 – 4 см, а на легких – 5 – 6 см. В засушливых условиях Ростовской области на приазовском черноземе В.З. Сергеев (1970) считал необходимым производить посев ячменя на глубину 7 – 9 см.

Наблюдения, проведенные В.А. Чулкиной (1972) в Новосибирской области в 1969 – 1971 гг., свидетельствовали о важности зонального подхода к выбору оптимальной глубины заделки семян. Позднее В.А. Чулкина совместно с Ю.С. Ларионовым (1976) провели исследования по определению биологического критерия для оптимальной глубины заделки семян зерновых культур в Сибири в за-

висимости от длины колеоптиле. Авторами установлено, что условия внешней среды оказывают определенное влияние на изменение его длины. Фенотипическая изменчивость этого признака оказалась значительной и составила 16 – 22 %.

Ю.С.Ларионов (1992) в серии опытов в Курганском СХИ выявил также, что длина колеоптиле является биологическим критерием оптимальной глубины заделки семян конкретного сорта. У длинноколеоптильных сортов наибольшая полевая всхожесть отмечалась в случае глубокой заделки. При глубине посева, не превышающей длину колеоптиле, она стремится к лабораторной всхожести.

Обобщая вышеизложенное, можно констатировать, что большинство исследователей считают, что семена хлебных злаков, следует заделывать на глубину от 3 до 9 см в зависимости от почвенно-климатических условий. Глубина заделки при этом может изменяться и зависеть от наличия в хозяйстве соответствующей техники для обработки почвы и посева, отсутствия ограничителей глубины на дисковых сеялках, плохой выровненности почвы перед посевом и многих других факторов, а также от биологической длины колеоптиле.

Несмотря на всестороннее исследование этого вопроса, многие аспекты его остаются недостаточно раскрытыми, либо неоднозначно понимаются разными авторами. В Республике Мордовия изучению глубины заделки семян посвящены работы И.И. Исайкина, И.Ф. Каргина, но исследований о влиянии глубины заделки семян на развитие корневых гнилей не проводилось. В отдельных работах отмечается лишь тот факт, что слишком глубокая заделка способствует развитию корневых гнилей. Большинство специалистов и практиков Республики Мордовия полагают, что на черноземных почвах при быстром пересыхании поверхностного слоя в период весеннего сева семена лучше заделывать глубже (Рекомендации по проведению..., 2004).

Обследование посевов яровой пшеницы в условиях Мордовии выявило широкую амплитуду показателя глубины заделки семян – от 3 до 10 см по районам, хозяйствам, отдельным полям и годам.

В опыте, проведенном в 1998 – 2000 гг. на опытном поле учебно-опытного хозяйства Мордовского государственного университета, нами была предпринята

попытка изучения и выявления оптимальной глубины при заделке семян ярового ячменя сорта Прерия, а также ее влияния на интенсивность поражения растений корневыми гнилями. Подробная схема и методика проведения опыта представлены в главе 2. Эталонном служил вариант, с глубиной посева 5 см.

Из-за медленного прогревания почвы основным лимитирующим фактором в ранневесенний период является температура, особенно заметно это было в 1999 и 2000 гг., когда в слое 2 – 3 см во время посева и появления всходов, температура была выше на 2 – 3 °С по сравнению со слоем 6 – 10 см.

Лабораторная всхожесть у здоровых семян была выше на 10,0 %, а энергия прорастания – на 7,9 % по сравнению с инфицированными семенами. Кроме того, здоровые семена были более крупными и полновесными, вследствие чего их масса 1000 зерен превышала ее уровень у пораженных на 4,5 г (таблица 32).

Таблица 32 – Влияние инфицированности семян ячменя сорта Прерия на энергию прорастания и всхожесть (1998 – 2000 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Масса 1000 зерен, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Здоровые семена	42,6	97,1	88,6
Инфицированные семена	38,1	89,2	78,6
НСР <sub>05</sub>	2,9	3,1	3,3
F <sub>T</sub> = 9,28	F <sub>φ</sub> = 13,2	F <sub>φ</sub> = 36,9	F <sub>φ</sub> = 53,3

На одних и тех же почвенных разностях в каждом отдельном хозяйстве глубину посева необходимо корректировать исходя из фактической влажности почвы и ее температуры, поскольку интенсивность прорастания семян, а также первоначальное развитие проростка в значительной степени зависят от этих показателей на конкретной глубине. Особо важно принимать во внимание данный факт в засушливые годы. Семя начинает набухать и прорасти при влажности почвы 6 – 8 % за счет внутрпочвенной конденсации пара при резкой смене температуры ночью (Борисоник З. Б., 1974).

В 1998 г. при наличии в слое 0 – 10 см продуктивной влаги до 15 мм полевая всхожесть ячменя в варианте посева семян на глубину 5 см была выше как у

здоровых, так и у инфицированных семян (74,0 и 66,2 %), чем при заделке на глубину 3 и 7 см (таблица 33).

Посев на глубину 3 см приводил к медленному росту растений в начальный период: верхние слои почвы были сухие, вследствие чего корневая система развивалась слабо и хуже обеспечивала растение питательными веществами.

При отсутствии осадков и более позднем прорастании с глубины 7 см наблюдалось истощение запасов семени. Поэтому полевая всхожесть у здоровых семян была ниже на 4 %, а у инфицированных на 5,0 – 12,8 %. Присутствие на семенах инфекции и пониженная энергия прорастания усугубляли положение тем, что период прорастания семян удлинялся и всходы появлялись позже. В итоге удлинялась фаза, в период прохождения которой, растения наиболее восприимчивы к патогенам, вследствие чего, часть растений погибала. К тому же, данная глубина заделки семян превышала длину coleoptile.

Таблица 33 – Влияние глубины посева ячменя сорта Прерия на полевую всхожесть семян, % (1998 – 2000 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Глубина заделки, см	Полевая всхожесть, %			Среднее за 3 года
		1998 г.	1999 г.	2000 г.	
Здоровые семена	3	65,9	78,9	79,1	74,6
	5	74,0	76,7	70,1	73,6
	7	70,1	75,3	62,9	69,4
Инфицированные семена	3	60,7	67,8	70,8	66,4
	5	66,2	66,6	65,6	66,1
	7	61,2	63,7	60,2	61,5
<i>HCP<sub>05</sub></i>	A	2,08	5,44	2,43	3,51
	B	2,55	7,70	3,43	4,39
	AB	3,61	10,89	4,85	6,22

В 1999 г. в период от посева до начала кущения влажность почвы на разных глубинах заделки семян была достаточной (в слое 0 – 10 см) и составила 31 мм. При удовлетворительных запасах продуктивной влаги полевая всхожесть во всех вариантах имела несущественные различия.

В 2000 г. влагообеспеченность почвы также была в пределах нормы. Перед посевом запасы продуктивной влаги в слое 0 – 15 см достигали 38 мм и благоприятные температурные условия для прорастания семян складывались в слое 0 – 3 см. На глубине почвы 5–7 см температура была ниже на 0,8– 4,3 °С. При таких условиях более полные всходы формировались при посеве на глубину 3 см. Однако, в последующем, верхний слой почвы иссушался, и лучшие предпосылки для роста растений складывались уже на большей глубине.

В среднем за 3 года исследований с увеличением глубины заделки семян от 3 до 7 см уменьшалась полевая всхожесть, как у здоровых, так и у инфицированных семян. Самой низкой она была при глубине заделки 7 см, которая превышала длину coleoptиле. Подобную закономерность ранее в своих исследованиях отмечали В.А. Чулкина (1973), Ю.С. Ларионов (1992), которые находили объяснение этому в том, что глубокая заделка семян не гарантировала ослабленному ростку возможность пробиться на поверхность почвы. В монографии З.Б. Борисоника (1974) указывается, что при глубокой заделке семян всходы получаются растянутые, неполные и ослабленные. Побеги проросшего семени ячменя могут не достигнуть поверхности почвы, если толщина покровного слоя превышает длину coleoptиле. Coleoptиле сопровождает первый настоящий листок к поверхности почвы, предохраняя его от механических повреждений. Запасы эндосперма могут оказаться недостаточными для образования корней и полноценного побега до появления всходов. Кроме того, на большей глубине при нормальной влажности может оказаться в дефиците кислород, необходимый для прорастания семян и формирования всходов.

Выводы, полученные в результате исследований В.А. Чулкиной (1985), подтверждают тот факт, что заделка семян во влажный слой почвы, но не глубже генетически обусловленной средней длины coleoptиле, обеспечивает присущую сорту полевую всхожесть.

Таким образом, установление оптимальной глубины заделки семян имеет особое значение в засушливые годы. Глубина посева определяется типом и влажностью почвы, крупностью и инфицированностью семян, а также особенностью

сорта – отличающейся длиной coleoptile. Семена с пониженной энергией прорастания должны быть заделаны на глубину, не превышающую длину coleoptile (3 – 5 см).

Между показателями полевой всхожести и интенсивностью развития заболевания растений корневыми гнилями выявлена обратная связь. Чем выше была полевая всхожесть у растений, тем ниже показатель интенсивности поражения, и наоборот. Наиболее тесная связь наблюдалась в варианте при посеве инфицированными семенами на глубину 7 см ( $r = -0,71$ , а уравнение регрессии имело вид:  $y = 12,88 + 1,05x$ ).

Отмеченная нами закономерность изменения полевой всхожести по годам в условиях различного влажностного режима и инфекционного фона семян повторяется и в показателях развития болезни (таблица 34).

В среднем за 3 года исследований с повышением глубины заделки семян от 3 до 7 см развитие корневой гнили возрастало при посеве здоровыми и инфицированными семенами.

Таблица 34 – Влияние глубины посева ячменя сорта Прерия на индекс развития болезни, % (1998 – 2000 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Глубина заделки, см	Индекс развития болезни, %			Среднее за 3 года
		1998 г.	1999 г.	2000 г.	
Здоровые семена	3	15,6	18,8	12,1	15,5
	5	13,9	19,1	18,3	17,1
	7	15,6	19,6	21,8	19,0
Инфицированные семена	3	19,0	19,1	11,4	16,5
	5	17,2	19,6	21,1	19,3
	7	21,1	19,3	23,9	21,4

Исследованиями А.П. Голощапова (1970), проведенными в Курганской области и Ю.Ф. Ветрова (1970) в Иркутской области доказано, что для снижения развития корневой гнили преимущество имеет заделка семян на глубину не более 5 см.

Исследования, осуществленные в Курганской области Ю.С. Ларионовым (1992), подтверждают вывод о том, что биологическим критерием оптимальной глубины заделки семян является длина coleoptile. Автором определено, что при значительной его длине наблюдается высокая полевая всхожесть в случае глубокой заделки семян. При заделке семян глубже средней длины coleoptile на каждый 1 см полевая всхожесть снижается на 5 – 10 %.

В исследованиях И.Н. Порсева (2011) отмечалось, что при посеве яровой пшеницы, районированных сортов на глубину, которая превышала длину coleoptile, превышение порога вредоносности происходит в 5–7 раз и возникает эпифитотия корневой гнили.

Результаты наших исследований соответствуют указанной закономерности. Между развитием болезни и глубиной заделки семян проявляется прямая тесная связь: углубление посевов сверх длины coleoptile приводит к увеличению индекса развития болезни на 1,9 % при посеве здоровыми и на 2,1 % – инфицированными семенами.

По мере увеличения глубины посева снижалась и урожайность зерна, причем на инфицированном фоне это происходило интенсивнее, чем там, где посев был произведен здоровыми семенами. В первом случае посев на глубину 7 см вызвал снижение урожайности на 0,16 т/га (7,1 %) , во втором на 0,14 т/га (4,4 %) в сравнении с посевом на глубину 5 см (таблица 35).

Особую роль играет установление оптимальной глубины заделки семян ячменя в годы с недостаточными запасами продуктивной влаги в почве. Так, в условиях недостатка влаги 1998 г., посев на глубину 5 см повышал урожайность на 0,23– 0,25 т/га при посеве здоровыми семенами. С такой же закономерностью изменялась урожайность при посеве инфицированными семенами. Во влажном 2000 году существенной разницы между сравниваемыми вариантами не было.

На инфицированном фоне семян урожайность во всех вариантах была всегда ниже, чем при посеве здоровыми семенами. Существенное значение для устранения развития болезни имеет заделка семян на оптимальную глубину, соответствующую длине coleoptile. В этой связи приобретает важность тщательная

подготовка почвы, включающая технологические операции рыхления и выравнивания ее перед посевом.

Таблица 35 – Влияние глубины посева ячменя сорта Прерия на урожайность зерна, т/га, (1998 – 2000 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Глубина заделки, см	Урожайность, т/га			Средний урожай за 3 года, т/га	Недобор урожая	
		1998 г.	1999 г.	2000 г.		т/га	%
Здоровые семена	3	3,18	3,10	3,22	3,17	0,03	0,9
	5	3,43	2,98	3,19	3,20	–	–
	7	3,20	2,85	3,14	3,06	0,14	4,4
Инфицированные семена	3	2,23	2,23	2,71	2,39	0,02	0,8
	5	2,40	2,18	2,65	2,41	–	–
	7	2,31	2,16	2,28	2,25	0,16	7,1
НСР <sub>05</sub>	А	0,11	0,12	0,09	0,14		
	В	0,15	0,17	0,12	0,18		
	АВ	0,22	0,24	0,17	0,25		

Таким образом, выбор оптимальной глубины заделки семян особое значение имеет лишь в засушливые годы. При недостаточных запасах влаги и пересушенном верхнем слое семена должны заделываться на 1 – 3 см ниже установленной для конкретного сорта нормы. Инфицированные семена с пониженной энергией прорастания должны быть заделаны на глубину, не превышающую длину coleoptile (3 – 5 см).

## **ГЛАВА 5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА – ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ**

### **5.1. Роль предпосевной обработки семян ячменя биопрепаратами в снижении развития корневых гнилей и повышении его урожайности**

Сельское хозяйство является одним из приоритетных направлений в экономике России. Валовой сбор зерна в Российской Федерации планируется к 2020 г. довести до 125 млн. т, а урожайность увеличить до 2,6 т/га (Алабушев А.В., Раева С.А., 2010). Однако современное сельскохозяйственное производство столкнулось с необходимостью решения весьма острой дилеммы: защита культур от вредного воздействия биотических факторов (болезней, вредителей, сорняков) с одной стороны, и защиты окружающей среды от загрязнения пестицидами – с другой (Павлюшин В.А., 2012). В настоящее время химические пестициды являются наиболее востребованным и надежным инструментом в защите растений. Их применение позволяет сдерживать распространение заболеваний, но вместе с тем наносит немалый урон полезной почвенной микрофлоре. Токсичность для окружающей среды, персонала сельскохозяйственных предприятий и, конечно, потребителя продукции вызывает серьезную озабоченность в обществе.

Следует учитывать и такие негативные последствия их использования как возникновение резистентных форм фитопатогенов и усиление в связ с этим пестицидного пресса. Выведение из стабильного состояния микробной ситуации влечет за собой нарушение биологического равновесия в агробиоценозах и массовое ухудшение экологии (Никитина З.И., 1991). Поэтому альтернативой химическому методу может стать применение биологических препаратов, которые безопасны для окружающей среды и живых организмов.

Производство биопрепаратов основано на природных биологически активных веществах, не оказывающих негативного воздействия на окружающую

среду (Строт Т.А., 1994). Они включаются в метаболизм растений, повышая их устойчивость к возбудителям инфекционных болезней и неблагоприятным условиям. Биопрепараты способствуют сохранению биоразнообразия, что обеспечивает участие природных агентов в регулировании численности вредных объектов и восстановлении естественной саморегуляции биоценозов. Введение в систему защиты биопрепаратов повышает урожай основных культур и качество сельскохозяйственной продукции, плодородие почв, оздоравливает почвенную микробиоту, способствует дополнительному накоплению в урожае основных элементов питания из удобрений (Франк Р.И., Кищенко И.И., 2008; Надыкта В.Д., Волкова Г.В., Долженко В.И., 2010; Завалин А.А., 2011).

Систематический мониторинг посевов сельскохозяйственных культур показал, что для предотвращения потерь, вызываемых вредными организмами, и получения экологически безопасной продукции необходимо внедрять методы биологической защиты (Мотовилин А.А., 2001). В современных условиях применение физиологически активных препаратов становится одним из важных приемов выращивания растений. Поэтому весьма актуальны исследования, направленные на поиск новых, малоопасных, экономичных средств защиты растений, способствующих сохранению урожая и потребительских свойств получаемой продукции.

В сельском хозяйстве существуют ситуации, в которых биопрепараты могут быть более привлекательными, чем химические пестициды. Так, ими можно заменить фунгициды с низкой эффективностью, к которым у патогенов развилась резистентность и которые не могут заменить другие химические средства. В связи с этим приобретают особое значение эффективные отечественные биопрепараты, колонизирующие растение и ингибирующие выделение микроорганизмами токсинов, оказывающих губительное действие на патоген. Российскими учеными созданы подобные средства, применение которых обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур (Тихонович И.А. и др., 2005; Завалин А.В., 2005). Существующий ассортимент препаратов ежегодно пополняется, при этом совершенствуется их качество.

В зависимости от препаративных форм биологические препараты, присутствующие на современном рынке, делятся на 3 группы: жидкие – клетки микроорганизмов в культуральной жидкости или стабилизирующем растворе; сухие порошки, таблетки, гранулы; иммобилизованные – гранулы с заключенными внутри клетками микроорганизмов в консервирующем растворе.

Современный подход предполагает создание систем комплексной микробиологической защиты растений от болезней. Для восстановления и активации природных регуляторных механизмов должны использоваться различные группы микроорганизмов, чтобы сохранить биологическое разнообразие и повысить их устойчивость (Новикова И.И., 2005).

Один из самых перспективных объектов для получения широкого спектра биопрепаратов – ризосферные бактерии рода псевдомонад.

Псевдомонады – это грамотрицательные неферментирующие бактерии. Все псевдомонады – облигатные аэробы, которые хорошо растут на простых питательных средах. Они используют широкий спектр органических веществ и благодаря этому могут встречаться повсеместно: в воде, в почве, могут переноситься с током воздуха.

Все изученные к настоящему времени механизмы положительного действия псевдомонад на растение можно условно разделить на два типа:

- прямая или непосредственная стимуляция роста растений за счет синтеза различных метаболитов, полезных для растений;
- опосредованная стимуляция роста растений за счет вытеснения и подавления развития, а также распространения почвенных фитопатогенов или микроорганизмов, угнетающих рост растений.

Ризосферные псевдомонады оказывают положительное действие на растение при успешной колонизации ими его ризосферы. Колонизация наиболее успешна при адгезии клеток к корневой поверхности. Бактериальные клетки способны перемещаться к корням растений, корневые выделения которых являются источником питания микроорганизмов.

Ризосферные псевдомонады осуществляют контроль фитопатогенов в естественных условиях, вырабатывают комплекс биологических активных веществ антибиотической и ростостимулирующей групп, которые способны обеззараживать поверхность семян от фитопатогенов. Обладают способностью активно заселять ризоплану, питаясь корневыми выделениями, продуцируют биологически активные вещества, подавляющие развитие болезней и усиливающие рост растений.

Некоторые их штаммы, способствующие значительному улучшению роста и развития растений, используются для создания биопрепаратов. Средства, содержащие живые клетки этих бактерий, защищают растения от фитопатогенов, стимулируют их рост и повышают продуктивность (Боронин А.М., Кочетков В.В., 2000).

В настоящее время в России применяется несколько препаратов на основе бактерий и метаболитов рода *Pseudomonas spp.*: Планриз, Псевдобактерин-2, Агат-25К, Бинорам, Елена и др. Все они, в основном, представляют колонии бактерий, выращенные глубинным способом на жидкой питательной среде – культуральной жидкости. Препараты эффективны в воздействии на широкий спектр болезней растений. Они сдерживают или устраняют развитие корневых гнилей, бурой ржавчины, бактериозов, фузариозов, черной ножки и т. д. на различных сельскохозяйственных культурах. В этой связи их перспективность очевидна (Рубан Е.Л., 1986).

К почвенным микроорганизмам-антагонистам, подавляющим жизнедеятельность фитопатогенной микрофлоры за счет выделения секреции в среду экзо-метаболитов с выраженной антибиотической активностью, а также ферментативного разрушения гифов грибов, жесткой конкуренции за жизненное пространство и питательный субстрат, относятся также бактерии рода *Bacillus spp.* (Отурина И.Т. и др., 2008). Применение их как биоагентов микробных препаратов имеет ряд преимуществ: они легко культивируются, могут длительное время храниться, а также использоваться в виде спор, что облегчает инокуляцию посевного материала и пролонгирует действие биопрепаратов в природной среде.

На основе бактерий рода *Bacillus spp.* в настоящее время выпускаются следующие биопрепараты: Алирин-Б (*Bacillus subtilis*, штамм 10 ВИЗР); Бактофит (*Bacillus subtilis*, штамм ИПМ 215); Гамаир (*Bacillus subtilis*, штамм М–22 ВИЗР); Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis*, штамм 26 Д).

Приоритетное место в защите растений от патогенов занимают грибы рода *Trichoderma spp.* Все биопрепараты на их основе называются триходерминами. Грибы этого рода подавляют развитие других микроорганизмов путем прямого паразитирования, конкуренции за субстрат, выделения ферментов, антибиотиков и других биологически активных веществ, которые обладают антибактериальными и антигрибными свойствами. Благодаря высокой биологической активности они быстро осваивают субстрат, активно участвуют в разложении органических соединений, процессах аммонификации, нитрификации, усиливают мобилизацию фосфора и калия, обогащают почву подвижными питательными веществами. Гифы гриба рода *Trichoderma spp.* повышают фунгицидную активность клеточного сока растений и устойчивость к заболеваниям (Барайщук Г.В., 2006).

Известны 2 механизма биологического контроля у грибов рода *Trichoderma spp.*: ризосферная компетентность и долговременная защита на значительном удалении от зоны инфекции. Увеличение урожайности растений отмечается вследствие колонизации микроорганизмами корней растений. После обработки семян конидиями *Trichoderma spp.* или внесения их непосредственно в почву интродуцированные конидии успешно колонизируют поверхность корней, расширяя их всасывающую поверхность и создавая биологический барьер для фитопатогенов.

В своих исследованиях Ф.К. Алимова (2006) установила, что полная колонизация корней происходит тогда, когда пропагулы гриба рода *Trichoderma spp.* вносятся при обработке семян или в гранулированном виде на поверхность вспаханной почвы или при вспашке и рыхлении. Грибы проявляют хемотаксис и растут в сторону новой формирующейся корневой поверхности растения.

Колонизация ризосферы грибами рода *Trichoderma spp.* приводит к подавлению болезней растений, ускорению роста, увеличению урожайности, устойчивости к патогенам.

В этой связи, нами были выполнены исследования по оценке фунгицидной активности биопрепаратов Планриз, Агат-25К, Альбит, Триходермин и Бактофит, относящихся к 3 указанным группам микроорганизмов, в подвлении развития корневых гнилей на ячмене сорта Зазерский 85. В качестве эталона был взят протравитель Премис Двести, который применяется в большинстве хозяйств Республики Мордовия. Схема закладки опыта и методика исследований подробно описаны в главе 2.

Микологический анализ семян показал, что предпосевная обработка их в разной степени сдерживала развитие семенной инфекции. Биологическая эффективность биопрепаратов была различной и достаточно высокой (таблица 36).

Таблица 36 – Влияние биопрепаратов на зараженность семян ячменя сорта Зазерский 85 фитопатогенами, % (2001 – 2003 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Зараженность фитопатогенами						Общая зараженность	
		<i>Bipolaris spp.</i>		<i>Alternaria spp.</i>		<i>Fusarium spp.</i>		П	БЭ
		П	БЭ	П	БЭ	П	БЭ		
Контроль (без обработки)	–	8,9	–	9,2	–	4,0	–	22,1	–
ПремисДвести	0,2 л	0,7	92,1	0,8	91,3	0,4	90,0	1,9	89,7
Агат-25К	0,03кг	3,4	61,8	2,9	68,4	2,0	50,0	8,3	55,1
Альбит	0,03 л	3,5	60,7	2,6	71,7	1,5	62,5	7,6	59,0
Бактофит	3 л	2,9	67,4	4,9	46,7	1,7	57,5	9,5	48,6
Планриз	1 л	3,6	59,6	3,0	67,4	2,2	45,0	8,8	52,4
Триходермин	0,05 кг	3,3	62,9	3,3	64,1	1,6	60,0	8,2	55,7
НСР <sub>05</sub>	–	1,7	–	2,3	–	1,3	–	4,4	–

Примечание: П – пораженность, БЭ – биологическая эффективность

Так, против гелиминтоспориозной и фузариозной инфекций более эффективны были Бактофит (67,4 и 57,5 %), Триходермин (62,9 и 60 %) и Альбит (60,7 и 62,5 %). Биопрепараты Агат-25К (61,8 %) и Планриз (59,6 %) заметно снижали за-

раженность гелиминтоспориозом и слабее – фузариозом (50,0 и 45,0 %), соответственно. В борьбе с фузариозом применение изучаемых средств уменьшало уровень заражения в 1,8 – 2,7 раза по сравнению с контролем. Максимальные показатели отмечались при обработке семян Альбитом (62,5 %) и Триходермином (60,0 %). Против альтернариозной инфекции эффективность всех биопрепаратов, за исключением Бактофита (46,7 %), была значительно выше (64,1 – 71,7 %), чем против фузариозной (45,0 – 62,5 %) и гелиминтоспориозной (59,6 – 62,9 %) инфекций. При этом значительное снижение зараженности семян отмечалось при обработке их Альбитом (71,7 %). Биопрепараты Агат-25К, Триходермин и Планриз снижали зараженность семян грибом *Alternaria spp.*, но их эффективность была ниже. В случае обработки семян Бактофитом этот показатель был самым высоким и составил 4,9 % при биологической эффективности 46,7 %. По биологической эффективности против всех патогенов в совокупности Альбит (59,0 %) превосходил другие препараты. Химический препарат Премис Двести эффективно подавлял зараженность всех основных возбудителей болезни, выявленных на семенах: *B. sorokiniana* – на 92,1 *Alternaria spp.* – 91,3 и *Fusarium spp.* – 90,0 %.

По степени убывания фунгицидной активности против комплекса фитопатогенов на яровом ячмене, биологические препараты можно расположить в следующей последовательности: Альбит (59,0 %), Триходермин (55,7 %), Агат-25К (55,1 %), Планриз (52,4 %), Бактофит (48,6 %).

Биологические препараты оказывали также фитостимулирующее действие, которое проявилось в увеличении лабораторной всхожести семян ячменя – на 6,7 – 10,9 % по сравнению с контролем (таблица 37). Больше всего загнивших и патологически проросших, а также пораженных грибной инфекцией семян, было на контроле при отсутствии предпосевного протравливания, где лабораторная всхожесть не превышала 82,3 %. Максимальное отклонение по всхожести от контроля наблюдалось при использовании Альбита. В этом варианте за годы исследований она составила в среднем 93,2 %. Действие других изучаемых препаратов было практически одинаковым (89,0 – 91,1 %).

Обработка семян биопрепаратами не повлияла на длину coleoptиле, проростка и корешков, оказывая при этом слабое влияние на увеличение их числа. Таким образом, изучение названных биопрепаратов выявило их способность к подавлению и сдерживанию фитопатогенной микрофлоры на семенах, а также фитостимулирующие свойства, выражающиеся в увеличении лабораторной всхожести и числа зародышевых корешков.

Таблица 37 – Влияние биопрепаратов на всхожесть, рост и развитие проростка ячменя сорта Зазерский 85, (2001-2003гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Лабораторная всхожесть, %	Длина, см			Число корешков, шт.	Масса корешков, г
		coleoptиле	проростка	корешков		
Контроль (без обработки)	82,3	5,5	6,2	4,8	3,0	3,0
Премис Двести	88,0	4,0	4,1	6,8	5,4	4,7
Агат-25К	89,0	6,5	7,8	6,8	5,2	5,1
Альбит	93,2	5,8	7,6	6,8	5,5	4,8
Бактофит	91,1	5,6	7,2	6,0	5,0	4,4
Планриз	89,6	6,2	7,8	6,8	4,8	4,6
Триходермин	91,0	5,7	7,5	6,5	5,4	4,7
<i>HCP<sub>05</sub></i>	1,9	1,1	1,5	1,7	1,5	–
F <sub>T</sub> = 2,51	F <sub>ф</sub> = 39,1	F <sub>ф</sub> = 1,6	F <sub>ф</sub> = 0,67	F <sub>ф</sub> = 1,6	F <sub>ф</sub> = 2,2	–

Обработка семян оказала положительное действие на величину полевой всхожести: в обработанных вариантах она превышала контроль на 5,2 – 6,6% и на 0,4 – 1,8 % эталонный вариант с использованием Премиса Двести (таблица 38). При этом задержки появления всходов не наблюдалось.

Густота стояния растений в обработанных вариантах была выше контроля на 12 – 36 шт./м<sup>2</sup>. Общая сохранность с момента формирования густоты и до уборки урожая колебалась от 85,5 до 97,3 %. Во всех изучаемых вариантах она превосходила контроль на 8,5 – 11,5 %.

Учет пораженности растений корневой гнилью выявил, что обработка семян ячменя снижала проявление болезни на органах растения в течение всего периода вегетации. Вначале, максимальное число зараженных растений, было обнаружено на контроле (63,5 %), балл поражения 2. Развитие болезни достигало 7,8 %

В обработанных вариантах распространенность болезни в начале вегетации была ниже контроля, но превышала эталонный вариант Премис Двести в 1,1 – 1,3 раза. При использовании Альбита, Агата-25К и Триходермина снижение развития болезни произошло в 3,1; 2,7; 2,9 раза, соответственно, по сравнению с контролем (таблица 39).

Таблица 38 – Влияние биопрепаратов на полевую всхожесть и сохранность растений ячменя сорта Зазерский 85 (2001 –2003 гг., Учхоз МГУ им. Н.П.Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг /т	Количество взошедших растений, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Количество растений к началу уборки, шт./м <sup>2</sup>	Сохранность растений, %
Контроль (без обработки)	–	386	70,2	330	85,5
Премис Двести	0,2 л	412	75,0	400	97,3
Агат-25К	0,03 кг	414	75,8	389	94,0
Альбит	0,03 л	422	76,8	411	97,0
Бактофит	3 л	398	76,3	382	96,0
Планриз	1 л	418	76,0	398	95,2
Триходермин	0,05 кг	405	75,4	393	97,0
<i>НСР<sub>05</sub></i>	–	16	–	20	–
F <sub>T</sub> = 2,42	–	F <sub>φ</sub> = 4,0	–	F <sub>φ</sub> =23,6	–

В других вариантах это снижение составило в 2,2 – 2,4 раза. Разница между эталонным протравителем Премисом Двести и Альбитом была самой низкой

В варианте с использованием химического препарата Премис Двести пораженность растений корневыми гнилями сокращалась на 80,8 %, в других на 55,1 – 67,9 %. Это было ниже показателя химического протравителя на 12,9 – 25,7 %. Действие препаратов четче проявлялось на первичных и вторичных корнях.

В фазу восковой спелости зерна распространенность болезни на подземных органах увеличивалась во всех вариантах опыта. Корневыми гнилями на контроле были заражены почти все растения (98,2 %), балл поражения 2. В вариантах, обработанных биопрепаратами, распространенность была ниже контроля на 31,0 – 39,1 %, но выше, чем в эталонном варианте с Премисом Двести на 4,0 – 12,1 %.

После фазы выхода в трубку происходило ослабление защитного действия протравителей во всех вариантах, но особенно заметно это было при использовании Бактофита и Планриза. Здесь отмечались максимальные показатели распространенности (67,2 и 65,4 %) и развития болезни (9,9 и 9,4 %) при биологической эффективности 25,4 – 28,8 %.

Таблица 39 – Влияние биопрепаратов на развитие корневой гнили ячменя сорта Зазерский 85, % (200 – 2003гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Начало вегетации			Конец вегетации		
		Р	R	Бэ	Р	R	Бэ
Контроль (без обработки)	-	63,5	7,8	–	98,2	13,2	–
Премис Двсти	0,2 л	43,1	1,5	80,8	55,1	5,9	55,3
Агат-25К	0.03 кг	54,6	2,9	62,8	63,3	9,2	30,3
Альбит	0.03 л	48,3	2,5	67,9	59,1	8,3	37,1
Бактофит	3л	57,8	3,5	55,1	67,2	9,9	25,4
Планриз	1 л	56,0	3,2	59,0	65,4	9,4	28,8
Триходермин	0,05 кг	50,1	2,7	65,4	60,6	8,5	35,6

Примечание: Р – распространенность; R – развитие; Бэ – биологическая эффективность

Биологическая эффективность исследуемых протравителей была также различной. Отсюда следует вывод, что предпосевная обработка семян уменьшала первоначальную инфекцию и сдерживала ее развитие в начале вегетации, после чего эффективность препаратов снижалась, и в более поздние фазы развития ячменя уровень защиты подземных органов был уже недостаточным.

Детальный анализ структуры урожая ячменя показал, что количество продуктивных стеблей его на 1 м<sup>2</sup> повышалось при обработке семян всеми изучаемыми препаратами на 22,3–25,7% по сравнению с контролем (таблица 40).

Максимальное количество их формировалось при обработке семян Альбитом и Триходермином, что превосходило контроль на 25,0 %. Предпосевная обработка семян биопрепаратами не способствовала увеличению числа зерен в колосе во все исследуемые годы и не влияла на озерненность колоса. В то же время,

масса 1 000 зерен, характеризующая их крупность, в обработанных вариантах возрастала на 2,1 – 4,2 г по сравнению с контролем и на 0,1 – 2,2 г – с эталонным вариантом.

Таблица 40 – Влияние биопрепаратов на структуру урожая и урожайность ячменя сорта Зазерский 85, (2001 – 2003 г.г., Учхоз МГУ им Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Продуктивные стебли, шт./м <sup>2</sup>	Масса 1 000 зерен, г	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
					т/га	%
Контроль (без обработки)	–	331	37,5	2,90	–	–
Премис Двести	0,2 л	405	39,5	3,20	0,3	10,3
Агат-25К	0,03 кг	412	40,2	3,11	0,21	7,2
Альбит	0,04 л	416	41,0	3,18	0,28	9,6
Бактофит	3л	406	38,8	3,00	0,10	3,4
Планриз	1 л	409	39,6	3,08	0,18	6,2
Триходермин	0,05 кг	415	41,7	3,12	0,22	7,6
<i>HCP<sub>05</sub></i>	–	30,0	2,1	0,16	–	–
F <sub>т</sub> = 2,42	–	F <sub>ф</sub> = 8,6	F <sub>ф</sub> = 3,7	F <sub>ф</sub> = 3,6	–	–

Максимальным этот показатель был в вариантах с обработкой семян Альбитом (41,0 г) и Триходермином (41,7 г), где полученные результаты превышали контроль на 3,5 – 4,2 г и эталонный протравитель Премис Двести – на 1,5 – 2,2 г. Лишь в варианте, с использование Бактофита, разница в показателе крупности зерна был несущественной, что не могло не отразиться на формировании урожайности. Все препараты обеспечивали прибавку урожая. Показатели урожайности по годам исследований отличались незначительно (приложение 25). Во все годы исследований максимальная урожайность была получена в вариантах с применением Альбита, Триходермина и Агата-25К. В среднем за 3 года прибавка урожая здесь составила 0,21 – 0,28 т/га, что превышало контроль на 7,2 – 9,6 % . Прибавка была получена вследствие увеличения числа продуктивных стеблей (412 – 416 шт./м<sup>2</sup>) и массы 1 000 зерен (40,2 – 41,7 г).

