

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АГРОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Б. И. Тепляков

**ОБЫКНОВЕННАЯ КОРНЕВАЯ ГНИЛЬ
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЁМАХ
В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Ответственный редактор
доктор биологических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ *Н. Н. Наплёкова*

Новосибирск 2012

УДК 632.4:633.11“321” (571.1)
ББК 44.78:42.112
Т 345

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор
М. В. Штерншис, НГАУ
доктор биологических наук *И. Г. Бокина*, СибНИИЗиХ

Тепляков Б. И. Обыкновенная корневая гниль яровой пшеницы на чернозёмах в лесостепной зоне Западной Сибири / Б. И. Тепляков; Новосиб. гос. аграр. ун-т.— Новосибирск, 2012.— 146 с.: 17 ил., 32 табл.— Библиогр.: 327 назв.

ISBN 978–5–94477–114–8

В монографии изложены наиболее важные аспекты формирования фитосанитарной ситуации в посевах мягкой яровой пшеницы в отношении обыкновенной корневой гнили, характерной для лесостепи Западной Сибири. Приведены материалы по влиянию различных звеньев агрокомплекса на развитие болезни, даны направления оптимизации и экологизации защиты яровой пшеницы от обыкновенной корневой гнили.

Предназначена для специалистов по защите растений, а также для преподавателей, студентов и аспирантов аграрных вузов.

Рекомендована к изданию учёным советом агрономического факультета НГАУ (протокол № 6 от 24 апреля 2012 г.).

© Б. И. Тепляков, 2012
© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2012

ВВЕДЕНИЕ

В связи с упрощением структуры агробиоценозов, а следовательно, уменьшением их стабильности и способности к саморегуляции, борьба с болезнями растений приобретает качественно новый смысл. Высокая вирулентность патогенов и восприимчивость растений, наблюдаемые при эпифитотиях, являются следствием искусственного нарушения природного баланса. Специализация и концентрация посевов создают необычайно благоприятные условия для резервации патогенов в экстремальных условиях окружающей среды и их широкого расселения в оптимальные периоды. При этом разрушение сбалансированности и стабильности агробиоценозов оказывается, в конечном счёте, «выгодным» прежде всего многим видам патогенов. Чем интенсивнее ведётся сельскохозяйственное производство, тем неизбежнее приходится ориентироваться на активно регулируемые экосистемы посевов [141].

Дальнейшее совершенствование защиты растений должно основываться на принципиально новой теоретической базе, которая рассматривает полевое растительное сообщество как сложную систему взаимодействующих биокomпонентов. В настоящее время стратегия борьбы с вредными организмами основывается на «регулировании их численности», а не на «борьбе» [24, 82, 188]. Борьба с болезнями рассматривается как часть управления всей агроэкосистемой, специфичной для каждой почвенно-климатической зоны. При этом устойчивость посевов сельскохозяйственных культур обеспечивается с учётом особенностей конкретных экологических условий. В основе новой стратегии борьбы с болезнями лежит интегрированная защита растений, основными составляющими компонентами которой, наряду с химическими, биологическими методами борьбы, выступают широкое использование устойчивых

сорт, комплекс агротехнических, технологических и ряд других мероприятий.

Система защиты должна быть экологически адаптированной, то есть учитывать особенности развития культуры и патогена в конкретных агроэкологических условиях, реакцию растений на лимитирующие урожайность факторы и использовать, по возможности, экологически безопасные приёмы снижения их вредоносности. Она должна строиться на основе обоснованной стратегии, на умении воздействовать на агроценоз методами, безопасными для человека и окружающей среды, при рациональном использовании энергетических и материальных ресурсов. Разработка систем такого рода для яровой пшеницы, возделываемой в лесостепи Западной Сибири, является весьма актуальной задачей. Связано это, прежде всего, с тем, что данная культура занимает ведущее место среди зерновых в регионе. Причем в современных экономических условиях фитосанитарное благополучие средствами защиты растений целесообразно осуществлять не через внедрение самостоятельных систем интегрированной защиты растений, а путем включения фитосанитарных мер защиты в технологию выращивания культуры с учетом местных условий при обязательной количественной оценке роли вредного вида.

Основные районы выращивания пшеницы в нашей стране сосредоточены в степной и лесостепной зонах. К факторам, снижающим урожай и валовые сборы пшеницы, следует отнести многочисленные болезни, среди которых наиболее распространены виды головни и ржавчины, септориоз, мучнистая роса и корневые гнили [135]. Во всех агроландшафтных районах зоны распространена гельминтоспориозная корневая гниль, которая принимает характер хронической эпифитотии на десятках тысяч гектаров пшеницы. Возделывание яровой пшеницы по интенсивным технологиям изменило экологическую обстановку в агроцено-

зах. Возросла восприимчивость растений к возбудителям болезней, увеличились инфекционный потенциал патогенов и их агрессивность. Второстепенное в прошлом заболевание (корневые гнили) стало широко распространённым, повысилась его вредоносность.

1. БИОЭКОЛОГИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ

Основным возбудителем обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы и ячменя является *Bipolaris sorokiniana* Shoem. Это показано в работах К. М. Степанова и В. И. Шалышкиной [158], Ф. П. Шевченко [220], П. Г. Алиновского [3, 4], В. А. Чулкиной [195] в Алтайском крае; Э. Э. Гешеле [50] в Омской; А. П. Голощапова [55] в Курганской; Б. Д. Ермаковой [77, 78], Ю. В. Попова [145] в Кустанайской; А. П. Голубинцевой [58] и Л. Н. Лебедевой [114] в Новосибирской; В. П. Буренка [31] в Кемеровской; Ю. Ф. Ветрова [38] в Иркутской областях; А. Н. Добрецова [70] в Красноярском; Т. А. Барбаяновой и Т. А. Гулиной [11] в Приморском краях; Г. А. Таскиной [169] в Хакасии; Л. М. Доровской [72] в Уральской области и многими другими исследователями. В Канаде, США, Индии, Австралии этот гриб также служит главным патогеном, вызывающим обыкновенную корневую гниль [271, 293, 301, 311, 327].

В лесостепи Западной Сибири основным возбудителем обыкновенной корневой гнили также является фитопатогенный гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (синонимы: *Drechslera sorokiniana* Subram. et Jain, *Helminthosporium sativum* Pam.), совершенная стадия *Cochliobolus sativus* (Ito et Kuribay) Drechs. *Bipolaris sorokiniana* Shoem.— гетероталличный. В цикле его развития в природе совершенная стадия существенного значения не имеет. Гриб размножается и сохраняется главным образом с помощью конидий, которые образуются на обособленных ответвлениях гиф — конидиеносцах. Конидии гриба яйцевидные, эллипсоидальные, обратнобулавовидные, прямые или слегка согнутые, размером 40–120 × 15–31 мкм, с 3–12 поперечными перегородками (преимущественно с 6–10), тёмно-оливковые или черно-бурые, с толстыми стенками [137]. Возбудитель

способен сохранять жизнеспособность в широком интервале температуры. Конидии и мицелий гриба выдерживают температуру от $-32...-43^{\circ}\text{C}$ [57] до $45...50^{\circ}\text{C}$ [231]. Это позволяет ему хорошо переносить суровую сибирскую зиму и жаркое лето. Гриб развивается при температуре от 6 до 35°C , оптимум — при $19...26^{\circ}\text{C}$. Повышенная устойчивость гриба к неблагоприятным условиям обеспечивается образованием хламидоспор как внутри конидий патогена [288], так и на мицелии [5].

Культуральный фильтрат *B. sorokiniana* проявляет высокую фитотоксическую активность, реализующуюся в снижении всхожести семян пшеницы, уменьшении длины корней и ростков [217]. В ряде работ было показано, что гриб образует токсин, способный вызывать признаки болезни, выражающиеся в разрушении тканей и нарушении жизненных функций растений [36, 75, 238, 283, 286, 298, 312]. Возбудитель обыкновенной корневой гнили обладает высокой степенью изменчивости [248, 249, 267, 268, 317]. По данным Дж. Кристенсена [246, 247], гриб имеет около 50 физиологических рас, различающихся по патогенности, требованиям к условиям среды, а также по культуральным признакам, поэтому способен поражать широкий круг растений.

Вирулентность *B. sorokiniana* к ячменю, мягкой и твёрдой пшенице контролируется двумя генами, сцепленными с окраской колоний в тёмный цвет [264]. По отношению к пшенице и ячменю патогенные свойства *B. sorokiniana* выше, чем у *Fusarium* sp. [20], но на ячмене *B. sorokiniana* проявляет более высокую патогенность, чем на пшенице [26, 199]. На основании своих исследований А. Н. Нестеров утверждает [132], что штаммы гриба, выделенные из растений пшеницы, более патогенны для этой культуры, чем выделенные из растений ячменя или растительных остатков в почве. По данным В. Н. Пидопличко и Т. Г. Зражевской

[136], штаммы, обладающие самым интенсивным ростом и спороношением, являются и наиболее патогенными для растений. Сибирские штаммы *B. sorokiniana* отличаются высокой патогенностью по сравнению с европейскими [226]. В пределах Западной Сибири природная популяция возбудителя обыкновенной корневой гнили на яровой пшенице и ячмене характеризуется биологической неоднородностью. Более патогенные формы гриба формируются в лесостепи и подтайге [204].

Возбудитель обыкновенной корневой гнили передаётся через воздух в течение сезона, а из года в год — через семена, растительные остатки и почву. Главным фактором передачи возбудителя болезни в зонах производства товарного зерна яровой пшеницы в Сибири (лесостепь, степь) служит почва [203]. В отсутствии растений-хозяев грибок сохраняется в состоянии покоя. Корневые выделения растения-хозяина способствуют прорастанию покоящихся спор и внедрению возбудителя болезни в новый организм.

В лабораторных условиях конидии гриба могут сохранять жизнеспособность в течение 15 лет [236]. В почве выживаемость конидий зависит от ряда факторов: температуры и влажности почвы [235, 278], корневых выделений растений [272], фунгистатических свойств почвы [5, 17, 115, 258, 263, 280, 281], pH среды и концентрации макроэлементов [74]. Споры разных изолятов *B. sorokiniana* обладают различной наследственной способностью к спонтанному прорастанию в почве [241]. Если прорастание происходит в отсутствие растения-хозяина, то проросшие конидии лизируются почвенной микрофлорой [45]. Находящиеся в почве в состоянии покоя конидии *B. sorokiniana* также могут подвергаться лизису [230, 292]. Факторы, способствующие прорастанию конидий патогена с последующим их лизисом, снижают количество инфекционного начала возбудителя в почве.

Увеличение инфекционного потенциала возбудителя болезни в почве происходит при размножении *B. sorokiniana* на растениях-хозяевах или их растительных остатках. Поэтому все факторы, способствующие поражению растений, благоприятствуют увеличению инфекционного начала возбудителя обыкновенной корневой гнили в почве.

В естественных биоценозах природные факторы, снижающие и повышающие инфекционный потенциал возбудителя в почве, по силе своего воздействия примерно равны. В результате содержание конидий *B. sorokiniana* в целинных и залежных почвах находится на низком уровне.

Как известно, первичные корни у яровой пшеницы развиваются в период прорастания семян и могут поражаться обыкновенной корневой гнилью в первые этапы органогенеза. По данным разных авторов [29, 30, 55, 269], *B. sorokiniana* внедряется в орган растения в первые часы их контакта. В дальнейшем гифы гриба проникают в более глубокие слои тканей, вызывая их некроз [155].

Исследуя поражение первичных корней яровой пшеницы с помощью световой и сканирующей микроскопии, мы выяснили, что мицелий гриба распространяется по межклетникам вдоль и поперёк корня, часто по его поверхности (рис. 1). А. А. Бенкен и Л. К. Хацкевич считают [19], что конидиеобразованию предшествует процесс накопления питательных веществ в грибнице или соответствующих структурах. Нами были обнаружены скопления мицелия в тканях первичных корней, по-видимому, представляющие собой хранилища питательных веществ (рис. 2). Спороношение на первичных корнях наблюдалось через 10 дней после появления всходов.

Конидиеносцы всегда выходили на поверхность корня через межклеточное пространство (рис. 3). В зоне поражения кора корня вместе с корневыми волосками разрушается, что, естественно, отрицательно сказывается на функционировании корневой системы (рис. 4).



*Рис. 1. Мицелий *B. sorokiniana* на поверхности первичного корня*

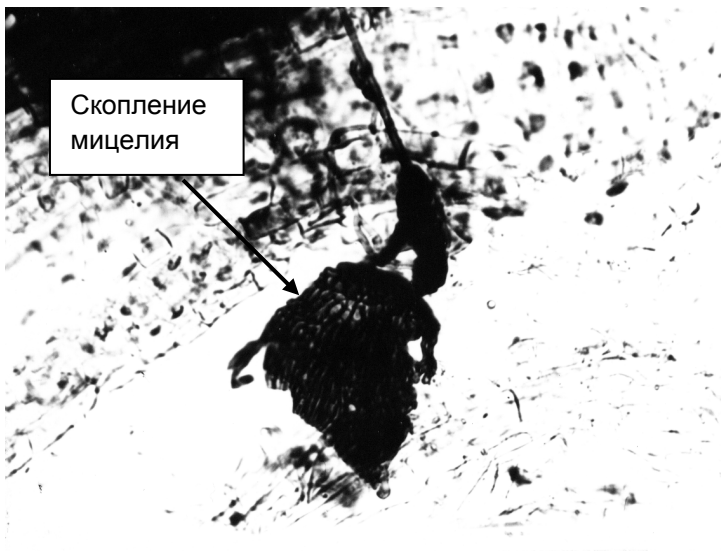


Рис. 2. Скопление мицелия гриба в тканях первичного корня

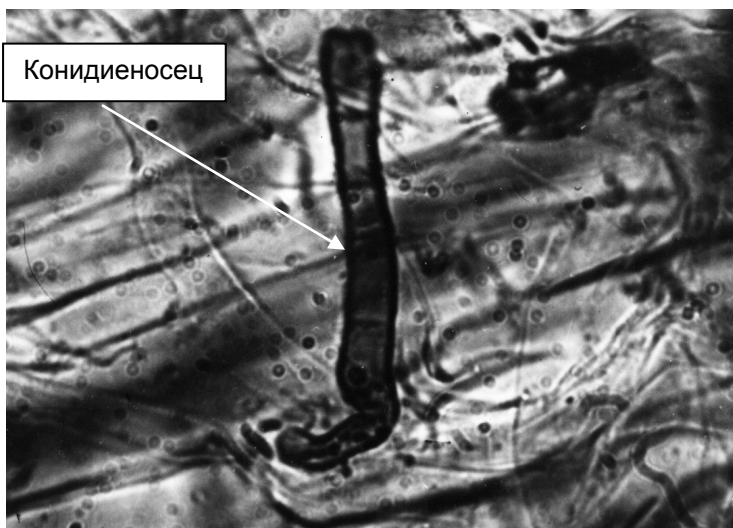
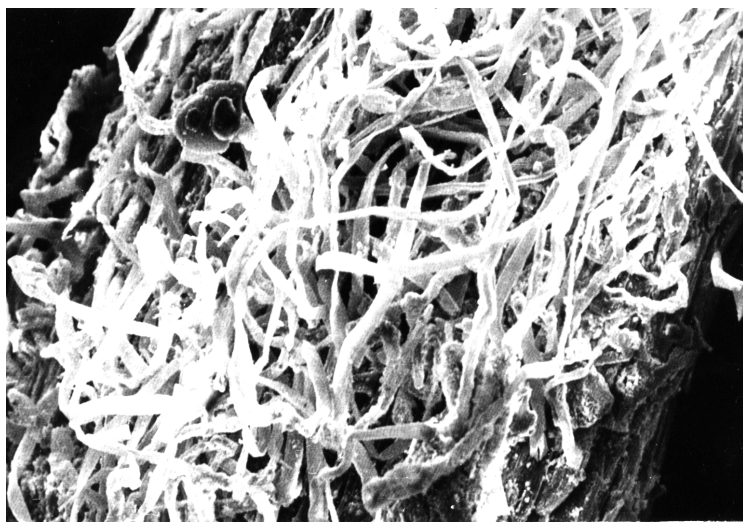
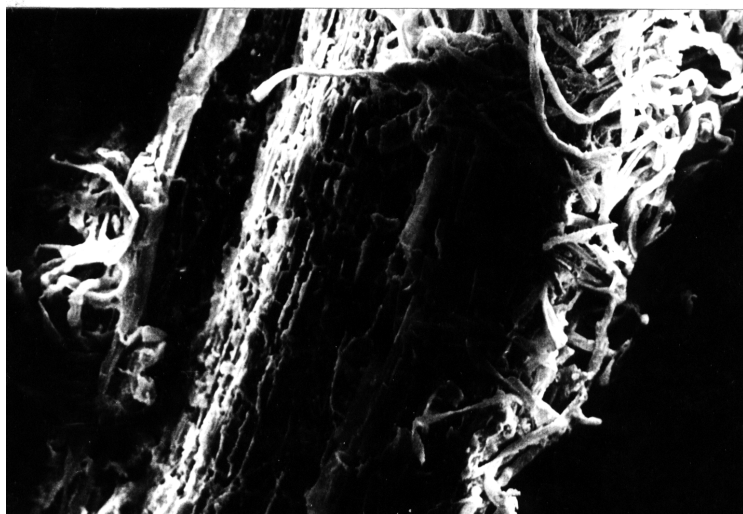


Рис. 3. Конидиеносцы на поверхности первичного корня



Здоровый корень



Корень, поражённый обыкновенной корневой гнилью

Рис. 4. Изменение поверхности корня при поражении обыкновенной корневой гнилью

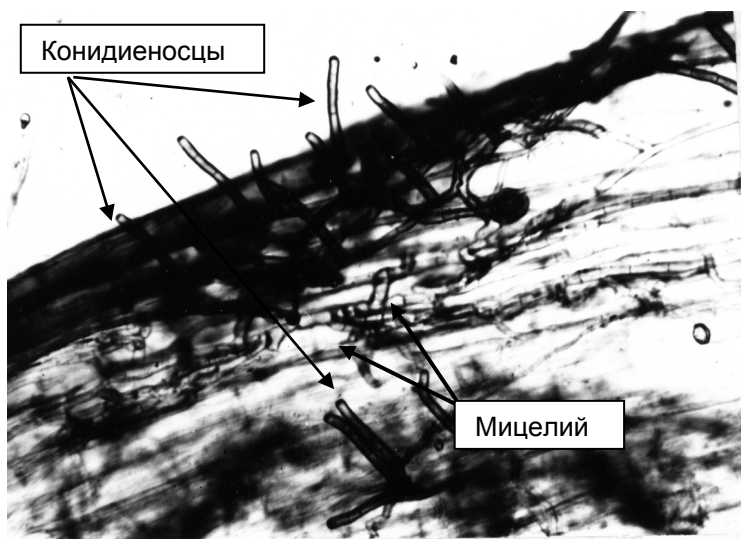


Рис. 5. Мицелий гриба с конидиеносцами на поверхности coleoptile

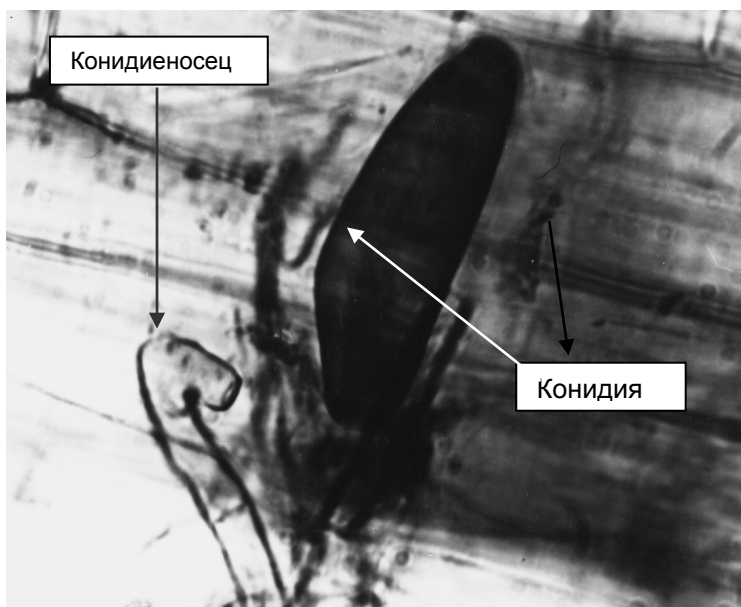


Рис. 6. Конидиеносец и сформированная конидия на поверхности coleoptile



Рис. 7. Увеличение межклеточного пространства и дегградация клеток при поражении влагалища прикорневого листа

Колеоптиле и зародышевые листья начинают развиваться вслед за первичными корнями. С завершением фазы всходов биологическая роль coleoptile исчерпывается, и он постепенно отмирает, поражаясь *B. sorokiniana* в этот период особенно сильно. Мицелий гриба активно колонизирует ткани coleoptile. Конидиеносцы, как и в случае поражения первичных корней, выбрасываются на поверхность органа (рис. 5) и уже на стадии всходов сформированные конидии рассеиваются в окружающее пространство (рис. 6).

Прикорневые листья, подобно coleoptile, предохраняют молодые растущие ткани стебля от прямого контакта с возбудителем болезни. Наиболее сильно обыкновенной корневой гнилью поражаются влагалища прикорневых листьев. При их поражении вблизи поражённого участка мы наблюдали увеличение межклеточного пространства и дегградацию клеток (рис. 7), а в месте поражения, где ткань уже была разрушена, обнаруживалось скопление мицелия патогена.

В литературе встречаются противоречивые данные о возможности заражения здоровых органов растения от

больных. Одни исследователи считают [26], что у яровой пшеницы вероятность заражения от первичных корней других органов мала. По данным других исследователей [310, 313, 319], гриб способен распространяться от места поражения по субстрату, поэтому поражение вторичных корней происходит от первичных. Заболевание колеоптиле может вызвать поражение эпикотилия [55], а поражённые влагалища прикорневых листьев обуславливают заболевание основания стебля [67], так как эти органы непосредственно контактируют друг с другом. Кроме этого, заражение того или иного органа *B. sorokiniana* не препятствует вторичному его заражению этим же грибом [319].

В своих наблюдениях мы не обнаружили диффузного распространения мицелия гриба по растению. Обычно от места внедрения гриб распространяется по межклетникам в ткани на малое расстояние, производя колонизацию небольшого участка органа. Выходя на поверхность поражённого органа, гриб образует конидии, которые при прорастании способны создавать новые очаги поражения. Мицелий гриба распространяется по поверхности органа на небольшое расстояние, но достаточное для заражения близлежащих тканей соседних органов.

Семена яровой пшеницы являются одним из источников распространения обыкновенной корневой гнили. На заражение семян возбудителем болезни решающее влияние оказывают температура и относительная влажность воздуха в период созревания пшеницы. Заражённые зерновки в области зародыша имеют тёмную окраску, поэтому в литературе такой тип заражения семян патогеном известен под названием чёрный зародыш. Согласно некоторым данным [63, 97, 199], заражение колоса в ранний период развития растения приводит к тому, что мицелий гриба проникает в плодую, семенную оболочку и зародыш зерна. Если заражение произошло в период созревания, то гриб преимущественно

локализуется в наружных оболочках, вызывая побурение зерна в зоне зародыша.

Проведенный нами микроскопический анализ семян яровой пшеницы, зараженных в разной степени *B. sorokiniana*, показал, что мицелий гриба находится в оболочке зерновки. Основная масса мицелия расположена между внутренними тканями эпидермиса и тканями околоплодника в зоне зародыша, что обуславливает сильное почернение этих частей. Мицелий не обнаружен в самом зародыше при всех степенях поражения семени черным зародышем как при искусственном заражении колосьев *B. sorokiniana* в фазах цветения и молочной спелости, так и при естественном. Можно предположить, что при заражении колоса пшеницы на ранней стадии развития мицелий гриба проникает в зародышевый мешок завязи, вызывая его гибель, тем самым исключается образование зерновки. При заражении зерна на более поздних стадиях развития растений мицелий гриба уже не может проникнуть в зародыш.

Проращивая семена пшеницы, пораженные черным зародышем (балл поражения 2), мы определяли, какие органы растения поражаются грибом в первую очередь. Микроскопический анализ показал, что через 3 дня после прорастания зерновки *B. sorokiniana* присутствует в первичных корешках и не обнаруживается в coleoptile. В корешках мицелий гриба располагается в базальной части корня, примерно равной одной трети его длины. Через 5 дней после проращивания семян мицелий гриба захватывал половину длины первичных корней (в базальной части). В это время мицелий гриба уже можно было обнаружить в основании coleoptile и иногда во влагалище зародышевого листа. Средняя длина проростков из здоровых семян была почти в 2 раза больше, чем из пораженных черным зародышем. Проростки, выросшие из пораженных семян, непродуктивно расходуют почти в 1,5 раза больше питательных веществ

эндосперма, чем здоровые. Значительное отставание в росте проростков из пораженных семян происходит вследствие большего расхода на дыхание запасных питательных веществ эндосперма.

У зараженных *B. sorokiniana* семян пшеницы часто вместо трех первичных зародышевых корешков в норме вырастает всего лишь один или два. Если же гриб внедряется выше точки роста корня, то рост корешка продолжается, а мицелий начинает распространяться от основания корня к его кончику. Расположение мицелия в базальной части корня можно объяснить тем, что если гриб проникает в кончик корешка, то он вызывает гибель инициальных клеток, и дальнейший рост корня невозможен.

2. МЕТОДЫ УЧЁТА

2.1. Учёт поражённости растений обыкновенной корневой гнилью

Поражённость растений обыкновенной корневой гнилью учитывают дважды или трижды во время вегетации яровой пшеницы. Для характеристики развития болезни при массовых полевых наблюдениях учёты проводят в фазы кущения и молочно-восковой спелости. В опытах при определении воздействия каких-либо факторов (протравители, биопрепараты и т.п.) на развитие и распространённость болезни целесообразно проводить учёты в фазы всходов (два-три листа), кущение — выход в трубку, молочно-восковая спелость.

При массовом учёте обыкновенной корневой гнили на поле отбирают 100 растений по 10 растений в 10 местах [122]. На опытных делянках отбирают суммарно 25–35 растений в 10 местах делянки (по 3–5 растений в пробе) с каждой повторности опыта. Растения подкапывают лопатой на глубину до 20 см. Степень поражения растений болезнью лучше определять по свежим образцам.

При характеристике развития обыкновенной корневой гнили основными элементами учёта болезни растений служат: распространённость, интенсивность поражения больных растений, развитие болезни.

Распространённость болезни — это количество больных растений (органов), выраженное в процентах. Её вычисляют по формуле

$$P = \frac{n \cdot 100}{N},$$

где P — распространённость болезни (%);

n — количество больных растений в пробах;

N — общее количество учтённых растений в пробах (больных и здоровых).

Среднюю интенсивность поражения больных растений рассчитывают по формуле

$$C = \frac{\sum (a \cdot b)}{n},$$

где C — средняя интенсивность поражения больных растений, баллы;

$\sum (a \cdot b)$ — сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);

n — число больных растений.

Развитие болезни в целом по делянке или полю определяют по формуле

$$R = \frac{\sum (a \cdot b)}{N},$$

где R — развитие болезни, баллы;

$\sum (a \cdot b)$ — сумма произведений числа растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);

N — общее число учтённых растений (больных и здоровых).

Для перевода балльной шкалы в процентную используют формулу

$$R = \frac{\sum (a \cdot b)}{N \cdot K} \cdot 100,$$

где R — развитие болезни, %;

$\sum (a \cdot b)$ — сумма произведений числа растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);

N — общее количество учтённых растений (больных и здоровых);

K — высший балл шкалы учёта.

Подобным образом переводят балльную шкалу в процентную для средней интенсивности поражения, где в формулу вместо общего количества учтённых растений (N) подставляют количество больных растений (n). Однако нужно обратить особое внимание на то, что для перевода развития

болезни или средней интенсивности поражения из балльной оценки в процентную категорию, во избежание больших погрешностей, формулу применяют только в случае равномерной цены деления шкалы учёта [134].

Для учёта степени поражения растений используют глазомерные условные шкалы с соответствующим числом баллов. В предложенных Всероссийским институтом защиты растений (ВИЗР) четырёхбалльных условных шкалах главное значение придаётся определению степени поражения основания стебля или основания стебля вместе с эпикотилем [98]. В том случае, когда шкалой подразумевается учёт заболевания нескольких органов, степень поражения их определяется суммарно [122]. Согласно этой методике: 0 — признаки поражения отсутствуют; 1 — единичные штрихи на колеоптиле или подземном междоузлии всходов, а также на основании стебля растения или его подземной части бурые штрихи или узкие полосы; 2 — слабое побурение колеоптиле или подземного междоузлия всходов, а также на основании стебля растения и его подземной части коричневые полосы, охватывающие более половины поверхности поражённого органа; 3 — сильное побурение колеоптиле или подземного междоузлия всходов, а также сплошное побурение первого стеблевого и подземного междоузлия (эпикотилия) растения; 4 — полное отмирание проростка, а также отсутствие продуктивных стеблей у растения при наличии симптомов по баллу 3. Данная методика удобна для проведения массовых учётов в производственных условиях, технически не сложна и позволяет оценивать как развитие и распространённость обыкновенной корневой гнили в посевах зерновых культур, так и вредоносность болезни.

Канадские учёные [237] в своих исследованиях по корневой гнили использовали десятибалльную учётную шкалу степени поражения растений болезнью: 0 — отсутствие болезни; 1 — следы болезни; 2 — слабое —; 3 — слабое;

4 — слабое +; 5 — среднее–; 6 — среднее; 7 — среднее +; 8 — сильное–; 9 — сильное; 10 — сильное +. В условиях Бразилии степень поражения растений корневой гнилью оценивали по трехбалльной шкале, в основе которой лежала оценка степени повреждения всей корневой системы полностью: 0 — здоровые растения; 1 — слабое (повреждено 1–25% поверхности органов); 2 — умеренное (25–50%); 3 — сильное (более чем 50%) [254].

Таким образом, для учёта степени поражения растений обыкновенной корневой гнилью можно использовать различные глазомерные условные шкалы с разным числом баллов. Главное, чтобы при переводе развития болезни или средней интенсивности поражения из балльной оценки в процентную категорию используемая шкала учёта имела равномерную цену деления.

В этом отношении более высокая погрешность наблюдается при использовании методики В. А. Чулкиной [197, 199]. Ею предложено определять степень заболевания обыкновенной корневой гнилью всех восприимчивых к болезни органов, и не суммарно, а дифференцированно каждого. Кроме того, в четырёхбалльную шкалу был добавлен балл 0,1, характеризующий очень слабую степень заболевания.

Значения баллов

0 — отсутствие признаков болезни (все органы растения здоровы).

0,1 — очень слабая степень заболевания. Наличие на восприимчивых органах единичных точек, небольших пятен или полосок светло-коричневого или светло-бурого цвета.

1 — слабая степень заболевания. Пятна и полосы на восприимчивых органах сливаются, составляя не более 25% от площади органов. Окраска поражённой ткани коричневая или бурая.

2 — средняя степень заболевания. Сплошное пораже-

ние восприимчивых органов, поражённая ткань составляет не более 50% от площади органов. Окраска поражённой ткани тёмно-коричневая, тёмно-бурая, почти чёрная.

3 — сильная степень заболевания. Сплошное поражение восприимчивых органов, поражённая ткань составляет не более 75% от площади органов. Окраска поражённой ткани тёмно-коричневая, тёмно-бурая, почти чёрная.

4 — поражённые органы погибли.

В методике предлагается развитие болезни в процентах вычислять отдельно по каждому органу и по растению в целом с помощью общепринятой формулы $R = \frac{\sum(a \cdot b)}{N \cdot K} \cdot 100$. Однако на основании вышеизложенного становится ясно, что при использовании этой глазомерной учётной шкалы результаты учёта развития болезни или интенсивности поражения могут быть представлены только в балльной оценке, так как шкала имеет неравномерную цену деления. Значит использование формулы перевода развития болезни из балльной оценки в процентную вносит большую погрешность в результаты исследований.

Методика учёта обыкновенной корневой гнили дифференцированно по органам технически более сложна для проведения массовых учётов в производственных условиях, но может успешно использоваться в экспериментальных работах. С помощью данной методики можно оценивать действие различных факторов на проявление болезни. Например, можно оценить эффективность действия протравителей семян или биопрепаратов по оздоровлению разных восприимчивых к обыкновенной корневой гнили органов растения яровой пшеницы. Методику по учёту обыкновенной корневой гнили дифференцированно по органам можно более успешно применять, если цену деления шкалы сделать равномерной, исключив из неё балл 0,1. В этом случае результаты исследований можно представлять в процентной категории, используя общепринятую формулу.