При использовании протравителя Премис Двести прибавка урожая (0,3 т/га) была получена за счет ограничения развития заболевания. В случае применения

биопрепаратов на нее влияло наличие их фитостимулирующего действия, которое вызывало ускоренный рост корневой системы, образование вторичных корней, повышение всхожести, энергии прорастания и кустистости. Некоторые из них (Альбит, Агат-25К) обладают способностью усиливать засухоустойчивость и жаростойкость растений, что позволило им в засушливые годы с меньшими потерями перенести температурный стресс. Кроме того, биопрепараты активизировали деятельность полезного микробного сообщества ризосферы. Они индуцировали естественную устойчивость растений к заболеваниям, действуя аналогично системному фунгициду Премис Двести, поэтому во всех вариантах с биопрепаратами (кроме Бактофита) получены достоверные прибавки урожая.

В 2001 – 2003 гг. были проведены исследования по изучению влияния указанных биопрепаратов на семена ярового ячменя сорта Зазерский 85 при их разной степени инфицированности, а именно: слабой – заражение до 10 %; средней – до 30 % и сильной – заражение более 30 % (таблица 41).

Таблица 41 – Влияние биопрепаратов на развитие корневой гнили ячменя сорта Зазерский 85 при разной степени инфицированности семян, %  
(2001 – 2003 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Степень инфицированности семян					
		слабая (до 10 %)		средняя (до 30 %)		сильная (> 30 %)	
		R	Бэ	R	Бэ	R	Бэ
Контроль (без обработки)		9,6	–	20,1	–	33,3	–
Премис Двести	0,2 л	1,3	86,5	2,9	85,6	5,6	83,2
Агат-25К	0,03 кг	1,6	83,3	6,5	67,7	24,3	27,0
Альбит	0,04 л	1,4	85,4	6,1	69,7	22,9	31,2
Бактофит	3л	1,8	81,2	8,0	60,2	24,7	25,8
Планриз	1 л	1,7	82,3	6,7	66,7	23,7	28,8
Триходермин	0,05 кг	1,5	84,4	6,9	65,7	24,6	26,1

Анализ полученных результатов показал, что эффективность биопрепаратов в снижении развития корневой гнили зависела от степени заражения семян. Так,

при слабой степени заражения (до 10 % внешней инфекции) биологическая эффективность Альбита составила 85,4 % .

В данном случае он достаточно заметно сдерживал развитие болезни и не уступал по этому показателю варианту с использованием Премиса Двести.

По мере увеличения уровня инфицированности семян до 30 % фунгицидная активность его снижалась до 69,7 %. На фоне сильной инфицированности (> 30 %) она не превышала 31,2 %. Эффективность же препарата Премис Двести оставалась достаточно высокой при всех уровнях заражения семян (83,2 – 86,5 %).

Подобные закономерности были отмечены и с другими биопрепаратами. На слабом инфекционном фоне их биологическая эффективность составляла 81,2 – 84,4 %. С возрастанием инфекционной нагрузки на семена уменьшалась биологическая эффективность препаратов, вследствие чего они не могли сдерживать развитие болезни.

Отсюда следует, что протравливание сильно инфицированного семенного материала системным фунгицидом Премис Двести было эффективнее, чем биологическими препаратами.

Обработка слабо инфицированного семенного материала системным протравителем также не имела существенного преимущества по сравнению с опытными биологическими препаратами.

Протравливание сильно инфицированных семян системным фунгицидом Премис Двести способствовало существенному увеличению урожайности зерна на 0,27 – 0,38 т/га по сравнению с обработкой биопрепаратами (таблица 42).

Однако разница в урожайности при протравливании слабо инфицированных семян системным фунгицидом и биопрепаратами была несущественной и составила 0,02 – 0,13 т/га.

Поэтому критерием, определяющим необходимость применения биопрепаратов для обработки семян является степень их инфицированности, которая не должна превышать 30 % внешней инфекции.

При зараженности семян выше этого порогового критерия, использование одних биопрепаратов было малоэффективно, так как они не сдерживали в полной мере процесс развития болезни.

Таблица 42 – Влияние биопрепаратов на урожайность ячменя сорта Зазерский 85 при разной степени инфицированности семян, %  
(2001 – 2003 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Степень инфицированности семян								
	слабая (до 10 %)			средняя (до 30 %)			сильная (более 30 %)		
	урожай- ность, т/га	прибавка к контролю		урожай- ность, т/га	прибавка к контролю		урожай- ность, т/га	прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
Контроль (без обработки)	3,27	–	–	3,24	–	–	3,19	–	–
Премис Двести	3,62	0,35	10,7	3,54	0,30	9,3	3,58	0,39	12,2
Агат-25К	3,57	0,30	9,2	3,46	0,22	6,8	3,28	0,09	2,8
Альбит	3,60	0,33	10,1	3,48	0,24	7,4	3,31	0,12	3,8
Бактофит	3,51	0,24	7,3	3,36	0,12	3,7	3,20	0,01	0,31
Планриз	3,58	0,31	9,5	3,44	0,20	6,2	3,26	0,07	2,2
Триходермин	3,49	0,22	6,7	3,43	0,19	5,9	3,21	0,02	0,6
<i>НСР<sub>05</sub></i>	0,15	–	–	0,16	–	–	0,16	–	–
F <sub>T</sub> = 2,42	F <sub>Ф</sub> = 5,3	–	–	F <sub>Ф</sub> = 3,2	–	–	F <sub>Ф</sub> = 6,1	–	–

## 5.2. Совершенствование регламента использования биопрепаратов

Инфекция семян в основном вызывает поражение и гибель проростков, а при поражении растений в период всходов происходит отмирание продуктивных стеблей. При более позднем заражении растений возникает щуплость колоса (Коршунова А.Ф. и др., 1976). Использование биопрепаратов при обработке семян против группы патогенов-возбудителей корневой гнили (*B. sorokiniana*, *Alternaria spp.*, *Fusarium spp.*) эффективно в тех случаях, когда они передаются с семенами.

Но, поскольку эти грибы способны сохраняться не только на семенах, но также в почве и на растительных остатках, одного протравливания семян бывает недостаточно.

Использование биофунгицидов для обеззараживания семян увеличивает численность микроорганизмов в ризосфере ячменя и стимулирует скорость их размножения, усиливая микробиологическую активность почвы. Тем не менее, обработанные семена защищены от почвенной инфекции лишь на непродолжительное время. Кроме того, в более поздние фазы онтогенеза растений данный эффект значительно снижается еще и потому, что источником заражения может стать аэрогенная инфекция. Ввиду этого необходимо сочетать предпосевную обработку семян и опрыскивание растений фунгицидами в период вегетации.

С целью более детального изучения действия биопрепаратов нами был заложен полевой опыт, включающий сравнение способов и кратности применения различных по функциональному действию биологически активных препаратов на яровом ячмене. Схема опыта подробно представлена в главе 2.

Одним из показателей жизнеспособности семян ячменя, их продуктивности и устойчивости к неблагоприятным условиям является всхожесть, определяемая в лабораторных условиях. В результате определения лабораторной всхожести семян установлено, что она изменялась от 87,3 до 97,6 % (таблица 43).

Больше всего загнивших и ненормально проросших (с недоразвитыми и деформированными зародышами корешками) семян было на контроле, где отсутствовало предпосевная обработка семян. В этой связи лабораторная всхожесть здесь была минимальной и составила 87,3 %. Обработка семян перед посевом оказала положительное влияние и на величину полевой всхожести. У обеззараженных семян она увеличивалась на 7,1 – 10,4 %. Необработанные семена уступали им в этом отношении, а всходы их отличались слабой выживаемостью. В дальнейшем рост и развитие ячменя во многом зависели от регламента использования биопрепаратов.

Ко времени уборки число растений во всех исследованных вариантах сократилось, их сохранность варьировала от 85,9 до 98,1 %. Значительное умень-

шение количества растений произошло в контрольном варианте за счет гибели всходов, вызванных инфекцией семян и отмиранием продуктивных стеблей вследствие поражения растений в фазу всходов. При двукратном опрыскивании сохранность была выше и составила – 97,4 – 98,1 %. Меньшее количество растений сохранялось в варианте с одной предпосевной обработкой семян Агатом-25К.

Таблица 43 – Влияние предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов ячменя сорта Зазерский 85 биопрепаратами на всхожесть, густоту стеблестоя и сохранность растений, (2004–2006 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода	Всхожесть, %		Густота растений, шт./м <sup>2</sup>		Сохранность растений, %
		лабораторная	полевая	всходы	полная спелость	
Контроль (без обработки)	-	87,3	63,1	355	305	85,9
Планриз (обработка семян)	1 л/т	96,2	70,2	384	365	95,0
Планриз (обработка семян +1 опрыскивание)	1л/т+0,5л/га	–	70,8	386	371	96,1
Планриз (обработка семян +2 опрыскивания)	1л/т+0,5л/га	–	70,3	382	372	97,4
Агат-25К (обработка семян)	0,03 кг/т	94,8	72,6	363	318	87,6
Агат -25К (обработка семян +1 опрыскивание)	0,03кг/т+0,03кг/га	–	72,8	364	334	91,7
Агат-25К (обработка семян+2 опрыскивания)	0,03кг/т+0,03кг/га	–	72,0	360	353	98,1
Альбит (без обработки)	0,04 л/т	97,6	73,1	392	367	93,6
Альбит (обработка семян +1 опрыскивание)	0,04л/т+0,04л/га	–	73,5	398	368	92,5
Альбит (обработка семян+2 опрыскивания)	0,04л/т+0,04л/га	–	73,0	404	395	97,8
НСР <sub>05</sub>		1,98	4,3	21,5	22,8	4,4
F <sub>т</sub> =2,24		F <sub>ф</sub> =51,7	F <sub>ф</sub> =4,0	F <sub>ф</sub> =5,0	F <sub>ф</sub> =11,7	F <sub>ф</sub> =6,6

Таким образом, предпосевная обработка семян и опрыскивание вегетирующих растений положительно влияли на густоту и сохранность растений ярового ячменя.

Нами были изучены также и фунгицидные свойства биопрепаратов. Высеянные семена имели среднюю степень инфицированности. Поражение растений наблюдалось на протяжении всего периода вегетации. Первые признаки проявления болезни отмечались в фазу всходов, когда на основании стебля и подземных органах (первичные корни, колеоптиле, влагалище прикорневых листьев) образовывались коричневые точки, полосы и пятна; в некоторых местах ими было охвачено более половины пораженного органа. При обследовании установлено, что максимальное число больных растений присутствовало в контроле, где распространенность болезни составила 25,1 %. В вариантах с предпосевной обработкой семян Планризом количество пораженных растений было меньше, следовательно, и распространенность болезни соответственно понижалась на 5,8 – 7,9 % (таблица 44).

Таблица 44 – Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами на пораженность ячменя сорта Зазерский 85 возбудителем *B. sorokiniana*, %  
(2004 –2006 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода	Распространенность болезни	Индекс развития болезни	Биологическая эффективность
Контроль (без обработки)	-	25,1	9,2	–
Планриз (обработка семян)	1 л/т	18,6	3,3	64,1
Планриз (обработка семян + 1 опрыскивание)	1 л/т+0,5л/га	17,2	3,8	58,7
Планриз (обработка семян+2 опрыскивания)	1 л/т+0,5л/га	19,3	3,5	62,0
Агат-25К (обработка семян)	0,03 кг/т	19,6	3,0	67,4
Агат -25К (обработка семян +1 опрыскивание)	0,03кг/т+0,03кг/га	19,9	2,9	68,5
Агат -25К (обработка семян +2 опрыскивания)	0,03кг/т+0,03кг/га	18,7	3,0	67,4
Альбит (без обработки)	0,04л/т	17,8	2,8	69,6
Альбит (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,04л/т+0,04л/га	19,4	2,9	68,5
Альбит (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,04л/т+0,04л/га	20,1	2,8	69,6

Происходило очищение семян от патогенов, вызывающих корневую гниль и сдерживание распространенности болезни во всех изучаемых вариантах. При этом биологическая эффективность от обработки семян Планризом против возбудителей корневых гнилей достигала 58,7– 64,1 %.

Второе фитопатологическое обследование было проведено после первой обработки вегетирующих растений в фазу кушения. В этом случае отмечалось увеличение распространенности на 12,1 % и интенсивности поражения на 3,4 % в контроле и в варианте с предпосевной обработкой семян, где защитное действие Планриза уменьшалось (таблица 45).

Таблица 45 – Влияние предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов в фазу кушения биопрепаратами на пораженность ячменя сорта Зазерский 85 возбудителем *B. sorokiniana*, % (2004 –2006 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода	Распространенность болезни	Индекс развития болезни	Биологическая эффективность
Контроль (без обработки)	–	37,2	12,6	–
Планриз (обработка семян)	1л/т	26,2	5,4	57,1
Планриз (обработка семян + 1 опрыскивание)	1л/т+0,5л/га	18,9	4,2	67,1
Планриз (обработка семян + 2 опрыскивания)	1л/т+0,5л/га	20,1	3,9	69,2
Агат-25К (обработка семян)	0,03кг/т	23,2,	5,2	59,1
Агат-25К (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,03кг/т+0,03кг/га	20,0	3,4	73,1
Агат-25К (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,03кг/т+0,03кг/га	21,3	3,4	72,8
Альбит (обработка семян)	0,04 л/т	20,6	5,0	60,1
Альбит (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,04л/т+0,04л/га	21,8	2,9	77,0
Альбит (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,04л/т+0,04л/га	22,9	3,0	76,2

При обработке семян с однократным опрыскиванием вегетирующих растений в этот период увеличения числа пораженных растений не наблюдалось. Здесь

происходило умеренное сдерживание развития и распространенности болезни. При этом значительно повысилась биологическая эффективность во всех обработанных вариантах до 67,1 – 69,2 %. В случае предпосевной обработки семян этот показатель снизился до 57,1 % .

После второго опрыскивания, проведенного в фазу выхода в трубку, молодые растения активно формировали корневую систему. В этом варианте не было увеличения интенсивности развития болезни (4,0 %), а распространенность возросла всего на 3,5 и составила 23,6 % (таблица 46). При однократном опрыскивании также происходило сдерживание развития болезни, но в меньшей степени. В целом же, биологическая эффективность Планриза при сочетании опрыскивания с протравливанием превышала показатель одной предпосевной обработки в 1,6 раза

При изучении влияния кратности обработок Агатом-25К на поражаемость ячменя корневыми гнилями отмечалось также, что распространенность и развитие болезни в вариантах с предпосевной обработкой семян были меньше по сравнению с контролем – в 1,3 и 3,1 раза. Биологическая эффективность при этом составила 67,4 – 68,5 %. После первого опрыскивания растений в фазу кущения наблюдалось увеличение распространенности (на 3,6 %) и интенсивности поражения (на 2,2 %) в варианте, с одним лишь предпосевным протравливанием семян данным препаратом.

В случае однократного опрыскивания посевов отмечалось умеренное развитие и распространенность болезни. Биологическая эффективность при этом возросла до 73,1 %. В варианте, с одной предпосевной обработкой семян, биологическая эффективность в данный период снизилась и составила 59,1 %.

После второго опрыскивания увеличения интенсивности развития заболевания не происходило, а биологическая эффективность увеличилась до 77,3 %. При однократном опрыскивании посевов произошло усиление развития заболевания до 4,5 %, а биологическая эффективность препарата снизилась на 7,3 % .

При использовании Альбита развитие корневых гнилей сдерживали все

изучаемые способы обработки, но результативнее были варианты, совмещающие обработку семян с опрыскиванием в период вегетации. Максимальные показатели были достигнуты при комбинации протравливания с двукратным опрыскиванием в фазы кущения и выхода в трубку. Здесь распространенность болезни достигала 23,5 %, а развитие – 3,1 %, при биологической эффективности 79,6 %.

Таблица 46 – Влияние предпосевной обработки семян и двукратного опрыскивания посевов биопрепаратами на пораженность ячменя сорта Зазерский 85 возбудителем *V.sorokiniana*, % (2004 – 2006г.г., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода	Распространенность болезни	Индекс развития болезни	Биологическая эффективность
Контроль (без обработки)	–	48,9	15,0	–
Планриз (обработка семян)	1л/т	34,3	8,1	45,9
Планриз (обработка семян + 1 опрыскивание)	1л/т+0,5л/га	20,2	5,1	66,0
Планриз (обработка семян + 2 опрыскивания)	1л/т+0,5л/га	23,6	4,0	73,3
Агат – 25К (обработка семян)	0,03кг/т	35,2	7,9	47,3
Агат-25К (обработка семян+ 1 опрыскивание)	0.03кг/т+0,03кг/га	23,0	4,5	70,0
Агат-25К (обработка семян+ 2опрыскивания)	0.03кг/т+0,03кг/га	22,1	3,4	77,3
Альбит (обработка семян)	0,04 л/т	25,6	7,7	48,6
Альбит (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,04л/т+0,04л/га	23,9	3,6	76,2
Альбит (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,04л/т+0,04л/га	23,5	3,1	79,6

Из сказанного следует, что применение биопрепаратов сдерживало поражение растений возбудителями корневых гнилей во всех изучаемых вариантах с разной интенсивностью, что впоследствии способствовало повышению продуктивности растений и получению экологически безопасной продукции.

Биопрепараты в значительной степени влияли и на развитие гельминтоспориозных пятнистостей ячменя, учет которых проводили на 14-й день после первого и второго опрыскиваний. Испытания проходили на естественном фоне поражения, при всех уровнях развития заболевания.

Интенсивность поражения листьев ярового ячменя темно-бурой пятнистостью после опрыскивания растений биопрепаратами была различной и зависела от вида препарата и кратности обработок. Первые заметные признаки болезни отмечались в фазу кущения. В фазу выхода в трубку болезнь нарастала более интенсивно, и самое сильное проявление ее наблюдалось в период колошения – цветение.

Опрыскивание растений в фазу кущения сдерживало распространенность и развитие темно-бурой пятнистости. Биопрепараты не уничтожали инфекцию, а снижали ее патогенность и повышали защитные свойства растений, демонстрируя биологическую эффективность на уровне 59,7 – 63,6 % (таблица 47). После второй обработки, проведенной в фазу выхода в трубку, происходило уменьшение развития заболевания на 61,0 – 66,7 %.

В вариантах с однократной обработкой растений, биологическая эффективность снизилась с уровня 59,7 – 63,6 % до 50,4 – 53,6 %, а с одной предпосевной обработкой семян, оказалась менее существенной и составила 23,6 – 27,6 %. Развитие заболевания ограничивали все обработки, но наиболее значительные различия получены при двукратном опрыскивании Альбитом и Агатом-25К. Развитие болезни в этих вариантах было ниже контроля на 7,9 – 8,2 %, а распространенность – на 32,2 – 33,7 %. Здесь с особой четкостью обнаруживалось свойство препаратов задерживать ее проявление: первые признаки отмечались в конце фазы колошения. За это время в контроле количество пораженных растений и интенсивность развития увеличились в 2,1 – 2,2 и 2,8 – 3,0 раза соответственно.

При таком регламенте использования Агата-25К и Альбита происходило сдерживание появления заболевания больше, чем на 1,5 месяца. В варианте с Планризом, невысокое поражение темно-бурой пятнистостью, наблюдалось также

при двукратном опрыскивании. Но эта разница была меньше – соответственно в 1,9 и 2,6 раза.

В условиях увлажненного года первые признаки заболевания фиксировались также в начале кущения, но интенсивность поражения была на 2 % выше.

Таблица 47 – Влияние биопрепаратов на пораженность ячменя сорта Зазерский 85 темно-бурой пятнистостью, % (2004 –2006 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Контроль	Норма расхода	После первого опрыскивания			После второго опрыскивания		
		Р	Р	Бэ	Р	Р	Бэ
Контроль (без обработки)	—	35,2	7,7	—	62,3	12,3	—
Планриз (обработка семян)	1л/т	27,2	5,3	31,2	50,1	9,4	23,6
Плнриз (обработка семян + 1 опрыскивание)	1л/т+0,5л/га	25,0	3,1	59,7	38,1	6,1	50,4
Планриз (обработка семян + 2 опрыскивания)	1л/т+0,5л/га	24,2	3,0	61,0	32,1	4,8	61,0
Агат-25К (обработка семян)	0,03кг/т	26,8	5,0	35,1	48,6	9,2	25,2
Агат-25К (обработка семян +1 опрыскивание)	0,03кг/т+0,03кг/га	24,1	3,0	61,0	35,3	5,9	52,0
Агат-25К (обработка семян +2 опрыскивания)	0,03кг/т+0,03кг/га	23,6	2,9	62,3	30,1	4,4	64,2
Альбит (обработка семян)	0,04 л/т	28,3	4,6	40,2	45,6	8,9	27,6
Альбит (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,04л/т+0,04 л/га	23,1	2,8	63,6	33,2	5,7	53,6
Альбит (обработка семян+2 опрыскивания)	0,04л/т+0,04 л/га	24,2	2,8	63,6	28,6	4,1	66,7
<i>НСР<sub>05</sub></i>	—	2,6	1,1	2,7	2,6	4,2	2,8
F <sub>T</sub> =2,24	—	F <sub>φ</sub> =15,1	F <sub>φ</sub> =17,9	F <sub>φ</sub> =193	F <sub>φ</sub> =133	F <sub>φ</sub> =20	F <sub>φ</sub> =295

Примечание: Р - распространенность; Р– развитие; Бэ – биологическая эффективность.

Таким образом, совместная обработка семян и двукратное опрыскивание вегетирующих растений биопрепаратами при слабой и средней степени развития темно-бурой пятнистости ячменя позволяют решить проблему его защиты. Однако, в увлажненном 2005 г. при значительном распространении и развитии болезни, даже при двукратной обработке, биопрепараты полностью не устраняли поражение темно-бурой пятнистостью.

Урожайность ярового ячменя, как и других сельскохозяйственных культур, во многом зависит от количества растений на единице площади ко времени уборки и их продуктивности. Чем больше сохранится растений, чем они будут продуктивнее, с хорошо выполненным зерном, тем выше будет их биологическая и фактическая урожайность.

Проведенный анализ структуры урожая ячменя показал, что обработка семян и посевов биопрепаратом Планриз способствовала формированию большего количества растений на единице площади и их сохранности к моменту уборки (таблица 48).

Таблица 48 – Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожая ячменя сорта Зазерский 85 (2004 –2006 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода	Продуктивные стебли, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
Контроль (без обработки)	–	360	23	36,6	30,3
Планриз (обработка семян)	1л/т	365	22	38,6	31,0
Планриз (обработка семян + 1 опрыскивание)	1л/т + 0,5л/га	380	22	38,0	31,8
Планриз (обработка семян + 2 опрыскивания)	1л/т + 0,5л/га	400	21	39,4	33,1
Агат-25К (обработка семян)	0,03 кг/т	406	19	38,1	31,1
Агат-25К (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,03г/т+0,03кг/га	430	19	39,8	32,5
Агат-25К (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,03кг/т+0,03кг/га	438	19	41,2	34,3
Альбит (обработка семян)	0,04 л/т	418	21	37,8	33,1
Альбит (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,04л/т+0,04л/га	426	20	38,9	34,8
Альбит (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,04л/т+0,04л/га	435	20	41,3	35,9
<i>НСР<sub>05</sub></i>	–	20	–	1,8	1,3
F <sub>т</sub> =2,24	–	F <sub>ф</sub> =16,6	–	F <sub>ф</sub> = 5,3	F <sub>ф</sub> = 5,3

Максимальное количество продуктивных стеблей, а также крупные и полновесные семена формировались в случае обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений в фазы кущения и выхода в трубку.

Аналогичные закономерности прослеживались при использовании Агата-25К, за исключением того, что по озерненности колоса между вариантами различий не было.

Анализ элементов структуры урожая ячменя при обработке семенного материала и вегетирующих растений Альбитом показал, что по показателям густоты, общей и продуктивной кустистости между вариантами не было существенных отличий. Число зерен в колосе было также одинаковым во всех вариантах. Наиболее крупные семена образовывались в варианте с обработкой семян и двукратным опрыскиванием – 41,3 г, что превышало этот показатель при совместном протравливании семян и однократном опрыскивании растений на 2,4 г, а при одной лишь обработке семян – на 3,5 г.

Таким образом, обработка семян и опрыскивание вегетирующих растений Альбитом способствовали, формированию крупного зерна и не влияли на озерненность колоса.

Максимальное число продуктивных стеблей образовывалось и сохранялось в вариантах с использованием Агата-25К (438 шт./м<sup>2</sup>) и Альбита (435 шт./м<sup>2</sup>) для обработки семян и двукратного опрыскивания растений. При применении Планриза в аналогичном варианте их было меньше на 35 – 38 шт./м<sup>2</sup>. Все препараты, обладающие биофунгицидными свойствами, незначительно влияли на озерненность колоса, но положительно воздействовали на крупность и выполненность зерна. По этому показателю между биофунгицидами существовали заметные различия. Крупное и полновесное зерно формировалось в вариантах с использованием Агата-25К и Альбита, где масса 1 000 зерен превосходила контроль на 4,6 – 4,7 г. При обработке семян и однократном опрыскивании посевов Планризом, а также при обработке семян Агатом-25К и Альбитом, разница по показателю массы 1 000 семян была статистически недостоверной.

Таким образом, обработка семян и вегетирующих растений Альбитом и Агатом -25К способствовала формированию большего числа продуктивных стеблей и крупных семян.

Основным показателем хозяйственной эффективности биопрепаратов, служащих для защиты растений от болезней, является уровень урожайности. Урожайность зерна ячменя в определенной мере зависела от применения названных средств. Во всех опытных вариантах, в среднем за 3 года, она была выше, чем в контроле (таблица 49).

Использование Планриза дало прибавку 0,08 – 0,28 т/га (2,6 – 9,3 %). Наибольший прирост урожая получен в варианте, совмещающем обработку семян с двукратным опрыскиванием по вегетирующим растениям. Он составил 0,28 т/га, что превышает результат одной лишь обработки семян на 0,20 т/га, а обработки семян и одного опрыскивания – на 0,18 т/га.

Применение Агата-25К для обработки семян и вегетирующих растений также значительно увеличивало урожайность во все годы исследований. Полученные данные выявили преимущество совместной обработки семян и вегетирующих растений по сравнению с одной лишь обработкой семян. Урожайность была на 0,2 – 0,4 т/га (7,0 – 13,3 %) выше контроля и на 0,11 – 0,30 т/га варианта, с предпосевной обработкой семян Агатом-25К.

Препарат Альбит положительно влиял на урожайность во всех вариантах. При обработке семян и двукратном опрыскивании вегетирующих растений, она увеличивалась на 16,7 %, а при однократном опрыскивании на 13,7 %. Самая низкая прибавка (0,28 т/га) получена после одной лишь предпосевной обработки семян.

Результаты анализа урожайности свидетельствуют, что биопрепараты обеспечивают достоверное повышение урожайности зерна на уровне 0,10 – 0,50 т/га (в зависимости от вида и регламента применения).

Максимальная прибавка урожая получена при обработке семян и двукратном опрыскивании вегетирующих растений Альбитом, Агатом-25К и однократном опрыскивании Альбитом. Применение Планриза также перспективно, но

увеличение урожайности зерна ячменя при его применении ниже и составляет 0,28 т/га.

Таблица 49 – Влияние способов использования биопрепаратов на урожайность ячменя сорта Зазерский 85, т/га (2004 –2006 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода	Урожайность, т/га			Средняя урожайность за 3 года, т/га	Прибавка к контролю	
		2004 г	2005г.	2006г		т/га	%
Контроль (без обработки)	–	2,98	2,85	3,17	3,00	–	–
Планриз (обработка семян)	1л/т	3,10	2,96	3,08	3,08	0,08	2,6
Планриз (обработка семян + 1 опрыскивание)	1л/т+0,5л/га	3,15	2,99	3,16	3,10	0,10	3,3
Планриз (обработка семян + 2 опрыскивания )	1л/т+0,5л/га	3,30	3,01	3,53	3,28	0,28	9,3
Агат-25К (обработка семян)	0,03кг/т	3,12	3,03	3,15	3,10	0,10	3,3
Агат-25К (обработка семян+ 1 опрыскивание)	0,03кг/т+0,03кг/га	3,23	3,18	3,22	3,21	0,21	7,0
Агат-25К (обработка семян+ 2 опрыскивания)	0,03кг/т+0,03кг/га	3,42	3,36	3,42	3,40	0,40	13,3
Альбит (обработка семян)	0,04л/т	3,31	3,22	3,31	3,28	0,28	9,3
Альбит (обработка семян+ 1 опрыскивание)	0,04л/т+0,04л/га	3,44	3,38	3,44	3,41	0,41	13,7
Альбит (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,04л/т+0,04л/га	3,52	3,41	3,57	3,50	0,50	16,7
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	–	0,17	0,22	0,11	0,12	–	–
F <sub>T</sub> = 2,24	–	F <sub>ф</sub> =7,7	F <sub>ф</sub> = 6,7	F <sub>ф</sub> =8,6	F <sub>ф</sub> = 9,6	–	–

Отсюда следует, что использование изучаемых препаратов на ячмене улучшает фитосанитарную и экологическую обстановку в посевах и выгодно с точки зрения хозяйственной эффективности защиты ячменя от болезней.

В условиях, когда не прогнозируется эпифитотийное развитие патогенов при средней и слабой степени инфицированности семян биопрепараты могут заменить химические обработки. Это позволит снизить пестицидный пресс в агроценозах, улучшить природную устойчивость растений к болезням и, за счет фитостимулирующей и иммуномодулирующей активности, повысить урожайность до 0,50 т/га.

Проведенные исследования подтвердили фунгистатические свойства биопрепаратов: помимо стимуляции ростовых процессов они проявляют защитные свойства, сдерживая развитие болезни. Эти свойства основаны на усилении иммунитета растений и, как следствие, приобретении естественной способности к сопротивлению болезни. Благодаря этому биопрепараты действуют как системные протравители.

При обработке семян основными механизмами действия биопрепаратов против корневых гнилей являются иммунизация растений и перестройка почвенного микробного сообщества в прикорневой зоне под влиянием высева обработанных семян, в результате чего в ризосфере снижается удельный вес возбудителей корневой гнили.

Как показали исследования, доля обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений биопрепаратами в системе защиты ярового ячменя от возбудителей корневых гнилей различна. В первом случае – наиболее эффективна иммунизация от семенной и почвенной инфекции возбудителей корневых гнилей. Обработка вегетирующих растений наиболее эффективна против темно-бурой и полосатой пятнистости.

Наивысший защитный эффект достигался при сочетании предпосевной обработки семян и двукратного опрыскивания, т. е. при осуществлении всего комплекса защитных мероприятий, рекомендованных регламентом применения препаратов. При этом он был тем значительнее, чем раньше были использованы биопрепараты.

На основании результатов исследований можно сделать заключение, что наиболее действенными биопрепаратами, проявившими фунгицидную и фунгистатиче-

скую активность, оказались Агат-25К, Альбит и Триходермин. Их применение подавляло и сдерживало фитопатогенную микрофлору на семенах, повышало полевую всхожесть семян, продуктивную кустистость, урожайность, крупность зерна и его качество.

Экспериментально установлено, что максимальная эффективность биопрепаратов проявляется при использовании семян, инфицированных в слабой или средней степени (биологическая эффективность – 81,4 – 85,6 %). При увеличении инфекционной нагрузки семян их биологическая эффективность и урожайность снижались.

Проведенная сравнительная оценка эффективности регламента использования биопрепаратов показала, что приемом, улучшающим их влияние, является сочетание обработки семян и двукратного опрыскивания вегетирующих растений, при котором происходит сдерживание развития болезни и обеспечиваются достоверные прибавки урожая (0,28 – 0,50 т/га).

## **ГЛАВА 6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В СТАБИЛИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОЙ СИТУАЦИИ С КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ В ПОСЕВАХ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Поиск путей сохранения окружающей среды предусматривает охрану атмосферы и водных ресурсов, рациональное использование земельных ресурсов, сохранение биологического разнообразия, безопасное использование достижений биотехнологий – повышение безопасности использования токсичных химических веществ, в том числе и пестицидов.

Безопасное применение пестицидов является обоснованной альтернативой отказу от использования химических веществ в защите растений. Критерии включения в интегрированные системы защиты растений блоков химических мероприятий предлагают, прежде всего, сохранение и активизацию природных регуляторных механизмов в агроландшафтной сфере и снижение токсической нагрузки на посевы сельскохозяйственных культур для обеспечения фитосанитарной стабильности агроценозов. Главным принципом этого является переход на экосистемный уровень, при котором долгосрочное сдерживание массового развития вредных организмов должно обеспечиваться в рамках севооборота, т. к. в интегрированной системе защиты растений нельзя абсолютизировать роль отдельных методов. Необходим подход, основанный на их интеграции при условии полного проявления возможностей. При этом интегрированная система защиты растений, как составная часть растениеводства является одним из основных факторов антропогенного воздействия не только на агроценозы, но и на агроландшафты и природу в целом. Устойчивое развитие земледелия, растениеводства и непосредственно связанной с ними интегрированной системы защиты растений, определяется такими критериями как экологическая безопасность, экономическая эффективность, высокая продуктивность и социальная гармония. Самым уязвимым блоком интегрированной системы защиты растений по экологической безопасности остается применение пестицидов. Совершенствование химического современного

метода идет по пути создания препаратов, которые повышают защитные функции организма растений и обладают биорегуляторной активностью.

Производители современных средств защиты предлагают широкий спектр препаратов для снижения вредоносности таких опасных заболеваний, как корневые гнили. С течением времени патогены приобретают резистентность к определенным классам фунгицидов, вследствие чего ослабевает функциональное действие последних. Поэтому в растениеводстве идут постоянные поиски и испытания новых фунгицидов, более продуктивных при подавлении инфекций и экологически безопасных для окружающей среды.

### **6.1. Влияние протравителей на микрофлору семян и формирование проростков яровой пшеницы и ячменя**

В настоящее время результаты фитоэкспертизы семян во всех регионах России убедительно свидетельствуют об увеличении поражения зерновых культур основными возбудителями экономически значимых болезней (Абеленцев В.И., 2003; Санин С.С., Филиппов А.В., 2003). Если раньше зараженность зерна возбудителями корневых гнилей *B. sorokiniana* и *Fusarium spp.*, составляла не более 2 %, то сейчас она достигает 40 – 70 %. Кроме того до 70 % семян могут быть поражены *Alternaria spp.* (Абеленцев В.И., 2003). Ежегодные потери зерна от болезней во многих регионах составляют до 20 % (Санин С.С., Филиппов А.В., 2003).

В сложившейся ситуации качественное протравливание семян может значительно снизить потери урожая. Предпосевная обработка семенного материала современными фунгицидами является одним из методов, способных защитить семена, проростки и всходы не только от семенной, но и от ранней аэрогенной инфекции.

Качественное протравливание семян требует обязательного проведения их фитоэкспертизы, на основании результатов которой делается заключение о возможности использования конкретной партии зерна для семенных целей и о необходимости протравливания. Фитоэкспертиза позволяет правильно подобрать про-

травитель, а при недостатке средств защиты перераспределить их, обратив внимание на сильно зараженные партии семян.

Для обеспечения качественного протравливания выбираются семена, чистые по видам и сортам и отвечающие нормам ГОСТов. У них должны быть высокими энергия прорастания, всхожесть и влажность, не превышающая 16 %. Семена должны быть выровненными по размеру и форме, выполненными, с высокой массой 1 000 семян, без механических повреждений и микротрещин.

Поверхность семян следует очистить от пыли и зерновых отходов, которые, имея большую относительную поверхность, быстрее связываются с протравителем, вследствие чего на полноценное зерно он попадает в меньшем количестве.

При недостаточном удалении остей у ячменя возрастает объемная масса семян, что приводит к недопротравливанию всей партии, поскольку расчет нормы расхода препарата производится на массу семян.

Протравители защищают семена от наружной и внутренней инфекции. Химические вещества поступают в почву в виде раствора, образуя вокруг молодого проростка защитную зону, блокирующую патогены, содержащиеся в почве. Протравители оказывают локальное лечебное действие, либо распределяются системно, обеспечивая защиту семени и органов проростка.

На российском рынке представлены препараты для протравливания семян контактного и системного действия. Первые покрывают семенную оболочку, формируя на ней защитный слой. Системные препараты проникают внутрь семян и в растение, а также обеззараживают почву вокруг семени (Ульяненко Л., Комков Н., 2011). Действующие вещества некоторых из них, наряду с фунгицидной активностью, обладают дополнительными свойствами, положительно влияющими на всхожесть семян и развитие злаковых культур на ранних фазах роста.

Протравители отличаются как по спектру активности, так и по эффективности. При высокой инфицированности реализуются потенциальные возможности препарата, или наоборот, проявляются его слабые стороны. Качество определяется не только диапазоном действий, но и переносимостью его различных компо-

нентов культурой. Существенную роль играет состав препарата, т. е. смесь ингредиентов, включая действующее вещество, которое выступает ведущим фактором.

Таким образом, качество протравителя обуславливается рядом параметров, основные из которых – надежный контроль вредного объекта и создание оптимальных условий для роста и развития растений. Это возможно только при соблюдении норм внесения протравителя в соответствии с рекомендованной дозировкой.

В связи с открытием представительств отечественных («Август») и иностранных фирм («Сингента», «Байер» и др.), производящих пестициды, в южной части Нечерноземной зоны РФ для практики сельскохозяйственного производства предлагаются протравители семян Винцит, ВиалТТ, Витавакс 200фф, Максим, Премис Двести, Фенорам супр и т. д. В рекомендациях фирм отсутствует информация по применению указанных препаратов в конкретных почвенно-климатических зонах при различных условиях (уровень технологий) выращивания. Поэтому внедрение средств защиты для обработки семян должно проводиться с учетом особенностей регионов. С целью выявления эффективных протравителей семян ячменя и яровой пшеницы в условиях Республики Мордовия, расположенной в южной части Нечерноземной зоны, нами было проведено испытание протравителей из разных классов химических соединений, в том числе из триазоловой группы. Ему подверглись Винцит, СК (тиабендазол + флутриафол), Премис Двести, КС (триаконазол,) Виал ТТ, ВСК (тиабендазол + тебуконазол). Это жидкие системные протравители, которые при использовании не образуют пыль. Действующим веществом Виала ТТ являются тиабендазол и тебуконазол (таблица 50). Тиабендазол по химическому строению относится к группе производных бензимидазола, а тебуконазол является производным триазола. Производные триазола ингибируют синтез эргостерина. Они активны против различных видов *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*, *Deuteromycetes* и мало влияют на прорастание спор, но ингибируют дальнейшее удлинение ростковых трубок и изменяют их морфологию. Триазолы способны к быстрому передвижению по ксилеме к верхним листьям, однако они почти не перераспределяются в пределах растения и не посту-

пают в молодые, вновь образующиеся листья (Попов С.Я. и др., 2003; Зинченко В.А., 2005). Протравители триазольной группы наиболее сильно депрессируют растения на этапе их гетеротрофного питания (Тютюрев С.Л., 2010).

Таблица 50 – Характеристика протравителей семян

Препарат	Препаративная форма	Рекомендуемая производителем норма расхода, л /га, кг/га, л /т, кг/т	Группа по химическому строению	Действующее вещество	Характер распределения в растении
Виал ТТ	Водно-суспензионный концентрат (ВСК)	0,3 – 0,4	Бензимидазол Триазол	Тиабендазол + Тебуконазол	системное
Винцит	Суспензионный концентрат (СК)	1,5 – 2,0	Триазол	Тиабендазол + Флутриафол	системное
Витавакс 200фф	Водно-суспензионный концентрат (ВСК)	2,0 – 3,0	Оксатиин	Карбоксин + Тирам	системное
Максим	Концентрат суспензии (КС)	1,5 – 2,0	-	Флудиоксанил	контактное
Премис Двести	Концентрат суспензии (КС)	0,15 – 0,2	Триазол	Тритриконазол	системное
Фенорам супер	Смачивающийся порошок (СП)	2,0 – 3,0	Оксатиин	Карбоксин + Тирам	системно-контактное
Фундазол	Смачивающийся порошок (СП)	0,3 – 3,0	Бензимидазол	Беномил	системно-контактное
ТМТД	Водно-суспензионный концентрат (ВСК)	3,0 – 4,0	Дитиокарбаминовая кислота	Тирам	контактное

Бензимидазолы ингибируют митозы в клетках и не влияют на синтез ДНК. Действуя на споры, они замедляют, но не подавляют их прорастание. Клетки обработанного мицелия некоторое время могут расти, однако у них прекращается деление ядер, а на гифах образуются вздутия (Зинченко В.А., 2005).

Действующим веществом Винцита являются тиабендазол и флутриафол, который блокирует биосинтез эргостерина. Витавакс 200фф по химическому строению относится к группе производных оксатиина. Его действующие вещества – карбоксин и тирам. Селективность карбоксина обусловлена специфичностью проникновения в клетки. Чувствительные виды патогенов с большей скоростью и в большей степени поглощают их из раствора, чем устойчивые.

Прорастающие семена активно поглощают действующее вещество в самые первые 12 часов после прорастания. Оно быстро перемещается с транспирационным током вверх по ксилеме в количествах, достаточных для уничтожения инфекции. Деятельность микроорганизмов, вносимых с удобрениями, им не подавляется. Карбоксин не обнаруживается в растении через 6 недель после посева, а его метаболиты – через 10 недель.

Максим – это контактный фунгицид широкого спектра действия (д. в. – флудиоксанил). Он рекомендуется для протравливания семян зерновых с нормой расхода 1,5 л/т. Действующее вещество не оказывает прямого влияния на патоген, но активизирует естественные защитные реакции растений. Препарат обладает некоторым росторегулирующим свойством.

Действующим веществом протравителя Премис Двести, КС служит триаконазол – представитель триазольной группы.

Фенорам супер, СП – входит в группу производных оксатиина. Действующим веществом его являются карбоксин и тирам. Он результативен против гельминтоспориоза, но малоэффективен против фузариоза. Добавление тирама обеспечивает его воздействие на возбудителей плесневения семян.

Фундазол по химическому строению относится к производным бензимидазола. Действующим веществом служит беномил. Фунгициды на основе беномила обладают контактно-системным защитным и лечебным действием. Они токсичны для большинства грибов представителей дейтеромицетов и базидиомицетов и нетоксичны для фикомицетов родов *Helminthosporium*, *Alternaria*, *Sclerotinium*.

Контактный протравитель семян ТМТД по химическому строению отнесен к группе производных дитиокарбаминовой кислоты и создан на основе тирама. Он не проникает в семена и растения, а подавляет прорастание спор или начальный рост мицелия патогена, находящегося на поверхности. Проникая в клетки возбудителя, препарат ингибирует активность ферментов, содержащих атомы меди или сульфогидрольные группы.

В результате фитоэкспертизы семян нами была определена зараженность их возбудителями корневых гнилей (вариант «контроль»), превышающая уста-

новленные пороги вредоносности. Среди патогенов, выявленных на яровой пшенице и ячмене доминирующее положение занимал грибок *Alternaria spp.* Кроме этого была зафиксирована зараженность семян гелиминтоспориозной и фузариозной инфекцией.

Высоким обеззараживающим действием против возбудителей гелиминтоспориозной инфекции отличались Винцит, Виал ТТ и Премис Двести, снижающие зараженность на 92,8; 90,4; 91,2 % соответственно (таблица 51).

Таблица 51 – Влияние протравителей на микрофлору семян яровой пшеницы сорта Прохоровка и ячменя сорта Зазерский 85, % (2005 –2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Яровая пшеница								Ячмень							
	<i>Bipolaris spp.</i>		<i>Alternaria spp.</i>		<i>Fusarium spp.</i>		Общая зараженность		<i>Bipolaris spp.</i>		<i>Alternaria spp.</i>		<i>Fusarium spp.</i>		Общая зараженность	
	П	Бэ	П	Бэ	П	Бэ	П	Бэ	П	Бэ	П	Бэ	П	Бэ	П	Бэ
Контроль	12,5	–	32,3	–	5,6	–	50,3	–	19,1	–	34,9	–	9,2	–	63,2	–
Виал ТТ	1,2	90,4	5,1	84,2	1,7	69,6	8,0	84,1	1,5	92,1	6,3	81,9	3,3	64,1	11,1	82,4
Винцит	0,9	92,8	4,1	87,2	1,8	67,8	6,8	86,5	0,9	95,3	5,9	83,1	2,4	73,9	9,2	85,4
Витавакс 200фф	3,6	71,2	5,5	82,9	0,5	91,7	9,6	80,9	4,4	77,0	6,5	81,4	0,5	94,6	11,4	82,0
Максим	2,5	80,0	5,0	84,5	2,6	53,6	10,2	79,7	3,1	83,8	5,6	83,9	2,9	68,5	11,6	81,6
Премис Двести	1,1	91,2	4,8	85,1	1,5	73,2	7,4	85,3	1,3	93,2	5,2	85,1	2,8	69,6	9,3	85,3
ТМТД	2,9	76,8	5,3	83,6	2,6	53,6	10,8	78,5	2,8	85,3	6,6	81,1	2,3	75,0	11,7	81,4
Фенорам супер	2,4	80,8	5,3	83,6	0,8	85,7	8,5	83,1	1,8	90,5	5,0	85,7	2,5	72,8	9,3	85,3
Фундазол	3,7	70,4	6,4	80,1	0,9	83,9	11,0	78,1	4,8	74,9	8,4	75,9	0,7	92,4	13,9	78,0
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	1,1	4,0	1,3	5,0	0,7	5,0	3,8	4,5	1,4	3,9	2,1	3,2	1,1	4,1	2,5	3,7
<i>F</i> <sub>1=2,36</sub>	<i>F</i> <sub>ф=83</sub>	<i>F</i> <sub>ф=50</sub>	<i>F</i> <sub>ф=3,9</sub>	<i>F</i> <sub>ф=16</sub>	<i>F</i> <sub>ф=41</sub>	<i>F</i> <sub>ф=70</sub>	<i>F</i> <sub>ф=18</sub>	<i>F</i> <sub>ф=3</sub>	<i>F</i> <sub>ф=134</sub>	<i>F</i> <sub>ф=33</sub>	<i>F</i> <sub>ф=189</sub>	<i>F</i> <sub>ф=7,9</sub>	<i>F</i> <sub>ф=42</sub>	<i>F</i> <sub>ф=63</sub>	<i>F</i> <sub>ф=408</sub>	<i>F</i> <sub>ф=4,2</sub>

Примечание: П – пораженность; Бэ – биологическая эффективность

В случае фузариозной инфекции они были менее эффективными (69,6;

67,8; 73,2 %). Высокой фунгицидной активностью против возбудителей фузариозной гнили обладали Витавакс 200фф (91,7 %), Фенорам супер (85,7 %) и Фундазол (83,9 %).

Грибы из рода *Alternaria spp.* активно подавлялись почти всеми видами протравителей.

При протравливании яровой пшеницы и ячменя менее эффективными смесевыми препаратами оказались Фундазол и Витавакс 200фф. Это свидетельствует о том, что на основе фитоэкспертизы посевного материала следует дифференцированно подходить к выбору протравителя, учитывая спектр его действия. Поскольку семена яровой пшеницы и ячменя в основном были заражены патогенами *Alternaria spp.* и *B. sorokiniana*, оздоровительное действие более эффективных препаратов при фузариозной инфекции – Фундазола и Витавакса 200фф, здесь проявилось слабее.

При общей зараженности семян яровой пшеницы грибами-патогенами по степени биологической эффективности протравители расположились в следующей последовательности: Фундазол (78,1 %), ГМТД (78,5%), Максим (79,7%), Витавакс 200фф (80,9 %), Фенорам супер (83,1 %), Виал ТТ (84,1 %), Премис Двести (85,3 %), Винцит (86,5 %).

На ячмене высокий комплексный контроль гельминтоспориозной инфекции обеспечивали Винцит (95,3 %), Премис Двести (93,2), Фенорам супер (90,5 %). Градация протравителей по степени биологической эффективности была аналогичной, приведенной выше.

Кроме изучения биологической эффективности препаратов было рассмотрено их влияние на рост и развитие молодых проростков ячменя и яровой пшеницы. В производственных условиях это дает возможность скорректировать такие важные элементы технологии, как глубина заделки семян и сроки посева.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о наличии так называемого ретардантного эффекта у протравителей, которые подавляли рост coleoptile и проростка. Наиболее сильно замедлялся рост coleoptile. Длина его опре-

деляет предельную глубину заделки семян, которая должна быть уменьшена при протравливании указанными протравителями. В противном случае проросток будет пробиваться на поверхность открытым, незащищенным первым настоящим листом, что может привести к ослаблению или гибели всходов.

Протравители Винцит, Премис Двести, Виал ТТ снижали длину coleoptile на яровой пшенице в 1,4; 1,6; 1,8 раза; на ячмене – в 1,3; 1,3; 1,4 раза; проростка соответственно в 1,3; 1,5; 1,6 раза и 1,2; 1,4; 1,5 раза (таблицы 52, 53).

Одновременно было отмечено, что вышеназванные протравители стимулировали рост корневой системы и их массу, увеличивая на яровой пшенице соответственно на 2,1; 3,6; 2,5 см и 1,7; 1,4; 1,4 г.

Отсюда следует вывод, что фунгицидам на основе производных триазола (Винцит, Премис Двести и Виал ТТ) свойственно ретардантное и ингибирующее действие на рост и развитие coleoptile и проростка, но в то же время положительное влияние на рост корней и их массы..

Таблица 52 – Влияние протравителей на рост и развитие проростка яровой пшеницы сорта Прохоровка (2005–2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Длина, см			Количество корешков, шт.	Масса, г	
	coleoptile	проростка	корешка		проростков	корешков
Контроль	5,4	7,1	8,8	3,7	7,3	3,4
Виал ТТ	3,0	4,3	11,3	3,7	4,6	4,8
Винцит	3,8	5,5	10,9	5,4	5,0	5,1
Витавакс 200 фф	6,8	8,7	7,5	2,3	8,5	2,3
Максим	4,9	6,5	8,6	2,3	5,7	3,5
Премис Двести	3,4	4,7	12,4	5,5	4,3	4,8
ТМТД	5,5	6,3	8,0	3,0	5,8	3,6
Фенорам супер	6,5	8,9	7,3	3,8	8,6	2,3
Фундазол	4,8	6,5	9,0	3,7	5,0	5,0
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	1,22	1,29	1,25	1,23	1,05	1,23
F <sub>T</sub> = 2,36	F <sub>ф</sub> =11,3	F <sub>ф</sub> =15,1	F <sub>ф</sub> =19,1	F <sub>ф</sub> =8,3	F <sub>ф</sub> =24,3	F <sub>ф</sub> =8,1

Полученные результаты подтверждают данные ранее проведенных исследований на Южном Урале В.П. Лухменева (2000), Т.В. Семьиной (2003), согласно которым механизм действия триазолсодержащих препаратов направлен на подавление ростовых процессов, о чем говорит уменьшение длины coleoptile и проростка.

Препараты из группы оксатионов, содержащие карбоксин (Витавакс 200фф, Фенорам супер), у яровой пшеницы незначительно увеличивали длину coleoptile и стимулировали рост проростка, увеличивая его длину на 22,5 – 25,3 %, а массу на 16,4 – 17,8, %.

В исследованиях Э.В. Поповой, С.Л. Тютерева (1988), С.Л. Тютерева, Т.С. Баталовой (1991), С.Л. Тютерева (1997) отмечалось, что в случае использования препаратов группы производных оксатионовых и бензимидазольных возможно уменьшение длины coleoptile. По их мнению, это может происходить за счет снижения синтеза белка и замедления деления клеток.

На ячмене Витавакс 200фф и Фенорам супер также стимулировали рост и развитие coleoptile и проростка, увеличивая их длину соответственно на 3,0; 2,1 и 1,7; 1,8 см (см. таблицу 53). Изменение длины проростка сказалось на показателе его массы, которая после протравливания Витаваксом 200фф увеличивалась на 23,6 %, а Фенорамом супер – на 19,7 %. Было также выявлено ингибирующее действие этих препаратов на массу корней (уменьшение на 1,8 – 2,0 г).

Фундазол относится к бензимидазольной группе. Он также стимулировал рост корней и их массу. Ингибирующим эффект был лишь на coleoptile. Контактный однокомпонентный препарат Максим не оказывал ингибирующего действия на развитие coleoptile и проростка.

Оценивая суммарный ретардантный эффект протравителей относительно различных показателей роста и развития проростков яровой пшеницы и ячменя, можно отметить, что во всех вариантах опыта они замедляли рост проростка, корней или coleoptile.

Полученные данные подтверждают результаты ряда исследований (Дымина Е.В., Фадеева Ю.Н., 1989; Семьиная Т.В., 2003; Ашмарина Л.Ф., 2005; Лухменев

В.П., 2000, Порсев И.Н., 2011), содержащих вывод о необходимости заделки семян, протравленных системными протравителями, на глубину, не превышающую среднюю длину coleoptile. В подобных ситуациях при заделке семян глубже 6 – 7 см coleoptile не сможет достигнуть поверхности почвы и первый настоящий лист в полевых условиях при наличии почвенной корки и уплотнения верхнего слоя, не пробившись к свету, может погибнуть. Поэтому предварительная лабораторная оценка влияния протравителей на рост и развитие молодых проростков позволит скорректировать такие важные элементы технологии, как глубина заделки семян и сроки посева.

Таблица 53 – Влияние протравителей на рост и развитие проростка ячменя сорта Зазерский 85 (2005 –2007 гг., Учхоз, МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Длина, см			Количество корешков, шт.	Масса, г	
	coleoptile	проростка	корешка		проростков	корешков
Контроль	5,0	8,3	8,5	4,5	7,6	6,0
Виал ТТ	3,6	5,5	12,0	5,3	7,8	6,8
Винцит	3,8	6,9	11,2	6,3	8,1	7,5
Витавакс 200фф	8,0	10,0	7,1	4,0	9,4	4,2
Максим	4,1	7,6	8,3	3,6	11,0	5,8
Премис Двести	3,9	5,9	11,7	6,5	8,3	7,4
ТМТД	4,3	7,5	8,5	3,7	10,8	5,5
Фенорам супер	7,1	10,1	6,8	4,6	9,1	4,0
Фундазол	3,7	11,6	10,1	5,0	10,8	8,3
<i>HCP<sub>05</sub></i>	1,16	1,06	0,99	1,03	1,09	1,26
F <sub>T</sub> = 2,36	F <sub>ф</sub> =18,9	F <sub>ф</sub> =36,9	F <sub>ф</sub> =43,3	F <sub>ф</sub> =8,6	F <sub>ф</sub> =12,7	F <sub>ф</sub> =13,2

Полученные результаты свидетельствуют также о том, что фитоэкспертизу семян необходимо проводить до и после протравливания, чтобы на ее основе уточнять глубину предпосевной культивации и посева семян, которая не должна превышать длину coleoptile сорта культуры.

## **6.2. Влияние протравителей на снижение вредоносности корневых гнилей, темно-бурой пятнистости и урожайность яровой пшеницы**

Общеизвестно, что интегрированные системы защиты растений (ИСЗР) должны корректироваться исходя из почвенно-климатических особенностей и потому иметь зональный характер, обосновываться теоретически, оправдываться экономически и обеспечивать регулирование популяций вредных видов, позволяющего получать максимально возможный урожай при минимальных затратах труда и средств.

В условиях юга Нечерноземной зоны России, куда территориально входит Республика Мордовия, нами изучались приемы и методы защиты растений, семян и почвы, в том числе ассортимент фунгицидов – как традиционных, так и нового поколения.

На основе лабораторных, мелкоделяночных, полевых и производственных опытов, нами была произведена оценка эффективности разных групп фунгицидов на яровых зерновых культурах. При этом были установлены эффективные, экологически и экономически выгодные параметры их применения с соблюдением приемов существующих адаптивных технологий выращивания яровой пшеницы и ячменя.

Во все годы исследований погодные условия складывались благоприятно для накопления и распространения возбудителей, показатели которых достигали в отдельные годы (2005, 2007, 2008 гг.) уровня, соответствующего эпифитотийной ситуации.

Основной причиной этого, как уже отмечалось ранее, являлось неравномерное распределение осадков, их интенсивность, а также сравнительно невысокая устойчивость растений к патогенам.

Для более объективной оценки фунгицидного действия на растения следует подробнее остановиться на климатических особенностях вегетационных периодов, в течение которых были проведены опыты, поскольку развитие патогенного комплекса, прежде всего, зависит от складывающихся погодных условий периода вегетации культуры.

Метеорологические условия в годы исследований резко отличались. Так, 2005 г. характеризовался как относительно достаточно увлажненный. В мае стояла сухая и теплая погода. Среднемесячная температура была на 5 °С выше нормы, а осадков выпало на 3 мм меньше средних многолетних показателей (приложение 2).

В июне было прохладно. Среднемесячная температура воздуха составила 15,6 °С, что было на 1,5 °С ниже средней многолетней нормы. Осадки выпадали почти ежедневно, сумма их достигла 128 % нормы. Они хорошо увлажняли верхние слои почвы, что благоприятно способствовало росту и развитию растений.

В июле наблюдалась умеренно-теплая погода. Среднемесячная температура воздуха приближалась к норме (18,2 – 18,9 °С), а количество выпавших осадков было на 32 мм ниже нормы. Отсюда ГТК был < 1 и составил 0,9. Всего за период с мая по июль выпало 246 мм осадков, а среднесуточная температура воздуха не превышала 17,3 °С при ГТК – 1,5. В целом, метеоусловия вегетационного периода 2005 г. были вполне благоприятными для роста и развития яровых зерновых культур.

Количество осадков, выпавших за период вегетации в 2006 г. было ниже многолетней нормы. Избыточно увлажненным оказался лишь август, где выпавшие осадки превосходили среднюю многолетнюю норму на 48 мм.

Сумма активных температур превышала среднюю многолетнюю норму в июне на 53 °С, а в августе – на 16 °С. В мае и июле она оказалась ниже нормы на 36 и 73 °С.

В целом, за период вегетации осадков выпало 159 мм, а среднесуточная температура не превышала 17,4 °С, и ГТК составил < 1 (0,89), тогда как оптимальное развитие яровых зерновых культур происходит при ГТК более 1,0.

В мае 2007 г. среднемесячная температура воздуха и количество выпавших осадков были в пределах средней многолетней нормы. Это положительно сказалось на появлении всходов яровой пшеницы и ячменя.

В июне стояла теплая погода, отклонения от многолетней нормы составили всего 1°С. Осадки же, выпадали неравномерно и в недостаточном количестве (недобор – 20 мм). В связи с этим, верхние слои почвы были недостаточно увлажнены, что неблагоприятно отразилось на кущении ячменя. В июле наблюдалась умеренно теплая погода. Среднемесячная температура воздуха была близка к норме, а осадков выпало на 12,4 мм ниже нормы.

Запасы влаги в метровом слое почвы перед посевом не превышали 100 – 106 мм. Среднесуточная температура почвы на глубине заделки семян в период посев – всходы составляла: в 2005 г – 13,8 °С; 2006 г. – 10,8; 2007 г. – 13,1 °С, а влагозапасы в слое почвы 0 – 10 см – 15,5; 12,3; 13,5 мм, соответственно.

Своевременный посев не всегда гарантирует появление дружных всходов, а это влечет за собой невыровненность посевов, растянутый период созревания, а также угнетение поздних всходов ранее взошедшими и оттого, более мощными растениями. Полевая всхожесть и полнота всходов зависят от качества семян, погодных условий, физико-механических свойств почвы, глубины посева и наличия болезней (Кулешов Н.Н., Апрелева М.С., 1970).

Подсчет густоты всходов растений ячменя и яровой пшеницы показал, что не все применяемые протравители достоверно повышали всхожесть семян. Данные полевой всхожести за годы исследований свидетельствуют о том, что в вариантах с применением Виала ТТ, Премиса Двести, ТМТД, Винцита и Фундазола разница по сравнению с контролем была несущественной (таблица 54).

Это объясняется ретардантным эффектом данных протравителей: ингибируя развитие проростка, они с такой же закономерностью снижают полевую всхожесть. У ТМТД отсутствовал названный эффект, но разница с контролем

также была недостоверной. Длительное применение этого протравителя, по всей видимости, усугубилось появлением резистентности к возбудителям корневой гнили. Полевая всхожесть приближалась к показателю лабораторной всхожести в варианте с протравливанием семян Витаваксом 200фф (84,2 %). Результат ингибирования проростка не отразился на высоте растений. По этому показателю между вариантами, за исключением Витавакса 200фф (16,4 см) и Фенорама супер (15,6 см), различий не было.

Общая сохранность растений с момента формирования густоты стеблестоя и до уборки яровой пшеницы и ячменя изменялась от 93 до 96 % в зависимости от изучаемых вариантов, однако существенной разницы по этому показателю между вариантами опыта не отмечалась. Снижение числа растений в контроле и изучаемых вариантах происходило за счет их гибели от корневых гнилей в период всходы – кущение и в последующие фазы роста и развития растений.

Таблица 54 – Влияние протравителей семян на полноту всходов, высоту и выживаемость растений яровой пшеницы сорта Прохоровка (2005 – 2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Полевая всхожесть, %	Высота всходов, см	Густота всходов, шт./м <sup>2</sup>	Выживаемость, %
Контроль (без обработки)	—	70,1	12,2	420	90,8
Виал ТТ	0,4 л	74,2	14,2	445	95,3
Винцит	1,5 л	76,3	14,2	458	96,2
Витавакс 200 фф	2 л	84,2	16,4	505	95,4
Максим	1,5	80,4	15,0	482	94,1
Премис Двести	0,2 л	75,6	14,0	454	96,0
ТМТД	3 л	73,1	14,3	432	92,8
Фенорам супер	2 кг	82,1	15,6	493	93,9
Фундазол	2 кг	72,6	13,6	436	93,6
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	—	6,1	2,3	28,8	5,6
Fт =2,18	—	Fф=5,3	Fф=2,4	Fф=8,9	Fф=0,7

Предпосевная обработка семян протравителями оказала существенное влияние на снижение распространенности корневых гнилей. Максимальное количество больных растений отмечалось на контроле, где распространенность болезни в фазу кущения составила 63,2 %, а минимальное – в вариантах с обработкой семян Премисом Двести и Фенорамом супер (таблица 55). Распространенность болезни здесь была ниже контроля в 2,2 и 2,5 раза. При использовании контактных протравителей и системных – Винцита, ВиалаТТ и Фундазола распространенность болезни была значительно выше и варьировала от 35,3 до 41,3 %.

Таблица 55 – Влияние протравителей на распространенность корневых гнилей яровой пшеницы, % (2005 – 2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Распространенность болезни по фазам развития	
		кущение	созревание
Контроль (без обработки)	–	63,2	94,6
Виал ТТ	0,4 л	40,1	63,9
Винцит	1,5 л	35,3	52,4
Витавакс 200 фф	2 л	30,6	55,7
Максим	1,5 л	40,2	68,8
Премис Двести	0,2 л	28,7	50,4
ТМТД	3 л	41,3	69,3
Фенорам супер	2 кг	25,4	40,8
Фундазол	2 кг	40,2	74,6
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	–	2,90	4,95
F <sub>T</sub> =2,18	–	F <sub>φ</sub> =126	F <sub>φ</sub> =90

К концу вегетации распространенность болезни в контрольном варианте увеличивалась до 94,6 %. В вариантах с протравителями наблюдалось аналогичное явление, и распространенность болезни достигала 40,8 – 74,6 %. После фазы выхода в трубку происходило ослабление защитного действия протравителей во всех вариантах, но с особой четкостью – при применении Фундазола, ТМТД и Максима.

Таким образом, предпосевная обработка не только подавляла и сокращала первоначальную инфекцию на семенах, но и сдерживала ее развитие в течение всей вегетации культуры и зависела от вида протравителя.

Степень развития заболевания в разные годы имела существенные отличия. Максимальный индекс развития болезни отмечался в засушливом 2006 году. В этом сезоне было зафиксировано недостаточное развитие корневой системы. Яровая пшеница активно образовывала лишь зародышевые и колеоптильные корни, а формирование вторичной корневой системы шло очень слабо. Это заметно снижало устойчивость культуры к патогенам, а также общую и продуктивную кустистость. В 2005 и 2007 гг. было обнаружено уменьшение индекса развития болезни. Во все годы исследований сохранялась закономерность нарастания интенсивности развития болезни от начала вегетации к ее окончанию.

В результате исследований было установлено, что используемые протравители достоверно снижали развитие болезни на всех органах яровой пшеницы, вследствие чего в фазу кущения в обработанных вариантах оно было значительно ниже контроля. Однако действие протравителей на различные органы растений было неодинаковым. Так, корни менее всего поражались при протравливании семян Фенорамом супер, Премисом Двести и Винцитом (таблица 56). Винцит, кроме влияния на корневую систему, производил оздоравливающий эффект относительно основания стебля. Это означает, что действующее вещество протравителя свободно проникает в стебель и в корневую систему растений. Витавакс 200фф менее активно защищал корневую систему, чем эпикотиль и основание стебля, так как снижение развития болезни на корне произошло в 2,5 раза, а на эпикотиле и основании стебля в 3,1 – 3,9 раза. При протравливании семян Виалом ТТ и Максимумом поражение корней снижалось в 2,8– 2,9 раза.

На колеоптиле наиболее эффективно уменьшали развитие корневых гнилей Виал ТТ и Премис Двести (до 2,4 и 3,0 %). Менее успешным было действие ТМТД (7,8 %) и Фундазола (8,0 %). Интенсивность развития болезни на эпикотиле в протравленных вариантах была ниже в 2,2 – 4,0 раза, чем в контроле. Разви-

тие болезни на основании стебля было максимальным при использовании Фундазола (1,8 %), а минимальным – при обработке семян яровой пшеницы Виалом ТТ (в 7,8 раза ниже контроля). В общей сложности протравливание семенного материала в фазу кущения сокращало поражаемость подземных органов яровой пшеницы в 3,2 – 5,7 раза.

Таблица 56 – Влияние протравителей на развитие корневой гнили на различных органах яровой пшеницы сорта Прохоровка в фазу кущения, %  
(2005 – 2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П.Огарева)

Вариант	Индекс развития болезни					Биологическая эффективность
	корни	колеоптиле	эпикотиль	основание стебля	среднее по органам	
Контроль (без обработки)	14,1	35,1	8,8	3,9	15,5	—
Виал ТТ	5,0	2,4	3,6	0,5	2,9	81,3
Винцит	3,8	4,7	3,8	0,8	3,3	78,7
Витавакс200фф	5,6	5,6	2,8	1,0	3,7	76,1
Максим	4,8	7,5	3,4	1,2	4,2	72,9
Премис Двести	3,5	3,0	3,0	1,5	2,7	82,6
ТМТД	6,0	7,8	4,0	0,7	4,6	70,3
Фенорам супер	3,0	6,0	2,2	0,9	3,0	80,6
Фундазол	6,3	8,0	3,7	1,8	4,9	68,4
<i>HCP<sub>05</sub></i>	1,38	1,35	1,21	0,60	—	2,30
F <sub>T</sub> = 2, 18	F <sub>ф</sub> =50,1	F <sub>ф</sub> =483	F <sub>ф</sub> =21,7	F <sub>ф</sub> =24,1	—	F <sub>ф</sub> =28,5

Минимальное развитие болезни отмечалось при протравливании системными комбинированными препаратами: Премисом Двести, Виалом ТТ и Фенорамом супер. Их биологическая эффективность изменялась от 80,6 до 82,6 %. Винцит и Витавакс 200фф также достаточно эффективно снижали развитие болезни. Их биологическая эффективность составляла 78,7 и 76,1 %. Протравливание семян Фундазолом оказа-

лось менее перспективным: его биологическая эффективность не превышал 68,4 %.

Фунгицидное действие контактных препаратов против возбудителей корневых гнилей проявлялось слабее (70,3 – 72,9 %).

К концу вегетации существенно увеличилась пораженность всех подземных органов. Изучаемые протравители сдерживали развитие болезни, однако в целом наблюдалось снижение их действия, что связано с поражением формирующихся органов растений почвенной инфекцией, от которой протравители уже не защищали.

Из всех органов сильнее всего поражались корни. Интенсивность нарастания и степень развития корневой гнили при разных протравителях имели существенные отличия. В вариантах с обработкой семян Фенорамом супер и Максимом пораженность увеличилась в 4,0 – 4,4 раза по сравнению с показателями в фазу кущения, а ТМТД, Премисом Двести и Винцитом – в 3,0 – 3,3 раза (таблица 57).

Интенсивность нарастания инфекции на корнях, по сравнению с учетом патогенов в фазу кущения, при протравливании Фундазолом возросла в 1,8 раза, а Витаваксом 200фф и Виалом ТТ – в 2,4 – 2,6 раза.

Значительнее всего поражались корни перед уборкой при протравливании семян ТМТД (18,2 %) и Максимом (19,4 %). Самое низкое развитие болезни отмечалось при обработке семян Премисом Двести (11,0 %).

К моменту полной спелости культуры на эпикотиле более интенсивно болезнь прогрессировала при использовании Виала ТТ, Витавакса 200фф, Премиса Двести, Фенорама супер и Фундазола: ее развитие увеличивалось в 2,4 – 2,5 раза. Менее активно в этот период болезнь развивалась в вариантах с использованием ТМТД, Максима и Винцита, где увеличение произошло в 1,4 – 1,9 раза. При протравливании семян Фенорамом супер (5,4 %) и ТМТД (5,6 %), показатель развития заболевания на эпикотиле был минимальным, а Фундазолом (9,2 %) – максимальным. К моменту уборки интенсивность нарастания инфекции на основании стебля заметно превосходила аналогичные показатели на корнях и эпикотиле.

Таблица 57 – Влияние протравителей на развитие корневой гнили на органах яровой пшеницы сорта Прохоровка перед уборкой, %  
(2005 –2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П.Огарева)

Вариант	Индекс развития болезни				Биологическая эффективность, %
	корни	эпикотиль	основание стебля	среднее по органам	
Контроль (без обработки)	23,0	10,4	5,1	12,8	–
Виал ТТ	13,2	8,8	4,5	8,8	31,2
Винцит	12,6	7,2	5,2	8,3	35,1
Витавакс 200фф	13,4	6,8	5,7	8,6	32,7
Максим,	19,4	6,6	3,4	9,8	23,6
Премис Двести	11,0	7,1	5,4	7,8	39,1
ТМТД	18,2	5,6	3,8	9,2	28,3
Фенорам супер	13,3	5,4	6,8	8,5	33,7
Фундазол	11,5	9,2	6,1	8,9	30,4
<i>HCP<sub>05</sub></i>	2,03	2,12	1,67	2,0	4,7
F <sub>T</sub> =2,18	F <sub>ф</sub> =36,0	F <sub>ф</sub> =5,3	F <sub>ф</sub> =3,6	F <sub>ф</sub> =30,6	F <sub>ф</sub> =8,5

Источником накопления популяции *B. sorokiniana* в течение вегетации, и особенно, в конце ее служили влагалище и пластинки прикорневых листьев, располагающихся на основании стебля. В наших исследованиях поражение основания стебля к концу вегетации становилось значительным. Развитие этой формы заболевания полностью не подавлялось не только контактными, но и системными протравителями.