При вычислении развития болезни в процентах отдельно по каждому органу растения не возникает никаких трудностей. Проблема возникает тогда, когда необходимо вычислить развитие болезни в целом по растению при анализе обыкновенной корневой гнили дифференцированно по органам с целью определения процента развития болезни в посеве яровой пшеницы. Согласно методике, предложенной В. А. Чулкиной [197], степень заболевания растения в целом складывается из суммы баллов отдельных органов. В случае, когда степень поражения каждого из учитываемых органов (первичные корни, вторичные корни, эпикотиль, основание стебля) превышает 1 балл, развитие болезни по растению, вычисленное по общепринятой формуле, составляет более 100%. Это не имеет биологического смысла, так как развитие болезни не может превышать 100%, даже на отдельно взятом растении.

Впоследствии автором этой методики было предложено вычислять пораженность растения в баллах как среднюю по органам и затем по общепринятой формуле рассчитывать развитие болезни в процентах [214]. Оценка степени заболевания в среднем по органам приводит к значительному занижению показателя развития обыкновенной корневой гнили в посеве поражаемой культуры и её вредоносности. Например, при оценке поражения болезнью основания стебля в 4 балла растение не даёт урожая зерна и, как правило, погибает, хотя остальные органы могут быть не поражены и иметь балльную оценку 0. В среднем же по четырём органам растение в целом будет оценено баллом 1 и иметь индекс развития болезни 25%. По методике ВИЗР индекс развития болезни на таких растениях равен 100%. Таким образом, определение поражённости растений обыкновенной корневой гнилью в среднем по органам приводит к искажению оценки фитосанитарного состояния в посевах поражаемой болезнью культуры.

На основании анализа многочисленных экспериментальных данных мы пришли к выводу, что методика по учёту обыкновенной корневой гнили дифференцированно по органам нуждается в коррекции. Мы предлагаем определять степень поражения растений в целом по наиболее поражаемому органу. Например, при балльной оценке степени поражения болезнью первичных корней — 1 балл, вторичных корней — 3, эпикотилия — 2, основания стебля — 1, степень поражения растения в целом оценивается в 3 балла. При таком методе оценки степени поражения растения болезнью развитие обыкновенной корневой гнили никогда не будет превышать 100%. В то же время фитосанитарное состояние посевов поражаемых культур оценивается более объективно. Кроме этого, мы предлагаем исключить из глазомерной условной шкалы балл 0,1, так как он нарушает равномерность цены деления шкалы. На наш взгляд, с учётом предложенных изменений методика учёта обыкновенной корневой гнили дифференцированно по органам может успешно использоваться для оценки развития болезни в экспериментальных исследованиях.

2.2. Определение уровня заселённости почвы возбудителем

Определение начинают с отбора среднего образца почвы тростевым или другим почвенным буром на глубину 0–20 см. С поля независимо от его площади отбирают два средних образца, каждый из которых содержит не менее 20 индивидуальных проб: первый — на расстоянии 15 м от края поля, второй — ближе к середине. Масса среднего образца 200–300 г. С опытных делянок на каждой повторности тростевым буром отбирают образцы почвы не менее чем в 10 точках делянки. Требования, предъявляемые к отбору почвенных образцов, в агрохимической службе совпадают в общих чертах с фитопатологическими, поэтому специали-

сты по защите растений и агрохимии могут использовать для анализа единые образцы.

Отобранные образцы почвы высушивают до воздушно-сухого состояния в тени или в помещении, затем просеивают через проволочное сито с отверстиями 1 мм для удаления растительных остатков. Такой образец можно долго (3–6 месяцев) хранить при пониженных температурах (0 °С) в бумажных пакетах или картонных коробочках.

Уровень заселённости почвы конидиями гриба определяют с использованием метода флотации [275]. Из просеянного образца берут почву массой 10 г, помещают в фарфоровую ступку и увлажняют 1 мл водопроводной воды, тщательно перемешивая шпателем. Добавляют 5 мл вазелинового масла (можно веретенного, дизельного, машинного, авиационного). По данным МГУ, лучшим является веретенное масло с коэффициентом вязкости 16,3. Почву снова тщательно перемешивают и переносят в цилиндр с притертой пробкой вместимостью 100 мл или пробирку 20 x 200 мм. В цилиндр добавляют 49, в пробирку 29 мл водопроводной воды (всего соответственно 50 и 30 мл) и интенсивно встряхивают вертикальными движениями руки в течение 5 мин.

По данным лаборатории фитопатологии СибНИИЗ-Хим, для лучшего извлечения конидий возбудителя болезни вместо водопроводной воды целесообразно использовать 0,5%-й раствор пирогосфата натрия или 5,0%-й раствор хлористого натрия. Взбалтывание почвы с маслом и водой (или 0,5%-м раствором пирогосфата) можно проводить на ротаторе с постоянной частотой 120 колебаний в 1 мин в течение 15 мин. Почвенную суспензию отстаивают 1–3 ч до четкого расслоения.

Из поверхностного слоя эмульсии пипеткой объемом в 1 мл берут немного масла и переносят по капле на предметное стекло. Объем капли зависит от диаметра пипетки, его определяют опытным путем. Конидии гриба учитывают

под микроскопом при 80-кратном увеличении в 4–6 каплях эмульсии в каждом образце почвы. После подсчета конидий в одной капле эмульсии полученную цифру умножают на коэффициент (например 20), который рассчитывают путем деления общего объема эмульсии (5 мл) на объем просмотренной одной капли (например, 0,025 мл) и массу навески почвы (10 г). Таким образом, получают численность конидий в 1 г воздушно-сухой почвы. Далее вычисляют среднее значение численности конидий гриба в 1 г почвы образца.

3. РОЛЬ КОЛИЧЕСТВА ИНФЕКЦИОННЫХ СТРУКТУР

3.1. Роль количества инфекционных структур возбудителя в развитии болезней

Простейшая зависимость, которую необходимо знать для понимания взаимодействия патогена и растения-хозяина,— это зависимость между количеством возбудителя и болезнью [35, 66]. Известно, что вероятность заражения растения единственной спорой весьма мала [160]. Большинство исследователей считают, что между количеством инфекционных структур возбудителя (пропагул), осуществляющих заражение растений, и развитием болезни существует тесная зависимость. Для характеристики этой зависимости в литературе приводится ряд понятий: инфекционная нагрузка, запас заразного начала, потенциал инокулюма, допустимая норма заражённости и т.д. Э.Э. Гешеле [51] под инфекционной нагрузкой понимал количество единиц возбудителя, приходящихся на одно растение или содержащихся в единице объёма вещества. Э. Гойман [53] определяет инфекционную нагрузку как «густоту посева» спор на будущем хозяине. Существуют понятия минимальной, оптимальной и максимальной инфекционной нагрузки. С.Е. Грушевой [66] различает допустимую норму заражённости, то есть количество возбудителя болезни, которое при благоприятных для него условиях ещё не в состоянии вызывать поражение восприимчивых растений, и предельную норму, при увеличении которой поражение растений уже не усиливается. К.М. Степанов [160], используя термин «запас заразного начала», определяет его как количество зачатков гриба на единице площади участка, поля и т.д., способное вызвать заражение растений. Наиболее сложным является понятие о потенциале инокулюма. Проанализировав литературу, С. Тарр [168] пришёл к выводу, что разные авторы

используют этот термин в различном смысле. Потенциалом инокулюма обозначают число имеющихся в наличии инфекционных единиц на поверхности растения-хозяина, а также энергию роста паразита, заражающего растение. Кроме этого, термином «потенциал инокулюма» обозначают число спор, образующихся в популяции больных растений. В защите растений понятие «инокулюм» определяется как инфекционный материал, используемый для искусственного заражения. С этой точки зрения термин «потенциал инокулюма» имеет смысл только при искусственном заражении растений или почвы.

Нам представляется, что для характеристики количества и качества возбудителей, передающихся через почву, наиболее подходящим термином может служить «потенциал возбудителя». Под этим термином мы понимаем количество инфекционных структур возбудителя, содержащихся в 1 г почвы.

Зависимость поражённости различных растений, а также степени развития болезни от количества возбудителя в почве подтверждается рядом исследований. Так, у растений картофеля поражение раком проявляется в зависимости от количества зооспорангиев *Synchytrium endobioticum* (Schubb.) Pers. в почве [28, 218]. Значение количества хламидоспор *Tielaviopsis basicola* Ferr. в почве для заражения табака чёрной корневой гнилью показал С.Е. Грушевой [66]. Н.А. Наумов [130] в опытах с искусственным заражением почвы спорами *Plasmodiophora brassicae* экспериментально установил, что число спор возбудителя капустной килы, приходящееся на единицу объёма почвы, имеет большое значение при заражении растений. Рядом работ с различными видами *Phytophthora* и *Pythium* было показано, что с увеличением в почве количества спор патогенов (ооспор, зооспор, хламидоспор) поражение растений-хозяев возрастало, но скорость нарастания болезни уменьшалась

с увеличением потенциала возбудителя [257, 265, 270, 273, 289, 290, 291, 295, 299]. Поражение редиса резко возрастало с увеличением плотности инокулюма *Rhizoctonia solani* Kuhn., быстро достигая максимальной величины [233, 300]. Связь поражённости растений болезнью с количеством возбудителя в почве была отмечена в отношении чёрной ножки табака [260], вилта хлопчатника [123, 162, 191, 228], чёрной корневой гнили растений хлопчатника [147], церкоспореллёза на озимой пшенице [285], гельминтоспориоза сахарной кукурузы [234], склероспороза на сорго [297], белой гнили подсолнечника [229, 255, 261] и др.

Выявлена зависимость развития болезни от количества возбудителя при передаче его через семена [22, 49, 121] или растительные остатки [25, 158]. В литературе приводится ряд данных, свидетельствующих о существенной роли количества возбудителя в развитии болезней, где передача патогена осуществляется через воздух. Такие данные имеются относительно поражения сеянцев сосны североамериканской расой *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet [256], септориоза яровой пшеницы [309], антракноза проростков северного копеенника [316], ржавчины пшеницы [140, 149, 150, 159, 315], антракноза клевера [251], мучнистой росы земляники [86], поражения баклажанов и огурцов склеротиниозом [262], ржавчины листьев тополя трёхгранного [308], бурой гнили кукурузы [274], парши яблони [59, 140], септориоза смородины [85]. При инфицировании сорго вирусом мозаики сахарного тростника было показано, что с увеличением концентрации вируса в суспензии вероятность и частота поражения растений возрастала [253].

Таким образом, связь между развитием болезни и потенциалом возбудителя наблюдается при любом механизме передачи патогена. Однако исходное количество возбудителя имеет наибольшее значение, когда передача осуществляется через почву или семена [34, 160]. В этом случае уменьше-

ние количества инфекционного начала патогена адекватно снижению развития болезни. Поэтому ряд исследователей [143, 161, 198, 232] подчёркивают, что для прогноза развития эпифитотий, а также для оценки эффективности систем защитных мероприятий необходим количественный учёт потенциала возбудителя.

Одно и то же количество возбудителя может обуславливать различную степень развития болезни. Это зависит от агрессивности патогена, восприимчивости растения-хозяина, а также от сочетания внешних условий, складывающихся в течение вегетационного периода [45, 108, 160, 218]. Увеличение потенциала возбудителя приводит, как правило, к нарастанию количества больных растений или интенсивности развития болезни, но зависимость между этими величинами в большинстве случаев не прямо пропорциональна [130, 147, 228]. Поражение возрастает с увеличением инокулюма, но скорость нарастания поражённости снижается с увеличением инфекционного начала вследствие конкуренции спор за восприимчивые ткани или органы растения-хозяина [320]. В опытах с опрыскиванием растений яровой пшеницы суспензией спор *Septoria tritici* различной концентрации была установлена линейная корреляция между десятичным логарифмом плотности инокулюма и степенью проявления септориоза [309]. Установление зависимости между количеством возбудителя и развитием болезни принадлежит к одному из сложных вопросов в фитопатологии [35].

Зависимость поражённости растений обыкновенной корневой гнилью, а также степени развития болезни от количества возбудителя в почве подтверждается рядом исследований. Ю. Ф. Ветров указывает [38], что чем больше спор гриба *B. sorokiniana* находится в почве, тем сильнее проявляется поражённость растений пшеницы обыкновенной корневой гнилью. Отмечена хорошо выраженная связь между количеством возбудителя в почве и поражённостью пророст-

ков яровой пшеницы и ячменя болезнью [211, 282, 287]. Развитие корневой гнили в фазе молочной спелости пшеницы тесно коррелирует с численностью возбудителя, определённой в этот период [84]. Бессменное выращивание сельскохозяйственных культур повышает накопление возбудителей в агроэкосистемах [129]. По данным Б. Дж. Салланса [304], в результате насыщения севооборотов яровой пшеницей и ячменём развитие обыкновенной корневой гнили в провинции Саскатчеван постоянно возрастало. Увеличение содержания конидий *B. sorokiniana* в 1 г почвы от 8 до 422 шт. приводило к усилению развития болезни у выросших в поле растений пшеницы с 7 до 56% [240]. В то же время развитие обыкновенной корневой гнили у проростков яровой пшеницы в теплице и в поле имело тенденцию изменяться как логарифм от популяции *B. sorokiniana* в почве. В почвах Западной Сибири между числом конидий *B. sorokiniana* и развитием обыкновенной корневой гнили существует не прямая, а криволинейная зависимость [205].

Заселённость пахотных почв возбудителем обыкновенной корневой гнили зависит от почвенно-климатических, погодных и агротехнических условий. Коэффициент корреляции между содержанием конидий патогена в почве под яровой пшеницей в конце вегетации и условиями увлажнения в течение вегетационного периода составляет от 0,85 до 0,97 в зависимости от предшественника [84]. По данным канадских исследователей [239, 240, 242], заселённость полей конидиями *B. sorokiniana* варьирует от 8 до 1000 шт. на 1 г почвы. Степень заселённости почвы возбудителем обыкновенной корневой гнили в Западной Сибири также изменяется в широких пределах [201, 203]. Распределение конидий *B. sorokiniana* неравномерно по слоям почвы. Основная масса их концентрируется в поверхностном слое (0–10 см), особенно при почвозащитной системе обработки почвы. В подпахотном слое содержание конидий значительно ниже [56, 198, 210].

Степень развития обыкновенной корневой гнили при одном и том же уровне заселённости почвы возбудителем болезни может изменяться в зависимости от сочетания внешних условий, складывающихся в течение вегетационного периода. Существенное влияние на развитие болезни оказывает режим выпадения осадков и колебания температуры в течение вегетации и по годам [52, 81]. Особенно сильно болезнь проявляется в засушливые годы [71, 79]. Уменьшение влажности почвы и увеличение температуры воздуха способствуют усилению поражённости растений, особенно тогда, когда недостаток влаги в почве приходится на первую половину вегетации [3, 65, 69, 138, 250, 303]. Не менее вредоносным оказывается и резкое колебание влажности почвы в течение вегетационного периода [158, 182].

Таким образом, потенциал возбудителя имеет существенное значение в развитии болезней, особенно когда передача возбудителя осуществляется через почву. Отсюда следует необходимость в проведении мониторинга за содержанием инфекционных структур патогена в почве.

3.2. Роль заселённости почвы конидиями *B. sorokiniana* в интенсивности развития обыкновенной корневой гнили

В условиях Сибири обыкновенная корневая гниль относится к числу наиболее вредоносных болезней зерновых культур [50, 222]. Она вызывает недобор урожая зерна яровой пшеницы в среднем около 14–15% [70, 199, 201]. В Западной Сибири в годы сильного развития болезни в связи с высокой насыщенностью севооборотов зерновыми культурами потери зерна достигали в ряде районов 45–50% [98]. Болезнь принимает характер хронической эпифитотии в большинстве посевов яровой пшеницы и ячменя [83].

Одной из главных причин высокой вредоносности обыкновенной корневой гнили является возросший инфек-

ционный потенциал *B. sorokiniana* в пахотных почвах. В Западной Сибири пахотные почвы в 14–17 раз сильнее заселены *B. sorokiniana*, чем их аналоги на целинных и залежных участках [203]. В результате хлебные злаки постоянно возделываются на инфекционном фоне различной интенсивности. Возбудитель имеет свойство образовывать и выделять в почву большое количество токсических веществ, которые ослабляют растения и делают их более уязвимыми для поражения.