Высокий показатель развития болезни отмечался в варианте с применением Фенорама супер (6,8 %) и Фундазола (6,1 %). Заметное снижение эффективности зафиксировано при использовании препарата системного механизма действия Фундазола и контактного – Максима.

К концу вегетации действие всех протравителей ослабевало, в отличие от фазы кущения, когда фунгицидный эффект проявляется сильнее всего.

Многолетние исследования позволили установить различия между контактными и системными препаратами в эффективности и стабильности действия.

Системные почти во всех экспериментах оздоравливали пораженные корневой гнилью растения. Они проникали в сосудистую систему растений и защищали формирующиеся органы от семенной и почвенной инфекции в течение нескольких недель. Контактные препараты ТМТД и Максим действовали слабее. Их биологическая эффективность в начале вегетации составляла 70,3 и 72,9 %, а к моменту уборки культуры уменьшилась до 28,3 и 23,6 %, соответственно. Эти протравители только обеззараживали семена и обеспечивали формирование здоровых органов преимущественно в начале вегетации. Высокая эффективность препаратов всех механизмов действия прослеживалась в первой половине вегетации.

Максимальной фунгицидной эффективностью против корневых гнилей в среднем за 3 года обладал протравитель Премис Двести. Препараты Винцит, Фенорам супер и Витавакс 200фф также достоверно снижали развитие корневой гнили на всех органах растений. Их применение позволяет значительно отодвинуть сроки опрыскивания посевов яровой пшеницы в период вегетации, а иногда вообще отказаться от летних обработок. Необходимость опрыскивания должна регламентироваться степенью нарастания инфекции за вегетацию и оперативным контролем над ней.

Таким образом, защитное действие протравителей в посевах яровой пшеницы, хотя с течением времени и ослабевало, но сохранялось до конца вегетации.

Получению стабильных урожаев зерновых культур препятствует также широкое распространение темно-бурой пятнистости, вызываемой грибом *B. sorokoniana*.

Сильное поражение растений темно-бурой пятнистостью чаще всего проявлялось в увлажненные годы при ГТК 1,0 или выше. В Республике Мордовия заражение листьев зерновых культур этим заболеванием носит постоянный характер. Поражение флагового листа обычно отмечалось в период колошение – налив зерна. Пораженность листа растения в среднем к этому периоду обычно достигала 25–30 %. Протравители не только защищали яровую пшеницу от семенной и почвенной инфекции, но и препятствовали развитию темно-бурой пятнистости.

Наблюдения показали, что на флаговом листе (первый ярус) происходило достоверное снижение индекса развития болезни в вариантах с применением Виала ТТ, Премиса Двести и Фенорама супер. В других вариантах эта разница по сравнению с контролем была несущественной (таблица 58).

На втором ярусе достоверное снижение интенсивности развития болезни отмечено в варианте с использованием Максима и Витавакса 200фф.

В среднем за 3 года исследований максимальная биологическая эффективность достигалась при обработке семян Витаваксом 200фф (24,3 %) и Максимом (22,5 %), а минимальная – при протравливании Фундазолом (14,5 %).

Таким образом, фунгитоксичность протравителей семян относительно возбудителей корневых гнилей яровой пшеницы проявлялась лишь в начальный период ее вегетации.

Таблица 58 – Влияние протравителей на развитие темно-бурой пятнистости яровой пшеницы сорта Прохоровка, 2005 – 2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	1-й ярус (флаговый лист)	2-й ярус (подфлаговый лист)	Биологическая эффективность
Контроль (без обработки)	–	6,3	8,9	–
Виал ТТ	0,4 л	4,6	7,5	20,3
Винцит	1,5 л	5,0	7,3	19,1
Витавакс 200 фф	2 л	4,8	6,7	24,3
Максим	1,5 л	5,8	6,6	22,5
Премис Двести	0,2 л	3,4	8,5	21,7
ТМТД	3 л	5,4	7,2	17,1
Фенорам супер	2 кг	3,2	8,8	21,0
Фундазол	2 кг	6,0	7,0	14,5
$HCP_{05}$	–	1,50	1,61	1,84
$F_T=2,18$	–	$F_f=4,6$	$F_f=2,7$	$F_f=25,3$

Воздействие протравителей на урожайность выражалось, прежде всего, в повышении густоты продуктивного стеблестоя, который формируется преимуще-

ственно до фазы цветения растений. Влияние протравителей на другие элементы структуры урожая обуславливалось оздоровлением растений. Анализ данных структуры урожая яровой пшеницы показал, что количество продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> повышалось при обработке семян всеми изучаемыми препаратами.

В среднем за 3 года исследований максимальное количество их (408 шт./м<sup>2</sup>) наблюдалось при использовании Премиса Двести, а самые крупные семена формировались при использовании всех системных протравителей. При использовании контактных протравителей разница с контролем была статистически недостоверной (таблица 59).

Таблица 59 – Влияние протравителей на структуру урожая яровой пшеницы сорта Прохоровка, (2005 – 2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
Контроль (без обработки)	—	344	21	30,0	216,7
Виал ТТ	0,4 л	380	19	32,8	235,6
Винцит	1,5 л	379	20	32,1	247,1
Витавакс 200	2 л	395	19	32,7	246,5
Максим	1,5	368	20	30,5	229,3
Премис Двести	0,2 л	408	19	33,0	253,4
ТМТД	3 л	376	19	30,9	226,7
Фенорам супер	2 кг	389	19	33,2	245,1
Фундазол	2 кг	379	19	32,2	238,8
<i>HCP<sub>05</sub></i>	—	20,6	3,2	1,8	7,9
F <sub>T</sub> =2,18	—	F <sub>ф</sub> =6,6	F <sub>ф</sub> =0,4	F <sub>ф</sub> =3,4	F <sub>ф</sub> =19,0

В 2005 г. максимальное количество продуктивных стеблей формировалось при обработке семян Фенорамом супер (466 шт./м<sup>2</sup>), в 2006 г. – Витаваксом 200фф (367 шт./м<sup>2</sup>), а в 2007 г. – Премисом Двести (408 шт./м<sup>2</sup>).

Предпосевная обработка семян фунгицидами не увеличивала озерненность колоса и слабо влияла на выполненность зерна, поскольку его налив происходил во второй половине вегетации, когда биологическая эффективность протравителей снижалась. Различия в крупности зерна были отмечены лишь в 2005 г., когда более крупное зерно формировалось в вариантах с предпосевной обработкой семян Премисом Двести (37,1 г). В 2006 г. все семена имели одинаковую массу 1 000 семян (30,8 – 31,8 г), за исключением вариантов с применением Максима и Виала ТТ, где этот показатель приближался к контрольному. В 2007 г. масса 1 000 семян в вариантах с протравливанием Максимом и ТМТД соответствовала контрольному уровню.

Рассматривая действие протравителей на величину урожайности, следует отметить, что во все годы исследований они обеспечивали ее прибавку, равную 5,5 – 16,1 %. Однако, этот результат в разные годы был неодинаков. Так, из трех лет исследований максимальная урожайность была получена в 2005 г. (таблица 60). Высокая прибавка урожая зерна яровой пшеницы в условиях этого года наблюдалась при обработке семян Фенорамом супер, Премисом Двести и Витаваксом 200фф – соответственно 0,46; 0,44; 0,43 т/га. Несколько ниже она была в случае применения ВиалаТТ (0,37 т/га) и Винцита (0,35т/га).

В засушливом 2006 г., когда посев протравленными семенами производился в сухую почву, урожайность уменьшалась из-за неполного проявления положительных свойств химических протравителей. Значительной она была, лишь при использовании Премиса Двести (0,33 т/га), Витавакса 200фф (0,31 т/га) и Винцита (0,30 т/га). Из контактных препаратов лучшим был Максим, при использовании которого дополнительно было получено 0,25 т/га зерна яровой пшеницы.

Прибавки урожая при протравливании семян Фундазолом (0,09т/га) и ТМТД (0,06 т/га) оказались статистически недостоверными.

В 2007 г., при достаточной обеспеченности растений влагой, высокая урожайность была получена при использовании Премиса Двести (0,28 т/га), Винцита (0,25 т/га) и Фенорама супер (0,20 т/га).

Таблица 60 – Влияние протравителей на урожайность яровой пшеницы сорта Прохоровка, т/га (2005 – 2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Годы			Среднее за 3года	Прибавка к контролю	
		2005	2006	2007		т/га	%
Контроль (без обработки)	–	2,58	1,79	2,14	2,17	–	–
Виал ТТ	0,4 л	2,95	1,95	2,27	2,39	0,22	10,1
Винцит	1,5 л	2,93	2,09	2,39	2,47	0,30	13,8
Витавакс 200 фф	2 л	3,01	2,10	2,29	2,47	0,30	13,8
Максим	1,5 л	2,84	2,04	2,32	2,40	0,23	10,6
Премис Двести	0,5 л	3,02	2,12	2,42	2,52	0,35	16,1
ТМТД	3 л	2,79	1,85	2,22	2,29	0,12	5,5
Фенорам супер	2 л	3,04	2,00	2,34	2,46	0,29	13,4
Фундазол	2 кг	2,87	1,88	2,19	2,31	0,14	6,4
<i>HCP<sub>05</sub></i>	–	0,11	0,15	0,11	0,14	–	–
F <sub>T</sub> = 2,18	–	F <sub>f</sub> =16,4	F <sub>f</sub> =7,4	F <sub>f</sub> = 5,9	F <sub>f</sub> = 5,2	–	–

Как видно, в среднем за 3 года исследований применение протравителей способствовало увеличению урожайности, элементов структуры урожая, густоты, полевой всхожести, снижению развития корневых гнилей в следующем порядке: Премиса Двести на 0,35 т/га (16,1 %), Винцита и Витавакса 200фф – на 0,3 т/га (13,8%), Фенорама супер – на 0,29 т/га (13,4 %), Максима – на 0,23 т/га (10,6 %), ВиалаТТ – на 0,22 т/га (10,1%), Фундазола – на 0,14 т/га (6,4 %), ТМТД – на 0,12 т/га (5,5 %).

Из вышесказанного следует, что изученный набор протравителей семян в определенной степени защищал посевы яровой пшеницы от возбудителей корневых гнилей. Однако для полной защиты культуры этого оказывалось недостаточно, поскольку болезнь ежегодно проявлялась в верхнем ярусе растений – на флаговом листе, а фузариоз и альтернариоз, кроме того, и на колосе.

### **6.3. Влияние обработки посевов фунгицидами на развитие темно-бурой пятнистости и урожайность яровой пшеницы и ячменя**

В южной части Нечерноземной полосы России, за последние годы в зерносеющих районах, сложилась негативная тенденция накопления запаса листовых инфекций, из которых наиболее распространенной является темно-бурая пятнистость. Погодные условия лишь стимулируют процесс заражения и развития данного рода заболевания. Источником возобновления патогена *V. sorokiniana* в течение вегетации служат влагалища и пластинки прикорневых листьев пшеницы и ячменя, на которых формируется основная численность конидий. В Республике Мордовия поражение листьев темно-бурой пятнистостью носит постоянный характер. В связи с этим, проводимые нами исследования, с целью изучения влияния опрыскивания на интенсивность развития темно-бурой пятнистости, ежегодно проводились на естественном фоне заражения растений яровой пшеницы и ячменя.

Наиболее благоприятные условия для развития болезни складывались в 2005 и 2007 гг. (сильный фон развития болезни). В 2006 г. фон ее развития был умеренный. Это позволило наиболее полно оценить эффективность фунгицидов.

В годы исследований фунгициды демонстрировали достаточно высокую активность, которая варьировала по вариантам опыта. Развитие болезни на подфлаговом листе всегда превосходило таковой показатель на флаговом листе. Опрыскивание растений проводили при появлении первых признаков болезни на флаговом листе и при 18,6 – 24,1 % развития болезни на третьем, четвертом листьях (приложение 26).

Проведенный через 14 дней после опрыскивания учет показал, что максимальной пораженностью листьев была в контроле (таблица 61). При использовании фунгицидов развитие болезни значительно снижалось, и в частности, в варианте, с применением Тилта снижение произошло на 3,6 %. При опрыскивании Фоликуром

и Фальконом этот показатель был ниже контроля в 3,0 – 3,8 на флаговом и в 3,3–3,9 раза – на подфлаговом листе.

Таким образом, проведенный через 14 дней после опрыскивания учет выявил, что системные препараты сдерживали и снижали развитие темно-бурой пятнистости на флаговом (67,4– 78,3%) и подфлаговом листьях (69,5 – 76,3%), ограничивая при этом дальнейшее развитие болезни (таблица 62). В этот период развитие болезни в контроле, на третьем листу сверху достигало 35,2 %, на четвертом 46,4 % (приложение 27).

Таблица 61 – Влияние фунгицидов на развитие темно-бурой пятнистости листьев яровой пшеницы, % (2005 –2007гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л/га	До опрыскивания*	Через 14 дней после опрыскивания		Через 28 дней после опрыскивания	
			1-й ярус (флаговый лист)	2-й ярус (подфлаговый лист)	1-й ярус (флаговый лист)	2-й ярус (подфлаговый лист)
Контроль	–	0,8/1,3	4,6	5,9	6,7	9,1
Тилт	0,5 л	0,8/1,3	1,0	1,4	1,4	1,8
Фалкон	0,6 л	0,8/1,3	1,2	1,5	1,5	2,4
Фоликур	0,5 л	0,8/1,3	1,5	1,8	2,0	2,7
<i>HCP<sub>05</sub></i>	–	–	0,91	0,86	0,62	0,55
F <sub>T</sub> =2,90	–	–	F <sub>f</sub> =33,2	F <sub>f</sub> = 61,3	F <sub>f</sub> =160,5	F <sub>f</sub> =364,7

\* Примечание: развитие темно-бурой пятнистости на флаговом листе / развитие темно-бурой пятнистости на подфлаговом листе

Действие фунгицидов продолжалось и на 28-ой день после опрыскивания растений. Нарастание инфекции в контроле шло быстро: от момента обработки до первого учета на флаговом и подфлаговом листьях произошло увеличение в 5,7 и 4,5 раза, от обработки до второго учета – в 8,4 и 7,0 раза. Развитие болезни в среднем на лист составило 30,2 % (приложение 28).

Применение фунгицидов замедлило нарастание инфекции и позволило удерживать развитие болезни на флаговом и подфлаговом листьях на очень низком уровне (1,0 – 2,7 %). Этот факт определил их высокую биологическую эффек-

тивность – 67,4 – 80,2 % (таблица 62). Было также установлено, что наибольшей фунгицидной активностью против темно-бурой пятнистости обладали препараты Тилт и Фалькон. Фоликур действовал немного слабее.

Самое длительное функционирование листьев верхнего яруса отмечалось в вариантах с применением Тилта и Фалькона.

Таблица 62 – Биологическая эффективность фунгицидов против темно-бурой пятнистости яровой пшеницы сорта Прохоровка, % (2005–2007гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л /т	Через 14 дней		Через 28 дней	
		1-й ярус (флаговый лист)	2-й ярус (подфлаговый лист)	1-й ярус (флаговый лист)	2-й ярус (подфлаговый лист)
Контроль	–	–	–	–	–
Тилт	0,5л	78,3	76,3	79,1	80,2
Фалькон	0,6л	73,9	74,6	77,6	73,6
Фоликур	0,5л	67,4	69,5	70,1	70,3

Защита листьев верхнего яруса способствовала полноценному наливу зерна и повышению урожайности. Максимальная прибавка получена в вариантах с обработкой растений Тилтом (0,33 т/га) и Фальконом (0,30 т/га) за счет увеличения числа продуктивных стеблей на 14,5 и 10,5 % и массы 1 000 зерен – на 25,3 % по сравнению с контролем (таблица 63).

Опрыскивание растений Фоликуром в период образования флагового листа способствовало увеличению числа продуктивных стеблей на 6,8 %, массы 1000 зерен на 14,3 %, а урожайности – на 9,9 %.

Таким образом, анализ результатов 3 лет исследований позволил обосновать следующее положение: системные препараты проявляют высокую фунгицидную активность против темно-бурой пятнистости.

Таблица 63 – Влияние фунгицидов на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Прохоровка, (2005 – 2007 гг., Учхоз МГУ им.Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л/га	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Масса 1 000 зерен, г	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
					т/га	%
Контроль	–	352	30,8	2,63	–	–
Тилт	0,5 л	403	38,6	2,96	0,33	12,5
Фалькон	0,6 л	389	38,6	2,93	0,30	11,4
Фоликур	0,5 л	376	35,2	2,89	0,26	9,9
<i>HCP<sub>05</sub></i>	–	17,90	1,79	0,13	–	–
F <sub>T</sub> = 2,90	–	F <sub>ф</sub> =13,4	F <sub>ф</sub> = 41,0	F <sub>ф</sub> = 76,2	–	–

Все изучаемые системные фунгициды обеспечивали достоверные прибавки урожая по отношению к контролю от 0,26 до 0,33 т/га.

Сравнительное изучение эффективности фунгицидов на яровом ячмене осуществляли в тех же условиях, что и на яровой пшенице. Оценивалось влияние их на развитие и распространенность темно-бурой и сетчатой пятнистости.

В годы с достаточным увлажнением (2005 и 2007 гг.) гельминтоспориозные пятнистости отмечались во второй половине июня. В этот период распространенность болезни достигала 100 %, а развитие – 15 % и пятна появлялись уже на флаговом листе.

В 2006 г. погодные условия менее благоприятствовали развитию гельминтоспориозных пятнистостей, вследствие чего растения ячменя в большей степени реализовывали свой потенциал. Тем не менее, распространенность болезни приближалась к 100 %.

В формировании биомассы растений значительную роль играет развитие флагового и подфлагового листьев, которые являются основным источником ассимилянтов для колоса и поставляют около 60 % продуктов фотосинтеза для образования зерновки (Шевелуха В.С., 1992). В период образования флагового листа (начало колошения) идет программирование урожайности, увеличение налива зер-

на, содержания в нем клейковины. Общеизвестно, что налив зерна в колосе происходит за счет оттока пластических веществ из корней, стеблей и листьев, особенно подфлагового и флагового. Поэтому сохранение зелеными и функционирующими верхних листовых пластинок, листовых влагалищ и колоса очень важно для получения высокого урожая. Следовательно, фунгицидные обработки должны быть направлены на поддержание здорового состояния подфлагового и флагового листьев, так как они питают колос и определяют качество урожая.

Особенностью формирования урожая зерна ячменя является его зависимость от функционирования подфлагового листа, в отличие от пшеницы, где ведущая роль принадлежит флаговому листу (Дорохов Б.Л. и др., 1972). Связь между развитием болезни на флаговом и подфлаговом листьях с урожайностью и массой 1 000 зерен изучала Л.Ф. Ашмарина (2005), выявив при этом тесную обратную зависимость между развитием болезни на подфлаговом листе и урожайными данными (коэффициент корреляции –  $r$  от – 0,79 до – 0,91). Опрыскивание растений Тилтом при обнаружении первых признаках заболевания обеспечивало уже на 7–й день после обработки высокую биологическую эффективность препарата (80 %). И наоборот, применение его в более поздние сроки (фаза колошения) обуславливало низкую биологическую эффективность (28 %) и высокую скорость нарастания инфекции.

В результате многолетнего мониторинга, нашими исследованиями установлено, что почти ежегодно начало умеренного развития гельминтоспориозных пятнистостей на ячмене приходилось на период трубкования – появление флагового листа. В 2005 г. изучались сроки проведения опрыскивания Колосалем посевов ячменя (таблица 64).

Обработка препаратом в период, когда 75 % растений находилось в фазе трубкования, позволяла максимально предотвратить аэрогенное заражение темно-бурой и сетчатой пятнистостью, увеличить урожайность и массу 1 000 зерен. При запоздалой обработке, проведенной в фазу колошения, снижалась эффективность опрыскивания до 32,1 %, а урожайность и масса 1 000 зерен оставались на

уровне контроля. Поэтому все дальнейшие исследования по результативности фунгицидов на ячмене мы осуществляли в фазу трубкования при появлении пятен на третьем листе и первых признаках поражения на подфлаговом (развитие не более 1 %).

Таблица 64 – Влияние сроков опрыскивания фунгицидом Колосаль на его биологическую эффективность, массу 1 000 зерен и урожайность ячменя сорта Зазерский 85 (2005–2007 гг., Учхоз, МГУ им. Н.П. Огарева)

Срок обработки	Биологическая эффективность, %	Масса 1 000 зерен, г	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
				т/га	%
Контроль	–	32,2	30,2	–	–
Трубкование	70,8	35,1	33,6	3,4	11,2
Колошение	32,1	32,6	30,3	0,1	0,3
<i>HCP<sub>05</sub></i>	11,42	15,75	0,13	–	–

В условиях 2005 – 2007 гг. основными патогенами на ячмене были темно-бурая и, в меньшей степени, сетчатая пятнистости. Учет через 14 дней после опрыскивания показал, что развитие инфекции находилось на достаточно высоком уровне: 13,8 % на флаговом и 15,0 % – на подфлаговом листьях в контрольном варианте без внесения фунгицидов (таблица 65). Обработка растений фунгицидами уменьшала развитие темно-бурой и сетчатой пятнистости в посевах ячменя. Действие препаратов было стабильным, а их биологическая эффективность незначительно колебалась по годам и в большей мере определялась погодными условиями.

При опрыскивании Альто супер развитие гельминтоспориозных пятнистостей по сравнению с контролем снижалось на флаговом листе в 5,5раза, на подфлаговом – в 3,6 раза; Байлетоном – в 3,8 и 2,3 раза Колосалем – в 4,9 и 3,6 раза. Таким образом, уровень развития гельминтоспориозных пятнистостей на ячмене без обработки фунгицидами был достаточно значительным и превосходил порог

вредоносности, что обусловило уменьшение урожайности в контрольном варианте. Поэтому коэффициент корреляции между урожайностью ячменя и развитием болезни был высок:  $r = -0,75$ , а уравнение регрессии имело вид:  $y = 3,24 - 0,03x$ .

Таблица 65 – Влияние фунгицидов на развитие темно-бурой пятнистости ячменя сорта Зазерский 85, % (2005 – 2007 гг., Учхоз, МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/га	Распространенность болезни, %		Развитие болезни, %		Биологическая эффективность, %
		1-й ярус (флаговый лист)	2-й ярус (подфлаговый лист)	1-й ярус (флаговый лист)	2-й ярус (подфлаговый лист)	
Контроль	–	71,8	88,1	13,8	15,0	–
Альто супер	0,4 л	44,2	48,6	2,5	4,1	77,1
Байлетон	0,5 кг	50,0	52,6	3,6	6,4	65,3
Колосаль	0,75 л	46,2	50,1	2,8	4,2	75,7

Помимо обеспечения надежной фунгицидной защиты препараты оказывали физиологическое воздействие на растение, которое проявлялось в положительном влиянии на продуктивность стеблестоя ( $409 - 438$  шт./м<sup>2</sup>), крупность и однородность зерна ( $37,6 - 38,8$  г), что привело к увеличению урожайности на  $0,25 - 0,35$  т/га (таблица 66). Максимальная прибавка урожая получена в 2007 г., когда количество выпавших осадков приближалось к норме или чуть превышало ее. В засушливых условиях 2006 г. отсутствие осадков сдерживало развитие болезни и сдвигало сроки ее появления.

Фунгициды способствовали сохранению флагового и подфлагового листьев на 3 – 5 дней дольше, что обеспечивало прибавку урожая. Низкая урожайность в 2005 г. объясняется сильным ранним поражением листьев и низкой эффективностью фунгицидов при опрыскивании.

Высокая биологическая эффективность во все годы исследований наблюдалась в вариантах с применением Альто супер (77,1%) и Колосаль (75,7%), где средние прибавки урожая составили 0,30 и 0,35 т/га.

Таблица 66 – Влияние фунгицидов на структуру урожая и урожайность ячменя сорта Зазерский 85 (2005 – 2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/га	Продуктивные стебли, шт./м <sup>2</sup>	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
					т/га	%
Контроль	–	303	30,1	2,83	–	–
Альто супер	0,4 л	438	38,2	3,18	0,35	12,4
Байлетон	0,5 кг	409	37,6	3,08	0,25	8,8
Колосаль	0,75 л	425	38,8	3,13	0,30	10,6
<i>HCP<sub>05</sub></i>	–	23,30	2,00	0,15	–	–
Fт=2,90	–	Fф=68,4	Fф=40,2	Fф=63,2	–	–

Таким образом, обработка посевов ячменя фунгицидами в фазу трубкования при первых признаках болезни обусловлена значительной ролью подфлагового листа в полноценном наливе зерна.

Полученные результаты показывают, что биологическая эффективность фунгицидов против темно-бурой пятнистости яровой пшеницы и ячменя, а также урожайность, достаточно высоки. Как было отмечено, защитный эффект опрыскивания сохраняется на протяжении 3–4 недель. Этого времени оказалось вполне достаточно, чтобы защитить посевы в наиболее критическую фазу развития болезни.

При этом в обработанных вариантах листья и колос сохраняли зеленый цвет, продолжая накапливать органическое вещество. Было определено и доказано, что посевы яровой пшеницы опрыскивают по сформировавшемуся флаговому листу, а ячмень по подфлаговому, так как возбудитель чаще всего поражает его молодые растения.

#### 6.4. Комплексное применение биопрепаратов и фунгицидов на яровой пшенице

Одной из форм проявления корневых гнилей является гельминтоспориоз и альтернариоз зерна, развитие которых приводит к возникновению черного зародыша. При сложившихся условиях применение традиционных систем защиты не всегда приводит к снижению развития заболевания. Это диктует необходимость разработки мероприятий с использованием биоагентов, запускающих механизмы экологически безопасной защиты растений от вредных организмов. Обладая избирательным действием, биоагенты обеспечивают активное участие других естественных регуляторов численности в подавлении возбудителей болезней (Бегунов И.И., Стрелков Е.В., 2002; Бегунов И.И. и др., 2003).

Так как, заболевание черный зародыш является одной из форм проявления корневой гнили, нами были проведены лабораторные и полевые испытания по изучению эффективности биологических препаратов, разрешенных к применению для борьбы с корневыми гнилями – Агата-25К и Альбита с протравителем Виал ТТ, взятым в чистом виде и в композиционной смеси с биопрепаратами. При учете энергии прорастания и лабораторной всхожести было отмечено, что больше всего загнивших и ненормально проросших семян присутствовало в контроле, при отсутствии предпосевного протравливания. Эти показатели здесь были самыми низкими и составили 52 и 87 % , соответственно (таблица 67).

Протравливание семян в различной степени стимулировало ростовые процессы, что выразилось в изменении длины проростка, зародышевых корешков и их численности. Половинные дозы Виала ТТ в данном случае продемонстрировали более выраженное ростостимулирующее действие. При использовании Агата-25К и Альбита в чистом виде произошло заметное снижение показателей роста за счет того, что составляющими Агата-25К являются бактерии *Pseudomonas aureofaciens*, а Альбита – очищенные действующие вещества *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens* которые, по всей видимости, разрушались присутствующей на семенах микрофлорой, не успевая обеззаразить их.

Таблица 67– Влияние предпосевной обработки семян на энергию прорастания, всхожесть, рост и развитие проростка яровой пшеницы сорта Самсар (2006– 2009 гг., ООО «Лаша» Дубенского района)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Длина, см		Число корешков, шт.
				проростка	корешка	
Контроль (без обработки)	–	52	87	5,2	4,8	3,2
Агат-25К	0,04 кг	58	94	6,5	5,5	4,1
Альбит	0,04 л	57	94	7,0	5,7	4,0
Виал ТТ	0,4 л	61	96	7,5	6,0	5,5
Агат-25К + Виал ТТ	0,04кг+0,2л	63	97	8,0	6,5	6,2
Альбит + Виал ТТ	0,04 л+0,2 л	65	98	8,2	6,8	6,4
<i>HCP<sub>05</sub></i>	–	4	3	0,9	0,6	0,4

Полученные результаты микологических анализов пораженных частей всходов свидетельствуют о том, что все протравители улучшали фитосанитарные качества семян, но в разной степени. Наиболее эффективным было совместное использование Агата-25К и Альбита с Виалом ТТ: доля пораженных проростков и корешков составляла соответственно 3,6; 3,0 % и 6,5; 5,2 % (таблица 68). Это указывает на то, что ранняя колонизация корней и проростков бактериями-антагонистами препятствовала заселению их возбудителями черного зародыша.

В результате предпосевной фитоэкспертизы семян был выявлен комплекс фитопатогенов, вызывающий черный зародыш – грибы рода *Alternaria spp.* и *B. sorokiniana*. В семенном микозе черного зародыша доминировал род *Alternaria spp.*, доля присутствия которого составляла 12,1 %. Наибольший эффект в подавлении развития болезни достигался при использовании Виала ТТ в смеси с Альбитом и Агатом-25К, а также Виала ТТ в чистом виде, где общая зараженность семян составила 9,8 – 11,1 %. Применение Агата-25К и Альбита в чистом виде при предпосевной обработке семян также подтверждало их перспективность. Все препараты имели высокую фунгицидную активность против возбудителя

*B.sorokiniana*. Низкая фунгицидная активность отмечена при использовании Агата-25К (10,8 %) против возбудителя *Alternaria spp.* Биологическая эффективность Виала ТТ в сочетании с Альбитом приближалась к показателю варианта с Виалом ТТ в чистом виде против *B.sorokiniana*, но была выше на 4,2 % против возбудителя *Alternaria spp.*

Таблица 68– Влияние предпосевной обработки на снижение зараженности семян яровой пшеницы сорта Самсар,% (2006–2009гг.,ООО «Лаша» Дубенского района)

Вариант	Доля поражения		Заражение семян фитопатогенами				Биологическая эффективность	
	проростков	корешков	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	черный зародыш	общая зараженность	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>
Контроль (без обработки)	8,3	11,4	8,7	12,1	20,8	30,8	–	–
Агат-25К	5,5	8,0	5,5	10,8	16,3	23,8	36,8	10,7
Альбит	6,0	7,0	5,3	8,3	13,6	22,6	39,1	31,0
Виал ТТ	4,8	7,2	1,9	3,5	5,4	11,1	78,2	71,0
Агат-25К + Виал ТТ	3,6	6,5	2,4	3,2	5,6	10,4	72,4	73,6
Альбит + Виал ТТ	3,0	5,2	1,8	3,0	4,8	9,8	79,3	75,2
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	2,1	–	–
F <sub>T</sub> =2,90	F <sub>ф</sub> =18,3	–	F <sub>ф</sub> =38,0	F <sub>ф</sub> =62,6	F <sub>ф</sub> =181	F <sub>ф</sub> =153	–	–

Обработка семян оказала положительное влияние и на величину полевой всхожести. В опытных вариантах в среднем за 4 года исследований она изменялась от 75,0 до 77,3 % (таблица 69). Примечательно, что семена, обработанные Альбитом и Агатом-25К, имели одинаковую полевую всхожесть. Действие на нее смесей протравителей и Виала ТТ в чистом виде также отличалось мало. Самый низкий показатель полевой всхожести зафиксирован на контроле – 65,4 %.

Развитие корневой гнили изменялось по фазам развития и зависело от вида протравителя. В фазу кущения в опытных вариантах оно варьировало от 3,6 до 6,5 %. Наиболее эффективным в отношении замедления развития корневых гнилей

оказался вариант с применением смеси Альбита с Виалом ТТ, где развитие болезни составило 3,6 %. В фазу колошения при использовании Агата-25К и Альбита в чистом виде оно было практически одинаковым, достигая 12,5 %. В других вариантах этот показатель был несколько ниже (6,8 – 8,1 %), чем при отдельном применении Агата-25К и Альбита. В фазу восковой спелости в меньшей степени заболевание проявлялось при использовании биопрепаратов и особенно смеси Альбита и Агата -25К с половинной дозой Виала ТТ.

Таблица 69– Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть, развитие корневой гнили и урожайность зерна яровой пшеницы сорта Самсар (2006–2009 г.г., ООО «Лаша» Дубенского района)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Полевая всхожесть, %	Индекс развития корневой гнили %			Урожайность, т/га
			кущные	колошение	восковая спелость	
Контроль (без обработки)	–	65,4	10,3	18,9	24,0	3,30
Агат-25К	0,04 кг	75,0	6,5	12,4	18,1	3,50
Альбит	0,04 л	75,7	6,1	12,5	17,6	3,54
Виал ТТ	0,4 л	76,1	4,3	6,8	18,6	3,75
Агат-25К+Виал ТТ	0,04кг+0,2л	77,0	4,1	8,1	15,0	3,71
Альбит + Виал ТТ	0,04л+0,2л	77,3	3,6	7,3	14,2	3,78
<i>HCP<sub>05</sub></i>	–	4,9	1,5	2,5	5,5	0,12

Все исследуемые препараты способствовали увеличению показателей элементов продуктивности и урожайности зерна. Максимальная урожайность яровой пшеницы отмечена в вариантах с применением Виала ТТ в чистом виде в полной дозе и его композиционной смеси с Агатом-25К и Альбитом. Химические протравители способны надежно защищать растения от семенной инфекции корневой гнили. Однако, в результате оказываемого стресса, проростки становятся восприимчивыми к вторичному заражению из почвы. В то же время, биопрепараты обеспечивают комплексную и более длительную защиту, независимо от се-

менного или почвенного проникновения инфекции. В этом и состоит преимущества Агата-25К и Альбита, как эффективных средств защиты от возбудителей корневых гнилей.

Таким образом, применение смеси Альбита и Агата-25К с половинной дозой Виала ТТ не уступает по эффективности использования его в чистом виде, взятом в рекомендованных производителем дозах, против возбудителей черного зародыша – *B.sorokiniana* и *Alternaria spp.*

При изучении технологических свойств зерна нового урожая было установлено, что хорошо выполненное и крупное зерно с массой 1 000 зерен выше 35 г формировалось в партии семян с применением протравителей, а мелкое – в контроле. При этом показатели натуры зерна изменялись незначительно (от 745 до 755 г/л), и оно характеризовалось относительно однородной выполненностью и выровненностью (таблица 70).

Таблица 70 – Влияние предпосевной обработки семян на технологические свойства зерна нового урожая яровой пшеницы сорта Самсар (2006–2009 г.г., ООО «Лаша», Дубенского района)

Вариант	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Показатели качества клейковины		
					ИДК, у.е.	группа качества	характеристика качества
Контроль (без обработки)	33,6	745	12,1	27,3	39	2	удовлетворительная крепкая
Агат-25К	35,8	752	14,1	29,8	56	1	хорошая
Альбит	35,5	753	13,9	29,5	57	1	хорошая
Виал ТТ	36,1	753	13,6	28,8	55	1	хорошая
Агат-25К + Виал ТТ	37,2	755	15,1	31,1	58	1	хорошая
Альбит + Виал ТТ	36,9	754	14,8	32,0	60	1	хорошая
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	1,98	12,5	1,8	1,8	–	–	–
F <sub>T</sub> =2,90	F <sub>φ</sub> =3,7	F <sub>φ</sub> =0,91	F <sub>φ</sub> =3,0	F <sub>φ</sub> = 7,3	–	–	–

Содержание белка в зерне варьировало от 12,1 до 15,1 %. Максимальным оно было при использовании Агата-25К и Альбита. Массовая доля клейковины в партии зерна контрольного варианта уменьшалась на 1,5 – 4,7 %, а в изучаемых вариантах находилась в пределах 28,8 – 32,0 %. Обработка семян композиционной смесью Виала ТТ с Альбитом и Агатом- 25К способствовала увеличению массовой доли клейковины в зерне нового урожая. При использовании Виала ТТ показатели содержания белка и клейковины были статистически недостоверны. По качеству клейковины зерно с контрольного участка трудно было отнести к зерну продовольственному. Зерно лучшего качества по технологическим признакам было получено в варианте с предпосевной обработкой семян биопрепаратами, где клейковина соответствовала первой группе качества (ИДК = 55– 60у.е.). Таким образом при протравливании семян композиционной смесью Альбита и Агата-25К с половинной дозой Виала ТТ наблюдался обеззараживающий эффект, который обеспечивал микробиологическую безопасность зерна нового урожая при сохранении и улучшении его технологических свойств.

Поэтому данные композиционные смеси биопрепаратов с половинной дозой Виала ТТ могут стать альтернативой химическому протравителю, снижая пестицидную нагрузку в агроценозе и способствуя получению экологически безопасной продукции. Результаты полевых испытаний подтвердили также достаточно высокую биологическую (60,2 – 65,0 %) и хозяйственную эффективность совместного применения биопрепаратов Агата-25К и Альбита с половинной нормой Виала ТТ, которые не уступали по показателям применению Виала ТТ в чистом виде.

## ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ПРИЕМОМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Экономия материально-энергетических ресурсов – одна из ключевых проблем XXI в. Вследствии этого основной стратегией ведения сельского хозяйства должна быть высокая окупаемость используемых ресурсов, которую можно достичь только при кардинальном пересмотре организационных и технологических процессов.

В современных условиях главным резервом увеличения производства сельскохозяйственной продукции является рост урожайности культур. С этой целью разрабатываются и осуществляются различные агротехнические мероприятия. Поэтому необходимость определения их экономической эффективности, сопоставления полученного результата с текущими и капитальными затратами – очевидна.

Экономическая эффективность – сложная экономическая категория, отражающая важнейший параметр: результативность, т. е. прибыль. Это итог производственной деятельности, оцениваемый в сельском хозяйстве путем сравнения дохода с расходами. Он характеризуется системой показателей, включающих урожайность (сбор продукции с единицы площади посева), производственные затраты (непосредственно связанные с производством продукции), стоимость продукции (определяемую урожайностью и ценой реализации), условный чистый доход (рассчитывающийся как разница между денежной выручкой за продукцию и производственными затратами), окупаемость затрат (выход продукции в денежном выражении на единицу затрат). Экономически эффективным считается прием, обеспечивающий высокую урожайность и наибольшую окупаемость затрат. Производственные затраты рассчитывают на основе прямых затрат по технологическим картам, а также затрат на организацию производства и управления.

В структуре экономических затрат на возделывание сельскохозяйственной продукции максимальный удельный вес приходится на средства защиты растений. В первую очередь это относится к фунгицидам. При установлении экономи-

ческой эффективности проводится полный учет затрат на выполнение конкретных мероприятий и величины сохраняемого урожая.

Оценка общей экономической эффективности мероприятий по защите растений осуществляется путем анализа показателей состояния величины сохраняемого урожая и затрат на использование химических средств защиты растений по каждому возбудителю для отдельной сельскохозяйственной культуры. Исходным материалом для расчетов служат опытные данные.

В проведенных нами исследованиях экономическую эффективность оценивали по совокупности затрат, для чего были рассчитаны технологические карты по вариантам опыта. Расчеты производились на 1 га пашни.

С целью определения эффективности протравливания семян биопрепаратами была составлена технологическая карта по контрольному варианту (без обработки), на основе которой рассчитаны производственные и прямые затраты на производство ячменя. Согласно вариантам опыта учитывали расходы на протравливание семян, которые складывались из стоимости фитоэкспертизы семян, препаратов, обработки семян, электроэнергии, а также заработной платы и амортизационных отчислений. Для оценки экономической эффективности применения биопрепаратов проведен экономический анализ.

Обработка семян Бактофитом приводила к снижению уровня рентабельности ячменя до 30 % и условно- чистого дохода до 3,6 тыс. руб с 1 га (таблица 71). Использование Альбита существенно повышало экономические показатели, где условный чистый доход с 1 га превосходил контроль на 0,9 тыс. руб., а уровень рентабельности – на 7,1 %. Применение других биопрепаратов также способствовало увеличению условно- чистого дохода на 0, 6 – 0,7 тыс. руб с 1 га, уровня рентабельности производства зерна на 4,9 – 5,6 % при снижении себестоимости 1 т зерна на 206 – 243 руб.

При расчете экономической эффективности регламента использования биопрепаратов также, на основе технологических карт, рассчитывались и учитывались прямые затраты на производство ячменя. При этом были использованы показатели затрат на применение биопрепаратов и их стоимость.

Таблица 71– Экономическая эффективность обработки семян ячменя сорта Зазерский 85 биопрепаратами (2001– 2003 гг., Учхоз МГУ им Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Себестоимость, руб./т	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	-	4 089	11,9	3,4	28,7
Премис Двести	0,2 л	3 781	12,1	4,0	35,6
Агат-25К	0,03 кг	3 846	12,0	4,1	34,3
Альбит	0,03 л	3 771	12,0	4,3	35,8
Бактофит	3 л	3 987	12,0	3,6	30,0
Планриз	1 л	3 883	12,0	4,0	33,6
Триходермин	0,05 кг	3 830	12,0	4,1	34,0

Расчеты свидетельствуют о том, что предпосевная обработка семян и двукратное опрыскивание Агатом-25К и Альбитом являются наиболее приемлемым способом. Условный чистый доход в расчете на 1 га по сравнению с контролем был выше на 0,9 тыс. руб., а производственные затраты окупались получением высокого урожая и снижением себестоимости 1 т зерна на 207 – 290 руб (таблица 72).

В опытах с протравливанием семян экономическая эффективность определялась полученным урожаем, суммой затрат на протравливание, стоимостью протравителей, затраченных на производство продукции, ценой реализации урожая, стоимостью электроэнергии и амортизационными отчислениями

Применение системных протравителей Винцита, Витавакса 200фф, Премиса Двести и Фенорама супер увеличивало производственные затраты на 0,2 – 0,4 тыс. руб./га, но они окупались увеличением условно-чистого дохода на 0,6 – 0,8

тыс. руб./га и снижением себестоимость 1 т зерна на 477 – 650 руб. При этом уровень рентабельности повышался на 4,0 – 6,6 % (таблица 73).

Таблица 72 – Экономическая эффективность использования биопрепаратов в посевах ярового ячменя (2004 – 2006 гг., Учхоз МГУ им.Н.П.Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т, л, кг/га	Себестоимость, руб./т	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль (без обработки)	—	3 964	11,9	3,3	27,6
Планриз (обработка семян)	1л/т	3 883	12,0	3,6	30,1
Планриз (обработка семян + 1 опрыскивание)	1л/т + 0,5л/га	3 971	12,3	3,6	29,6
Планриз (обработка семян + 2 опрыскивания)	1л+0,5 л/га	3 877	12,7	3,9	30,8
Агат- 25К (обработка семян)	0,03 кг/т	3 857	12,0	3,6	30,1
Агат -25К (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,03кг/т+0,03кг/га	3 848	12,4	3,9	31,4
Агат-25К (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,03кг/т+0,03кг/га	3 757	12,8	4,2	32,6
Альбит (обработка семян)	0,04л/т	3666	12,0	3,8	32,0
Альбит (обработка семян + 1 опрыскивание)	0,04 л/т+0,04л/га	3 651	12,4	4,1	32,8
Альбит (обработка семян + 2 опрыскивания)	0,04л/т+0,04л/га	3 674	12,9	4,2	32,2

Рост себестоимости яровой пшеницы при протравливании ТМТД и Фундазолом был обусловлен снижением урожайности и высокой гектарной нормой расхода, что подняло долю материальных затрат в издержках производства.

Для оценки эффективности фунгицидов при опрыскивании яровой пшеницы и ячменя составляли технологические карты по контрольному варианту (без опрыскивания), на основе которых были рассчитаны прямые затраты на возделывание названных культур. При этом учитывались затраты на организацию и управление производством, а также расходы на опрыскивание фунгицидами и их стоимость.

Таблица 73—Эффективность протравителей в посевах яровой пшеницы сорта Прохоровка (2005–2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П.Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Себестоимость, руб./т	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	-	5 346	1 1,6	3,4	29,1
Виал ТТ	0,4 л	4 951	1 1,8	4,0	34,0
Винцит	1,5 л	4 801	1 1,9	4,1	34,4
Витавакс	2 л	4 801	1 1,9	4,1	35,0
Максим	1,5 л	5 003	1 2,0	4,0	33,6
Премис Двести	0,2 л	4 696	1 1,8	4,2	35,7
ТМТД	3 л	5 199	1 1,9	3,8	32,2
Фенорам супер,	2 кг	4 869	1 2,0	4,0	33,1
Фундазол	2 кг	5 193	1 2,0	3,9	32,3

Проведенные расчеты показали, что опрыскивание также является одним из приемлемых способов использования пестицидов в посевах яровой пшеницы. Условно-чистый доход от их применения был выше контроля на 0,6–0,9 тыс. руб./га. Вместе с тем наблюдался рост уровня рентабельности от 32,1 до 34,8 % (таблица 74). При опрыскивании Тилтом отмечено снижение себестоимости 1т зерна на 156 руб. Использование данного фунгицида существенно повышало условно-чистый доход с 1 га, а также уровень рентабельности и окупаемость затрат. Условно-чистый доход в этом варианте превосходил контроль в 1,3 раза, а уровень рентабельности – на 4,9 %.

Увеличение урожайности в вариантах с Фоликуром и Фальконом сопровождалось большими материально-денежными затратами, однако они полностью

окупались прибавкой урожая и уменьшением себестоимости продукции по сравнению с контролем.

Применение фунгицидов при опрыскивании ярового ячменя обеспечивало сохранение урожая, экономию средств и повышение уровня рентабельности. Экономическая эффективность свидетельствует об окупаемости дополнительных затрат прибавкой урожая.

Таблица 74 – Эффективность опрыскивания посевов яровой пшеницы сорта Прохоровка (2005–2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л./га,	Себестоимость, руб./т	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	-	4 473	11,8	3,5	29,9
Тилт	0,5	4 317	12,8	4,4	34,8
Фалькон	0,6	4 396	12,9	4,3	33,5
Фоликур	0,5	4 437	12,9	4,1	32,1

Максимальную эффективность продемонстрировал фунгицид Альто супер. При его использовании была отмечена самая низкая себестоимость 1т зерна, что определило повышение уровня рентабельности и условно-чистого дохода. При общих затратах 12,8 тыс. руб./га уровень рентабельности составил 34,8 % (таблица 75).

Таблица 75 – Эффективность опрыскивания посевов ячменя сорта Зазерский 85 (2005–2007 гг., Учхоз МГУ им. Н.П. Огарева)

Вариант	Норма расхода, л, кг/га	Себестоимость, руб./т	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	-	4 285	12,1	3,6	29,6
Альто супер	0,4 л	4 017	12,8	4,5	34,8
Байлетон	0,5 кг	4 121	12,7	4,2	33,1
Колосаль	0,75 л	4 180	13,1	4,2	30,0

Производство растениеводческой продукции в настоящее время нельзя активизировать только приемами механизации и химизации без учета экологического равновесия (Вражнов А.В., Шаталина А.П., 2012). Поэтому для обоснования экономической эффективности при совместном использовании биологических и химических препаратов были также составлены технологические карты на основе практических материалов деятельности хозяйства, где внедрялись элементы экологически безопасной защиты растений.

Самая низкая себестоимость зерна (3 306 руб./т) отмечена при использовании композиционной смеси Альбита и Виала ТТ, способствовавшая достижению максимального показателя уровня рентабельности (36,0 %) и условно- чистого дохода (4,5 тыс.руб./га). Несмотря на меньшую урожайность, Альбит и Агат-25К также обеспечивали высокие показатели экономической эффективности по сравнению с контролем за счет увеличения условно-чистого дохода на 0,7 – 0,9 тыс.руб./га и снижения себестоимости 1т зерна на 149 – 188 руб.(таблица 76).

Таблица 76 – Экономическая эффективность комплексного применения химических протравителей и биопрепаратов на яровой пшенице сорта Самсар (2006 – 2009 гг., ООО «Лаша» Дубенского района)

Вариант	Норма расхода, л, кг/т	Себестоимость, руб./т.	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	-	3 606	11,9	2,9	24,4
Агат-25К	0,04 кг	3 457	12,1	3,6	29,7
Альбит	0,04 л	3 418	12,1	3,8	31,4
Виал ТТ	0,4 л	3 360	12,6	4,3	34,1
Агат-25К + Виал ТТ	0,04 кг +0,2 л	3 342	12,4	4,3	34,7
Альбит + Виал ТТ	0,04 л+0,2л	3 306	12,5	4,5	36,0

Применение одного протравителя Виал ТТ экономически выгодно для защиты растений от почвенной и аэрогенной инфекции, но не эффективно с экологических позиций

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетних исследований разработана и подтверждена выдвигнутая нами концепция, определена стратегия и усовершенствована тактика интегрированной системы защиты растений, направленная на экологизацию и оптимизацию фитосанитарного состояния агроценозов яровых зерновых культур, сохранение их биоразнообразия и получение стабильных урожаев экологически безопасной для здоровья человека и окружающей среды продукции.

Впервые в условиях юга Нечерноземной зоны России осуществлен мониторинг развития корневых гнилей, показавший их постоянное присутствие и непрерывность действия в злаковых агроценозах. Сформулированы закономерности проявления многолетней динамики развития корневых гнилей, темно-бурой пятнистости по годам, фазам развития и органам растения.

Установлен состав возбудителей, включающий виды родов *Helminthosporium* и *Fusarium*. Выяснено, что ключевыми лимитирующими факторами жизнедеятельности данных микроорганизмов являются почвенно-климатические условия. Эти факторы определяют этиологию возбудителей корневых гнилей и фитосанитарную обстановку в агроценозах. Из фузариев выделено 6 видов, специфичных по своему составу: *F. heterosporum*, *F. sporotrichioides*, *F. oxysporum*, *F. redolens*, *F. verticillioides*, *F. tricinctum*. Определен стабильно присутствующий и доминирующий инфекционный потенциал возбудителя корневой гнили *B. sorokiniana* Sacc, в связи с чем, выявленный патогенный комплекс возбудителей корневых гнилей отнесен к гельминтоспориозно-фузариозному типу.

Установлено, что зерно, растительные остатки и почва являются местом накопления, сохранения инфекции возбудителей корневой гнили. Доля присутствия в микобиоте семян возбудителя *B. sorokiniana* является максимальной. Сильно инфицированные семена ухудшают всхожесть на 18,8 %, уменьшают длину coleoptиле, проростка и корешков. Доминирующее положение в патогенном комплексе черного зародыша занимают виды рода *Alternaria* – *A. alternata*, *A. tenuissima*. Однако наибольшей патогенностью и токсичностью обладает гриб *B. sorokiniana*, что

проявляется в увеличении зараженности им проростков в 5,4 раза и снижении лабораторной всхожести.

Инфицированные растительные остатки наиболее восприимчивых к заболеванию культур, яровой пшеницы и ячменя, увеличивают численность конидий возбудителя болезни в почве в 2,2 – 2,4 раза, в связи с чем, именно почвенная инфекция является основным источником заражения, обуславливающим все формы проявления болезни.

Ведущим звеном усовершенствованной интегрированной системы защиты является комплекс агротехнических мероприятий. Введение в севооборот фитосанитарных культур - предшественников (горох, кукуруза, многолетние бобовые травы, овес, вико-овес,) уменьшает инфекционный потенциал возбудителей в почве до безопасного порога (6,4 – 29,6 жизнеспособных конидий г/почвы), что ограничивает развитие заболевания и способствует повышению урожайности до 2,7 – 3,2 т/га.

Внедрение ресурсосберегающих технологий основной обработки почвы способствует увеличению плотности популяций возбудителей корневой гнили в начале вегетации, что создает опасность снижения полевой всхожести семян и увеличения пораженности зародышевых органов. В конце вегетации наблюдается увеличение развития болезни корней в 2,4– 2,5 раза при отвальном рыхлении и уменьшение при безотвальной обработке. Поражение надземных органов растений не зависит от характера заселенности возбудителем разных слоев почвы.

Минеральные удобрения существенно изменяют почвенный состав микромицетов. В начале вегетации общая численность их в ризосфере яровой пшеницы снижается при всех видах вносимых удобрений. Более значительно это происходит в случае внесения азотных удобрений. Применение фосфорных удобрений ограничивает жизнеспособность патогенов в почве и оказывает положительное влияние на развитие корневой системы, в результате индекс развития болезни к концу вегетации не превышает 14,1 %. Действие азотно-фосфорных удобрений носит аналогичный характер, тогда как внесение полного комплекса минеральных удобрений существенно повышает эффективность ранее вносимых удобрений,

благодаря чему индекс развития болезни снижается до 12,8 %. Применение только азотных удобрений ухудшает формирование корней при одновременном увеличении индекса развития болезни до 14,6 – 18,6 %.

Положительное влияние на фитосанитарную устойчивость агроценозов оказывают правильно выбранные сроки посева. Ранний посев ячменя способствует уменьшению пораженности растений на 36,8 % и одновременно повышает урожайности на 12,0 %.

Для предотвращения развития болезни существенное значение имеет глубина заделки семян, соответствующая длине coleoptile культуры. В засушливых условиях посев на глубину 5 см повышает урожайность на 0,23 – 0,25 т/га в сравнении с глубиной 3 и 7 см при посеве здоровыми семенами.

Исследования по изучению эффективности биопрепаратов показали, что на фоне слабой и средней заспоренности семян высокую фунгицидную активность проявляют биопрепараты Агат-25К, Альбит и Триходермин. Их применение подавляет развитие фитопатогенной микрофлоры на семенах на 62,8 – 67,9 %, повышает полевую всхожесть, увеличивает элементы структуры урожая и урожайность на 0,21– 0,28 т/га.

Высокая степень оздоровления семенного материала и посевов яровых зерновых культур от болезней достигается путём совмещения обработки семян с двукратным опрыскиванием вегетирующих растений Планризом, Агатом-25К или Альбитом. Данная схема применения фунгицидов уменьшает развитие корневой гнили на 73,3 – 79,6 %, темно-бурой пятнистости листьев на 61,0 – 66,7 %, одновременно, увеличивая урожай зерна на 9,3 – 16,7 %.

Предлагаемая усовершенствованная интегрированная защита растений не предполагает полный отказ от протравливания семян и химических обработок посевов. В отношении стабилизации семенной и почвенной фитопатогенной микрофлоры предусмотрено обязательное их применение. При этом в защите от возбудителей фузариозной инфекции эффективны протравители Витавакс 200фф, Максим и Фундазол. Высокая биологическая эффективность протравителей Винцит, Премис Двести и Виал

ТТ отмечена против гельминтоспориозной семенной инфекции – пораженность семян снижается на 90,4 – 92,8 %.

Фунгицидные обработки яровой пшеницы и ячменя от темно-бурой пятнистости эффективны в разные сроки. Выявлено, что на яровой пшенице важно защищать флаговый лист, а на ячмене – подфлаговый. Системные фунгициды Тилт, Фалькон и Фоликур сдерживают и снижают развитие болезни на флаговом и подфлаговом листьях, что обуславливает полноценный налив зерна и повышение урожайности яровой пшеницы на 0,26 – 0,33 т/га. Обработка посевов ячменя фунгицидами в фазу трубкования при первых признаках болезни вызвана значительной ролью подфлагового листа в полноценном наливе зерна, тогда как при проведении ее в фазу колошения эффективность снижается до 32,1 %, а урожайность и масса 1000 зерен остаются на уровне контроля.

Предлагаемая усовершенствованная интегрированная система защиты направлена на экологизацию защитных мероприятий и сохранение биоразнообразия агроценозов. С этой точки зрения целесообразно совместное использование био-препаратов с химическими протравителями, взятыми в половинной дозе от рекомендованной нормы. Так, применение смеси Альбита с половинной дозой Виала ТТ позволяет увеличить условный чистый доход на 1,6 тыс. руб./га и снизить себестоимость зерна на 8,3 %. Несмотря на меньшую прибавку урожайности, Альбит и Агат-25К также обеспечивают высокие показатели экономической эффективности – отмечается увеличение условно-чистого дохода на 0,7 – 0,9 тыс. руб./га по сравнению с контролем.

## РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

Сельхозпредприятиям юга Нечерноземной зоны России для внедрения усовершенствованной интегрированной системы защиты яровых зерновых культур от патогенного комплекса корневых гнилей рекомендуется:

1. Использовать новую концепцию защиты, основанную на формировании фитосанитарных агроценозов и экологизации приемов возделывания.

2. Выполнять микробиологический мониторинг почв на присутствие возбудителей корневых гнилей;

3. Проводить фитосанитарную оптимизацию агроценозов на основе следующих приемов фитосанитарной диагностики почвы, семян и посевов:

– для снижения развития корневых гнилей при превышении ЭПВ (> 30 конидий г/почвы) яровую пшеницу и ячмень следует размещать по непоражаемым предшественникам – гороху, кукурузе, вико-овсу;

– для уменьшения заселенности верхнего слоя конидиями возбудителей корневых гнилей проводить отвальную обработку почвы на глубину 23 – 25 см. Поверхностная обработка допускается тогда, когда зараженные растительные остатки попадают в слой, где активно идут микробиологические процессы;

– для оздоровления ризосферы почвы, улучшения развития coleoptile и корней растений необходимо использовать минеральные удобрения в сочетаниях NPK, NP и P;

– с целью уменьшения пораженности всходов проводить посев яровых зерновых культур в ранние сроки (при физической спелости почвы: ранний тип весны – 20– 23 апреля; средний тип весны 25 – 27 апреля;

– для оптимизации фитосанитарного состояния семян проводить их предпосевную фитоэкспертизу.

4. Выбирать протравитель на основании результатов предпосевной фитоэкспертизы семян с учетом видового состава возбудителя и степени их инфицированности, руководствуясь следующими принципами:

– при слабой (10 – 15 %) и средней (до 30 %) степени заспоренности семян можно ограничиться обработкой их только биопрепаратами Альбит (0,03 л/т), Агат-25К (0,03 кг/т), Планриз 1 л/т), Триходермин (0,05 кг/т);

– в случае сильной степени инфицированности (> 30 %) семян, проводить протравливание посевного материала системными протравителями Премис Двести (0,2 л/т), Винцит(1,5л/т), Витавакс 200фф (2 л/т), Виал ТТ (0,4 л/т).

5. Уменьшать пестицидную нагрузку на посевы, при прогнозе слабой и средней степени поражения яровых зерновых культур корневой гнилью, следующими приемами:

– совместным использованием фунгицидного протравителя Виал ТТ, взятого в половинной дозе (0,2 л/т), с биопрепаратами Альбит (0,04 л/т) или Агат–25К (0,04 кг/т);

– двукратным опрыскиванием посевов биопрепаратами Агат-25К (0,03 кг/га) или Планриз (0,5 л/га).

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Абеленцев В.А. Эффективность протравливания семян / В.А. Абеленцев // Защита и карантин растений. – 2003. – № 3. – С. 14.
2. Абеленцев В.А. Возможности современных протравителей семян зерновых колосовых культур / В.А. Абеленцев // Защита и карантин растений. – 2011. – № 2. – С. 19–21.
3. Авдонин Н.С. Влияние длительного применения удобрений и известкования на свойства кислых почв / Н.С. Авдонин, Л.А. Лебедева // Агрохимия. – 1970. – № 7. – С. 7–16.
4. Азбукина З.М. Возбудители грибных болезней зерновых. – М. : Наука, 1980. – С. 84–225.
5. Акулов А.Ю. Дифференцированная оценка развития гельминтоспориозной и фузариозной корневых гнилей ярового ячменя / А.Ю. Акулов // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Качазіна. Серія біологія 20. – № 768. – 2007. – С. 121–127.
6. Алабушев А.В. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур в России / А.В. Алабушев, А.В. Гуреева, С.А. Раева // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 6 (12). – С. 13–16.
7. Алехин В.Т. Применение биологических средств защиты растений в России / В.Т. Алехин, В.В. Михайликова, Н.С. Стребкова, Е.А. Пустовалова // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: мат. Межд. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2012. – Вып. 7. – С. 264–266.
8. Алимova Ф.К. Биологическая роль разнообразия видов рода Триходерма и их роль в функционировании микробиоты. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Казань : КГУ, 2006 – 32 с.
9. Алиновский П.Г. Агротехника и корневые гнили зерновых / П.Г. Алиновский // Защита растений. – 1966. – № 6. – С. 15–17.
10. Алиновский П.Г. Выживаемость в почве возбудителей корневой гнили / П.Г. Алиновский // Защита растений. – 1970. – №8. – С. 42.

11. Алиновский П.Г. Комплекс мероприятий по защите яровой пшеницы / П.Г. Алиновский // Защита растений. – 1979. – №11. – С. 26–27.
12. Алябьев Н.Н. Влияние биопрепаратов на микологическую загрязненность хранящегося зерна / Н.Н. Алябьев // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 34–35.
13. Алябьев Н.Н. Влияние обработок биопрепаратами хранящегося зерна районированных сортов пшеницы на динамику содержания белка / Н.Н. Алябьев, О.А. Монастырский, Е.В. Кузнецова // Современные мировые тенденции в производстве и применении биологических и экологически малоопасных средств защиты растений: мат. Межд. науч.-практ. конф. – Краснодар: Изд-во КГАУ, 2012. – С. 162–166.
14. Арутюнова Е.В. Из опыта защиты пшеницы в Северной Осетии / Е.В. Арутюнова, Т.И. Ишкова // Защита и карантин растений. – 1993. – № 5 – С. 18.
15. Афанасенко О.С. Методические указания по диагностике и методам полевой оценки устойчивости ячменя к возбудителям пятнистостей листьев. /О.С. Афанасенко // ВИЗР, Л., 1987. – 19 с.
16. Афанасьева М.М. Влияние минеральных удобрений на численность конидий *Helminthosporium sativum* Ram (King et Bakke) в почве / М.М. Афанасьева, В.А. Чулкина // Микология и фитопатология. – 1977. – Т. 11. – Вып. 2. – С. 131–135.
17. Ашмарина Л.Ф. Выживаемость фитопатогенных грибов на растительных остатках. В кн.: Интегрированная защита сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей в Сибири. – Новосибирск. – 1986. – С.54–58.
18. Ашмарина Л.Ф. Совершенствование защиты зерновых культур от болезней и вредителей в Западной Сибири / Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. – Новосибирск : НГАУ, 2005. – 42 с.
19. Баклушина В.В. Влияние предшественников и насыщения севооборотов зерновыми на поражаемость ячменя и овса корневой гнилью / В.В. Баклушина. Сб. науч. тр. Перм. с.-х. опыт. станции, 1998. – Т. 10. – С. 68–74.

20. Балыдин В.К. О некоторых агротехнических факторах повышения устойчивости пшеницы к корневой гнили / В.К. Балыдин // Корневые гнили сельскохозяйственных культур: тез. докл. совещания. Тбилиси, 1975. – С. 35–38.
21. Барбаянова Т.А. Влияние предпосевной обработки семян ячменя лазером и коронным разрядом на пораженность болезнями / Т.А. Барбаянова, Ф.Л. Радун, Р.С. Бахтияров, О.А. Маренкова // Защита растений при интенсивных технологиях. – 1989. – С. 98–103.
22. Барайщук Г.В. Биологическая защита растений: Учеб. пособие. – Омск : Изд-во ОмГАУ, 2006. – 144 с.
23. Бегунов И.И. Композиции протравителей против корневых гнилей и твердой головни озимой пшеницы / И.И. Бегунов, Е.В. Стрелков // Агро XXI. – 2002. – С. 2–23.
24. Бегунов И.И. Протравливание семян композиционными смесями / И.И. Бегунов, С.Д. Бачинский, И.В. Чуков // Защита и карантин растений. – 2003.– № 3. – С. 29.
25. Бельков Г.А. Пути снижения вредоносности корневых гнилей озимой пшеницы / Г.А. Бельков // Экологические (эпифитотимологические) основы защиты растений от болезней. – Новосибирск, 1990. – С. 16–17.
26. Бенкен А.А. Роль растительных выделений в развитии грибных инфекций / А.А. Бенкен // Микология и фитопатология. – 1969. – Т. 3. – № 6. – С. 507–512.
27. Бенкен А.А. Параморфные вещества в практике фитопатологических исследований. /А.А. Бенкен, Л.К. Хацкевич // Микология и фитопатология. – 1972. – Т. 2. Вып. 2. – С. 174–177.
28. Бенкен А.А. Почвенный фунгистазис, его сущность и практическое значение / А.А. Бенкен // Микология и фитопатология. – 1975. – № 2. – С. 160–164.
29. Бенкен А.А. Формирование инфекционных зачатков возбудителей корневой гнили зерновых культур / А.А. Бенкен, Л.К. Хацкевич // Микология и фитопатология. – 1976. – Т. 10. – Вып. 2. – С. 111–117.

30. Бенкен А.А. Корневая гниль зерновых культур в Литве в севооборотах с разным уровнем зернового насыщения (Возбудитель *Bipolaris sorokiniana*) / А.А. Бенкен, А.С. Магила, Л.К. Хацкевич, С.Д. Гришечкина // Микология и фитопатология. – 1992. – Т. 26. – Вып. 5. – С. 388–393.
31. Бердыш Ю.И. Эффективность приемов защиты озимой пшеницы на фоне различной удобренности ее посевов / Ю.И. Бердыш // Агро XXI. – 2002. – № 7 – 12. – С. 99–101.
32. Бизюкова О.В. Обзор мирового рынка микробиопрепаратов / О.В. Бизюкова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 3. – С. 9–12.
33. Билай В.И. Систематика грибов рода *Fusarium* Lh. Автореф. дисс. докт. биол. наук. – Киев : Киевский госуд. ун-т им. Т.Г. Шевченко, 1955. – 28 с.
34. Билай В.И. Основы общей микологии. – Киев : Вища школа, 1974. – 395 с.
35. Билай В.И. Фузарии (Биология и систематика). – Киев : Изд-во АН УССР, 1977. – 442 с.
36. Билай В.И. Основы общей микологии / В.И. Билай // Киев : Вища школа, 1980. – 360 с.
37. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии / Под ред. В.И. Билай // Киев : Наукова думка, 1982. – 552 с.
38. Билай В.И. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / В.И. Билай, Р.И. Гвоздяк, И.Г. Скрипаль и др., Киев : Наукова думка, 1988. – 552 с.
39. Богачук Н.И. Корневые гнили ячменя и приемы защиты от них в условиях республики Марий Эл: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2009. – 18 с.
40. Борисенко В. Дать культуре правильный старт / В. Борисенко. – Курьер. – 2011. – № 2 (3). – С. 14–17.
41. Борисоник З.Б. Ячмень яровой. – М. : Колос, 1974. – 254 с.
42. Боронин А.М. Биологические препараты на основе псевдомонад / А.М. Боронин, В.В. Кочетков // Агро XXI. – 2000. – № 3. – С. 3–5.

43. Бочкарева З.А. Результаты изучения корневой гнили озимой пшеницы Кубани и агробиологическое обоснование мер борьбы с ними / З.А. Бочкарева // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. [б. и.], 1970. – С. 53–60.

44. Буга С.Ф. Влияние развития корневых гнилей ячменя и поражаемость его черным зародышем на репродуктивные способности семян / С.Ф. Буга, Н.С. Шить // Материалы Республ. конф. по защите растений. – Минск, [б. и.], 1975. – С. 45–47.

45. Буга С. Ф. Патогенность возбудителей, вызывающих фузариозную и гельминтоспориозную гниль ячменя и яровой пшеницы / С.Ф. Буга, Л.И. Линник // Защита растений. – Минск, 1976. – Вып. 1. – С. 21–26.

46. Буга С.Ф. Пораженность ячменя корневыми гнилями и выносливость растений в зависимости от предшественника /С.Ф. Буга, Н.И. Кривеня // Защита сельскохозяйственных растений в условиях применения интенсивных технологий. – Минск, 1987. – Ч. 2. – С. 65–68.

47. Буга С.Ф. Лукашик Н.Н. Влияние поражения растений ячменя обычной корневой гнилью на качество семян / С.Ф. Буга, Н.Н. Лукашик // Защита и карантин растений. – Минск, 1990. Вып. 5. – С.8–15.

48. Буга С.Ф. Резистентность популяции гриба *Fusarium nivale* к фундазолу / С.Ф. Буга // Вестник защиты растений. – 2001. – № 2. – С. 39–42.

49. Буга С.Ф. Роль протравливания семян / С.Ф. Буга // Защита и карантин растений. – 2001. – № 3. – С. 21.

50. Буга С.Ф. Защита зерновых культур от болезней в Белоруссии / С.Ф. Буга // Защита и карантин растений. – 2005. – № 2. – С. 18–21.

51. Буренок В.П. Корневые гнили пшеницы и ячменя в условиях Кемеровской области и меры борьбы с ними: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М. : ТСХА, 1977. – 18 с.

52. Бутми Т.К. Агротехника карликовых пшениц в Индии (информация) / Т.К. Бутми // Сельское хозяйство за рубежом. – 1974. – № 8. – С. 6–9.

53. Великанов Л.Л. К вопросу о биологической роли токсических метаболитов *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. / Л.Л. Великанов // Микробиологические

процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. – Вильнюс : [б. и.], 1978. – С. 69–71.

54. Великанов Л.Л. Почвенные фитопатогенные грибы. // Л.Л. Великанов, Е.П. Дурынина – М. : Изд-во МГУ, 1984. – 107 с.

55. Ветров Ю.Ф. Этиология корневой гнили пшеницы в Иркутской области и обоснование методов борьбы с заболеванием: Автореф дис. ... канд. биол. наук. – Иркутск, ИГУ, 1970. – 24 с.

56. Власенко А.Н. Системы основной обработки черноземов лесостепи Западной Сибири при разных уровнях интенсификации земледелия: Автореф дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, НГАУ, 1995. – 41 с.

57. Власенко А.Н. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири / А.Н. Власенко, Ю.П. Филимонов, В.К. Каличкин, Л.Н. Иодко, В.Т. Усолкин. // РАСХН. Сиб. отд-ние СибНИИЗхим. – Новосибирск : [б. и.], 2003. – 268 с.

58. Власенко Н.Г. Влияние азотного удобрения и фунгицидов на продуктивность сортов яровой пшеницы / Н.Г. Власенко, Б.И. Тепляков, О.И. Теплякова // Агрохимия. – 2004. – № 1. – С. 60–64.

59. Власенко Н.Г. Фитосанитарная роль срока сева / Н.Г. Власенко, Т.П. Садохина // Проблемы экологии агроэкосистем: пути и методы их решения. – Новосибирск [б. и.], 2009. – С. 18–20.

60. Власенко Н.Г. Фитосанитарная обстановка в посевах сортов яровой пшеницы и их отзывчивость на влияние пестицидов / Н.Г. Власенко, О.И. Теплякова, А.А. Слободчиков // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 5. – С. 20–23.

61. Водяная Л.А. К вопросу о специализации гриба – возбудителя гельминтоспориоза злаков / Л.А. Водяная // Агрохимия, М. : Россельхозиздат, 1969. – С. 128–129.

62. Войнова-Райкова Ж. Микроорганизмы и плодородие / Ж. Войнова-Райкова, В. Ранков, Г. Аленова. – М. : Агропромиздат, 1986. – 120 с.