Яровая пшеница за вегетационный период проходит 12 этапов органогенеза, на которых функционируют различные вегетативные органы [112]. На I–II этапах органогенеза (всходы — фаза трёх листьев) функционируют первичные корни, coleoptиле и прикорневые листья, на III–IV этапах (фаза кущения) — первичные и вторичные корни, эпикотиль и прикорневые листья, а coleoptиле к этому времени отмирает. Начиная с V этапа органогенеза (фаза выхода в трубку) и до конца вегетации функционируют первичные и вторичные корни, эпикотиль, стебель. Прикорневые листья в это время отмирают. Нами прослежена динамика инфекционного процесса как на органах, начиная с периода их образования в онтогенезе яровой пшеницы, так и на растении в целом [172, 174, 176, 202]. С увеличением уровня заселённости почвы *B. sorokiniana* развитие обыкновенной корневой гнили усиливалось на всех поражённых болезнью органах растения (табл. 1).

Повышение численности конидий гриба в почве в 5,5 и 25 раз способствовало увеличению развития обыкновенной корневой гнили в среднем по органам в 2,2 и 4,1 раза соответственно, то есть неадекватно возрастанию заселённости почвы патогеном. При этом максимально возрастало поражение coleoptиле (в 4,4 и 6,3 раза) и минимально — влагалищ прикорневых листьев (в 1,6 и 2,5 раза). Другие органы растения занимали промежуточное положение по ре-

Таблица 1

Развитие обыкновенной корневой гнили на органах яровой пшеницы Мильтурум 553 при разной степени заселённости почвы *B. sorokiniana* (1974–1976 гг.),%

Органы растения	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.			НСР ₀₅
	5–15	50–60	200–300	
Первичные корни	1,8	5,0	9,5	1,2
Вторичные корни	2,5	5,7	13,1	1,5
Колеоптиле	2,0	8,8	12,6	1,3
Эпикотиль	4,1	8,1	19,3	1,4
Влагалища прикорневых листьев	10,2	16,4	26,1	1,4
Основание стебля	2,4	6,6	14,3	1,3

акции на увеличение инфекции. Существенное влияние на интенсивность развития инфекционного процесса на органах оказывает изменение содержания влаги в почве, которое в течение вегетационного периода не совпадает по годам. В связи с этим при одной и той же заселённости почвы *B. sorokiniana* динамика развития болезни на разных органах растения также не совпадала по годам. Однако во все годы исследований степень развития болезни на любом из изучаемых органов зависела от уровня заселённости почвы *B. sorokiniana*. Доля влияния по Снедекору степени заселённости почвы патогеном на развитие болезни на разных органах была высокой (96,1–98,8%).

Для вычленения действия степени заселённости почвы *B. sorokiniana* и погодных условий на уровень развития болезни на органах и растении в целом был использован дисперсионный анализ [206]. Величина развития болезни на первичных и вторичных корнях у яровой пшеницы зависела преимущественно от степени заселённости почвы патогеном (доля влияния 51,1 и 55,0% соответственно). Влияние погодных условий на заболевание этих органов было существенным, но в 5 раз слабее (10,9 и 11,0%), чем дей-

ствии инфекционного фона. Степень поражения эпикотилия также зависела преимущественно от степени заселённости почвы патогеном (40,4%), но эта зависимость была на 10–15% слабее, чем в случае первичных и вторичных корней. В то же время влияние погодных условий на заболеваемость эпикотилия возросло примерно в 2 раза по сравнению с указанными органами и составило 22,2%. Поражение основания стебля зависело преимущественно от погодных условий года (доля влияния 32,8%). Значение степени заселённости почвы возбудителем было хотя и существенным, но в 1,8 раза слабее. Следовательно, практикуемое определение развития обыкновенной корневой гнили только на основании стебля не отражает состояния развития болезни на растении. Более надёжная информация получается при учёте поражения подземных и надземных органов [177]. Заболеваемость подземных органов растения в меньшей мере зависит от гидротермических условий, тогда как степень поражения основания стебля, как надземного органа, определяется преимущественно погодными условиями.

Динамика инфекционного процесса по растению в целом предопределяется составом функционирующих органов и степенью поражения их обыкновенной корневой гнилью. Нами установлено, что с увеличением содержания конидий *B. sorokiniana* в почве развитие болезни возрастает (рис. 8). При наличии 5–15 конидий гриба в 1 г сухой почвы индекс развития болезни не превышал 19%, при 50–60 шт. — 46%, а при численности конидий гриба 200–300 шт. в 1 г почвы — 70%. Таким образом, одна конидия в первом случае обеспечивала развитие болезни в среднем на 2%, во втором — 0,8, в третьем — 0,3%. Отсюда следует, что с увеличением степени заселённости почвы патогеном коэффициент вредного воздействия одной конидии снижается.

На естественном инфекционном фоне (5–15 конидий гриба в 1 г почвы) развитие болезни достигало пика в фазу



Рис. 8. Динамика развития обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы Мильтурум 553 в зависимости от степени заселенности почвы *B. sorokiniana* (1974–1976 гг.)

кушения из-за сильного поражения влагалищ прикорневых листьев, в двух других вариантах — в фазу цветения. К концу вегетации индекс развития болезни несколько снижался во всех вариантах опыта вследствие отмирания прикорневых листьев и выпада сильно поражённых растений.

Вычленение действия степени заселённости почвы *B. sorokiniana* и погодных условий на развитие обыкновенной корневой гнили у яровой пшеницы показало, что развитие болезни на растении зависит преимущественно от уровня заселённости почвы патогеном (доля влияния 61,8%). Влияние погодных условий хотя и было существенным (12,3%), но значительно слабее, чем инфекционного фона.

В разные годы при одной и той же заселённости почвы *B. sorokiniana* развитие болезни было различным (рис. 9).

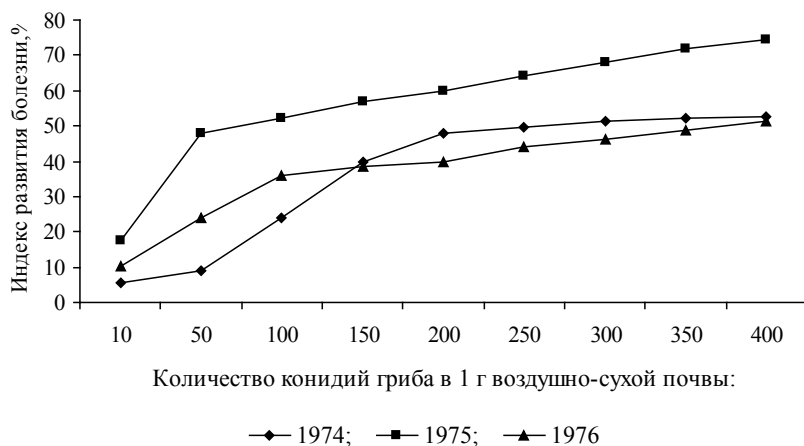


Рис. 9. Зависимость развития обыкновенной корневой гнили от степени заселенности почвы конидиями *B. sorokiniana* (1974–1976 гг.)

Интерес представляет тот факт, что при увеличении количества конидий гриба в почве скорость нарастания развития болезни снижается. Полученные данные по обыкновенной корневой гнили подтверждают гипотезу Ван дер Планка о том, что скорость нарастания развития болезни снижается с увеличением инфекционного начала патогенов [320].

Изучение динамики распространённости обыкновенной корневой гнили на яровой пшенице показало, что, как и в случае развития болезни, с увеличением степени заселённости почвы *B. sorokiniana* этот показатель возрастает (рис. 10).

На инфекционном фоне наибольшая скорость распространённости болезни отмечена в начале вегетации растений (от всходов до кущения). Это согласуется с данными ряда исследователей [54, 72, 78], что в этот период поражаемость пшеницы и вредоносность болезни наиболее высокие. Таким образом, увеличение численности конидий гриба в почве способствует поражению большего количества растений в единицу времени в начальный период их вегетации.

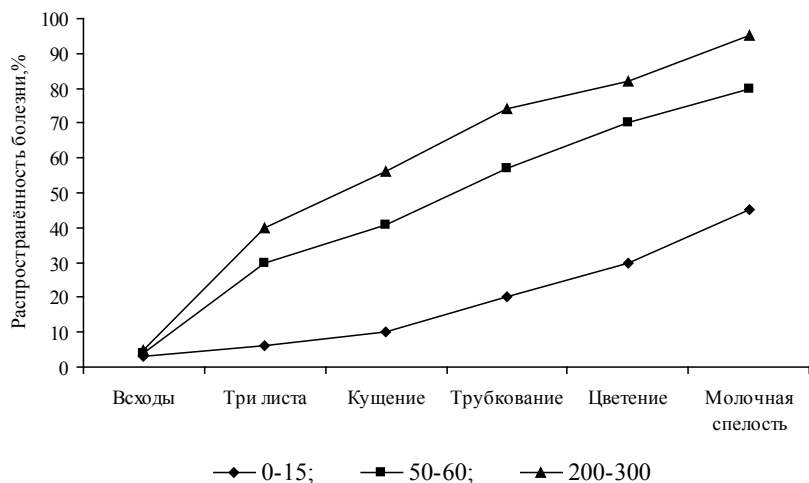


Рис. 10. Динамика распространённости обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы сорта Мильтурум 553 при разной степени заселённости почвы *B. sorokiniana* (1974–1976 гг.)

Вышеизложенные данные свидетельствуют о том, что степень заселённости почвы *B. sorokiniana* в лесостепи Западной Сибири служит определяющим фактором, влияющим на интенсивность инфекционного и эпифитотического процессов обыкновенной корневой гнили в течение вегетации яровой пшеницы. Этот показатель может быть использован в качестве критерия для прогноза развития болезни и её вредоносности.

Воздействие погодных условий в регионе исследований на развитие болезни хотя и существенно, но значительно слабее, чем степени заселённости почвы патогеном.

4. ВРЕДОНОСНОСТЬ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ

Между степенью заболевания растений обыкновенной корневой гнилью и их продуктивностью как в увлажнённых, так и в засушливых условиях отмечена обратная связь [88, 98]. Потери урожая в зависимости от условий возделывания колеблются от 5 до 30% [70, 88, 102, 126, 187, 192, 326]. В отдельные годы при интенсивном развитии болезни потери урожая могут достигать 70–75% [4, 117, 222]. Вредоносность обыкновенной гнили в основных зерносеющих зонах Западной Сибири настолько велика, что нередко является главным лимитирующим фактором в получении высокого урожая. Особенно велик недобор урожая в лесостепи и степи, где размещены основные площади товарных посевов яровой пшеницы [208].

У больных обыкновенной корневой гнилью растений происходят различные морфофизиологические изменения. Внедрение патогена в ткань растения-хозяина вызывает нарушение функциональной деятельности митохондрий в клетках [1], изменяется проницаемость клеточных мембран под воздействием фитотоксина гриба [325]. В корнях пшеницы, поражённых обыкновенной корневой гнилью, содержание общего азота и свободных аминокислот выше, чем в здоровых корнях [266]. В ходе онтогенеза коэффициент отношения РНК/ДНК в клетках листьев больных растений постепенно снижается и становится ниже, чем у здоровых клеток. Снижение функциональной активности ядер клеток свидетельствует об ослаблении заболевших растений [216]. У больных растений увеличивается интенсивность транспирации, уменьшаются площадь листовой поверхности и содержание хлорофилла в листьях, снижается водоудерживающая способность тканей [148, 152, 305]. С увеличением развития болезни уменьшается длина стебля, нарушаются

процессы формирования и налива колоса, снижаются сухая масса и урожайность растений [16, 27, 324].

Из литературы известно, что обыкновенная корневая гниль снижает качество зерна: энергию прорастания и всхожесть [101]; количество белка, крахмала, дисахаров [68]; ухудшаются технологические качества [55, 151, 181, 222].

Вредоносность обыкновенной корневой гнили изучается с применением ряда методов. Основным методом, который наиболее часто используется для оценки потерь и изменения элементов структуры урожая пшеницы у нас в стране и за рубежом, заключается в сравнении урожайности здоровых и пораженных болезнью растений, взятых из одной и той же популяции, и называется методом модельных растений [70, 81, 97, 98, 100, 119, 139, 276, 279, 284, 318, 323]. Этот метод, с одной стороны, не учитывает снижение урожайности за счёт скрытой инфекции и токсического воздействия патогена на растения через почву, другой — вследствие естественной вариабельности популяции растений и поражения возбудителем ослабленных растений, может давать завышенные результаты по вредоносности. При использовании метода модельных растений вредоносность болезни оценивают только в конце вегетации, а проследить её вредоносное воздействие в динамике не представляется возможным.

В.В. Котовой [100, 103] проводилась оценка вредоносности обыкновенной корневой гнили с учётом процента развития болезни. При оценке вредоносности, исходя из процента развития болезни, не учитывается выносливость сорта, поэтому этот показатель не всегда коррелирует с потерями урожая [144, 227].

Метод сравнения урожайности восприимчивых и устойчивых сортов малопригоден в связи с отсутствием устойчивых к обыкновенной корневой гнили сортов яровой пшеницы. В некоторых работах [77, 124, 144, 184] продук-

тивность растений и элементы структуры урожая изучали на искусственном инфекционном фоне, но, как правило, в этих исследованиях контроль над численностью патогена в почве не проводился. Следовательно, зависимость между степенью заселённости почвы возбудителем болезни и её вредоносностью в агроценозах не была определена.

Изложенные методы не увязаны с эпифитотиологией болезни, поэтому не отражают в полной мере её вредоносность как следствие взаимоотношений популяции возбудителя с популяцией растений при специфическом для данной инфекции механизме передачи возбудителя через почву. Это, в свою очередь, не позволяет прогнозировать развитие болезни и её вредоносность на следующий вегетационный период. Отмеченные положения вызывают необходимость изучения влияния характерной для агроценоза заселённости почвы *B. sorokiniana* на развитие и вредоносность обыкновенной корневой гнили.

Величина урожая каждого сорта яровой пшеницы зависит от реализации его генетического потенциала, выражающегося в нормальном развитии морфологических структур и физиологических процессов в онтогенезе растений. Районированные в лесостепной зоне Западной Сибири сорта яровой пшеницы потенциально способны давать свыше 4,0 т/га зерна, но это их свойство не реализуется в онтогенезе по разным причинам, в том числе из-за поражения растений обыкновенной корневой гнилью. Урожай зерна складывается из элементов его структуры. Отсюда вытекает необходимость изучения вопроса о влиянии степени заселённости почвы патогеном на формирование элементов структуры урожая. Изучение этого вопроса важно как для определения порога вредоносности болезни, так и для обоснования защитных мероприятий против обыкновенной корневой гнили. Предполагается, что полученная информация является необходимым звеном для построения интегрированной защиты яровой пшеницы от болезни.

Определение связи между потенциалом возбудителя и вредоносностью инфекционных болезней представляет одну из важных задач защиты растений. Однако работы такого плана встречаются крайне редко. Относительно обыкновенной корневой гнили исследования в основном посвящены определению её вредоносности в зависимости от степени поражённости растений или развития болезни.

В результате проведенных нами исследований было выяснено, что степень заселённости почвы *B. sorokiniana* оказывает влияние на полевую всхожесть семян яровой пшеницы и выживаемость растений [172]. Увеличение степени заселённости почвы возбудителем болезни приводило к изреживанию посевов, особенно в неблагоприятных погодных условиях.

Рассматривая динамику накопления сухого вещества растениями относительно контрольного варианта, содержащего 5–15 конидий гриба в 1 г почвы, мы обнаружили,

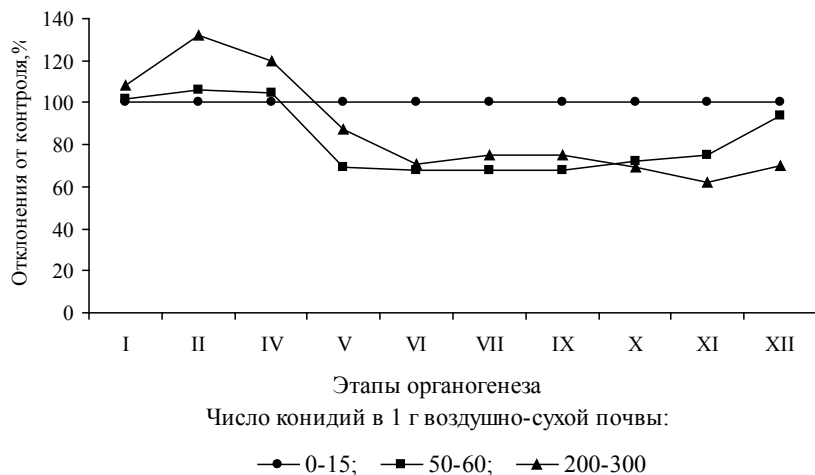


Рис. 11. Динамика накопления сухого вещества растениями яровой пшеницы Мильтурум 553 при разной степени заселённости почвы *B. sorokiniana* (1974–1976 гг.)