63. Войтова Л.Р. Биологические особенности возбудителей гельминтоспориозов ячменя в условиях Белоруссии и меры борьбы с ними: Автореф дис. ... канд. биол. наук. – Минск : Горки, 1966. – 19 с.
64. Вражнов А.В. Повышение устойчивости производства зерна и кормов в лесостепи Южного Урала, / А.В. Вражнов, Л.П. Шаталин // Аграрный вестник Урала. – 2012. - № 11 (103). – С. 140 – 151.
65. Выблов Н.Ф. Влияние удобрений на микрофлору серых лесных почв Горного Алтая / Н.Ф. Выблов // Микробные ассоциации и их функционирование в Западной Сибири. – Новосибирск : [б. и.], 1979. – С. 178–183.
66. Гагкаева Т.Ю. Современное состояние таксономии грибов рода *Fusarium* секции *Sporotrichiella* / Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова, М.М. Левитин // Миколог. и фитопат., 2008а, т. 42, №3, с. 201 -213.
67. Гагкаева Т.Ю. Зараженность зерна и видовой состав грибов рода *Fusarium* на территории РФ в 2004–2006 гг. / Т.Ю. Гагкаева, М.М. Левитин, С.С. Санин, Л.Н. Назарова // Агро XXI. – 2009. – № 4–6. – С. 4–6.
68. Гагкаева Т.Ю. Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова, М.М. Левитин, К.В. Новожилов // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – № 5. – 2011. – С. 70(2)–120(52).
69. Гагкаева Т.Ю. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 г. / Т.Ю. Гагкаева, Ф.Б. Ганнибал, О.П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 37–41.
70. Гагкаева Т.Ю. Микробиота зерна – показатель его качества и безопасности / Т.Ю. Гагкаева, А.П. Дмитриев, В.А. Павлюшин // Защита и карантин растений. – 2012. – № 9. – С. 14–18.
71. Ганнибал Ф.Б. Мелкоспоровые грибы рода *Alternaria* на злаках / Ф.Б. Ганнибал // Микология и фитопатология. – 2004. – Т. 38. – Вып. 3.– С. 19–29.
72. Ганнибал Ф.Б. Грибы рода *Alternaria* Nees на злаках: видовой состав и внутривидовое разнообразие: Автореф дис. ... канд. биол. наук. – СПб. : [СПбГАУ], 2006. – 19 с.

73. Ганнибал Ф.Б. Токсикогенность и патогенность грибов рода *Alternaria* для злаков / Ф.Б. Ганнибал // Лаборатория микологии и фитопатологии имени А.А. Ячевского ВИЗР: история и современность / Под ред. А.П. Дмитриева.– РАСХН, Сиб. отд. ВИЗР, 2007. – С. 82–93.

74. Ганнибал Ф.Б. *Alternaria spp.* в семенах зерновых культур России / Ф.Б. Ганнибал // Микология и фитопатология. – 2008. – Т. 42. – Вып. 4. – С. 359–368.

75. Ганнибал Ф.Б. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России / Ф.Б. Ганнибал и др. // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 30–32.

76. Гарбар Л.И. Снижение пестицидной нагрузки в агроценозе пшеничного поля / Л.И. Гарбар // Земледелие, растениеводство и селекция: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск : [б. и.], 1999. – Ч. 1. – С. 39–41.

77. Гешеле Э.Э. Фузариозно-гельминтоспориозная корневая гниль яровой пшеницы в западной Сибири и Северо-Восточном Казахстане / Э.Э. Гешеле // Селекция и семеноводство. – 1952. – № 12. – С. 51–56.

78. Гешеле Э.Э. Влияние приемов почвозащитной обработки почвы в севооборотах на поражаемость яровой пшеницы корневой гнилью / Э.Э. Гешеле, И. Г. Зинченко // Доклады ВАСХНИЛ. – 1970. – № 2. – С. 5–7.

79. Гешеле Э.Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. – Одесса : изд-во ВСГИ, 1971. – 177 с.

80. Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. – М.: Колос, 1978. – 205 с.

81. Говоров Д.Н. Применение пестицидов. Год 2011-й / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, С.Н. Четвертин // Защита и карантин растений. – 2012. – № 4. – С. 12–13.

82. Говоров Д.Н. Применение пестицидов. Год 2012-й / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, Е.В. Бородина // Защита и карантин растений. – 2013. – № 4. – С. 6–7.

83. Гойман Э. Инфекционные болезни растений. – М. : Изд-во иностр. лит., 1954. – 608 с.

84. Голощапов А.П. Гельминтоспориозная корневая гниль яровой пшеницы (*Helminthosporium sativum* P.K. et B.) и разработка мер борьбы с ней в Курганской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Ереван, ЕСХИ, 1969. – 26 с.

85. Голощапов А.П. Гельминтоспориозная корневая гниль яровой пшеницы и меры борьбы с ней в Курганской области / А.П. Голощапов // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М. : Колос, 1970. – С. 26–29.

86. Голощапов А.П. Микологическая экспертиза семян пшеницы в интенсивной технологии выращивания / А.П. Голощапов. – Курган. [б. и.], 1985. – 33 с.

87. Голубинцева А.П. Особенности биологии *H. sativum* как возбудителя корневой гнили яровой пшеницы в условиях Западной Сибири и обоснование мер борьбы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск : НСХИ, 1952. – 15 с.

88. Горленко М.В. Болезни растений и внешняя среда / Очерки биологии и экологии паразитов растений – М. : Изд-во Моск. об-ва природы испытателей, 1950. – Вып. 27. – 120 с.

89. Горленко М.В. Болезни пшеницы. –/М.В. Горленко. – М. : Сельхозгиз, 1951. – 253 с.

90. Горленко М.В. Выживаемость в почве фитопатогенных грибов и бактерий в связи с их происхождением / М.В. Горленко // Вестник МГУ. – 1955. – № 9. – С. 95–101.

91. Горленко М.В. Семена как источник распространения инфекционных болезней растений / М.В. Горленко // Микология и фитопатология. – 1970. – Т. 4. – Вып. 2. – С. 165–169.

92. Городилова Л.М. Черный зародыш зерна и устойчивость сортов пшеницы к этому заболеванию в целинном крае : Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Л.М. Городилова // Одесса : ОдСХИ, 1964. – 16 с.

93. Городилова Л.М. Корневая гниль пшеницы в Северном Казахстане / Л.М. Городилова // Вестник с.-х. науки, Алма-Ата, 1967.– № 8 – С.45–50.

94. Городилова Л.М. Почернение зародыша – заболевание зерна пшеницы на севере Казахстана / Л.М. Городилова, Н.С. Шумилова / Материалы X научной

конференции по вопросам сельскохозяйственного производства. – Целиноград, [б. и.], 1969. – Ч. 1. – С. 200–203.

95. Городилова Л.М. Особенности поражения зерна пшеницы черным зародышем на Севере Казахстана / Л.М. Городилова, С.С. Синицин, Т.В. Коремок // Селекция и семеноводство. – 1969. – № 3. – С. 15–17

96. Городилова Л.М. Корневая гниль пшеницы в условиях почвозащитной системы земледелия на севере Казахстана / Л.М. Городилова, А.В. Шевцов. – Целиноград, [б. и.], 1972. – 44 с..

97. Горьковенко В.С. Микоценоз ризосферноприкорневой зоны озимой пшеницы на фоне различных технологий возделывания и основной обработки почвы / В.С. Горьковенко // Агротехнический метод в защите от вредных организмов: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2003. – С. 65–67.

98. Грабак Н.Х. Влияние почвозащитной технологии / Н.Х. Грабак, Т.М. Стоковская, Г.Г. Сарветник // Защита растений. – 1983. – № 8. – С. 16–17.

99. Гребенников С.Д. Яровая пшеница в Сибири / С.Д. Гребенников. – Новосибирск : Новосибирское обл. гос. изд. – во, 1949. – 370 с.

100. Григорьев М.Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. – Л. : ВИЗР, 1976. – 76 с.

101. Григорьев М.Ф. Корневые гнили зерновых культур в нечерноземной зоне РСФСР. Автореф. дис. ... докт. биол. наук / М.Ф. Григорьев – М. : ТСХА, 1996. – 40 с.

102. Григорьев М.Ф. Роль микромицетов в поражении зерновых культур корневыми гнилями в Центральном Нечерноземье России / М.Ф. Григорьев // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 1. – С. 101–116.

103. Григорьев М.Ф. Изучение патогенных комплексов возбудителей наиболее распространенных типов корневых гнилей зерновых культур в Центральном Нечерноземье России / М.Ф. Григорьев // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 2. – С. 111–125.

104. Григорьева М.Ф. Некоторые аспекты изучения корневых гнилей ячменя / М.Ф. Григорьева, Н.Н. Лопатова, В.М. Жилкина, А.А. Сидорова // Селекционные сорта зерновых культур для Центрального Черноземья: сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции – Л. : [б. и.], 1985. – Т. 93. – С. 70–78.

105. Гришечкина Л.Д. Микробиологические препараты на основе *Bacillus subtilis* для защиты сельскохозяйственных культур от болезней / Л.Д. Гришечкина, Е.Ф. Коренюк, Т.И. Милютенкова, Силаев // Биологическая защита растений, как основа экологического земледелия и фитосанитарной стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. конф. посвящ. 50-летию ВНИИ БЗР. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2010. – С. 407–409.

106. Гришечкина Л.Д. Микробиологические препараты для защиты зерновых культур от фитопатогенов / Л.Д. Гришечкина // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2012. – Вып. 7. – С. 179–181.

107. Добрецов А.Н. Гельминтоспориоз пшеницы в Сибири и меры борьбы с ним / А.Н. Добрецов. – Красноярск : Краснояр. кн. изд-во, 1962. – 66 с.

108. Докунин В.С. Формирование урожая и качества зерна пшеницы при разных уровнях минерального питания и применения хлорхолинхлорида в условиях Центрально-Черноземного региона Российской Федерации: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.С. Докунин – М. : ТСХА, 1999. – 24 с.

109. Долженко В.И. Средства защиты растений для предпосевной обработки семян / В.И. Долженко, Г.Ш. Котикова, С.Д. Здрожевская. – С.Пб. : Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР), 2001. – 54 с.

110. Дорохов Б.Л. Фотосинтез вегетативных органов и колоса ячменя в период продуктивного развития /Б.Л. Дорохов, И.И. Баранина //Физиология и биохимия культурных растений. – Киев – 1972, Т.4, №3. – С.287 – 291.

111. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

112. Дудка И.А. Методы экспериментальной микологии / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская, Э.З. Коваль. – Киев : Наукова думка, 1982. – 550 с.

113. Дурынина Е.П. Роль почвы в сохранении и распространении фитопатогенных грибов / Е.П. Дурынина, Т.Б. Чичева // Итоги науки и техники: сер. защита растений. – М. : Изд.-во ВИНТИ, 1980. – Т. 11. – С. 73–115.

114. Дурынина Е.П. Влияние токсинов *Helminthosporium sativum* Sacc. на поглощение растениями ячменя элементов минерального питания из раствора / Е.П. Дурынина, Л.Л. Великанов, Т.В. Чичева // Микология и фитопатология. – 1982. – Т. 16.– Вып. 6. – С. 529–535.

115. Дымина Е.В. Влияние Байтана универсала на рост и продуктивность яровой пшеницы Новосибирская 67 / Е.В. Дымина, Л.Г. Фадеева // Болезни сельскохозяйственных культур и борьба с ними в Сибири: сб. науч. тр. / Сиб. отд. ВАСХНИЛ.– Новосибирск : СибНИИЗХим, 1989.– С.28–34.

116. Дымина Е.В. Агротехника и развитие болезней яровой пшеницы / Е.В. Дымина // Защита и карантин растений – 1998. – № 6. – С. 21.

117. Дымченко А.М. Влияние агроприемов на развитие болезней ржи / А.М. Дымченко, Л.Н. Назарова // Защита и карантин растений. – 1997. – № 9. – С. 23.

118. Евсеев В.В. Действие протравителей семян на микрофлору почвы и растений / В.В. Евсеев // Защита и карантин растений. – 2004. – № 5. – С. 49–50.

119. Егоров С.С. Роль звена севооборота и способов обработки почвы в распространении корневых гнилей озимой пшеницы / С.С. Егоров // Агротехнический метод в защите от вредных организмов: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2002. – С. 51–52.

120. Жалиева Л.Д. Эффективность биологических средств борьбы с фузариозной инфекцией озимой пшеницы / Л.Д. Жалиева, М.И. Зазимко, А.В. Болбат, Н.В. Хандога // Фузариоз колоса зерновых злаковых культур. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 1992. – С. 67–71.

121. Жалиева Л.Д. Совершенствование защиты озимой пшеницы от гнилей на основе применения биологически активных веществ (БАВ) / Л.Д. Жалиева, Т.В. Паштинская // сб. науч. тр., посвящ. 100-летию со дня рождения академика М.И. Хаджинова. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 1999. – С. 112–118.

122. Жалиева Л.Д. Видовой состав возбудителей корневых и прикорневых гнилей пшеницы / Л.Д. Жалиева // Микология и фитопатология. – 2001. – Т. 35. – Вып. 6. – С. 52–56.

123. Жалиева Л.Д. К методическому вопросу по испытаниям протравителей на озимой пшенице / Л.Д. Жалиева // Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию ВИЗР. – СПб. : 2004. – С. 113.

124. Жегульская Л.Н. Влияние погодных условий, инфекционного фона и форм азотных удобрений на споруляцию *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Syoemaker на яровой пшенице / Л.Н. Жегульская // Интегрированная защита растений от болезней и вредителей в Сибири. – Новосибирск: [б. и.], 1985. – С. 30–37.

125. Жукова Р.В. Этиология корневых гнилей яровой пшеницы в Башкирской АССР: Автореф дис. ... канд. биол. наук. – Л. : ВИЗР, 1974. – 26 с.

126. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (Концепция). – Пущино : [б. и.], 1994. – 148 с.

127. Жученко А.А. Эколого-генетические основы высокой продуктивности и экологической устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов / А.А. Жученко // Производство экологической устойчивости безопасной продукции растениеводства. – Пущино, 1995. – С. 5–20.

128. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М. : ВНИИА, 2005. – 302 с.

129. Завалин А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур / А.А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 9–11.

130. Зазимко М.И. Концептуальные основы экологизации системы защиты колосовых культур на Северном Кавказе / М.И. Зазимко // Экологически безопасные и беспестицидные технологии получения растениеводческой продукции: материалы Всерос. науч.-произв. совещания. – Пущино: Изд-во ВИЗР, 1994. – Ч. 1. – С. 17–19.

131. Зазимко М.И. Эффективность агротехнических приемов в борьбе с корневыми гнилями зерновых колосовых культур / М.И. Зазимко, Л.Д. Жалиева, М.М. Васютин // Состояние и пути совершенствования агротехнического метода в интегрированной защите зерновых и зернобобовых культур: тез. докл. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 1994. – С. 42–43.

132. Зазимко М.И. Экологизированная система защиты колосовых культур от болезней и вредителей на Северном Кавказе / М.И. Зазимко. – Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Пушкин : ВИЗР, 1995. – 55 с.

133. Зазимко М.И. Основы экологизации защиты колосовых культур на Северо-Кавказском регионе / М.И. Зазимко, Н.В. Лактионова, Л.А. Гузь // Сб. тр. Всерос. съезда по защите растений. – СПб. : Изд-во ВИЗР, 1997. – С. 209–213.

134. Зазимко М.И. Состояние и перспективы использования агротехнических и других альтернативных приемов в защите колосовых культур / М.И. Зазимко // Агротехнический метод в защите от вредных организмов: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. / Под ред. М.И. Зазимко. – Краснодар : Изд-во Куб. ГАУ, 2002. – С. 5–10.

135. Зазимко М.И. Состояние и перспективы использования агротехнического и других альтернативных приемов в защите колосовых культур / М.И. Зазимко, В.И. Долженко, В.А. Чулкина, В.А. Захаренко // Агротехнический метод в защите растений от вредных организмов: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. / Под ред. М.И. Зазимко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2002. – С. 5–10.

136. Зазимко М.И. Эффективность фунгицида зависит от состава патогенного комплекса / М.И. Зазимко, Э.И. Монастырская, С.З. Мандрыка / Защита и карантин растений. – 2004. – № 4. – С.38–39.

137. Зазимко М.И. Влияние агротехнических приемов возделывания озимой пшеницы на развитие корневой гнили различного видового состава / М.И. Зазимко, Э.И. Монастырская, С.З. Мандрыка // материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2005. – С. 43–45.

138. Зазимко М.И. Агротехнический метод защиты растений – основополагающий, но не однозначный / М.И. Зазимко, В.И. Долженко // Защита и карантин растений. – 2011. – № 5. – С. 11–15.

139. Застежко Н.Н. Влияние агротехнических приемов возделывания озимой пшеницы на развитие болезней / Н.Н. Застежко, Э.И. Монастырская, Н.И. Остапенко // Науч. тр. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения академика М.И. Хаджинова. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 1999. – С. 118–124.

140. Захаренко В.А. Агротехнические методы в системе управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем на основе интегрированной защиты растений / В.А. Захаренко // Агротехнический метод в защите от вредных организмов: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2002. – С. 3–5.

141. Захаренко В.А. Тенденции и перспективы химической и биологической защиты растений / В.А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2011. – № 3. – С. 6–10.

142. Зацепина Т.Я. Оценка влияния почвозащитной технологии возделывания озимой пшеницы на этиологию корневых гнилей / Т.Я. Зацепина // Сб. науч. тр. – М. : ВИМ, 1987. – Т. 111. – С. 159–161.

143. Защита растений в устойчивых системах землепользования (в 4-х книгах) / Под общ.редак. д-ра с.-х. наук Д.Шпаара. //Торжок: ООО «Вариант», 2003. Книга 3.-337 с.

144. Зиганшин А.А. Особенности развития корневых и прикорневых гнилей сельскохозяйственных культур / А.А. Зиганшин // Фитосанитарное оздоровление экосистем: материалы II Всерос. съезда по защите растений. – СПб. : Изд-во ВИЗР, 2005. – Т. 1. – С. 167–169.

145. Зиганшин А.А. Оценка влияния почвозащитной технологии возделывания озимой пшеницы на этиологию корневых гнилей / А.А. Зиганшин, Т.Я. Зацепина // Сб. науч. тр. – М. : ВИМ, 1987. – Т. 111. – С. 159–161.

146. Зиганшин А.А. Борьба с корневыми гнилями приносит успех / А.А. Зиганшин, И.Х. Хабибрахманов, О.В. Шиббаева, Р.И. Сафин // Защита и карантин растений. – 2007. – № 10. – С. 25–26.
147. Зилинг М.К. Материалы к познанию микофлоры почв Западной Сибири / М.К. Зилинг // Болезни зерновых культур. – Омск, 1932. – С. 40–61.
148. Зилинг М.К. Черный зародыш пшеницы / М.К. Зилинг // Болезни зерновых культур. – Омск, 1932. – С. 15–32.
149. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность – М. : КолосС, 2005. – 232 с.
150. Зубенко В.Ф. Дифференцированная обработка почвы / В.Ф. Зубенко, С.И. Матушкин, В.Н. Якименко // Защита растений. – 1983. – № 8. – С. 16–17.
151. Иващенко В.Г. Некоторые аспекты этиологии и патогенеза чернозародышевости семян пшеницы / В.Г. Иващенко // Науч. – техн. бюлл. Всес. селекционно-генетического ин-та. – 1981. – № 2/140. – С.70–74.
152. Ивойлов А.В. Агрометеорологические условия формирования качества зерна ячменя на выщелоченных черноземах Мордовии / А.В. Ивойлов, Е.Н. Хвостов, В.И. Копылов // Новые подходы в естественных исследованиях: экология, биология, сельскохозяйственные науки: межвуз. сб. науч. тр. – Саранск : [б. и.], 2002. – Вып. II. – С. 150.
153. Исайкин И.И. Адаптированная технология возделывания пивоваренного ячменя / И.И. Исайкин, М.К. Волков, А.Н. Рожкова. – Саранск : [б. и.], 2004. – 214 с.
154. Исайкин И.И. Опыт освоения адаптивной системы обработки почвы в Мордовии / И.И. Исайкин // Земледелие. – 2003. – № 4. – С. 10–11.
155. Исмаилова А.И. Особенности развития и приемы контроля корневых гнилей в адаптивных технологиях возделывания яровой пшеницы в Предкамье Республики Татарстан: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Казань, КГСХА, 2005. – 15 с.
156. Ишкова Т.И. Влияние технологических приемов и фунгицидов на развитие основных болезней и урожай озимой пшеницы в НЧР России /

Т.И. Ишкова, М.В. Левитин, Н.М. Домапов, А.Ф. Кузнецов // Защита зерновых культур от болезней в современном земледелии: сб. науч. тр. – СПб. : Изд-во ВИЗР, 1995. – С. 59–70.

157. Ишкова Т.И. Диагностика основных болезней хлебных злаков /Т.И. Ишкова, Л.И. Берестецкая, Е.Л. Гасич, М.М. Левитин, Д.Ю. Власов. – СПб. : Изд-во ВИЗР, 2000 – 76 с.

158. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения в Республике Мордовия. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2012. – 84 с.

159. Каргин И.Ф. Адаптация обработки почвы к современным системам земледелия / И.Ф. Каргин, В.И. Каргин. – Саранск : Мордовский институт переподготовки кадров агробизнеса, 2010. – 295 с.

160. Карташева И.А. Влияние азотного питания устойчивость пивоваренного ячменя к болезням / И.А. Карташева // Защита и карантин растений. – 1995. – № 11. – С. 43.

161. Касьянов П.Ф. Влияние интенсивной технологии возделывания на развитие вредных организмов и урожайность зерна яровой пшеницы в Северном Казахстане / П.Ф. Касьянов, В.И. Кошляков, В.И. Танский и др. // Проблемы защиты с.-х. культур от вредных организмов в интенсивном земледелии: сб. науч. тр. – Л. : ВИЗР, 1989. – С. 96–107.

162. Каутская Л.Б. Некоторые микробиологические показатели чернозема мощного слабовыщелоченного при длительном применении удобрений / Л.Б. Каутская // Микроорганизмы как компонент биоценоза. – Алма-Ата, 1982. – С. 115–116.

163. Качалова З.П. К вопросу об этиологии и патогенезе черного зародыша пшеницы / З.П. Качалова. – Доклады ТСХА. – 1969. Вып. 152. – С. 271–277.

164. Качалова З.П. О фузариозах пшеницы в Московской области / З.П. Качалова, Н.Д. Яценко // Изв. Москов. с.-х-ва. – 1974. – Вып. 2. – С. 122–130.

165. Кекало А.Ю. Фунгициды в посевах зерновых культур / А.Ю. Кекало, Н.Ю. Заргарян, В.В. Немченко // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2010. – № 5. – С. 52–56.

166. Киреев А.К. Фитосанитарная роль основной обработки почвы / А.К. Киреев // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 20–21.

167. Кириленко Т.С. Атлас родов почвенных грибов / Т.С. Кириленко. – Киев : 1977. – 128 с.

168. Кириченко А.А. Чернота зародыша яровой пшеницы и ограничение ее развития в условиях лесостепи Приобья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, НГАУ, 2008. – 16 с.

169. Кирюшин В.И. Яровая пшеница: Прогрессивные технологии / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко, В.А. Чулкина. – Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 1988. – 160 с.

170. Киселева М.И. Видовая и внутривидовая структура популяции возбудителей корневых гнилей и гельминтоспориозных пятнистостей и отбор исходного материала образцов ярового ячменя для селекции устойчивых к болезням сортов / М.И. Киселева // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Большие Вяземы, ВНИИФ, 1999. – 23 с.

171. Князева Г.В. Влияние различных доз гумата калия на урожайность озимой пшеницы при различных способах обработки почвы в Центральной зоне Краснодарского края / Г.В. Князева // Агротехнический метод в защите от вредных организмов: мат. 2 Всерос. науч.–практ. конф. –Краснодар: Тип. Куб ГАУ, 2003. – С. 184–185.

172. Ковалева Э.С. Фитосанитарное состояние посевного материала зерновых культур /Э.С. Ковалева, Л.И. Капинос //Селекция и семеноводство в Сибири и на Дальнем Востоке. Сб. науч. тр. ВАСХНИЛ СО. – Новосибирск. – 1991. – С. 58–62.

173. Койшибаев М. Роль устойчивых к болезням сортов в интегрированной защите пшеницы / М. Койшибаев // Защита и карантин растений. – 2010. – № 3. – С. 30–33.

174. Коломбет Л.В. Микофунгицид – препарат на основе *Trichoderma viride* для борьбы с болезнями растений / Л.В. Коломбет, С.К. Жиглецова, В.В. Дербышева, Д.В. Ежов и др. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2001. – № 1. – Т. 37. – С. 110–114.

175. Константинова В.Ю. Влияние системы основной обработки почвы на динамику формирования микоценозов при разложении растительных остатков / В.Ю. Константинова: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2005. – С. 143–144.

176. Коробова Л.Н. Вредоносность корневой гнили пшеницы и эффект протравливания при передаче возбудителя через почву и семена / Л.Н. Коробова, Е.Ю. Торопова // Болезни зерновых культур и борьба с ними в Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск: ВАСХНИЛ – Сибирское отд-е, 1989. – С. 110.

177. Коршунова А.Ф. Заболевание семян пшеницы / А.Ф. Коршунова, К.Я. Калашников // Защита растений. – 1965. – № 10. – С. 31–33.

178. Коршунова А.Ф. Защита пшениц от корневых гнилей / А.Ф. Коршунова, А.Е. Чумаков, Р.И. Щекочихина. – Л. : Колос, 1966. – 93 с.

179. Коршунова А.Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А.Ф. Коршунова // Вопросы защиты зерновых и зернобобовых культур от болезней. – М. : Колос. – 1967. – С. 40–98.

180. Коршунова А.Ф. Влияние корневых гнилей на пораженность семян яровой пшеницы гельминтоспориозом и альтернариозом / А.Ф. Коршунова // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М. : Колос. – 1970. – С. 50–52.

181. Коршунова А.Ф. Вредная микофлора корневой системы злаков / А.Ф. Коршунова // Тр. ВНИИ защиты растений. – 1972. – 35с.

182. Коршунова А.Ф. Основные и вторичные возбудители корневых гнилей пшеницы // Бюл. СибНИИ химизации сельского хоз-ва, 1973. – Вып. 8. – С. 6–8.

183. Корневые гнили яровой пшеницы / А.Ф. Коршунова, С.М. Тупеневич, Г.А. Краева. – Л. : Колос, 1974. – 63 с.

184. Коршунова А.Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А.Ф. Коршунова, А.Е. Чумаков, Р. И. Щекочихина. – Л. : Колос, 1976. – 184 с.

185. Косогорова Э.А. Защита полевых и овощных культур от болезней / Э.А. Косогорова. – Тюмень : Изд-во Тюменского ун-та, 2002. – 244 с.

186. Косолапова А.И. При комплексной обработке семян результат выше / А.И. Косолапова, М.Г. Васбиева, Д.С. Фомин, В.Р. Ямалтдинова // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2 – С. 28.

187. Котикова Г.Ш. Протравливанию семян нет альтернативы / Г.Ш. Котикова, В.И. Долженко // Защита и карантин растений. – 1998. – № 4. – С. 24.

188. Краева Г.А. Корневые гнили яровой пшеницы в засушливых районах освоения целинных и залежных земель и агробиологическое обоснование мероприятий в борьбе с ними: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Л. : ВИЗР, 1960. – 22 с.

189. Кратенко В.П. Экологизация защиты ярового ячменя от болезней в ЦЧР / В.П. Кратенко, В.А. Лавринова, А.В. Вергенов // Биологизация защиты растений: состояние и перспективы: мат. Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2001. – Ч. 1. – С. 89–90.

190. Крутова Н.П. Корневая гниль ячменя в Воронежской области и меры по ее предупреждению / Н.П. Крутова // Материал в помощь с.-х. производству. – 1978. – Вып. 5. – Ч. 5. – С. 21–24.

191. Кудашкин М.И. Яровой ячмень / М.И. Кудашкин // Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовия: метод. руководство. – Саранск : [б. и.], 2003. – С. 148–155.

192. Кудашкин М.И. Яровая пшеница / М.И. Кудашкин // Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовия: метод. руководство. – Саранск : [б. и.], 2003. – С. 131–148.

193. Кузнецов П.И. Научные основы экологизации земледелия Курганской области / П.И. Кузнецов, В.П. Егоров. – Курган : Изд-во «Зауралье», 2001. – С. 262–267.

194. Кузнецова Е.В. Современные и перспективные биотехнологии защиты зерна злаковых культур в почве, колосе и при хранении от поражения видами токсикогенных грибов и загрязнения микотоксинами / Е.В. Кузнецова, О.А. Монастырский // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем:

материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2012. – Вып. 7. – С. 393–397.

195. Кузнецова Т.Т. Роль минеральных удобрений в ограничении (корневой) гнили яровой пшеницы в лесостепи Зауралья / Т.Т. Кузнецова, В.А. Чулкина, В.И. Овсяников и др. // Науч.-техн. бюлл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние. – 1984. – № 2. – С.8–16.

196. Кулешов Н.Н. Многоярусность всходов, ее причины и влияние на урожай / Н.Н. Кулешов, М.С. Апрелева // Сб. науч. тр Харьковского с.-х. ин-та. – Харьков, – 1970. – Т. 93 (130) – С. 3–19.

197. Кулик С.А. Причины гибели проростков и всходов пшеницы и разработка мер борьбы с ними / С.А. Кулик // Известия Иркутского с.-х. института. – 1955. – Вып. 6. – С. 55–66.

198. Кумаков В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии / В.А. Кумаков. – М. : Росагропромиздат, 1988. – 104 с.

199. Кульнев А.И. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций на рост и развитие растений / А.И. Кульнев, Е.А. Соколова. – Пушкино, [б. и.], 1997. – С. 97.

200. Куперман Ф.М. Теория индивидуального развития и пути управления природой организма. Изд. 2-е доп. и перераб. М. : Изд-во Москов. ун-та, 1962 – 68 с.

201. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза покрытосеменных растений / Ф.М. Куперман // Уч. пос. для ун-тов / изд. 3-е доп. М. : Высшая школа, 1977. – 228 с.

202. Кураков А.В. Устойчивость микробного комплекса дерново-подзолистых почв к действию минеральных удобрений / А.В. Кураков, Ю.Е. Козлова // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 595–600.

203. Куркина Е.А. Влияние обработки почвы на формирование микрофлоры на растительных остатках озимой пшеницы / Е.А. Куркина: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2005. – С. 50–51.

204. Курылева А.Г. Эффективность предпосевной обработки ячменя / А.Г. Курылева, И.Ш. Фатыхов // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1 – С. 21–22.

205. Лавринова В.А. Как меняется инфицированность семян в период хранения / В.А. Лавринова // Защита и карантин растений. – 2007. – № 10. – С. 41–42.
206. Лавринова В.А. Защита семян и растений – залог хорошего урожая ячменя / В.А. Лавринова // Защита и карантин растений. – 2011. – № 1. – С. 24–25.
207. Лавринова В.А. Чернота зародыша ярового ячменя / В.А. Лавринова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 11. – С. 20–22.
208. Лаптиева А.Б. Эффективность фунгицидов в борьбе с корневой гнилью ячменя ярового / А.Б. Лаптиева, В.И. Долженко, М.А. Ревкова // Зерновое хозяйство. – 2010. – № 4 (10). – С. 56–59.
209. Ларионов Ю.С. Глубина заделки семян яровой пшеницы в связи с развитием обыкновенной гнили (на примере Западной Сибири) / Ю.С. Ларионов, В.А. Чулкина, А.К. Чепиков: метод. рекомендации, ВАСХНИЛ. Сиб. отд. СибНИИЗ-Хим. – Новосибирск : 1976. – 29 с.
210. Ларионов Ю.С. Вопросы семеноводства зерновых культур (некоторые вопросы теории и практики). – Курган : 1992. – 160 с.
211. Лебедев В.Б. Оценка пораженности пшеницы основными болезнями и борьба с ними в Нижнем Поволжье / В.Б. Лебедев, А.И. Силаев, Н.И. Янкина // Агро XXI – 1998. – № 5. – С. 8–9.
212. Левитин М.М. Возбудители фузариоза колоса зерновых культур и формы проявления болезни на Северо-западе России / М.М. Левитин, В.Г. Иващенко, Н.П. Шипилова, А.Н. Нестеров // Микология и фитопатология. – 1994. – Т. 28. – № 3, – С. 58–64.
213. Левитин М.М. Микотоксины / М.М. Левитин // Защита растений. 1994. – № 2. – С. 12–13.
214. Левитин М.М. О видовом и внутривидовом разнообразии грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах / М.М. Левитин, В.Г. Иващенко, Н.П. Шипилова, Т.Ю. Гагкаева // Сб. трудов междунар. конференции «Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии», - М., 1998. – с.64 – 66.
215. Левитин М.М. Грибные болезни зерновых культур / М.М. Левитин, С.Л. Тютюрев // Защита и карантин растений. – 2003. – № 11. – С. 48.

216. Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов / М.А. Литвинов. – Л. : Наука, 1969. – 121с.

217. Лугаускас А.Ю. Почвенные грибы в ризосфере кормовых трав / А.Ю. Лугаускас, Д.Ю. Шляужене, Л.И. Микульскене // Экология и биология низших растений: тез. докл. IX симпозиума микологов и лишенологов. Минск : Ураджай, 1982. – С. 83–85.

218. Логинова О.Н. Новые микробиологические препараты в сельском хозяйстве / О.Н. Логинова, Н.Н. Силицев: материалы докл. II Всерос. съезда по защите растений. – СПб.: Изд-во ВИЗР, 2005. – С. 170–172.

219. Лухменев В.П. Гельминтоспориозная корневая гниль яровой пшеницы и меры борьбы с ней в центральной зоне Оренбургской области / В.П. Лухменев // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Киев, 1974. – 24 с.

220. Лухменев В.П. Пути оптимизации защиты зерновых культур от болезней на Южном Урале / В.П. Лухменев // Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Оренбург, ОГАУ, 2000. – 38 с.

221. Лысенко Н.Н. Влияние фунгицида пропиконазол на растения яровых зерновых в условиях засухи и патогенеза / Н.Н. Лысенко, Е.Г. Прудников, Н.Л. Хилкова, Е.И. Чекалин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 30.- С. 58 – 63.

222. Макарова Н.А. Воздействие типов и уровня минерального питания на экспрессию LR-генов / Н.А. Макарова // Тез. докл. Междунар науч.-практ. конф. – СПб. : ВИЗР, 2001. – С. 346–347.

223. Максютов Н.А. Научные основы повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала / Н.А. Максютов // Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Оренбург : ОГАУ, 1996 – 104 с.

224. Маликова А.В. Биологическая роль предшественников яровой пшеницы в севообороте в борьбе с корневой гнилью / А.В. Маликова // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., ВИЗР, 1969. – 21 с.

225. Манжула Л.А. Черный зародыш ярового ячменя и обоснование мероприятий по ограничению его развития в условиях Юго-востока степи Украины / Л.А. Манжула // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Киев : – 1991. – 23 с.

226. Мартынова Г.П. Влияние удобрений и средств защиты на структуру комплексов микроскопических почвенных грибов / Г.П. Мартынова, Г.С. Марьин, О.Г. Свинаина // Мосоловские чтения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГУ, 2000. – Вып. 2. – С. 112–113.

227. Мархасева В.А. Черный зародыш пшеницы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Киев, 1952. – 18 с.

228. Марченкова Л.А. Патогенный комплекс семян ярового ячменя в условиях Московской области / Л.А. Марченкова и др. // Защита и карантин растений. – 2006. – № 3. – С. 23–24.

229. Марьин Г.С. Вредоносность корневой гнили озимой пшеницы и ячменя в Марийской АССР / Г.С. Марьин, Т.Г. Щепелева, В.А. Коротков // Продуктивность почв Марийской АССР. – Йошкар-Ола : [б. и.], 1983. – С. 126–134.