что на первых этапах органогенеза инфекционный фон оказывал стимулирующее действие на накопление растениями биомассы, которое вскоре сменялось депрессией ростовых процессов (рис. 11).

Эффект стимуляции развития растений на первых этапах органогенеза был тем сильнее, чем больше заселённость почвы *B. sorokiniana*. К фазе кущения (III–IV этапы органогенеза) наблюдалось снижение накопления биомассы растениями, и разница между массой сухого вещества растений на фонах с более высоким содержанием конидий гриба в почве и контролем сокращалась, а с V этапа органогенеза (фаза выхода в трубку) этот показатель был выше в контрольном варианте.

Различия в накоплении сухого вещества растениями яровой пшеницы при разной степени заселенности почвы патогеном проявлялись более заметно в фазе цветения и налива зерна (72 и 69% от контроля). На последних этапах органогенеза у растений на инфекционном фоне отмечалось увеличение интенсивности накопления биомассы. Это выражалось в уменьшении разницы между вариантами и контролем по массе сухого вещества растений, но компенсаторный механизм был выражен тем слабее, чем выше была заселенность почвы патогеном. В конце вегетации разница по массе сухого вещества между контролем и другими вариантами составляла 6 и 30%, то есть была тем больше, чем выше степень заселенности почвы *B. sorokiniana*.

В литературе эффект стимуляции роста и развития растений был отмечен в случае создания слабых инфекционных фонов [227, 282], при выращивании проростков пшеницы на разведённом фильтрате гриба *B. sorokiniana* [225], при слабом поражении растений яровой пшеницы фузариозной корневой гнилью [165]. Однако объяснения этому явлению не было дано. По данным Т. Гаспар [259], выделяемый *B. sorokiniana* гельминтоспорол оказывает стимули-

рующее действие на рост растений подобно гиббереллинам. Возможно, что наблюдаемый нами эффект стимуляции развития растений на первых этапах органогенеза являлся проявлением действия слабой концентрации этого метаболита гриба. При накоплении метаболитов гриба и увеличении их концентрации в растении процесс стимуляции роста сменяется его депрессией. Чем выше была заселённость почвы *B. sorokiniana*, тем сильнее проявлялись эффекты как стимуляции, так и депрессии ростовых процессов.

Рост конуса нарастания у яровой пшеницы, выращиваемой на почве с разной степенью заселённости *B. sorokiniana*, проходил аналогично динамике накопления сухого вещества растениями [172]. В фазе всходов (I этап органогенеза) наименьшая длина конуса нарастания была зафиксирована в контрольном варианте. В фазе роста стебля (VII этап органогенеза) длина конуса нарастания в контроле уже была наибольшей и убывала с увеличением инфекционного потенциала возбудителя в почве. То же самое наблюдалось в конце вегетации растений. В конечном итоге, увеличение степени заселённости почвы *B. sorokiniana* оказывало угнетающее действие на рост конуса нарастания яровой пшеницы, что не могло не отразиться на зерновой продуктивности растений.

Исследования элементов структуры урожая яровой пшеницы Мильтурум 553 показали (табл. 2), что с увеличением инфекционного потенциала возбудителя обыкновенной корневой гнили в почве снижаются высота растений (на 5,8 и 11,4%) и продуктивная кустистость (на 9,4 и 10,1%). Общее количество колосков в колосе практически не изменялось по вариантам, но при увеличении заселённости почвы патогеном число редуцированных колосков возрастало в 1,56 и 1,74 раза. Число цветков в колосе снижалось на 15,3 и 17,2%, но оплодотворяемость развитых цветков была одинаковой во всех вариантах опыта, так как фертильность

пыльцы практически не зависела от степени заселённости почвы патогеном.

Таблица 2

Влияние степени заселённости почвы *B. sorokiniana* на элементы структуры урожая яровой пшеницы Мильтурум 553 (1974–1976 гг.)

Показатель	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.		
	5–15	50–60	200–300
Высота растения, см	98,0 ± 1,13	92,3 ± 0,79	86,8 ± 1,60
Продуктивная кустистость, шт.	1,39 ± 0,04	1,26 ± 0,02	1,25 ± 0,05
Количество колосков в колосе, шт.:			
общее	15,1 ± 0,21	15,3 ± 0,24	15,1 ± 0,28
редуцированных	1,21 ± 0,15	1,89 ± 0,16	2,11 ± 0,21
Количество цветков в колосе, шт.	56,9 ± 1,35	48,2 ± 1,08	47,1 ± 1,55
Количество зёрен с колоса, шт.	34,3 ± 0,88	29,9 ± 0,89	25,9 ± 1,04
Масса зерна с колоса, г	1,25 ± 0,04	1,15 ± 0,04	0,83 ± 0,05
Масса 1000 зёрен, г	33,5 ± 0,35	33,5 ± 0,39	30,5 ± 0,25

У растений яровой пшеницы сорта Саратовская 29, так же как и у Мильтурум 553, при увеличении инфекционного потенциала возбудителя в почве возрастало количество редуцированных колосков в колосе, уменьшалось число цветков и зёрен в колосе, снижалась масса зерна с колоса. Единственное различие между этими сортами заключалось в том, что у Саратовской 29 уже при средней степени заселённости почвы патогеном (50–60 конидий гриба в 1 г почвы) наблюдалось снижение массы 1000 зёрен.

Уменьшение показателей элементов структуры урожая при увеличении заселённости почвы *B. sorokiniana* предопределило снижение общей зерновой продуктивности яровой пшеницы. Изучение вредоносности обыкновенной корневой гнили на яровой пшенице Мильтурум 553 показало, что урожайность растений при наличии 50–60 конидий гриба в 1 г почвы снижается в среднем на 12,6%, а при содержании 200–300 конидий патогена в 1 г почвы — на 33,3% по сравнению с контрольным вариантом (табл. 3).

Таблица 3

Развитие болезни и продуктивность яровой пшеницы Мильтурум 553 в зависимости от степени заселённости почвы *B. sorokiniana* (1974–1977 гг.)

Вариант	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.	Индекс развития болезни, %	Масса зерна с 1 растения	
			г	% к контролю
1 (контроль)	5–15	10,8	$1,35 \pm 0,035$	100
2	50–60	24,0	$1,18 \pm 0,045$	87,4
3	200–300	48,8	$0,90 \pm 0,042$	66,7
Критерий t по Стьюденту: $t_{1-2} = 2,98$; $t_{1-3} = 8,18$; $t_{2-3} = 4,52$; $t_{05 \text{ табл.}} = 2,31$				

Аналогичные результаты получены нами на яровой пшенице Саратовская 29, где урожайность растений в зависимости от степени заселённости почвы патогеном снижалась на 16,1 и 32,2%. В обоих случаях различия между вариантами по продуктивности растений были достоверны.

В разные годы исследований при одинаковой степени заселённости почвы *B. sorokiniana* вредоносность обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы была различной. В варианте, содержащем 50–60 конидий гриба в 1 г почвы, урожайность растений яровой пшеницы Мильтурум 553 в 1974, 1975 и 1976 гг. снижалась по сравнению с контролем на 12,8, 4,3 и 25,9% соответственно. В то же время в варианте с высокой заселённостью почвы патогеном (200–300 конидий гриба в 1 г почвы) снижение продуктивности растений относительно контроля варьировало по годам незначительно и составило 36,3; 32,3 и 40,8%. Таким образом, при более сильной степени заселённости почвы *B. sorokiniana* агроклиматические условия вегетационного периода оказывают меньшее влияние на изменение вредоносности обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы. Зерно растений яровой пшеницы, выросших на почве с высокой степенью заселённости патогеном, содержало меньше сырой клей-

ковины (на 1,6%), снижалась его стекловидность (на 11%) и сила муки (на 33%) [177]. Содержание ДНК в эндосперме таких зёрен было заметно выше (0,033%), чем в образцах с контрольного варианта (0,026%) [224].

Полученные данные свидетельствуют о том, что вредоносность обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы зависит в первую очередь от степени заселённости почвы *B. sorokiniana*. Увеличение заселённости почвы патогеном отрицательно сказывается на накоплении биомассы растениями, росте и развитии конуса нарастания. В результате нарушается формирование элементов структуры урожая, что приводит к снижению зерновой продуктивности растений и ухудшает качество зерна яровой пшеницы. Степень вредоносности обыкновенной корневой гнили изменяется по годам в зависимости от конкретных условий периода вегетации растений, но сохраняется основная закономерность: чем выше заселённость почвы патогеном, тем сильнее снижается зерновая продуктивность яровой пшеницы. Наличие этой закономерности позволило разработать новый метод по прогнозированию и определению вредоносности обыкновенной корневой гнили исходя из степени заселённости почвы *B. sorokiniana*, а также установить порог вредоносности болезни [171, 209]. За допустимый уровень заселённости (порог вредоносности) выщелоченного чернозёма в Западной Сибири *B. sorokiniana* была принята величина, не превышающая 20 конидий гриба в 1 г воздушно-сухой почвы. Это соответствует заселённости данным грибом выщелоченного чернозёма на целинных и залежных участках, где в процессе эволюции сформировались относительно постоянные ассоциации почвенных микроорганизмов. Метод определения вредоносности обыкновенной корневой гнили по степени заселённости почвы *B. sorokiniana*, по сравнению с методом модельных растений, является более надёжным. Он позволяет заранее (осенью или весной) предвидеть

вредоносность болезни в каждом конкретном агроценозе яровой пшеницы.

На основании полученных данных нами была предложена классификация почвы по заселённости её конидиями *B. sorokiniana* с учётом порога вредоносности обыкновенной корневой гнили [177, 209]. Выделены три группы почв: первая — заселённость почвы конидиями *B. sorokiniana* ниже порога вредоносности, то есть не более 20 конидий гриба в 1 г воздушно-сухой почвы; вторая — умеренная заселённость почвы, от 20 до 100 конидий гриба в 1 г воздушно-сухой почвы; третья группа — сильная (высокая) заселённость почвы *B. sorokiniana*, то есть более 100 конидий гриба в 1 г воздушно-сухой почвы.

Предложенная нами классификация почв по заселённости *B. sorokiniana* была апробирована в 1976–1984 гг. в Новосибирской, Кемеровской, Омской областях и в Алтайском крае на площади более 300 тыс. га. Учёты показали, что фитосанитарная ситуация по хозяйствам различная [156, 157]. В хозяйствах с низким уровнем заселённости почв патогеном отмечалась слабая вредоносность обыкновенной корневой гнили и наиболее высокая урожайность зерна яровой пшеницы. Увеличение площадей, инфицированных в умеренной, а особенно в сильной степени, сопровождалось усилением развития заболевания и снижением урожайности зерна на 12–30%.

Существование определённой зависимости между уровнем заселённости почвы возбудителем и урожайностью зерна яровой пшеницы свидетельствует о необходимости массового фитопатологического картирования полей с целью прогнозирования вредоносности обыкновенной корневой гнили и организации рациональных мер борьбы с ней. Внедрение в 1982–1984 гг. фитопатологических почвенных картограмм в 15 хозяйствах Маслянинского района Новосибирской области показало, что фитопатологическое

картирование почв является фундаментом, на котором строится система защитных мероприятий против обыкновенной корневой гнили [2]. Проведение комплекса агротехнических приёмов против болезни позволило получить в целом по району дополнительно зерна (по ценам 1985 г.) на сумму свыше 130 тыс. руб.

5. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ НА РАЗВИТИЕ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ

Роль агротехнических приёмов в оптимизации фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы особенно важна в связи с необходимостью экологизации защиты растений от болезней. Основной задачей их применения является повышение устойчивости растений к фитопатогену, а также контроль динамики его численности. Любой агротехнический приём, взятый в отдельности, не может обеспечить необходимой защиты растений пшеницы. Действие одного из агроприёмов обычно усиливается действием другого, если они применяются в комплексе. Поэтому применение комплекса агротехнических приёмов может служить основой для оптимизации фитосанитарного состояния в посевах яровой пшеницы. Использование комплекса агроприёмов оказывает различное влияние на развитие разных групп инфекций. Наиболее существенное воздействие агрокомплекса проявляется на почвенные инфекции, в том числе и на обыкновенную корневую гниль яровой пшеницы.

В результате многолетних исследований и наблюдений накоплен значительный материал, позволяющий в определённой степени оценить характер влияния различных звеньев агрокомплекса на развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы. Эта оценка необходима, прежде всего, для выявления возможности управления фитосанитарной ситуацией в посевах яровой пшеницы в направлении её оптимизации агротехническими факторами.

5.1. Роль сортовых особенностей яровой пшеницы в поражении её обыкновенной корневой гнилью

Устойчивые к вредным видам сорта — основа стабильности земледелия и, наряду с этим, наиболее экологически

и экономически оправданный приём защиты растений. В настоящее время сортов пшеницы, иммунных к корневой гнили, нет. В то же время отмечены значительные сортовые различия как в поражённости пшеницы, так и степени её выносливости к болезни [98]. Степень устойчивости растений к обыкновенной корневой гнили имеет сложный полигенный характер [252, 307] и может меняться при изменении почвенно-климатических условий. В этой связи местные сорта, приспособленные к почвенно-климатическим условиям зоны, оказываются более устойчивыми и выносливыми к болезни [52, 221]. Говоря о выносливости сортов к обыкновенной корневой гнили, имеют в виду их свойство давать большой урожай при равной поражённости с другими сортами. Это не всегда сочетается с устойчивостью.

Нами был проведен анализ на поражение обыкновенной корневой гнилью 35 сортов яровой пшеницы, отобранных в Доволенском ГСУ Новосибирской области. Коэффициент вариации индекса развития болезни составил 43,3%, а ее распространённости — 32,0. Это говорит о существенных различиях по устойчивости сортов к заболеванию. Коэффициенты вариации по поражению первичных и вторичных корней, эпикотили и основания стебля были высокими и равнялись 67,1; 45,7; 52,8 и 51,1% соответственно. Отсюда следует, что устойчивость сорта к обыкновенной корневой гнили определяется степенью поражения перечисленных органов.

Сравнительное изучение пяти сортов яровой пшеницы на поражённость их обыкновенной корневой гнилью показало существенные различия по развитию болезни в конце вегетации растений, поскольку коэффициент вариации этого показателя составил 28,7% (рис. 12).

Степень влияния сортовых особенностей на величину индекса развития болезни была высокой (46,9%), тогда как условия периода вегетации не оказывали влияние на него

(3,1%). Скороспелый сорт яровой пшеницы Новосибирская 22 и среднеранний сорт Лютесценс 25 достоверно сильнее поражаются обыкновенной корневой гнилью, чем средне-спелые Кантегирская 89 и Новосибирская 89. По-видимому, устойчивость сортов яровой пшеницы к обыкновенной корневой гнили связана с их скороспелостью. В литературе имеются данные, указывающие на определённую связь характера проявления болезни со скороспелостью сортов пшеницы [221].

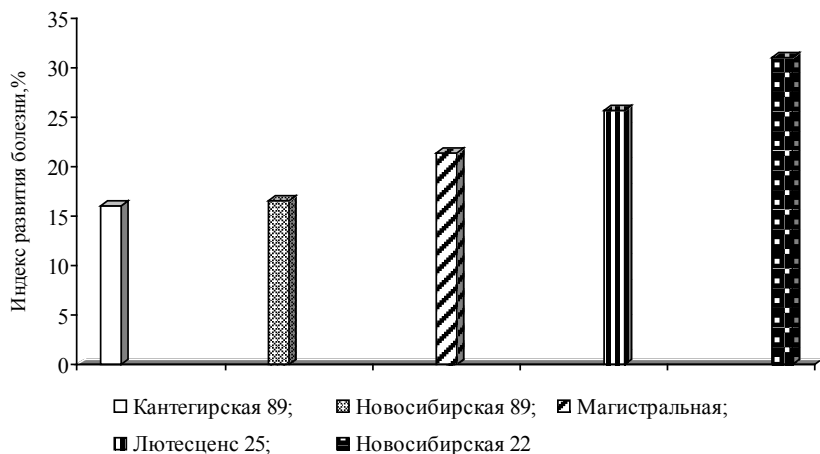


Рис. 12. Развитие обыкновенной корневой гнили на сортах яровой пшеницы (1993–1995 гг.)

Сравнительное изучение двух скороспелых сортов яровой пшеницы Новосибирская 22 и Новосибирская 29 в течение 2001–2003 гг. показало, что в среднем сорт Новосибирская 29 в меньшей степени поражался обыкновенной корневой гнилью в течение периода вегетации растений (рис. 13).