230. Марьин Г.С. Влияние удобрений и препаратов защиты растений на количество и рост численности почвенных микроорганизмов в условиях Марийского Нечерноземья / Г.С. Марьин, С.Г. Марьин, О.Г. Марьина // Информ. листок № 75; МарЦНТИ. – Йошкар-Ола. – 1992. – 4 с.

231. Марьин Г.С. Теоретические и технологические основы управления фитосанитарным состоянием почвы в условиях Северо-Востока Нечерноземья РФ / Г.С. Марьин // Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М. : ТСХА, 1996. – 36 с.

232. Марьин Г.С. Влияние удобрений как антропогенного фактора на микромицетный почвенный комплекс дерново-подзолистых почв / Г.С. Марьин, О.Г. Марьина-Чермных, Г.П. Мартынова, А.И. Малков // Роль почвы в формировании ландшафтов: сб. науч. тр. – Казань : Тип. Академии наук Татарстана, 2003. – С. 394–397.

233. Марьин Г.С. Проблематика защиты растений от болезней на Северо-Востоке Нечерноземья России / Г.С. Марьин // Мосоловские чтения: материалы

Междунар. науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола : Изд-во МарГУ, 2007. – Вып. X. – С. 161–169.

234. Марьина-Чермных О.Г. Влияние удобрений и средств защиты на формирование инфекционного потенциала корневой гнили / О.Г. Марьина-Чермных, Г.С. Марьин, Г.П. Мартынова // Проблемы защиты растений в Поволжье: мат. 1-ой регион. науч. - практ. конф. – Самара : Изд-во Самарской ГСХА, 2002. – С. 39–42.

235. Марьина-Чермных О.Г. Влияние удобрений и средств защиты на формирование фитосанитарного состояния и урожайность яровой пшеницы / О.Г. Марьина-Чермных // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы регион. науч.-практ. конф. – Йошкар – Ола : Изд-во МарГУ, 2002. – Вып. 4 – С. 179–183.

236. Марьина-Чермных О.Г. Биоэкологическое обоснование защиты зерновых культур от корневых гнилей на Северо-Востоке Нечерноземной зоны РФ / О.Г. Марьина-Чермных // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Самара : СГСХА, 2008 – 42 с.

237. Мелькумова Е.А. Влияние основных элементов питания на развитие распространенных болезней озимой ржи / Е.А. Мелькумова, А.Ф. Климкин // Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2005. – С. 53–54.

238. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур. / под общей ред. К.В. Новожилова – М.: [б. и.], – 1985. – 130 с.

239. Методические указания по государственным сортоиспытаниям с.-х. культур / Государственная комиссия по сортоиспытанию с.-х. культур. – М.: [б. и.], – 1972. – 23 с.

240. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М. : Колос, 1971. – Вып. 1. – 247 с.

241. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов (бюлл.) / под ред. М.К. Хохрякова. Л. : [б. и.], 1974. – 69 с.

242. Милько А.А. Определитель мукоральных грибов. Киев : Наукова думка, 1974. – 303 с.
243. Минеев В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В.Г.Минеев, Е.Х. Ремпе. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 206 с.
244. Миронова Г.В. Биологические методы защиты яровой пшеницы от листовой инфекции / Г.В. Миронова // Вестник Омского аграрного ун-та. – 1998. – № 4. – С. 46–47.
245. Мирчинк Т.Г. О грибах, обуславливающих токсичность дерново-подзолистой почвы различной степени окультуривания / Т.Г. Мирчинк // Микробиология. – 1957. – Т. 26. – № 1. – С. 78–85.
246. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология: Учебник. – М. : Изд-во МГУ, 1988 – 220 с.
247. Михайлина Н.И. Корневая гниль яровой пшеницы в условиях Саратовской области и меры борьбы с ней / Н.И. Михайлина // Автореф. дис. ... канд. биол. наук, М. : ТСХА, 1968 – 18 с.
248. Михайлина Н.И. Корневая гниль яровой пшеницы в условиях Саратовской области и агротехнические способы борьбы с нею / Н.И. Михайлина // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М. : Колос, 1970. – С.35–36.
249. Михайлина Н.И. Семена пшеницы с черным зародышем / Н.И. Михайлина // Защита растений. – 1973. – № 12. – С. 15.
250. Михайлина Н.И. Влияние севооборотов на заселенность почвы патогеном корневой гнили и проявления заболевания на яровой пшенице / Н.И. Михайлина // Агротехнический метод защиты полевых культур. – 1981. – С. 70–74.
251. Михайлина Н.И. Заселенность почв *Helminthosporium sativum* (Р.К. et В.) и развитие корневой гнили яровой пшеницы в различных видах севооборотов / Н.И. Михайлина // Микология и фитопатология. – 1982. – Т. 18. – Вып. 5. – С. 433–439.
252. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и самоочищение почвы / Е.Н. Мишустин, М.И. Перцовская. М. : Изд-во Академии наук СССР, 1954 – 652 с.

253. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М. : Наука, 1972. – 343 с.

254. Монастырский О.А. Факторы эволюции высокотоксиногенных штаммов фузариев в агроценозе / О.А. Монастырский // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства: сб. тр. Всерос. съезда по защите растений. – СПб. : [б. и.], 1997. – С. 342–347.

255. Монастырский О.А. Биопрепараты против развития токсикогенных грибов на зерне / О.А. Монастырский, В.А. Ярошенко // Защита и карантин растений. – 2000. – № 3. – С. 32–33.

256. Монастырский О.А. Проблемы исследования токсиногенных грибов, поражающих злаковые культуры / О.А. Монастырский, Ю.Д. Коган // Сельскохозяйственная биология. – 2001. – № 3. – С. 27–35.

257. Монастырский О.А. Разработка биотехнологии защиты вегетирующих растений и хранящегося зерна злаковых культур от поражения токсикогенными грибами и накопления опасных микотоксинов / О.А. Монастырский, Н.Н. Алябьев, Е.А. Ефременко, Е.В. Кузнецова, Т.Г. Стрелкова // Биотехнологии защиты растений. – М. : Колос, 2008. – С. 12–16.

258. Монастырский О.А. Современные проблемы и решения создания биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней / О.А. Монастырский, Т.В. Першакова // Агро XXI. – 2009. – № 7–9. – С. 3–5.

259. Монастырский О.А. Влияние фунгицидов на развитие и токсикогенность мицелия *Fusarium graminearum* и *Fusarium moniliforme* / О.А. Монастырский // Защита и карантин растений. – 2012. – № 7. – С. 18–19.

260. Моргун Ф.Т. Почвозащитное бесплужное земледелие / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикула. – М. : Колос, 1984. – 279 с.

261. Мотовилин А.А. Перспективные протравители для борьбы с гельминтоспориозом / А.А. Мотовилин // Защита и карантин растений. – 2001. – № 2. – С. 27–28.

262. Мурашкинский К.Е. Материалы по изучению фузариоза хлебов. Виды рода *Fusarium* на хлебах в Сибири / К.Е. Мурашкинский // Тр. Сиб. с.-х. академии. – Омск, 1924. – Т. 3. – С. 87–120.

263. Надыкта В.Д. Биологическая защита растений от фитопатогенных микроорганизмов / В.Д. Надыкта // Материалы совещания. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2003. – С. 144–146.

264. Надыкта В.Д. Биологическая защита растений – основа фитосанитарной стабилизации агроэкосистем и экологического земледелия / В.Д. Надыкта, Г.В. Волкова, В.И. Долженко // Защита и карантин растений. - 2010. - № 11. – С.9 – 11.

265. Наумов Н.А. Методы микологических и фитопатологических исследований / Н.А. Наумов. – М. : Сельхозгиз, 1937. – 272 с.

266. Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекции. – Л. : Колос, 1970. – 266 с.

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

268. Нестеров А.Н. Эффективность агротехнического метода защиты зерновых колосовых от корневых гнилей в Северном Казахстане / А.Н. Нестеров // Интенсивная технология возделывания зерновых культур в зоне освоения Целины. – 1987. – С. 184–254.

269. Нестеров А.Н. Этиология корневой гнили яровой пшеницы в экологических зонах Южного Урала // Защита сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / А.Н. Нестеров, Л.К. Хацкевич. Л. : Колос, 1991. – С. 61–65.

270. Нестеров А.Н. Проблема корневой гнили зерновых колосовых культур в интенсивном земледелии России и Северного Казахстана / А.Н. Нестеров // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность: тез. докл. – СПб. : [б. и], 1995. – 133 с.

271. Никитина З.И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем. – Новосибирск : Наука, 1991 – 222 с.

272. Новикова И.И. Полуфункциональные биопрепараты для защиты растений от болезней / И.И. Новикова // Защита и карантин растений. – 2005. – № 2. – С. 22–24.

273. Новожилов К.В. Некоторые направления экологизации защиты растений / К.В. Новожилов // Защита и карантин растений. – 2003. – № 8. – С. 14–17.

274. Новотельнова Н.С. Корневая и прикорневая гниль культурных растений, вызываемая низшими грибами: диагностика болезни в условиях Нечерноземья / Н.С. Новотельнова, К.А. Пыстина. – Л. : Наука, 1978. – 79 с.

275. Оберюхтина Л.А. Комплекс факторов, влияющих на поражение озимой пшеницы микозами на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / Л.А. Оберюхтина // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, КубГАУ, 2011. – 22 с.

276. Обухович Е.М. Корневые гнили в условиях БССР и обоснование мер борьбы с ними / Е.М. Обухович // Автореф. ... канд. с.-х. наук. – Жодино : БелГСХИ, 1972. – 20 с.

277. Одноконь Э.Я. Гельминтоспориоз семян яровой пшеницы и пути ограничения болезни в Амурской области / Э.Я. Одноконь // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Л. : 1977. – 2 с.

278. Отурина И.П. Влияние микробов антагонистов рода *Bacillus* на развитие пшеницы в условиях искусственного инфекционного фона / И.П. Отурина, Е.В. Калиберденко, Т.Ю. Пахоменко, Н.К. Шерстобоев // Учен. записки Таврического национ. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. Биология. Химия. – 2008. – № 1. – Т. 21 (60). – С.87–97.

279. Павлова О.И. Инфекционный потенциал *Bipolaris sorokiniana* (Sacc) Shoem. в разных типах почв Западной Сибири / О.И. Павлова, Б.И. Тепляков // сб. науч. тр. СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, [б. и.], 1983. – С. 58–65.

280. Павлова О.И. Особенности выживания и паразитической активности возбудителя гельминтоспориозной корневой гнили зерновых культур в разных

типах почв Западной Сибири / О.И. Павлова // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М. : ТСХА, 1988. – 21 с.

281. Павлова В.В. Протравливание требует разумного подхода / В.В. Павлова // Защита и карантин растений. – 2006. – № 8. – С. 40–43.

282. Павлюшин В.А. Микробиологическая защита растений как неотъемлемый элемент фитосанитарной оптимизации агроэкосистем / В.А. Павлюшин, И.В. Исси, Э.Г. Воронина, В.Б. Митрофанов, Л.Г. Данилов, И.И. Новикова // Сб. науч. тр., посв. 70 летию ВИЗР. – СПб. : Изд-во ВИЗР, 1999. – С. 146–162.

283. Павлюшин В.А. Фитосанитарные биотехнологии для стабилизации зерновых агробиоценозов / В.А. Павлюшин // Биологическая защита растений – основа стабилизации, агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар : 2012. – Вып. 7. – С. 23–26.

284. Парфенова Т.А. Токсическое влияние фильтрата культуральной жидкости грибов рода *Fusarium* на семена пшеницы / Т.А. Парфенова, Т.П. Алексеева // Микология и фитопатология. – 1995. – Т. 29. – Вып. 1. – С. 78–82.

285. Пархоменко М.В. Влияние поверхностной обработки почвы и предшественников под озимую пшеницу на урожайность ячменя / М.В. Пархоменко, Н.И. Соница // Регулирование биологических процессов и плодородия черноземов при различном чередовании культур. – 1986. – С. 126–137.

286. Пахомова И.С. Гельминтоспориозная корневая гниль яровой пшеницы и некоторые приемы борьбы с ней в условиях Заволжья Саратовской области / И.С. Пахомова // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Харьков, Харьковский СХИ, 1965. – 20 с.

287. Пересыпкин В.Ф. Развитие корневой гнили в условиях Полесья УССР / В.Ф. Пересыпкин, В.Д. Колодийчук / Корневые гнили хлебных злаков и меры с ними. – М. : Колос, 1970. – С. 81–83.

288. Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур. – М. : Колос, 1979. – 279 с.

289. Пересыпкин В.Ф. Система мероприятий против болезней, вредителей и сорняков / В.Ф. Пересыпкин // Проблемы защиты растений от вредителей болезней и сорняков. – М. : Колос, 1979. – С. 79–84.

290. Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания / В.Ф. Пересыпкин, С.Л. Тютюрев, Г.С. Баталов. – М. : Агропроиздат, 1991. – 271 с.

291. Перцев С.В. Экономическая эффективность технологий возделывания ячменя / С.В. Перцев // Агро XXI. – 2002. – № 7–12. – С. 104–105.

292. Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель. Несовершенные грибы. Т. 2 / Н.М. Пидопличко. – Киев : Наукова Думка, 1977. – 295 с.

293. Плотников Н.В. Экологизация пшеницы от корневой гнили в условиях агроландшафтов с повышенным фоном ионизирующего излучения / Н.В. Плотников // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Курган, КГУ, 2002. – 19 с.

294. Погорелова Л.Г. Агротехнический метод борьбы с корневой гнилью яровой пшеницы / Л.Г. Погорелова, В.В. Корнилова // Сб. науч. тр. Саратовского с.-х. ин-та. – Саратов : Саратов. кн. изд-во, 1974. – Вып. 25. – С. 78–84.

295. Политыко П.М. Протравливание семян основа защиты зерновых культур / П.М. Политыко и др. // Защита и карантин растений. – 1996. – № 2. – С. 21.

296. Польшнявый А.М. Влияние способов обработки почвы на вредоносность темно-бурой пятнистости ячменя и корневой гнили пшеницы / А.М. Польшнявый, В.А. Немков, А.Е. Чумаков // Экологические аспекты вредоносности зерновых культур. – Л. : ВИЗР, 1987. – С. 18–22.

297. Поляков И.Я. Концепция оптимизации фитосанитарной обстановки в ближайшее десятилетие / И.Я. Поляков, П.И. Сусидко // Экологизация защиты растений. – М. : 1991. – С. 11–19.

298. Попов С.Я. Основы химической защиты / С.Я. Попов, Л.А. Дорожкина, В.А. Калинин / Под ред. профессора С.Я. Попова. – М. : Арт-Лион, 2003. – 208 с.

299. Попов Ю.В. Развитие корневых гнилей и гельминтоспориоза листьев ячменя на фоне изменения агротехники / Ю.В. Попов // Сб. научн. тр. ВНИИЗР. – Воронеж, 1989. – С. 125–132.

300. Попов Ю.В. Влияние удобрений на развитие корневых гнилей и урожайность ячменя при различных системах основной обработки чернозема выщелочен-

ного / Ю.В. Попов, И.М. Никульников, О.К. Боронтов // *Агрохимия*. – 2000. – № 9. – С. 70–73.

301. Попов Ю.В. Экологизированная защита зерновых культур от болезней в условиях Центрального Черноземья / Ю.В. Попов // Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Воронеж : ВГАУ, 2006. – 49 с.

302. Попова Э.В. Влияние ржавчинной инфекции и стимулятора роста бензи-мидазольной природы на цитокининовый обмен растений пшеницы / Э.В. Попова, С.Л. Тютюрев // *Бюллетень ВИЗР*. – Л. : 1988. – № 71. – С. 65–70.

303. Порсев И.Н. Адаптивные фитосанитарные технологии возделывания с.-х. культур в условиях Зауралья. – Шадринск : [б. и.], 2009. – 320 с.

304. Порсев И.Н. Адаптивные фитосанитарные технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур в условиях Зауралья / И.Н. Порсев // Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Краснодар : КубГАУ, 2011. – 38 с.

305. Порсев И.Н. Агроприемы, оптимизирующие фитосанитарное состояние яровой пшеницы / И.Н. Порсев, Е.Ю. Торопова // *Защита и карантин растений*. – 2012. – № 8. – С. 23–26.

306. Постовалов А.А. Реакция ризосферных микроорганизмов и возбудителей корневой гнили ячменя на минеральные удобрения и биопрепараты в условиях Зауралья / А.А. Постовалов // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курган : Курганский ГАУ. – 2004. – 18 с.

307. Прокошев В.Н. Полевые культуры Предуралья / В.Н. Прокошев. – Пермь : Кн. изд. – во, 1968. – 365.

308. Райло А.И. Грибы из рода *Fusarium*. – М. : Сельхозгиз, 1950. – 415 с.

309. Ревкова М.А. Эффективность протравителей для защиты ячменя от корневых гнилей / М.А. Ревкова, В.И. Долженко // *Защита и карантин растений*. – 2011. – № 3. – С. 37.

310. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в Республике Мордовия в 2004 году / В.Г. Печаткин, Н.С. Кочетков, Н.С. Немцев и др. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2004. – 39 с.

311. Рощина Г.В. Корневые гнили яровой пшеницы и меры борьбы с ними в Иркутской области / Г.В. Рощина // Научные основы производств и зерна в Восточной Сибири. – Красноярск : Кн. изд-во, 1976. – С. 124–127.
312. Рубан Е.Л. Физиология и биохимия представителей рода *Pseudomonas*. – М. : Наука, 1986. – 230 с.
313. Рубин Б.А. Биохимия и физиология иммунитета растений: учеб. пособие для биол. фак. гос ун-тов / Б.А. Рубин, Е.В. Арциховская. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1960. – 352 с.
314. Рубин Б.А. Биохимия и физиология иммунитета растений / Б.А. Рубин, Е.В. Арциховская // Под ред. акад. А. И. Опарина, 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1968. – 412 с.
315. Рудаков В.О. Тенденция изменчивости видового состава микоценозов в современных экологических условиях / В.О. Рудаков // Тез. докл. Всерос. конф. – СПб. : ВИЗР, 2001. – С. 53.
316. Рудаков О.Л. Эффективные протравители семян, щадящие полезную микрофлору / О.Л. Рудаков // Агро XXI. – 2001. – № 9. – С. 6–7.
317. Савенко Д.Б. Агроэкологическое обоснование защиты посевов ячменя от скрытостеблевых вредителей и корневых гнилей в Степном Заволжье Д.Б. Савенко // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Саратов : СГАУ, 2007. – 20 с.
318. Самарсов В.Ф. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей болезней и сорняков / В.Ф. Самарсов. – Минск : Ураджай, 1988. – 206 с.
319. Санин С.С. Фитосанитарная экспертная система для защиты озимой и яровой пшеницы / С.С. Санин, Е.А. Соколова, Е.А. Корнева // Защита растений от вредителей и болезней: сб. науч. тр. – Саратов : Изд-во ГСХА, 1998. – С. 54–56.
320. Санин С.С. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур / С.С. Санин, В.И. Черкашин, Л.Н. Назарова, Е.А. Соколова и др. – М. : Росинформагротех, 2002. – 138 с.

321. Санин С.С. Валовые сборы и потери урожая зерновых культур в России от комплекса болезней / С.С. Санин, А.В. Филиппов // Защита и карантин растений. – 2003. – № 1. – С. 10–12.

322. Санин С.С. Основные составляющие звенья систем защиты растений от болезней / С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2003. – № 10. – С. 16–21.

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

324. Санкина Е.М. Роль агротехнических приемов в защите пшеницы от корневых гнилей / Е.М. Санкина // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Горький : ГСХИ, 1974. – 24 с.

325. Санкина Е.М. Влияние корневой гнили пшеницы на продуктивность растений / Е.М. Санкина // Тр. ГСХИ. – Горький : Кн. изд-во, 1977. – Т. 116. – С.41–46.

326. Светов В.Г. Обработка почвы и пораженность болезнями хлебных злаков / В.Г. Светов, Н.И. Картамышев, Н.Ф. Гончаров, Н.П. Ширкова // Земледелие. – 1993. – № 8. – С. 19.

327. Семенов В.Д. Химическая защита растений / В.Д. Семенов, С.В. Галопова // Химическая защита растений. – М. : [б. и.], 2005. – 157 с.

328. Семынина Т.В. Совершенствование защиты ярового ячменя от видов головни и корневых гнилей в условиях ЦЧР / Т.В. Семынина // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Л. : ВИЗР, 2003. – 20 с.

329. Семынина Т.В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами / Т.В. Семынина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 20–23.

330. Сергеев В.З. Культура ячменя на Дону. – Ростов : Ростовское кн. изд-во, 1970. – 111 с.

331. Сидоров А.А. Эколого-биологические основы патогенеза злаковых культур при поражении возбудителями корневых гнилей. – М. : МОО «Общество фитопатологов», 2001. – 182 с.

332. Сидорова С.Ф. Особенности патогенного комплекса возбудителей корневых гнилей зерновых культур в условиях Воронежской области / С.Ф. Сидорова, В.В. Рябчикова, Л.И. Берестецкая // Микология и фитопатология. – 1992. – Т. 26. – Вып. 6. – С. 493–501.

333. Силаев А.И. Роль агротехнических приемов в развитии болезней и вредителей в посевах зерновых культур / А.И. Силаев, В.И. Долженко, В.Б. Лебедев // Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2005. – С. 16–17.

334. Система земледелия /А.Ф. Сафонов, А.М. Гатаулин, И.Г. Платонов. – М. : КолосС. – 2006. – 447 с.

335. Смолин Н.В. Мульчирование почвы в зерновой системе земледелия. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 1997. – 116 с.

336. Справочник агронома по вопросам протравливания семян зерновых культур / Рекомендации для качественного протравливания (адаптированы для России) // Под редакцией канд. биол. наук Д.С. Тришкина. – М. : 2006. – 42 с.

337. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Справочное издание. М. : Защита и карантин растений, 2006. – 636 с.

338. Стамо П.Д. Применение фунгицидов должно быть рациональным / П.Д. Стамо, О.В. Кузнецова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 5–8.

339. Старигина В.С. Фитосанитарное состояние почвы ячменя в зависимости от внесения удобрений / В.С. Старигина, Н.Н. Алаева, С.А. Замятин // Мосоловские чтения // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола : 2008. – С. 179–181.

340. Степанов К.М. Грибные эпифитотии. – М. : Сельхозгиз, 1962. – 471 с.

341. Степанов К.М. Гельминтоспориоз яровой пшеницы в Алтайском крае / К.М. Степанов, В.Н. Шалышкина // Сб. тр. ВИЗР. – 1948. – С. 36–41.

342. Степановских А.С. Головные болезни ячменя. – Челябинск : Кн. изд-во «Южный Урал», 1990. – 400 с.

343. Степных Н.В. Повышение конкурентоспособности зернового производства при минимальных и нулевых технологиях / Н.В. Степных // Защита и карантин растений. – 2013. – № 1. – С. 21–22.

344. Строт Т.А. Эффективность протравителей в подавлении гельминтоспориозной корневой гнили ячменя в зависимости от особенностей сорта / Т.А. Строт // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М. : 1994. – 22 с.

345. Стрелков Е.В. Разработка ресурсосберегающей технологии защиты озимой пшеницы от корневых гнилей и твердой головни / Е.В. Стрелков // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар : КубГАУ, 2007. – 23 с.

346. Таланов И.П. Оптимизация приемов формирования высокопродуктивных ценозов яровой пшеницы. – Казань : Изд-во КГСХА, 2003. – 174 с.

347. Танский В.И. Влияние удобрений на развитие вредных организмов / В.И. Танский, М.М. Левитин, Т.И. Ишкова // Вестник защиты растений. – 2001.– № 3. – С. 3–11.

348. Гарт С. Основы патологии растений / Пер. с англ. – М. : Мир, 1975. – 588 с.

349. Тихонович И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве / И.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь и др. / Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. – М. : Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.

350. Тишлер В. Сельскохозяйственная экология. – М. : Колос, 1971. – 150 с.

351. Ткаченко М.Н. Приемы защиты ярового ячменя от гельминтоспориозной корневой гнили и темно-бурой пятнистости листьев в условиях Курганской области: / М.Н. Ткаченко // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Курган : КГАУ, 2004 – 20 с.

352. Ткаченко М.Н. Влияние минеральных удобрений на поражаемость ярового ячменя обыкновенной гнилью / М.Н. Ткаченко, А.А. Постовалов // Научные результаты агропромышленному производству / М.Н. Ткаченко // Материалы Меж-

дунар. науч.-практ. конф. посвящ. 60-летию Курганской сельхозакадемии. – Курган : ГИПП Зауралье, 2004. – С. 272–274.

353. Тороп А.А. Эффективность фунгицидов в борьбе с корневыми гнилями ячменя ярового / А.А. Тороп, Е.В. Александров, Е.А. Тороп // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 4 (10). – С. 58–61.

354. Торопова Е.Ю. Факторы, определяющие эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы против корневой гнили в Сибири / Е.Ю. Торопова // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск : НГАУ, 1995. – 19 с.

355. Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири. – Новосибирск : [б. и.], 2005. – 370 с.

356. Торопова Е.Ю. Этиология и вредоносность черного зародыша яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья / Е.Ю. Торопова и др. // Материалы Междунар. конф. – Новосибирск : НГАУ, 2005. – С. 57–63.

357. Торопова Е.Ю. Агроприемы, оптимизирующие фитосанитарное состояние посевов и параметры элементов структуры урожая яровой пшеницы / Е.Ю. Торопова, В.А. Чулкина, А.Ф. Захаров, А.А. Кириченко // Агро XXI. – 2008. – № 7. – С. 5–9.

358. Трисвятский Л.А. Хранение зерна. – М. : Колос, 1975. – 400 с.

359. Тропова А.Т. «Черный зародыш» яровой пшеницы (*Helminthosporium sativum* Р.К. et В.), интенсивность проявления болезни и биологическое обоснование мер борьбы / А.Т. Тропова // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л. : ВИЗР, 1948. – 16 с.

360. Тропова А.Т. Интенсивность пигментации гельминтоспориозного зерна яровых пшениц как показатель степени заражения его грибом *Helminthosporium sativum* Р.К. et В (черный зародыш) / А.Т. Тропова // Сб. работ института прикладной зоологии и фитопатологии. – М. : Сельхозгиз. – 1953. – Вып. 2. – С. 134–136.

361. Тропова А.Т. Влияние температуры воздуха на интенсивность заражения зерна яровой пшеницы *Helminthosporium sativum* Р.К. et В. /

А.Т. Тропова // Сб. работ института прикладной зоологии и фитопатологии. – М. : Сельхозгиз. – 1958. – Вып. 3. – С. 195–205.

362. Трубилин И.Т. К вопросу о роли и значении агротехнического метода в защите растений / И.Т. Трубилин // Агротехнический метод в защите растений от вредных организмов // И.Т. Трубилин // Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2005. – С. 3–5.

363. Тупеневич С.М. Корневая гниль и побурение зерна у пшеницы под влиянием *Helminthosporium sativum* P.K. et B // Науч. тр. ВИЗР. – Л. : 1948. – Вып. 1. – С. 3–31.

364. Тупеневич С.М. Мероприятия по борьбе с корневыми гнилями пшеницы / С.М. Тупеневич. – Тр. ВАСХНИЛ, 1937. – Ч. 1. – С. 62–67.

365. Тупеневич С.М. Фузариоз хлебных злаков / С.М. Тупеневич // Обзор развития вредителей и болезней с.-х. культур за 1936 г. – Л. : Колос, 1937. – С. 137–156

366. Тупеневич С.М. Агротехнические методы в защите яровой пшеницы от корневых гнилей в Северном Казахстане / С.М. Тупеневич, А.Н. Нестеров // Сб. науч. тр. – Л. : 1977. – Вып. 56. – С. 41–64..

367. Тутельян В.А. Микотоксины / В.А.Тутельян, Л.В. Кравченко. – М. : Медицина. – 1985. – С. 320.

368. Тютерев С.Л. Протравливание семян / С.Л. Тютерев, Г.С. Баталова // Защита растений. – 1988. – № 1. – С.22–23.

369. Тютерев С.Л. Современный ассортимент протравителей, его совершенствование и пути рационального использования / С.Л. Тютерев, Г.С. Баталова // Научные основы химической защиты сельскохозяйственных культур от болезней. – Л. : ВИЗР, 1991. – С. 12–22.

370. Тютерев С.Л. Протравливание семян важный профилактический прием борьбы с болезнями с.-х. культур / С.Л. Тютерев // Агро XXI. – 1997. – № 1. – С. 10–11.

371. Тютерев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойкости растений. – СПб. : ВИЗР, 2002. – 328 с.

372. Тютюрев С.Л. Протравливание семян зерновых колосовых культур / С.Л. Тютюрев // Защита и карантин растений. – 2005. – № 3. – С. 104.

373. Тютюрев С.Л. Механизм действия фунгицидов на фитопатогенные грибы. – СПб. : ИПК «Нива», 2010. – 172 с.

374. Ульяненко Л. Как действуют протравители / Л. Ульяненко, Н. Комков // Здоровый посевной материал – залог качественного урожая. – Курьер. – 2011. – № 3. – С. 25–27.

375. Фадеев Ю.Н. Эффективность использования возрастающих норм минеральных удобрений в условиях Сибири при разном инфекционном потенциале *B. sorokiniana* (Sacc) Soem. в почве / Ю.Н. Фадеев, В.А. Чулкина, А.И. Южаков, Л.П. Синегуб // Докл. ВАСХНИЛ, 1981. – № 2. – С. 20–22.

376. Федорова Р.Н. Крупность семян и выживаемость фитопатогенных грибов / Р.Н. Федорова, Т.Н. Филипова, А.Л. Семенов, В.А. Волкова // Защита растений. – 1984. – № 9. – С. 29.

377. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (болезни растений): рекомендации. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 140 с.

378. Фокеев П.М. Яровая пшеница на Юго-Востоке / Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. Саратов : 1961. – Вып. 20. – 187 с.

379. Фомин В.Н. Влияние обработки почвы и удобрений на корневые гнили / В.Н. Фомин, И.П. Таланов, Р.И. Сафин, А.А. Зиганшин // Защита и карантин растений. – 1999. – № 2. – С. 22.

380. Фомина Н.В. Микробиологические процессы почвы при интенсивной технологии / Н.В. Фомина // Информационный листок Курганского ЦНТИ. – 1994. – С. 74–94.

381. Франк Р.И. Биопрепараты в современном земледелии / Р.И. Франк, В.И. Кищенко // Защита и карантин растений. – 2008. – № 4. – С. 30–32.

382. Хакимова Н.Т. Протравливание против корневой гнили / Н.Т. Хакимова, Р.К. Сатарова, Р.Н. Маннанов // Защита и карантин растений. – 2003. – № 3. – С. 21.

383. Хасанов Б.А. Определитель грибов возбудителей «гельминтоспориозов» растений из родов *Bipolaris*, *Drechslera* и *Exserohilum*. – Ташкент : ФАН, 1992. – 243 с.
384. Хохряков М.К. Определитель болезней растений / М.К. Хохряков, Т.Л. Доброзракова, К.М. Степанов, М.Ф. Летова. – Л. : [б. и.], 1966. – 580 с.
385. Хохряков М.К. Политомический определитель возбудителей гельминтоспориозов злаков / М.К. Хохряков, А.А. Бенкен. – Л. : [б. и.], 1969. – 18 с.
386. Чепенко С.В. Жидкий аммиак и вредные организмы / С.В. Чепенко, Ю.И. Берыш, П.И. Мареев // Защита и карантин растений. – 2003. – № 10. – С. 33–34.
387. Чичева Т.Б. Сохранение конидий *Helminthosporium sativum* в почве в зависимости от ее физико-химических свойств и вносимых минеральных удобрений / Т.Б. Чичева, Е.П. Дурьнина // Биологические науки. – 1980. – № 11. – С. 90–96.
388. Чулкина В.А. Влияние «черноты зародыша» на посевные качества ячменя в Горном Алтае / В.А. Чулкина // Микология и фитопатология. – 1970. – Т. 4. – Вып. 5. – С. 435–440.
389. Чулкина В.А. Методические указания по учету корневой гнили хлебных злаков в Сибири дифференцированно по органам / В.А. Чулкина. – Новосибирск : – 1972. – 23с.
390. Чулкина В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири. – Новосибирск : Западно-сибирское кн. изд-во, 1973. – 106 с.
391. Чулкина В.А. Влияние гельминтоспориозной гнили на реализацию потенциальной продуктивности яровой пшеницы // Микология и фитопатология, 1975.– Т. 9. – Вып. 6. – С. 513–518.
392. Чулкина В.А. Состав и соотношение главных возбудителей корневой гнили яровой пшеницы в Западной Сибири / В.А. Чулкина, Л.Ф. Ашмарина. // Применение удобрений и защита растений от вредителей и болезней в Западной Сибири. – Новосибирск : Западно-сибирское кн. изд-во, 1976. – Вып. 1. – С. 115–123.

393. Чулкина В.А. Почва как передатчик инфекции обыкновенной корневой гнили (возбудитель *Helminthosporium sativum*) в эколого-географических зонах Западной Сибири / В.А. Чулкина / Пути повышения эффективности удобрений в Сибири и на Дальнем Востоке. – Новосибирск. – 1976. – Вып. 2. – С. 138–147.

394. Чулкина В.А. Закономерности развития обыкновенной гнили и обоснование интегрированной защиты зерновых культур от нее в эколого–географических зонах Сибири / В.А. Чулкина // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск : 1978. – 40 с.

395. Чулкина В.А. Защита зерновых культур от обыкновенной гнили. – М. : Россельхозиздат, 1979. – 71 с.

396. Чулкина В.А. Анализ специфических факторов эпифитотического процесса инфекционных болезней растений / В.А. Чулкина, Н.М. Коняева, Т.А. Кузнецова // Метод. рекоменд. – Новосибирск : 1981. – 80 с.

397. Чулкина В.А. Географические закономерности действия минеральных удобрений на развитие обыкновенной корневой гнили в Западной Сибири / В.А. Чулкина, Т.Т. Кузнецова // Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск : ВАСХНИЛ, 1982. – С. 75.

398. Чулкина В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – 190 с.

399. Чулкина В.А. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири / В.А. Чулкина, Н.М. Коняева, Т.Т. Кузнецова. – М. : Россельхозиздат, 1987. – 252 с.

400. Чулкина В.А. Эпифитотиологическая классификация инфекционных болезней растений. – Новосибирск : Наука, 1988. – 56 с.

401. Чулкина В.А. Эпифитотиологические основы защиты сельскохозяйственных культур от болезней // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1989. – № 4. – С. 26–35.

402. Чулкина В.А. Управление агроэкосистемами в защите растений / В.А. Чулкина, Ю.И. Чулкин. – Новосибирск : 1995 – 201 с.