Нужно отметить, что в годы исследований пшеницу выращивали на почве, заселённой *B. sorokiniana* в сильной степени, что обуславливало высокое развитие корневой гнили. Содержание конидий гриба перед посевом пшеницы

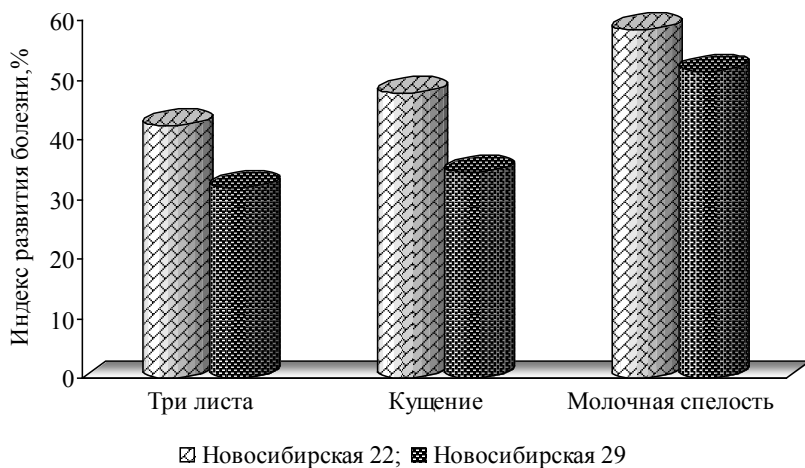


Рис. 13. Развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы (2001–2003 гг.)

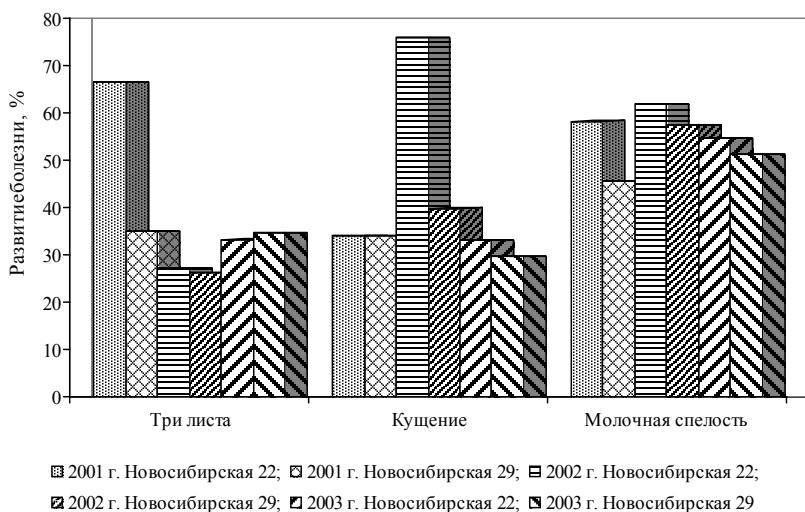


Рис. 14. Влияние условий вегетационного периода на развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы

составляло 123; 191 и 116 шт. в 1 г почвы соответственно. Различия между сортами по индексу развития болезни на

разных этапах онтогенеза были не однозначны по годам (рис. 14).

В фазе трёх листьев заметные различия между сортами по поражённости их обыкновенной корневой гнилью наблюдались лишь в 2001 г., в фазе выхода в трубку — в 2002 г., а в фазе молочной спелости — в течение трёх лет. В результате в фазе трёх листьев и выхода в трубку доля влияния условий вегетационного периода на индекс развития болезни была выше, чем сорта (рис. 15).

Напротив, в фазе молочной спелости влияние фактора сорт (23,9%) было значительно сильнее (на 10%). Относительная устойчивость сортов яровой пшеницы к обыкновенной корневой гнили проявлялась в большей степени к концу вегетации. На ранних стадиях развития растений за счёт сильного поражения coleoptile и влагалищ прикорневых листьев, особенно в период окончания их функционирования, различия в поражённости сортов болезнью не столь заметны.

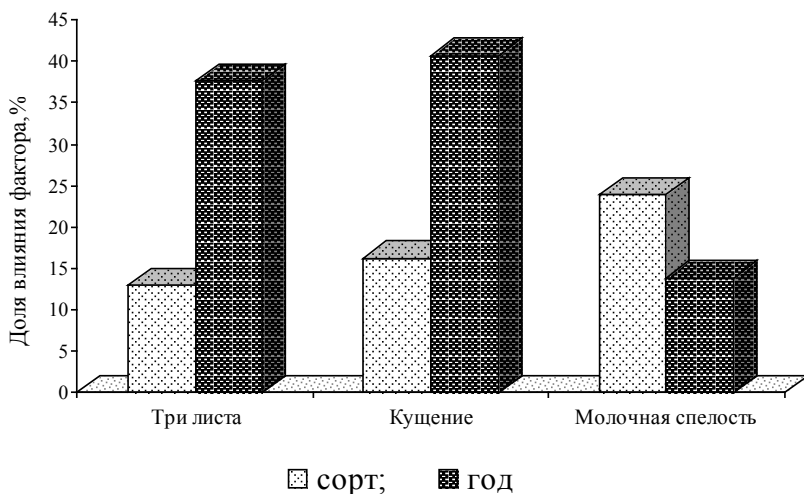


Рис. 15. Влияние факторов устойчивости сорта и условий вегетационного периода на развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы

Путём подбора относительно устойчивых к корневой гнили сортов можно существенно снизить развитие болезни в агроценозе яровой пшеницы. Однако следует помнить, что устойчивость сорта к болезни зависит не только от его генотипической составляющей, но и от условий внешней среды. Внешняя среда играет большую роль как в самом возникновении заболевания, так и в его развитии. Меняя условия возделывания яровой пшеницы, можно в той или иной степени изменять и устойчивость растений к патогену.

5.2. Влияние предшественника на развитие обыкновенной корневой гнили

Севообороты оказывают большое влияние на фитосанитарное состояние агроценозов [167]. Одной из главных причин, вызывающих эпифитотическое развитие обыкновенной корневой гнили, является прогрессирующее заселение почвы возбудителем болезни при насыщении севооборотов поражаемыми культурами [19, 182, 199]. Севооборот и предшественники играют главную роль в изменении количества возбудителя в почве [127, 210]. Как правило, бессменный посев культуры ведёт к увеличению инфекционного начала возбудителя в почве [53, 128, 164]. Длительное размещение пшеницы на одном поле приводит к накоплению инфекции *B. sorokiniana*, снижению фунгистатической активности почвы, усилению поражаемости растений корневой гнилью и снижению сбора зерна [133]. Выращиваемая культура имеет большое значение в изменении заселённости почвы возбудителем болезни. По данным А. В. Маликовой [118, 120], А. А. Бенкен и др. [23], корневые выделения кукурузы, овса, проса, гречихи угнетали развитие *B. sorokiniana*, а гороха и ячменя — поддерживали.

Поражённые обыкновенной корневой гнилью растения зерновых культур служат источником *B. sorokiniana*. В агроценозах на них происходит массовое размножение

возбудителя и его накопление в почве. Самая высокая заражённость почвы конидиями *B. sorokiniana* отмечена при бессменном выращивании зерновых культур, а в севооборотах — после ячменя [207]. Количество сформировавшихся инфекционных структур патогена находится в прямой зависимости от числа поражённых *B. sorokiniana* растений [23].

Под разными культурами грибок накапливается в почве с различной интенсивностью. Так, в микрополевом опыте при посеве овса, ячменя и яровой пшеницы в почве под этими культурами содержание конидий патогена было одинаковым. Весной следующего года в почве из-под ячменя содержание конидий гриба увеличилось более чем в 10 раз и было наибольшим по сравнению с другими культурами (табл. 4). В почве из-под овса содержание конидий осталось без изменения. Под разными сортами яровой пшеницы накопление конидий гриба в почве было различным. Увеличение инфекционного потенциала в зависимости от сорта составило от 3 до 6 раз. В итоге ячмень оказался наиболее мощным накопителем возбудителя обыкновенной корневой гнили в почве.

Таблица 4

Изменение численности конидий *B. sorokiniana* в почве при выращивании различных зерновых культур

Культура, сорт	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.	
	перед посевом, 1976 г.	весной 1977 г.
Овёс Победа	5 ± 1	5 ± 1
Ячмень Винер	5 ± 1	$54 \pm 4,5$
Яровая пшеница:		
Мильтурум 553	5 ± 1	$14 \pm 1,5$
Скала	5 ± 1	$23 \pm 4,6$
Новосибирская 67	5 ± 1	$28 \pm 4,4$

Одним из подтверждений этому послужили данные, полученные нами в ОПХ «Кочковское» Новосибирской

области. В конце вегетации растений количество конидий *B. sorokiniana* в среднем на полях, засеянных ячменём, составило 253, пшеницей — 68, овсом — 35 шт. в 1 г почвы. Полученные данные согласуются с результатами других исследователей [199, 243].

При возделывании яровой пшеницы динамика накопления инфекционного начала патогена зависит от исходного количества конидий гриба в почве [173]. Нами прослежена динамика изменения численности конидий *B. sorokiniana* в почве по сравнению с исходной при выращивании яровой пшеницы Мильтурум 553 на искусственном инфекционном фоне различной интенсивности (табл. 5).

Таблица 5

Изменение заселённости почвы конидиями *B. sorokiniana* при выращивании яровой пшеницы на инфекционном фоне различной интенсивности

Вариант	Количество конидий гриба в 1 г почвы перед посевом, шт.		
	1977 г.	1978 г.	1979 г.
Контроль	9 ± 1,0	25 ± 4,4	115 ± 9,4
Инфекционный фон:			
слабый	60 ± 8,5	45 ± 5,4	185 ± 11,5
средний	95 ± 4,6	110 ± 8,7	190 ± 9,6
сильный	375 ± 24,7	265 ± 22,6	150 ± 15,3

Возделывание пшеницы по пшенице приводило к накоплению патогена в почве в контрольном варианте в 12,8 раза, слабом и среднем инфекционных фонах — в 3,1 и 2,0 раза. В то же время на сильном инфекционном фоне, где исходное содержание конидий гриба в почве было высоким, происходило снижение степени заселённости патогеном (в 2,5 раза).

В результате к началу вегетационного периода 1979 г. инфекционные фоны слабо различались по степени заселённости почвы конидиями патогена. Видимо, бессменное

культивирование поражаемой культуры приводит к тому, что численность популяции *B. sorokiniana* стремится к некоторой относительно постоянной величине (ОПВ). При численности возбудителя ниже ОПВ повторное выращивание яровой пшеницы способствует увеличению популяции патогена, а при численности выше ОПВ отмечается тенденция снижения плотности популяции, несмотря на повторное выращивание яровой пшеницы. Парование почвы после двухлетнего культивирования пшеницы позволило значительно (в среднем в 5 раз) снизить заселённость почвы конидиями *B. sorokiniana*. В литературе также приводятся данные о фитосанитарной роли пара в снижении потенциала *B. sorokiniana* в почве [39, 242].

Вид парового предшественника для яровой пшеницы играет значительную роль в поражении её обыкновенной корневой гнилью. В стационарном опыте Алтайского НИИ земледелия и селекции нами изучалась фитосанитарная роль чистого и сидерального (донникового) пара как предшественника яровой пшеницы (табл. 6).

Таблица 6

Влияние парового предшественника на развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы Алтайская 81 и накопление конидий *B. sorokiniana* в почве (фаза молочно-восковой спелости)

Предшественник	Развитие болезни, %	Распространённость болезни, %	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.
Чистый пар	32,2	44	106 ± 15,4
Сидеральный пар	9,9	14	60 ± 8,7

Результаты показали, что яровая пшеница, посеянная по чистому пару, в фазе молочно-восковой спелости в 3,2 раза сильнее поражалась корневой гнилью и накапливала в 1,8 раза больше конидий *B. sorokiniana*, чем по сидеральному пару.

Нами отмечено, что пар как предшественник яровой пшеницы способствует большему её поражению обыкновенной

венной корневой гнилью и, как следствие, большому накоплению патогена в почве по сравнению с такими предшественниками, как овёс и пшеница. Так, в стационарном пятипольном севообороте (пар — пшеница — пшеница — овёс — пшеница) лаборатории обработки почвы СибНИИЗХим нами было выяснено, что перед посевом пшеницы наибольшее количество конидий *B. sorokiniana* содержится в почве после пшеницы (табл. 7).

Таблица 7

Влияние предшественника на развитие обыкновенной корневой гнили и накопление конидий *B. sorokiniana* в почве под яровой пшеницей (1992–1993 гг.)

Предшественник	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.		Развитие болезни, %	Распространенность болезни, %
	перед посевом	в конце вегетации		
Пар	134±10,0	511±46,5	24,9	96
Пшеница	210±11,3	285±12,1	20,4	84
Овес	128±10,8	216±37,9	16,4	56

К концу вегетации заселённость почвы патогеном под яровой пшеницей по паровому предшественнику возросла в 3,8 раза, в то время как по предшественникам пшеница и овёс в 1,3 и 1,7 раза.

Показатели развития и распространенности болезни были также самыми высокими у пшеницы после пара. Нужно отметить, что однолетнее прерывание возделывания пшеницы в севообороте не успевает существенно снизить инфекционный потенциал патогена в почве. При таком (60%) насыщении севооборота яровой пшеницей степень заселенности почвы патогеном после пара и овса остается довольно высокой.

По мере удаления от пара интенсивность накопления конидий *B. sorokiniana* под яровой пшеницей снижается (табл. 8).

Таблица 8

**Накопление конидий *B. sorokiniana* в почве под яровой пшеницей
с разной удаленностью от парового предшественника**

Год	Вторая пшеница после пара			Третья пшеница после пара		
	количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.		раз- витие болез- ни, %	количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.		развитие болезни, %
	перед посевом	молочно- восковая спелость		перед посевом	молочно- восковая спелость	
2001	123±3,8	360±8,9	63,9	175±20,5	285±7,4	55,2
2002	191±12,5	214±8,6	68,1	194±19,8	110±4,2	54,7
2003	116±5,1	234±7,3	44,4	124±9,3	142±8,0	40,1
Среднее	143±3,8	270±5,7	58,8	164±11,6	179±3,9	50,0

За период от посева до молочно-восковой спелости в среднем за 3 года коэффициент увеличения количества конидий под второй пшеницей после пара составил 1,9, а под третьей — всего 1,1. Индекс развития болезни на второй пшенице после пара был также выше. Прослеживается закономерность в том, что чем сильнее пшеница поражается обыкновенной корневой гнилью, тем больше конидий патогена накапливается в почве к концу вегетации.

Ранее мы уже указывали, что сорт Новосибирская 29 несколько слабее поражается обыкновенной корневой гнилью, чем Новосибирская 22. Проследив в течение 3 лет накопление патогена в почве под этими двумя сортами, мы выяснили, что под яровой пшеницей Новосибирская 29 при одинаковой исходной заселенности почвы перед посевом меньше накапливается патогена, чем под Новосибирской 22. За период от посева до молочно-восковой спелости в среднем за 3 года под сортом Новосибирская 22 заселенность почвы конидиями *B. sorokiniana* увеличилась в 1,9, тогда как под сортом Новосибирская 29 — только в 1,4 раза. В результате чем слабее сорт яровой пшеницы или культура поражаются обыкновенной корневой гнилью, тем меньше конидий патогена накапливается в почве (табл. 9).

Таблица 9

Накопление конидий *B. sorokiniana* в почве под сортами яровой пшеницы, высеваемыми второй культурой после пара

Год	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.			Развитие болезни, %	
	перед посевом	молочно-восковая спелость		Новоси- бирская 22	Новоси- бирская 29
		Новосибир- ская 22	Новосибир- ская 29		
2001	153±13,2	353±12,4	292±4,6	64,5	54,7
2002	181±14,9	335±6,5	195±5,7	66,3	56,6
2003	122±7,0	288±8,9	149±7,1	51,2	33,2
Среднее	152±7,6	292±5,6	212±3,9	60,7	48,2

Таким образом, для контроля фитосанитарной ситуации в посевах яровой пшеницы большое значение имеет предшественник. Доля влияния этого фактора составляет от 31 до 75% [154]. Для снижения запаса инфекции в почве и развития обыкновенной корневой гнили необходимо введение в севообороты благоприятных в фитосанитарном отношении культур. Однако необходимо учитывать, что формирование и накопление почвенной гельминтоспориозной инфекции в поле зависит не только от предшественника, но и от культур, возделываемых в предыдущие 2–3 года. В случае слабого или умеренного инфекционного фона возбудителя обыкновенной корневой гнили достаточно однолетнего выращивания фитосанитарной культуры для эффективного снижения его численности в почве. При высокой заселенности почвы патогеном необходим, как минимум, двухгодичный посев фитосанитарных предшественников [187, 210]. Засоренность посевов фитосанитарных культур щетинником, жабреем, куриным просом и другими мятликовыми сорняками обесценивает их роль в биологической дезинфекции почвы, а иногда приводит и к повышению инфекционного потенциала возбудителя обыкновенной корневой гнили.