403. Чулкина В.А. Эпифитотиология (экологические основы защиты растений): Учеб. пособие / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов / Под ред. А.А. Жученко. – Новосибирск : ЮКЭА, 1998. – 226 с.
404. Чулкина В.А. Агротехнический метод защиты растений: Учеб. пособие / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкин, Г.Я. Стецов. – Новосибирск : ЮКЭА, 2000. – 334 с.
405. Чулкина В.А. Фитосанитарная оптимизация растениеводства в Сибири: учебное пособие / В.А. Чулкина, В.М. Медведчиков, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов // Под ред. П.Л. Гончарова. – Новосибирск: 2001. – Т. 1. – 136 с.
406. Чулкина В.А. Корневые гнили / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова // Защита и карантин растений. – 2004. – № 2. – С. 16–18.
407. Чулкина В.А. Агротехнический метод – фундаментальная основа фитосанитарных технологий / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, В.М. Медведчиков, В.И. Воробьев, И.Н. Порсев, Г.А. Чуйкина // Защита и карантин растений. – 2004. – № 5. – С. 18–24.
408. Чулкина В.А. Экологические основы интегрированной защиты растений / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов // Под ред. М.С. Соколова и В.А. Чулкиной. – М.: Колос, 2007. – 568 с.
409. Чумаков А.Е. Корневая гниль яровой пшеницы использование биотического фактора в борьбе с возбудителем заболевания *Helminthosporium sativum* / А.Е. Чумаков // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Л.: ВИР, 1946. – 19 с.
410. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. – М.: Колос, 1992 – 594 с.
411. Шевченко Ф.П. Корневые гнили и фузариозы Алтайского края / Ф.П. Шевченко // Тр. Алтайской станции защиты растений. – Барнаул, [б. и.], 1949. – № 1. – С.155–171.
412. Шевченко Ф.П. Корневые гнили яровой пшеницы в Западной Сибири и система меры борьбы с ними / Ф.П. Шевченко / Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М.: Колос, 1970. – С. 14–17.

413. Шешегова Т.К. Вредоносность фузариозов пшеницы в Кировской области / Т.К. Шешегова, А.В. Харина // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 29.
414. Шипилова Н.П. Видовой состав и биологические особенности возбудителей фузариоза семян зерновых культур / Н.П. Шипилова // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб. : ВИЗР, 1994. – 22 с.
415. Шпанев А.М. Значение срока сева в модификации фитосанитарной обстановки / А.М. Шпанев, А.Б. Лаптиев // Защита и карантин растений. – 2011. – № 9. – С. 24–27.
416. Щекочихина Р.И. Биоэкологическое обоснование зон вредоносности гельминтоспориозной корневой гнили пшеницы в СССР / Р.И. Щекочихина // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Л.: ВИЗР, 1978. – 22 с.
417. Щекочихина Р.И. О сохранении *Helminthosporium salivum* в почве / Р.И. Щекочихина // Сб. науч. тр. – Л., 1971. – Вып. 29 – С. 75–81.
418. Щекочихина Р.И. Роль токсинов *Helminthosporium sativum* (P., K. et B.) в патогенезе корневой гнили пшеницы // Микология и фитопатология. – 1975. – Т. 9. – Вып. 6. – С. 518–523.
419. Щетинина А.С. Почвенный покров и почвы Мордовии / Под ред. Б.П. Ахтырцева. – Саранск: Изд. – во Сарат. ун-та. Саран. фил., 1988. – 200 с.
420. Яхтенфельд П.А. Культура яровой пшеницы в Сибири / П.А. Яхтенфельд. – М. : Сельхозгиз, 1961. – 360 с.
421. Ячевский А.А. Болезни растений (фитопатология). Общие данные. Т. 1. / А.А. Ячевский. – СПб.: 1910. – 456 с.
422. Baker R. Inoculum Potential and soilborne pathogens: the essence of every model is within the frame / R. Baker, R. Druru // Phytopathology. – 1981, – V. 71. – № 4. – P. 363–372.
423. Booth C. The Genus Fusarium. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, UK, 1971. 237 p.
424. Butler F.C. Saprophytic behaviour of some cereal rootrot fungi. – Ann. Appl. Biol., 1953, v.40, № 2, p. 284 – 311.

425. Christensen J.J. Studies on the parasitism of *Helminthosporium sativum* / J.J. Christensen // Technical bul. – 1922. – № 11. – 52 p.
426. Dennert J. Integrierter Fungizideinsatz in Winterweizen / J. Dennert, G. Fischbech // Getreide Mag. – 2001. – № 1. – P.18–26.
427. Engle J.S. Spot blotch and common root rot / J. S. Engll, P.E. Jipps, D. Mills. – Frankfort: Ohio University press. – 2004. – 3 p.
428. Fernandez M.R. Recovery of *Cochliobolus sativus* and *Fusarium graminearum* from living and dead wheat and nongramineous winter crops in southern Brazil / M.R. Fernandez // Can. J. Bot. – 1991. – V. 69. – P. 1900–1906.
429. Fernando W.G.D. Head blight gradients caused by *Gibberella zeae* from area sources of inoculum in wheat field plots / W.G.D. Fernando, T.C. Paulitz, W.L. Seaman, P. Dutilleul et al. // Phytopathology. – 1997. – V. 87. – P. 414–421.
430. Gerlach W. The genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas Mitt / W. Gerlach, H. Nirenberg // Biol. Bundesanst. Berlin: Ld., 1982. – 406 p.
431. Gossman N. Analysis of the relationship between parameters of resistance to *Fusarium* head blight and vitro tolerance to deoxynivalenol of the winter wheat cultivar WEK 0609 R / N Gosman., E. Chandler, M.Thomsett, R. Drager, P. Nicholson // Euz. V. Plant. Pathology. – 2005. – V. 111. – № 1. – P. 57–66.
432. Hall F.R. Biopesticides and Deleverly. / F.R. Hall, J.J. Menn // Human press inc. – 1999. – 626 p.
433. Inch S. The prevalence of *Fusarium* species on wild grasses in southern Manitoba / S. Inch, J. Gilbert // Can. J. Plant Pathology. – 2003. – V. 25. – P. 379–383.
434. John F. Leslie and Brett A. Summerell. The *Fusarium* Laboratory Manual / F. John // Blackwell Publishing. – 2006. – 400 p.
435. Ledingham R.J. A flotation method for obtaining spores of *Helminthosporium sativum* from soil / R.J. Ledingham, S.H.F. Chin // Can. J. Bot. – 1955. – V. 33. – № 4 – P. 298–303.
436. Miller J.D. Deoxynivalenol: A 25 year perspective on a trichothecene of agricultural importance / Miller J.D. J.W. Apsimon, B.A. Blackwell, R. Greenhalgh et al. //

Fusarium. Paul E. Nelson Memorial Symposium. – St. Paul : APS Press, 2001. – P. 310–320.

437. Mirocha C. J. Chemistry and detection of Fusarium mycotoxins / C.J. Mirocha, W. Xie, E.R. Filho // Fusarium head blight of wheat and barley. – APS Press, 2003. – P. 144–164.

438. Papavizas G.C. Biological control of soilborne fungal propagules / G.C. Papavizas, R. Lumsden // Ann. Rev. Phytopathology. Palo Alto Calif. : 1980. – V. 18. – P.389–413.

439. Papavizas G.C. Survival of root infecting fungi in Soil 1. A quantitative propagul assay method of observation / G.C. Papavizas // Phytopathology. – 1967. – V. 57. – № 11. – P. 1242–1246.

440. Pereyra S.A., Dill –Macky R., Sims A.L. Survival and inoculum potential of Fusarium graminearum in wheat residues / In Proceedings of the U.S. Wheat and Barley Scab Initiative Annual Forum. – 1999.- p. 96 – 99.

441. Pringle R.B. Role of toxins in etiology root disease of wheat. – Canad. J. Bot. – 1977. – V. 55. - № 13. – P. 1801 – 1806.

442. Sallans B.J. Root rots cereals / B.J. Sallans. – Rot. Rev. – 1965. – V. 31. – № 4. – P. 505–536.

443. Simmonds P.M. Infection of wheat with Helminthosporium sativum in relation to the nitrogen content of the plant tissues / P.M. Simmonds. – Canad. J. Plant Sci. – 1960. – V. 40. – № 1. – P. 139–145.

444. Snyder W.C. The species concept in Fusarium /W.C. Snyder, H.N. Hanson //American Journal of Botany. – 1940. - № 27. P. 64 – 67.

445. Stack R.W. A comparison of the inoculum potential of ascospores and conidia of Gibberella zeae / R.W. Stack. – Can. J. Plant Pathology. – 1989. –V. 11. – P. 137–142.

446. Stover P.H. Effect of soil moisture on fusarium species / P.H. Stover. – Canad. J. Bot. – 1953. –V. 31. – № 5. – P. 693–697.

447. Thrane U. Developments in the taxonomy of *Fusarium* specie based on secondary metabolites / U. Thrane // *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial Symposium. – St. Paul : APS Press. – 2001. – P. 29–49.

448. Vadavs B.S. Secretion of cytokinin-like substances in vivo and in vitro bu *Helminthosporium sativum* and their role pathogenesis / B.S. Vadavs, C.L. Mandahar // *Z. Pflanzenkrankh und Pflanzenschutz*. – 1981. – Bd. 88. – № 12. – S. 726–733.

449. Vincent C. Biological Control: a global perspective / C. Vincent, M.S. Goeliel, G. Jazarovits. – CAB International. AAFC, 2007. – 440 p.

450. Wilhelm W.W. Winter wehat growth in artificially compacted soll / W.W. Wilhelm, L.N. Milke // *Canadian Jornal of soil Science*. – 1988. – V. 68. – № 3. – P. 527–535.

451. Wollenweber H.W. Die *Fusarium*, ihre Beschreiburg, Schadwirkung und Bekämpfung / H.W. Wollenweber, O.A. Reinking. – Berlin: Paul Parey, 1935. – 355 p.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение 1 - Метеоусловия в Республике Мордовия (в среднем по 5 метеопостам) за 1998 – 2010 гг.

Год	Количество осадков, мм				Температурный режим за вегетацию, °С			ГТК за вегетацию
	осеннее - зимний период (август - апрель)	в т.ч. в виде снега	летний период (май-июль)	всего	сумма температура-тур	сумма активных температура-тур	Среднесуточная температура-тура	
1998	384	191	136	520	1696	776	18,5	0,88
1999	474	239	138	612	1557	724	16,9	1,20
2000	372	132	198	570	1433	605	15,6	1,47
2001	397	213	145	542	1624	704	17,4	1,01
2002	388	146	126	513	1538	629	16,7	0,91
2003	339		169	508	1473	553	16,0	1,11
2004	436		199	635	1468	548	15,6	1,69
2005	344		246	590	1598	678	17,3	1,51
2006	303		159	461	1538	618	17,4	0,89
2007	425		159	584	1576	688	17,1	1,23
2008	248	121	182	430	1448	583	15,7	1,59
2009	220	36	127	247	1591	676	17,3	0,80
2010	307	127	39	346	1942	1022	21,1	0,20
Среднее	350		173	520	1539	631	16,8	1,13
Коэффициент вариации, %	16		33	15	8	19	7	40

**Приложение 2 –Агрометеорологические условия за годы исследований**

Месяц	апрель			май			июнь			июль			август							
	1	2	ср.	1	2	3	ср.	1	2	3	ср.	1	2	3	ср.					
<b>1998 г.</b>																				
ная температу-	-2,2	1,6	7,8	2,4	12	13	17,4	14,1	19,3	25,9	17,8	21	18,1	21,8	22,5	20,8	21,5	13,9	15,4	16,8
Осадки	23,9	12,3	0	36,2	27,7	0	8,9	36,6	0	0,3	6,2	6,5	22,3	8,7	11,8	42,8	10,4	24,3	14,9	49,6
ГТК	1,08	0,8	0		2,3	-	0,51		-	0,11	0,35		1,2	0,4	0,5		0,5	1,7	1,0	
<b>1999 г.</b>																				
ная температу-	0,1	8,4	13,7	7,4	3,7	7,5	15,2	8,8	17,9	19,2	21,6	19,6	22,2	20,3	22,1	21,5	17,3	18	15,3	16,9
Осадки	4,7	0,9	2,6	8,2	4,1	39,4	2,6	46,1	0,9	2,7	14,6	18,2	4,1	16,1	37,1	57,3	17,9	39,3	34,8	92,0
ГТК	4,7	0,1	0,2		1,1	5,2	0,2		0,05	0,1	0,7		0,2	0,7	1,7		1,0	2,2	2,2	
<b>2000 г.</b>																				
ная температу-	3,3	10,2	13,7	9,1	5,6	4,4	16,3	8,7	17,3	15,1	17,8	16,7	16,3	22,3	22,4	20,3	19,2	16,7	15,7	17,2
Осадки	7,4	0	11,1	18,5	6,8	32,8	11,2	50,8	14,4	63,2	20,9	98,5	21,5	8,3	9,8	39,6	28,7	33,4	1,9	64,0
ГТК	2,2	0	0,8		1,2	7,4	0,7		0,08	4,2	1,2		1,3	0,4	0,4		1,5	2,0	0,12	
<b>2001 г.</b>																				
ная температу-	2,5	8,4	15,8	8,9	13,7	14,4	11,0	13,0	14,3	15,9	18,2	16,1	20,0	23,2	24,2	22,5	17,0	21,5	13,1	17,2
Осадки	7,4	2,3	0	9,7	6,2	7,3	17,7	31,2	3,7	17,6	8,4	29,7	24,5	0	3,2	27,7	14,1	3,2	66,8	84,1
ГТК	2,9	0,3	0		0,4	0,5	1,6		0,2	1,1	0,5		1,2	0	0,1		0,8	0,1	5,1	
<b>2002 г.</b>																				
ная температу-	-2,2	-2,2	10,8	2,1	14,3	9,8	8,5	10,9	14,0	17,0	17,2	16,1	22,5	20,2	24,1	22,3	17,8	16,7	12,8	15,8
Осадки	45,2	45,2	0,8	91,2	6,7	34,9	11,7	53,3	12,0	26,1	12,9	51,0	1,8	16,3	0,1	18,1	13,6	0,3	0,6	23,5
ГТК	2,1	2,1	0,07		0,5	3,6	1,4		0,8	1,5	0,7		0,08	0,8	0		0,8	0	0,7	

## Продолжение приложения 2

Месяц	апрель			май			июнь			июль			август							
	1	2	ср.	1	2	3	ср.	1	2	3	ср.	1	2	3	ср.					
Декада	1	2	ср.	1	2	3	ср.	1	2	3	ср.	1	2	3	ср.					
2003 г.																				
температура	1,5	5,8	6,2	4,5	12,3	14,5	17,7	14,9	11,3	12,0	15,0	12,8	19,4	19,5	19,6	19,5	19,9	17,0	16,4	17,7
Осадки	3,8	5,9	8,9	18,6	14,4	0	4,2	18,6	11,6	69,3	19,9	100,8	55,4	15,9	5,8	77,1	25,3	47,9	13,4	86,6
ГТК	2,5	1,0	1,4		1,1	0	0,2		1,0	5,8	1,3		2,8	0,8	0,3		1,3	2,8	0,8	
2004 г.																				
температура	-2,2	5,7	7,7	3,7	13	11,6	15,1	13,3	14,6	12,4	21,3	16,1	17,5	20,8	19,4	19,2	19,2	16,4	19,7	18,4
Осадки	15,2	7,4	5,1	27,7	22,0	21,2	13,9	37,3	17,8	43,7	2,5	64,0	67,0	18,4	17	102,4	3,4	2,8	13,6	49,8
ГТК	6,9	1,3	0,7		1,7	1,8	0,9	2,8	1,2	3,5	0,1		3,8	0,9	0,9		0,2	0,2	0,7	
2005 г.																				
температура	-0,5	7,9	9,6	5,7	12,4	17,0	19,6	16,4	17,1	17,3	15,3	16,6	14,6	19,4	20,8	18,3	20,5	19,0	14,8	18,0
Осадки	1,1	16,5	12,9	30,5	15,1	9,9	15,9	40,9	15,0	40,0	17,6	72,6	6,6	2,1	29,0	37,7	0	14,1	6,2	20,3
ГТК	2,2	2,1	1,3		1,2	0,6	0,8		0,9	2,3	1,1		0,4	0,1	1,4		0	0,7	0,4	
2006 г.																				
температура	2,4	8,1	6,2	5,6	12,1	11,8	23,4	15,7	18,2	17,2	22,9	19,4	15,9	21,6	14,0	17,0	16,2	18,6	18,7	17,9
Осадки	2,7	2,8	5,3	10,8	2,4	8,8	15,7	26,9	15,5	4,5	2,8	22,8	6,3	14,4	40,5	61,2	46,3	16,7	19,5	82,5
ГТК	1,1	0,3	0,8		0,2	0,7	0,7		0,8	0,3	0,1		0,4	0,7	2,9		2,8	0,9	1,0	
2007 г.																				
температура	4,2	4,6	6,8	5,2	6,5	15,8	22,7	15,2	13,3	18,4	17,1	16,3	18,9	19,7	18,1	18,9	21,9	23,6	20,8	22,0
Осадки	1,8	24,8	14,6	41,2	22,0	1,6	0	23,6	6,1	8,4	20,3	34,8	35,0	11,4	11,2	57,6	4,5	0	5,0	9,5
ГТК	1,1	5,4	2,1		3,3	0,1	0		0,5	0,4	1,2		1,8	0,6	0,6		0,2	0	0,2	

## Окончание приложения 2

Месяц	апрель			май			июнь			июль			август							
	1	2	ср.	1	2	3	ср.	1	2	3	ср.	1	2	3	ср.					
2008 г.																				
Среднесу- точн.температ	10,5	8,5	10,3	9,8	11,0	13,0	13,6	12,6	10,4	19,0	16,5	15,3	18,1	22,3	18,6	19,7	15,8	23,1	17,9	18,9
Осадки	-	11	4	15	4	20	36	60	4	15	46	65	13	20	24	57	22	0	9	31
ГТК	-	1,3	0,4		0,4	1,5	2,6		0,4	0,8	2,8		0,7	0,9	1,3		1,4	0	0,5	
2009 г.																				
Среднесу- точн.температ	0,6	3,8	8,8	4,4	13,8	12,5	13,9	13,4	17,5	20,3	18,1	18,6	14,4	23,3	21,7	19,9	15,8	17,5	15,2	16,1
Осадки	11	4	3	18	2	14	34	50	9	16	9	34	27	0	16	43	42	13	45	100
ГТК	18,3	1,0	0,3		0,1	1,1	2,4		0,5	0,8	0,5		1,9		0,7		2,7	0,7	3,0	
2010 г.																				
Среднесу- точн.температ	4,5	7,3	8,6	6,8	18,6	17,1	14,7	16,8	19,2	19,0	24,4	20,8	23,1	24,6	29,1	25,7	28,8	23,8	16,3	22,8
Осадки	0	4	3	7	0	6	15	21	7	7	1	15	3	0	0	3	0	3	27	30
ГТК	0	0,5	0,3			0,3	1,0		0,4	0,4	0,04		0,1					0,1	0,7	

Приложение 3 – Динамика распространенности и развития корневой гнили в посевах яровых зерновых культур

Год	К у щ е н и е		В о с к о в а я с п е л о с т ь	
	Распространенность, %	Развитие, %	Распространенность, %	Развитие, %
2001	46,9	11,7	53,2	17,2
2002	50,6	12,6	55,5	21,7
2003	41,3	10,3	45,7	13,5
2004	35,1	8,7	38,2	12,9
2005	33,8	8,43	38,4	12,6
2006	44,1	11,0	48,7	18,8
2007	44,1	11,1	50,7	17,4
2008	37,0	9,5	41,8	10,4
2009	54,0	13,5	58,4	18,8
2010	57,1	14,3	60,8	20,3
Среднее	44,4	11,1	49,1	16,4

Приложение 4 – Динамика распространенности и развития корневой гнили в посевах яровой пшеницы

Год	К у щ е н и е		В о с к о в а я с п е л о с т ь	
	Распространенность,%	Развитие,%	Распространенность,%	Развитие,%
2001	51,6	12,9	58,6	19,7
2002	57,8	14,4	61,2	23,2
2003	45,3	11,3	50,1	18,7
2304	33,6	8,4	39,1	9,8
2005	35,4	8,8	37,3	13,9
2006	47,1	11,8	53,2	13,3
2007	49,6	12,4	55,6	20,9
2008	40,2	10,0	45,3	11,3
2009	55,4	13,8	63,5	20,9
2010	65,8	21,4	60,4	15,5
Среднее	48,2	12,5	53,0	16,7

Приложение 5 – Динамика распространенности и развития корневой гнили в посевах ярового ячменя

Год	К у щ е н и е		В о с к о в а я   с п е л о с т ь	
	Распространенность,%	Развитие,%	Распространенность,%	Развитие,%
2001	57,8	14,4	62,0	22,5
2002	60,2	15,0	65,2	24,4
2003	51,2	12,8	54,6	13,7
2004	40,2	10,1	45,1	11,3
2005	39,8	9,9	43,2	16,2
2006	55,1	13,7	57,9	14,5
2007	55,4	13,8	60,8	22,5
2008	41,9	10,4	47,9	12,1
2009	66,5	16,6	70,2	20,1
2010	70,4	17,6	73,8	23,4
Среднее	53,8	13,4	58,1	18,1

Приложение 6 – Динамика распространенности и развития корневой гнили в посевах овса

Год	К у щ е н и е		В о с к о в а я   с п е л о с т ь	
	Распространенность,%	Развитие,%	Распространенность,%	Развитие,%
2001	31,2	7,8	38,6	9,6
2002	33,9	8,5	40,2	17,2
2003	27,3	6,8	32,4	8,1
2004	27,8	6,9	31,2	7,0
2005	30,2	7,5	34,2	8,6
2006	30,1	7,5	35,1	8,8
2007	28,3	7,1	35,8	9,0
2008	28,9	7,2	32,1	8,0
2009	40,2	10,1	41,6	15,4
2010	39,6	10,0	42,8	16,1
Среднее	31,7	7,9	36,4	10,8

Приложение 7 – Динамика распространенности и развития темно-бурой пятнистости на яровой пшенице

Год	Выход в трубку		К о л о ш е н и е		Молочно-восковая спелость	
	P	R	P	R	P	R
2001	15,6	4,8	38,1	9,0	40	13
2002	14,2	4,0	35	8,4	39	11
2003	17,3	5,1	51	9,5	60	14
2004	35,2	8,3	67,4	12,1	72	19
2005	25,6	7,3	58,3	11,0	67	17
2006	13,7	3,8	30	7,1	38	10
2007	18,4	5,5	5,5	9,8	64	15
2008	28,3	7,6	60,5	11,3	70	18
2009	13,1	3,0	18	5,8	23	9
2010	0	0	1,2	0,3	1,3	0,3
Среднее	18,1	4,9	45,2	8,4	47,4	12,6

Приложение 8 – Динамика распространенности темно-бурой пятнистости на ячмене по фазам развития, %

Год	Выход в трубку	Колошение	Молочно-восковая спелость
2001	22,8	29,9	37,6
2002	20,6	28,1	35,4
2003	24,1	32,8	40,0
2004	35,3	46,3	52,7
2005	31,9	41,0	48,8
2006	19,1	25,3	33,5
2007	26,4	33,8	40,2
2008	33,8	43,1	50,9
2009	15,3	22,7	30,8
2010	0,3	0,75	0,8
Среднее	23,0	30,4	37,1

Приложение 9 – Динамика распространенности полосатой пятнистости на ячмене по фазам развития, %

Год	Выход в трубку	Колошение	Молочно – восковая спелость
2001	22,9	33,1	40,4
2002	2,5	11,2	19,8
2003	26,5	37,5	46,1
2004	15,8	26,5	38,0
2005	9,5	21,4	30,4
2006	19,1	29,4	38,3
2007	4,5	13,2	20,6
2008	18,3	29,3	37,5
2009	2,8	10,4	18,8
2010			
Среднее	12,2	21,2	29,0

Приложение 10 – Динамика распространенности сетчатой пятнистости на ячмене по фазам развития, %

Год	Выход в трубку	Колошение	Молочно-восковая спелость
2001	0	0	0
2002	0	0	0
2003	3,8	5,1	11,3
2004	6,5	9,3	18,3
2005	3,1	6,8	15,5
2006	0	0	0
2007	2,8	5,5	12,6
2008	4,9	7,5	15,8
2009	0	0	0
2010	0	0	0
Среднее	2,1	3,4	7,3

Приложение 11 – Доля поражения семян яровой пшеницы различными фитопатогенами, %

Год	<i>Bbpolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	Плесневые грибы
1999	36,3	62,0	1,7	0
2000	52,1	35,0	4,5	8,4
2001	18,5	69,1	1,2	6,2
2002	8,7	74,0	2,9	14,4
2003	51,5	37,6	3,2	7,7
2004	72,5	18,8	3,7	5,0
2005	15,8	66,6	8,5	9,1
2006	36,1	57,6	2,5	3,8
2007	25,1	56,8	3,4	14,7
2008	70,1	24,1	4,9	1,0
Среднее	38,7	50,2	3,6	7,3

Приложение 12 – Доля поражения семян ярового ячменя различными фитопатогенами, %

Год	<i>Bbpolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	Плесневые грибы
1999	52,8	41,0	1,2	4,9
2000	72,8	23,5	0,9	2,8
2001	31,7	53,7	8,8	5,8
2002	44,0	42,9	4,5	8,6
2003	49,2	35,4	3,9	11,5
2004	55,6	33,1	3,6	7,7
2005	41,7	47,0	3,8	7,5
2006	32,1	58,7	4,0	5,2
2007	38,5	52,0	3,9	5,6
2008	59,9	29,7	5,6	4,8
Среднее	47,8	41,7	4,0	6,4

Приложение 13– Доля поражения семян овса различными фитопатогенами, %

Год	<i>Bbpolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp</i>	<i>Fusarium spp</i>	Плесневые грибы
1999	49,0	44,7	0,6	5,7
1999	58,8	37,0	1,6	2,6
2001	47,1	48,7	2,3	1,9
2002	40,4	55,8	2,7	1,1
2003	52,3	40,0	3,5	4,2
2004	59,3	31,5	4,1	5,1
2005	28,1	53,7	6,6	11,6
2006	36,1	57,5	2,5	3,9
2007	33,1	55,7	3,4	7,8
2008	52,8	33,6	5,2	8,4
Среднее	45,7	45,8	3,2	5,2

Приложение 14 – Влияние ранних сроков сева на степень поражения ячменя корневой гнилью

Степень поражения растений, баллы	Поражено растений, %
0	58,2
1	17,5
2	20,0
3	4,3

Приложение 15– Влияние средних сроков сева на степень поражения ячменя корневой гнилью

Степень поражения растений, баллы	Поражено растений, %
0	57,4
1	19,6
2	11,7
3	11,3

Приложение 16 – Влияние поздних сроков сева на степень поражения ячменя корневой гнилью

Степень поражения растений, баллы	Поражено растений, %
0	54,0
1	20,1
2	11,0
3	14,9

Приложение 17- Распределение растений по баллам поражения в зависимости от предшественников

Предшественник	Число растений, шт/ м <sup>2</sup>	В том числе по баллам поражения:			Распростра- ненность, %	Развитие, %
		0 баллов	1 балл	2 балла		
Пар чистый	381,9	104,6	18,14	95,9	72,4	26,9
Горох	254,6	129,1	150,3	75,1	63,6	24,4
Ячмень	310,2	85,9	149,5	74,8	72,3	19,6
Пшеница	286,9	68,3	145,7	72,9	76,2,	17,4
Кукуруза	401,2	122,7	185,3	69,0	69,4	26,0
Озимая рожь	332,4	107,7	153,9	70,8	67,6	23,2
Овес	372,2	115,0	171,5	85,6	69,1	25,4
Вико-овес	388,1	123,8	178,9	85,6	69,1	25,4
Многолетние бобо- вые травы	396,3	136,3	173,2	86,8	65,6	25,2

Приложение 18 - Структура урожая яровой пшеницы (здоровые растения)

Предшественник	Число растений, шт/м <sup>2</sup>	Число продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Продуктивная кустистость	Вес зерна с одного, г		Урожайность, г/м <sup>2</sup>
				растения	колоса	
Пар чистый	109,6	164,4	1,50	0,985	0,658	107,9
Горох	129,1	194,9	1,51	0,980	0,632	126,5
Ячмень	85,9	129,7	1,51	0,965	0,641	82,8
Пшеница	68,3	102,4	1,50	0,946	0,633	64,6
Кукуруза	122,7	184,0	1,50	0,900	0,658	120,8
Озимая рожь	107,7	161,5	1,50	0,948	0,634	101,4
Овес	115,0	173,6	1,51	0,998	0,663	114,8
Вико-овес	123,8	186,9	1,51	0,955	0,634	118,2
Многолетние бобовые травы	136,3	205,8	1,51	0,998	0,661	136,0

Приложения 19- Структура урожая яровой пшеницы при поражении растений в 1балл

Предшествен- ник	Число растений, шт/м <sup>2</sup>	Число продуктив- ных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Продуктивная кустистость	Вес зерна с одного, г		Урожайность г/м	
				растения	колоса	Фактич.	Потенц
Пар чистый	181,4	241,2	1,33	0,777	0,588	140,9	178,7
Горох	150,3	195,3	1,30	0,741	0,572	111,4	142,8
Ячмень	149,5	197,3	1,32	0,678	0,515	101,3	144,3
Пшеница	145,7	189,4	1,30	0,649	0,501	94,5	137,8
Кукуруза	185,3	242,7	1,31	0,763	0,584	141,4	182,5
Озимая рожь	153,9	203,1	1,32	0,742	0,563	114,2	145,9
Овес	171,5	228,1	1,33	0,758	0,572	130,0	171,1
Вико-овес	178,9	239,8	1,32	0,783	0,586	140,1	170,8
Многолетние бобовые травы	173,2	230,3	1,33	0,770	0,581	133,4	156,9

Приложение 20 - Структура урожая яровой пшеницы при поражении растений в 2 балла

Предшественник	Число растений, шт/м <sup>2</sup>	Число продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Продуктивная кустистость	Вес зерна с одного, г		Урожайность г/м	
				растения	колоса	Фактич.	Потенц
Пар чистый	91,0	107,4	1,18	0,575	0,486	52,3	89,6
Горох	75,1	86,3	1,15	0,536	0,468	40,2	71,3
Ячмень	74,8	83,0	1,11	0,467	0,421	35,0	72,2
Пшеница	72,9	80,2	1,10	0,445	0,406	32,4	68,9
Кукуруза	69,0	78,0	1,13	0,461	0,410	31,8	67,1
Озимая рожь	70,8	82,1	1,16	0,523	0,453	37,0	67,1
Овес	85,6	98,4	1,15	0,532	0,465	45,5	85,4
Вико-овес	85,5	101,7	1,19	0,510	0,431	43,6	81,6
Многолетние бобовые травы	86,8	101,6	1,17	0,542	0,463	47,0	86,6

Приложение 21 - Урожайность фактическая и потенциальная в зависимости от предшественников

Балл поражения	Многолетние бобовые травы	Пар чис-тый	Горох	Ячмень	Пшеница	Кукуруза	Оз. рожь	Овес	Вико-овес
Урожайность фактическая									
0 баллов	136,0	107,9	122,6	82,8	64,6	120,8	101,4	114,8	118,2
1 балл	133,4	140,9	111,4	101,3	94,5	141,4	114,2	130,0	140,1
3 балла	47,0	52,3	40,2	35,0	32,4	31,8	37,0	45,5	43,6
Сумма	316,4	301,1	274,2	219,1	191,2	294,0	252,6	290,3	301,9
Урожайность потенциальная									
0 баллов	136,0	107,9	122,6	82,8	64,6	120,8	101,4	114,8	118,2
1 балл	156,9	178,7	142,8	144,3	137,8	182,5	145,9	171,1	170,8
3 балла	86,6	89,6	71,3	72,2	68,9	67,1	67,1	85,4	81,6
Сумма	379,5	376,2	336,7	299,3	271,3	370,4	314,4	371,3	370,6
Недобор ур-оя, г/м <sup>2</sup>	63,1	75,1	80,2	80,1	76,0	6,18	81,0	68,7	

Приложение 22– Влияние ранних сроков посева на вредоносность корневой гнили (среднее за 3 года)

Степень поражения растений, баллы	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Масса зерна с одного колоса, г	Биологический урожай зерна, г/м <sup>2</sup>		Недобор зерна от корневой гнили	
			фактический	потенциальный	т/га	%
0	230	0,988	222,6	222,6	–	–
1	69	0,941	64,9	66,8	0,19	–
2	79	0,859	67,9	76,5	0,86	–
3	17	0,832	14,1	16,5	0,24	–
Сумма или среднее	395	0,900	369,5	382,4	1,29	3,4

Приложение 23– Влияние средних сроков посева на вредоносность корневой гнили (среднее за 3 года)

Степень поражения растений, баллы	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Масса зерна с одного колоса, г	Биологический урожай зерна, г/м <sup>2</sup>		Недобор зерна от корневой гнили	
			фактический	потенциальный	т/га	%
0	220	0,951	209,2	209,2	–	–
1	75	0,931	69,8	71,3	0,15	–
2	45	0,829	37,3	43,0	0,57	–
3	43	0,809	34,8	40,9	0,61	–
Сумма или среднее	383	0,880	351,1	364,4	1,33	3,7

Приложение 24– Влияние поздних сроков посева на вредоносность  
корневой гнили (среднее за 3 года)

Степень поражения растений, баллы	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Масса зерна с одного колоса, г	Биологический урожай зерна, г/м <sup>2</sup>		Недобор зерна от корневой гнили	
			фактический	потенциальный	т/га	%
0	188	0,943	177,3	177,3	–	–
1	70	0,918	64,2	66,0	0,18	–
2	38	0,822	31,2	35,8	0,46	–
3	52	0,797	41,4	49,0	0,76	–
Сумма или среднее	348	0,870	314,1	328,1	0,14	4,7

Приложение 25–Урожайность ярового ячменя при обработке семян биопрепаратами, т/га

Вариант	Урожайность по годам, т/га			Средний урожай за 3 года, т/га	Прибавка к контролю	
	2001	2002	2003		т/га	%
Контроль (без обработки)	2,92	2,89	2,89	2,90	-	-
Премис	3,21	3,11	3,28	3,20	3,0	10,3
Агат 25К	3,15	3,11	3,28	3,11	0,21	7,2
Альбит	3,20	3,13	3,21	3,18	0,28	9,6
Бактофит	3,07	2,88	3,04	3,00	0,10	3,4
Планриз	3,11	3,00	3,13	3,08	0,18	6,2
Триходермин	3,16	3,03	3,17	3,12	0,22	7,6

Приложение 26– Развитие темно-бурой пятнистости яровой пшеницы до опрыскивания,%

Вариант	1-ый ярус (флаговый лист)	2-ой ярус (подфлаговый лист)	3-ий лист сверху	4-ый лист сверху	Среднее по листьям
Контроль	0,8	1,3	18,6	24,1	11,2
Тилт	0,8	1,3	18,6	24,1	11,2
Фалькон	0,8	1,3	18,6	24,1	11,2
Фоликур	0,8	1,3	18,6	24,1	11,2
НСР <sub>05</sub>	0,91	0,86			

Приложение 27– Влияние фунгицидов на развитие темно-бурой пятнистости яровой пшеницы (через 14 дней после опрыскивания), %

Вариант	1-ый ярус (флаговый лист)	2-ой ярус (подфлаговый лист)	3-ий лист сверху	4-ый лист сверху	Среднее по листьям
Контроль	4,6	5,9	35,2	46,4	23,0
Тилт	1,0	1,4	20,2	25,0	11,9
Фалькон	1,2	1,5	21,4	26,2	12,6
Фоликур	1,5	1,8	22,2	27,8	13,3
НСР <sub>05</sub>	0,91	0,86			

Приложение 28 – Влияние фунгицидов на развитие темно-бурой пятнистости яровой пшеницы (через 28 дней после опрыскивания), %

Вариант	1-ый ярус (флаговый лист)	2-ой ярус (подфлаговый лист)	3-ий лист сверху	4-ый лист сверху	Среднее по листьям
Контроль	6,7	9,1	46,8	58,2	30,2
Тилт	1,4	1,8	21,4	25,8	12,6
Фалькон	1,5	2,4	21,8	27,3	13,2
Фоликур	2,0	2,7	23,0	28,5	14,0
НСР <sub>05</sub>	0,62	0,55			