5.3. Влияние основной обработки почвы на развитие обыкновенной корневой гнили

Система основной обработки почвы, являясь важнейшим звеном системы земледелия, должна способствовать созданию благоприятных условий для роста и развития растений, снижению запасов вредных организмов в почве и на растительных остатках, активизировать деятельность полезной микрофлоры.

Система обработки оказывает значительное влияние на биологическую активность почвы. Сосредоточение растительных остатков в верхнем слое при плоскорезной обработке обуславливает интенсивное размножение бактерий, усваивающих органические и минеральные формы азота, и более широкое соотношение между ними. Это свидетельствует об активных процессах минерализации органического вещества в слое 0–10 см, особенно при благоприятном сочетании температуры, влажности и аэрации. При отвальной обработке наиболее активен слой 10–20 см, куда запахиваются растительные остатки. Такая же закономерность наблюдается и в отношении целлюлозоразрушающих микроорганизмов [42].

Способы обработки почвы влияют и на состав микрофлоры [189]. Минимизация основной обработки выщелоченных чернозёмов приводит к снижению численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов. Следствием снижения биологической активности почвы является торможение процессов минерализации органического азота [193]. Одной из причин снижения биологической активности является уплотнение почвы, способствующее ухудшению аэрации, и перераспределение растительного материала в корнеобитаемом слое [41, 190].

При переходе от вспашки к безотвальной обработке почвы возникли опасения о возможности ухудшения фитосанитарной обстановки в посевах зерновых культур: увели-

чение засорённости посевов, усиление развития болезней, и, в частности, обыкновенной корневой гнили [163]. Однако, как показали исследования, проведенные в различных регионах, почвозащитная обработка не оказывает существенного влияния на количество возбудителя обыкновенной корневой гнили в почве и на усиление этого заболевания [63, 98]. В условиях Западной Сибири также дана положительная фитопатологическая оценка безотвальной обработке почвы в отношении корневой гнили [211]. Преобладание почвозащитной технологии обработки почвы приводит к усилению заселённости верхнего слоя почвы возбудителем обыкновенной корневой гнили, и семена при посеве попадают в более инфицированный слой, чем при вспашке. Это создаёт опасность снижения полевой всхожести семян и усиленного поражения зародышевых органов и эпикотиля [199, 208, 213].

Наши исследования показали, что в системе зернопарового севооборота (пар — пшеница — пшеница — овёс — пшеница) в условиях северной лесостепи переход от вспашки к почвозащитным обработкам не ухудшал фитосанитарную ситуацию в отношении обыкновенной корневой гнили. Почвозащитные обработки не приводили к увеличению инфекционного потенциала возбудителя в пахотном слое почвы (табл. 10).

Перед посевом яровой пшеницы содержание конидий *B. sorokiniana* в почве в среднем по культуре было практически одинаковым во всех вариантах основной обработки почвы. При нулевой обработке содержание конидий патогена в почве под первой пшеницей после пара было значительно ниже, а под второй после пара — выше, чем на вспашке. Степень влияния предшественника на уровень заселённости почвы конидиями *B. sorokiniana* составила 66,4%, а способ основной обработки почвы не оказывал заметного влияния на этот показатель. В конце вегетации растений яровой пшеницы заселённость почвы патогеном в среднем по культуре

Таблица 10

**Влияние различных способов основной обработки почвы
на её заселённость конидиями *B. sorokiniana* (1992–1993 гг.)**

Способ основной обработки почвы	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.			
	первая пшеница после пара	вторая пшеница после пара	четвёртая пшеница после пара	среднее
До посева				
Вспашка	150 ± 9,6	201 ± 19,2	131 ± 16,5	161 ± 18,5
Глубокое рыхление	112 ± 16,6	177 ± 17,6	132 ± 17,6	140 ± 17,3
Плоскорезная обработка	167 ± 25,5	202 ± 20,2	98 ± 28,2	156 ± 24,8
Нулевая обработка	103 ± 9,8	258 ± 20,9	122 ± 26,7	161 ± 20,4
Конец вегетации				
Вспашка	543 ± 55,0	280 ± 27,4	188 ± 31,9	337 ± 40,0
Глубокое рыхление	462 ± 65,9	227 ± 25,0	126 ± 10,4	272 ± 41,1
Плоскорезная обработка	425 ± 35,9	175 ± 14,1	153 ± 30,8	251 ± 28,5
Нулевая обработка	452 ± 53,1	190 ± 18,8	103 ± 21,7	248 ± 34,8

возросла в 1,8 раза, в то время как по способам основной обработки почвы этот показатель составил 2,1; 1,9; 1,6 и 1,5 раза соответственно вспашке, глубокому рыхлению, плоскорезной и нулевой обработкам.

Наиболее сильное повышение заселённости почвы патогеном от начала к концу вегетации наблюдалось под первой пшеницей после пара (от 2,5 на плоскорезной до 4,4 раза на нулевой обработке). В итоге в конце вегетации растений содержание конидий гриба в почве на вспашке было самым высоким вне зависимости от удаления культуры от парового предшественника. В среднем заселённость почвы патогеном на вспашке значительно превышала таковую в остальных вариантах обработки почвы, которые, однако, не различались между собой по этому показателю. Степень влияния способов основной обработки почвы на уровень заселённости почвы конидиями гриба в конце вегетации

составила 4,9%, в то время как фактора предшественник — 93,5%. Таким образом, предшественник играет куда более существенную роль в изменении заселённости почвы патогеном, чем способ основной обработки почвы.

Почвозащитные обработки почвы не усиливали развитие обыкновенной корневой гнили на растениях яровой пшеницы вне зависимости от предшественника (табл. 11). Однако поражённость растений была выше во всех вариантах основной обработки почвы при возделывании пшеницы по пару, чем по зерновому предшественнику. Это, скорее всего, связано с более высоким накоплением в пару нитратных форм азота, способствующих восприимчивости растений к болезни. Доля влияния способов основной обработки почвы на развитие обыкновенной корневой гнили была невысокой — 3,9% (доля влияния предшественника составила 91,3%).

Таблица 11

Влияние различных способов основной обработки почвы на развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы в фазе молочно-восковой зрелости (1992–1993 гг.)

Способ основной обработки почвы	Индекс развития болезни, %			
	первая пшеница после пара	вторая пшеница после пара	четвёртая пшеница после пара	средний
Вспашка	52,9	38,9	34,2	42,0
Глубокое рыхление	45,8	36,8	28,8	37,1
Плоскорезная обработка	52,3	39,2	27,2	39,6
Нулевая обработка	55,6	42,8	30,6	43,0
НСР ₀₅				4,8

Определённый интерес вызывает влияние способов основной обработки почвы на поражение болезнью отдельных органов растений пшеницы (табл. 12). У пшеницы по паровому предшественнику все органы растения в боль-

Таблица 12

Влияние различных способов основной обработки почвы на поражение обыкновенной корневой гнилью органов яровой пшеницы в фазе кущения (1992–1993 гг.)

Способ основной обработки почвы	Индекс развития болезни, %				
	первичные корни	вторичные корни	эпикотиль	влагалища прикорневых листьев	средний по органам
Первая пшеница после пара					
Вспашка	11,5	13,1	8,6	23,9	14,3
Глубокое рыхление	2,6	8,3	8,2	20,8	10,0
Плоскорезная обработка	2,8	8,1	5,8	21,2	9,5
Нулевая обработка	3,5	8,1	5,8	18,1	8,9
НСР ₀₅					2,6
Вторая пшеница после пара					
Вспашка	3,9	3,1	6,8	14,5	7,1
Глубокое рыхление	4,2	3,2	3,8	9,7	5,2
Плоскорезная обработка	2,3	2,5	6,3	15,0	6,5
Нулевая обработка	3,1	4,6	6,4	13,2	6,8
НСР ₀₅					2,3
Четвёртая культура после пара					
Вспашка	7,3	13,4	11,8	12,7	11,3
Глубокое рыхление	9,5	9,7	13,4	14,4	11,7
Плоскорезная обработка	8,0	14,9	10,1	14,7	11,9
Нулевая обработка	8,0	8,3	11,5	12,1	10,0
НСР ₀₅					3,0
В среднем по предшественнику					
Вспашка	7,6	9,9	9,1	17,0	10,9
Глубокое рыхление	5,4	7,1	8,5	15,0	9,0
Плоскорезная обработка	4,4	8,5	7,4	17,0	9,3
Нулевая обработка	4,9	7,0	7,9	14,5	8,6
НСР ₀₅					1,3

шей степени поражались обыкновенной корневой гнилью на вспашке. В среднем по органам различия по поражению болезнью между вспашкой и почвозащитными обработками почвы были достоверны. Влияние способов основной обработки на развитие обыкновенной корневой гнили по органам в этом случае было слабым и составило 9,2%.

У пшеницы по зерновым предшественникам различия по поражению органов яровой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы были незначительными. Доля влияния фактора обработки почвы на поражение органов болезнью у второй пшеницы после пара составила 0,6%, а у пшеницы по овсу — 0. В среднем по предшественникам доля влияния этого фактора была всего 4%. Различия между вспашкой и почвозащитными способами обработки почвы по индексу развития болезни в среднем по органам были достоверны.

Таким образом, при переходе от вспашки к почвозащитным обработкам почвы не происходило резкого увеличения поражённости обыкновенной корневой гнилью какого-либо органа яровой пшеницы и растения в целом. Доля влияния способов основной обработки почвы на изменение численности конидий *B. sorokiniana* в почве и развитие болезни была незначительной. Отсюда следует, что фитосанитарная роль основной обработки почвы в отношении обыкновенной корневой гнили незначительна.

В пределах разных способов обработки почвы действуют различные факторы, обуславливающие фитосанитарное состояние почвы. Однако в условиях лесостепной зоны суммарный эффект этих факторов в наших исследованиях оставался практически неизменным при всех изучаемых способах основной обработки почвы.

5.4. Значение срока посева яровой пшеницы в развитии обыкновенной корневой гнили

Сроки посева яровой пшеницы имеют существенное значение в борьбе с обыкновенной корневой гнилью. В литературе высказываются различные мнения о том, какие сроки посева зерновых являются лучшими в отношении снижения развития болезни. По данным одних исследователей, ранние сроки посева зерновых культур снижают развитие корневых гнилей [33, 199]. Имеются и противоположные мнения [61]. Другие исследователи считают, что слишком ранние и поздние сроки посева яровой пшеницы значительно сильнее поражаются корневыми гнилями, чем оптимальные [98].

По нашим данным, чем позднее срок посева яровой пшеницы, тем сильнее в период посева семян почва заселена конидиями *B. sorokiniana*. Это связано с интенсивной споруляцией гриба на инфицированных растительных остатках в почве [19]. Тёплая погода и относительно высокая влажность почвы в этот период способствуют разложению растительных остатков, обеспечивая усиленное конидиеобразование гриба. В результате при позднем сроке посева конидий гриба в 1 г почвы было в 2,3 раза больше, чем при раннем (табл. 13).

Таблица 13

Влияние срока посева яровой пшеницы на численность конидий *B. sorokiniana* в почве (1992–1995 гг.)

Срок посева	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.	
	во время посева	после уборки урожая
Ранний	100 ± 11,6	193 ± 41,8
Средний	179 ± 9,4	174 ± 27,6
Поздний	229 ± 22,7	461 ± 51,5

Таким образом, семена пшеницы при позднем сроке сева попадают в почву с более высоким инфекционным по-

тенциалом патогена. Доля влияния срока посева на инфекционный потенциал *B. sorokiniana* в почве составила 17,4%. Степень заселённости почвы грибом перед посевом пшеницы существенно варьировала по годам, в связи с чем влияние года составило 26,0%.

В среднем за годы исследований накопление инфекционного начала *B. sorokiniana* в почве было в 2,4 раза выше под яровой пшеницей позднего, чем раннего срока посева. Влияние фактора срока посева на содержание конидий гриба в почве после уборки урожая было средним и равнялось 13,4%, в то время как влияние условий года на этот показатель было сильным и составило 26,6%.

Пшеница раннего срока посева меньше поражалась обыкновенной корневой гнилью, чем позднего (табл. 14).

Таблица 14

Влияние срока посева яровой пшеницы на развитие и распространённость обыкновенной корневой гнили (1992–1995 гг.), %

Срок посева	Кущение		Молочно-восковая спелость	
	развитие болезни	распространённость болезни	развитие болезни	распространённость болезни
Ранний	15,3	30,0	35,1	53,7
Средний	14,8	30,3	65,9	80,3
Поздний	26,9	45,7	54,9	64,0

В фазе кущения индекс развития болезни на пшенице позднего срока был в 1,7 и 1,8 раза выше, чем при раннем и среднем сроках посева. К концу вегетации это соотношение несколько изменилось. На пшенице позднего срока посева индекс развития болезни был в 1,6 раза выше, чем на раннем, но меньше, чем на среднем. Влияние сроков посева пшеницы на развитие обыкновенной корневой гнили было сильным (доля влияния к концу вегетации растений достигала 39,1%). Это давало возможность использовать срок посева в оптимизации фитосанитарного состояния в посевах

яровой пшеницы в отношении обыкновенной корневой гнили. Распространённость болезни возрастала с увеличением индекса развития заболевания. В фазе кущения на позднем сроке посева распространённость обыкновенной корневой гнили была в 1,5 раза выше, чем на остальных сроках посева, а в фазе молочно-восковой спелости — в 1,2 раза больше, чем на раннем, но во столько же раз меньше, чем на среднем сроке посева.

Анализ развития обыкновенной корневой гнили в фазе кущения по органам растения показал, что у яровой пшеницы позднего срока посева в большей степени, чем при других сроках, поражаются первичные и вторичные корни (табл. 15). Поражение эпикотилия и влагалищ прикорневых листьев практически не зависело от срока посева пшеницы.

Таблица 15

Поражение органов растений обыкновенной корневой гнилью в фазе кущения в зависимости от срока посева яровой пшеницы (1992–1995 гг.)

Срок посева	Индекс развития болезни, %			
	первичные корни	вторичные корни	эпикотиль	влагалища прикорневых листьев
Ранний	2,8	3,6	1,9	6,8
Средний	2,5	4,4	0,9	6,8
Поздний	9,4	9,5	1,2	6,9

Корневая система интенсивнее растёт и развивается при пониженных температурах. Вследствие этого обеспеченность растений корнями при раннем и среднем сроках посева больше, чем при позднем. Предрасположенность корней как подземных органов к возбудителю возрастает по мере перехода от ранних к поздним срокам посева, а предрасположенность надземных органов растения остаётся без изменения [213].

Выбор срока посева яровой пшеницы в значительной мере зависит от конкретно складывающихся условий.

Он должен обеспечить растения влагой в период вегетации и одновременно повышать выносливость растений пшеницы к болезни. Значительное изменение срока посева подвергает культуру новым опасностям. При очень ранних посевах пшеницы резко возрастает вероятность значительного повреждения её вредителями. Хотя срок посева яровой пшеницы существенно влияет на развитие обыкновенной корневой гнили, однако возможности, в смысле сдвигов сроков посева, ограничены воздействием как абиотических, так и биотических факторов внешней среды.

5.5. Роль минеральных удобрений в развитии обыкновенной корневой гнили

Условия питания растений имеют большое значение в повышении их устойчивости к инфекционным заболеваниям. Наибольшее влияние на развитие обыкновенной корневой гнили оказывают фосфорные и азотные удобрения. Недостаток фосфора в почве обуславливает положительное влияние фосфорных удобрений на выносливость растений к болезни [47, 63, 69, 180]. По имеющимся литературным данным [3, 12, 32, 38, 58, 73, 124, 126, 128, 182, 184, 185. и др.], применение фосфорных удобрений снижает вредоносность обыкновенной корневой гнили и повышает урожай. Большое значение в снижении поражаемости посевов пшеницы и ячменя болезнью имеет соотношение макроэлементов в почве, особенно азота и фосфора [10, 13, 116, 237, 306]. Применение азотных удобрений в посевах зерновых оказалось неэффективным в борьбе с обыкновенной корневой гнилью яровой пшеницы и ячменя на почвах, где в первом минимуме был фосфор [12, 198, 277, 294, 296, 302]. Внесение азотных удобрений в аммонийной форме приводило к снижению вредоносности корневой гнили по сравнению с нитратной формой, улучшалось фитосанитарное состояние почвы в посевах яровой пшеницы в Западной Сибири [194].

Есть данные, что внесение фосфорных удобрений способствует снижению развития обыкновенной корневой гнили, уменьшению числа больных растений [322]. Кроме этого, снижается скорость распространения поражения [321]. В ряде работ [32, 107, 183, 219] указывается, что фосфорные удобрения оказывают слабое влияние на снижение развития болезни или совсем не оказывают, но за счёт лучшего питания растений их выносливость увеличивается и снижается вредоносность обыкновенной корневой гнили.

В литературе приводятся неоднозначные данные о влиянии фосфорных удобрений на изменение количества возбудителя обыкновенной корневой гнили в почве. В опытах Г. А. Краевой [104] соли фосфора подавляли вегетативный рост мицелия на питательной среде, но значительно усиливали спороношение и созревание конидий. Там где фосфор находится в первом минимуме, внесение фосфорных удобрений активизирует почвенную микрофлору в ризосфере растений, способствуя угнетению популяции *B. sorokiniana* [6, 125, 215]. В условиях Казахстана и Зауралья внесение фосфорных удобрений не влияло на популяцию патогена в почве и, судя по развитию болезни, угнетающего действия на активность возбудителя фосфор не оказывал [19, 62, 64, 67]. По данным М. В. Горленко и М. М. Афанасьевой [60], в северной лесостепи Приобья, где в первом минимуме был азот, фосфорные удобрения не способствовали увеличению числа и видов грибов, являющихся антагонистами *B. sorokiniana*.

Нами впервые показано, что внесение фосфорного удобрения в почву перед посевом в дозе 120 кг д. в/га (P_{120}) оказывало существенное влияние на заселённость почвы патогеном под яровой пшеницей [177]. Важно было выяснить, как изменяется инфекционный потенциал *B. sorokiniana* в почве на протяжении вегетационного периода по сравнению с исходным. В вегетационно-полевых опытах с искус-

ственным инфекционным фоном были получены данные, свидетельствующие о том, что при слабой степени заселённости почвы патогеном (10 конидий гриба в 1 г почвы) на удобренном фоне накопление конидий гриба под яровой пшеницей происходило с меньшей скоростью, чем на фоне без внесения фосфора (табл. 16). Напротив, при более высокой заселённости почвы грибом перед посевом пшеницы, в конце вегетации растений в вариантах с внесением фосфорного удобрения количество конидий гриба в 1 г почвы возросло в большее число раз, чем в аналогичных вариантах без внесения фосфора. Таким образом, яровая пшеница на удобренном фоне при низкой степени заселённости почвы патогеном (ниже уровня порога вредоносности) представляет меньший источник инфекции относительно фона без удобрений, а при высокой — больший.

Таблица 16

Влияние внесения фосфорного удобрения на накопление конидий *B. sorokiniana* в почве под яровой пшеницей Мильтурум 553 (1975–1976 гг.)

Исходное количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.	Увеличение количества конидий гриба в 1 г почвы от исходного, число раз			
	колошение		полная спелость	
	P ₀	P ₁₂₀	P ₀	P ₁₂₀
10	0,8	0,4	1,3	1,0
55	1,8	1,5	1,7	2,5
250	1,2	1,2	1,8	1,7

Внесение фосфорного удобрения перед посевом яровой пшеницы способствовало снижению интенсивности инфекционного процесса обыкновенной корневой гнили. Оздоровляющий эффект фосфорного удобрения наиболее сильно проявлялся на подземных органах растений и особенно на вторичных корнях. В большей мере он обнаруживался при заселённости почвы патогеном ниже порога вредоносности (менее 20 конидий гриба в 1 г почвы). Уве-

личение заселённости почвы патогеном выше порога вредности приводило к снижению эффективности фосфорного удобрения в подавлении развития болезни [177].

Изучая динамику развития обыкновенной корневой гнили на растениях яровой пшеницы, мы установили, что с увеличением заселённости почвы *B. sorokiniana* развитие болезни возрастает как при внесении фосфорного удобрения, так и без него. Однако при одинаковой степени заселённости почвы патогеном в вариантах с внесением фосфорного удобрения развитие болезни к концу вегетации было меньше. Разница по индексу развития болезни между вариантами с внесением фосфорного удобрения и без него возрастала по мере увеличения степени заселённости почвы патогеном [170].

Применение фосфорного удобрения на инфекционном фоне способствовало более интенсивному росту и развитию растений, повышало устойчивость всходов к термическому ожогу и выживаемость растений. На удобренном фоне растения пшеницы накапливали больше биомассы и сухого вещества, что положительно влияло на формирование элементов структуры урожая [170, 175].

В микрополевом опыте зерновая продуктивность растений яровой пшеницы в вариантах без внесения фосфорного удобрения заметно снижалась с увеличением заселённости почвы патогеном (табл. 17).

Масса зерна с одного сосуда по сравнению с контролем уменьшалась на 19,3 и 38,5% в соответствии с увеличением инфекционного потенциала возбудителя в почве. В то же время в вариантах, где фосфор был внесён, этот показатель оставался на уровне контроля вне зависимости от степени заселённости почвы патогеном. Подобные данные получены нами для сортов яровой пшеницы Скала, Саратовская 29, Новосибирская 67. Во всех случаях внесение фосфорного удобрения как бы нивелировало отрицательное действие инфекционного фона.

Таблица 17

Влияние внесения фосфорного удобрения на урожайность яровой пшеницы Мильтурум 553 при разной заселённости почвы *B. sorokiniana* перед посевом (1975–1977 гг.)

Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.	Внесение удобрения	Масса зерна с одного сосуда	
		г	%
10 ± 2,0	P ₀ (контроль)	15,6 ± 0,40	100
	P ₁₂₀	15,4 ± 1,80	98,7
55 ± 2,2	P ₀	12,5 ± 1,15	80,7
	P ₁₂₀	15,8 ± 0,66	101,3
250 ± 20,4	P ₀	9,6 ± 1,45	61,5
	P ₁₂₀	15,9 ± 1,69	101,9

В итоге, внесение в почву перед посевом фосфорного удобрения в дозе 120 кг д.в/га повышало выносливость растений яровой пшеницы к обыкновенной корневой гнили. Под действием фосфорного удобрения снижалось развитие болезни, усиливался рост растений и накопление ими биомассы. В результате продуктивность яровой пшеницы не снижалась при увеличении заселённости почвы конидиями *B. sorokiniana*. Однако максимальный эффект от внесения фосфорного удобрения проявлялся в почве, заселённой возбудителем болезни ниже порога вредоносности. В почве, заселённой патогеном в сильной степени, под влиянием фосфорного удобрения возрастала роль растений яровой пшеницы как источника инфекции.

Влияние азотных удобрений на состояние посевов яровой пшеницы неоднозначно: с одной стороны, они усиливают предрасположенность растений к поражению их обыкновенной корневой гнилью, с другой — увеличивают выносливость растений и урожайность зерна. Как правило, при внесении одних азотных удобрений развитие болезни усиливается [83, 98, 199]. Применение азотных удобрений

стимулирует размножение *B. sorokiniana* по сравнению с внесением только фосфорных удобрений [213]. Замена нитратной формы удобрения на аммонийную снижает его негативное воздействие, так как аммонийная форма азота существенно нарушает интенсивность споруляции *B. sorokiniana* [80].

В полевом опыте 2001–2003 гг. нами проведены исследования по изучению влияния разных доз азотного удобрения (аммиачная селитра) на развитие обыкновенной корневой гнили и накопление конидий *B. sorokiniana* в почве под яровой пшеницей, возделываемой второй и третьей культурой после пара. Результаты показали, что динамика накопления конидий гриба в почве под второй и третьей пшеницей после пара различается (табл. 18).

Таблица 18

Влияние внесения разных доз азотного удобрения на накопление конидий *B. sorokiniana* в почве (2001–2003 гг.)

Доза азотного удобрения	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.		
	перед посевом	кущение	молочно-восковая спелость
Вторая пшеница после пара			
N ₀	143 ± 3,8	205 ± 48,9	240 ± 46,8
N ₆₀	143 ± 3,8	171 ± 20,3	252 ± 28,5
N ₉₀	143 ± 3,8	144 ± 16,0	281 ± 67,0
Третья пшеница после пара			
N ₀	171 ± 21,7	127 ± 22,2	227 ± 65,4
N ₉₀	128 ± 18,0	137 ± 18,7	177 ± 17,9
N ₁₂₀	180 ± 13,9	115 ± 14,8	133 ± 17,4

Нужно отметить, что заселённость почвы патогеном перед посевом пшеницы была высокой. В фазе кущения на второй пшенице после пара отмечалась тенденция к снижению накопления возбудителя в почве при увеличении дозы

внесённого азота. К концу вегетации, напротив, больше конидий гриба в почве содержалось там, где вносили больше азотного удобрения. В то же время различия были несущественными. При увеличении дозы азота от N_0 до N_{90} содержание конидий *B. sorokiniana* в почве возрастало по сравнению с исходным в 1,7; 1,8 и 2,0 раза соответственно.

На третьей пшенице после пара в фазе кущения заселённость почвы патогеном была примерно одинаковой во всех вариантах и даже несколько снижалась по сравнению с исходной в двух вариантах (N_0 и N_{120}). К концу вегетации растений в вариантах с внесением азотного удобрения N_{90} и N_{120} численность конидий гриба была меньше в 1,3 и 1,7 раза, чем в варианте без внесения азота, но оставалась высокой. По сравнению с исходной заселённость почвы возбудителем болезни к концу вегетации увеличилась в 1,3; 1,4 и 0,7 раза соответственно дозам внесения азота.

Таким образом, внесение оптимальных и повышенных доз азотного удобрения не приводило к существенному увеличению заселённости почвы конидиями *B. sorokiniana* под второй пшеницей и даже несколько снижало содержание патогена в почве под третьей пшеницей после пара. Полученные результаты можно объяснить тем, что микробиологическая активность почвы зависит от уровня минерального питания и предшественника. При посеве пшеницы по пшенице отмечалось увеличение количества антагонистов *B. sorokiniana* в микробном ценозе. Особенно значительное их возрастание происходило на удобренном фоне [109]. В результате снижались процесс споруляции и выживаемость конидий гриба в почве.

Изучение динамики обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы показало, что на первых этапах развития растений внесение азотного удобрения способствует снижению развития болезни (табл. 19).

Таблица 19

Влияние внесения азотного удобрения на развитие обыкновенной корневой гнили и урожайность яровой пшеницы (2001–2003 гг.)

Доза азотного удобрения	Индекс развития болезни,%			Урожайность, т/га
	три листа	кущение	молочная спелость	
Вторая пшеница после пара				
N ₀	37,1	41,1	54,9	2,0
N ₆₀	30,4	37,6	66,7	2,71
N ₉₀	35,9	35,5	64,2	3,01
НСР ₀₅ 0,54				
Третья пшеница после пара				
N ₀	36,9	39,7	54,1	1,76
N ₉₀	30,6	33,6	68,1	2,82
N ₁₂₀	30,8	42,0	69,4	2,96
НСР ₀₅ 0,24				

К концу вегетации поражённость растений болезнью в неудобренных вариантах была в 1,2–1,3 раза ниже, чем при внесении азота. На удобренных фонах возрастание развития обыкновенной корневой гнили происходило за счёт большего поражения патогеном всех органов растения, но более всего азотное удобрение усиливало поражение болезнью вторичных корней и основания стебля (рис. 16).

Хотя внесение азотного удобрения и увеличивало развитие обыкновенной корневой гнили на яровой пшенице, однако урожай зерна на удобренных фонах был существенно выше (табл. 19). При внесении N₆₀ и N₉₀ под вторую пшеницу после пара прибавки урожайности составили 0,71 и 1,01 т/га. На третьей пшенице после пара дозы N₉₀ и N₁₂₀ обеспечили повышение урожайности зерна на 1,06 и 1,2 т/га.

Таким образом, внесением минеральных удобрений можно ограничивать интенсивность размножения патогена,

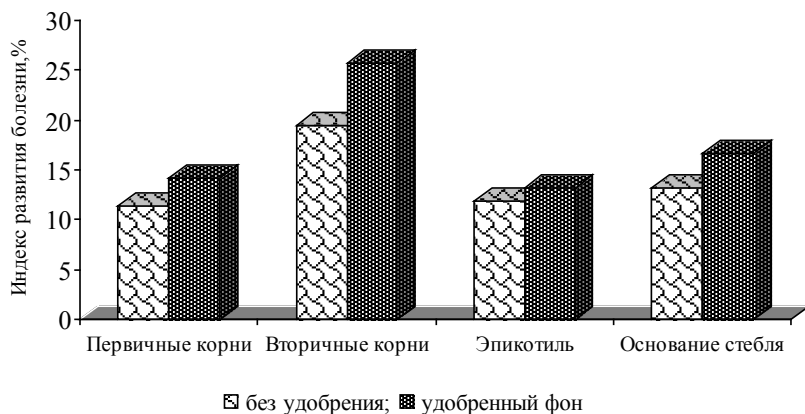


Рис. 16. Влияние внесения азотного удобрения на поражаемость органов яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью (фаза молочной спелости, 2001–2003 гг.)

снизить длительность его выживания в почве путём активации биологической и антагонистической активности почвы, повысить выносливость растений к болезни. С помощью минеральных удобрений не достигается кардинальное оздоровление почвы от возбудителя, но и не ухудшается в значительной мере фитосанитарное состояние почвы и посевов яровой пшеницы относительно обыкновенной корневой гнили. Сбалансированное азотно-фосфорное питание даёт наилучший фитосанитарный эффект и снижает предрасположенность растений к заражению возбудителем. На фоне оптимальной дозы фосфора и повышенных доз азота зерновая продуктивность яровой пшеницы будет тем выше, чем ниже заселённость почвы возбудителем обыкновенной корневой гнили. Поэтому проблема снижения инфекционного потенциала патогена в почве особенно актуальна при выращивании пшеницы на высоком уровне интенсификации.

6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В СНИЖЕНИИ РАЗВИТИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ

6.1. Эффективность биопрепаратов в снижении развития обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы

В лесостепи Западной Сибири рядом исследователей было проведено изучение эффективности применения биопрепаратов против обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы. В 70–90-е годы XX в. большинство исследований касалось применения Триходермина. Было показано, что предпосевная обработка семян пшеницы Триходермином существенно снижает пораженность всех органов растения болезнью. В результате развитие корневой гнили было ниже по сравнению с контролем в течение всего вегетационного периода. Кроме того, применение биопрепарата повышало урожай зерна [89, 90, 91, 105, 146]. Внесение Триходермина в почву с низким содержанием конидий *B. sorokiniana* способствовало усилению репродуктивной активности патогена, что повышало инфекционный потенциал патогена в почве. Напротив, внесение биопрепарата в почву с высоким содержанием конидий гриба снижало количество конидий патогена в 1 г почвы. В обоих случаях применение Триходермина снижало развитие обыкновенной корневой гнили на растениях пшеницы [92, 93]. Активность триходермы (*Trichoderma lignorum* (Tode) Horz) по отношению к *B. sorokiniana* возрастала с увеличением уровня минерального питания [76], поэтому внесение триходермы в почву на удобренном фоне снижало накопление в ней конидий патогена [95]. Антагонистическая активность триходермы изменялась от температуры [94], а также от фаз роста и развития растений [96].

Предпосевная обработка семян яровой пшеницы биопрепаратом Симбионт-2 несколько улучшала фитосанитарное состояние почвы [106]. Повышалась её общая микробиологическая активность, отмечалась тенденция к снижению количества конидий *B. sorokiniana* в почве и их жизнеспособности, снижалось поражение первичных корней и основания стебля растений обыкновенной корневой гнилью. В результате повышался урожай зерна.

Обработка семян пшеницы перед посевом биопрепаратами Ризоэнтерин, Ризоагрин, Мизорин и препаратом на основе *Pseudomonas* оказывала хорошее оздоравливающее действие от обыкновенной корневой гнили на все органы пшеницы в начальный период развития растений. Однако к концу вегетации пораженность различных органов пшеницы болезнью находилась на уровне контроля. Тем не менее, были получены достоверные прибавки урожая от применения биопрепаратов [7]. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы препаратом растительного происхождения Силк снижала развитие и распространённость обыкновенной корневой гнили, увеличивались масса 1000 зёрен, урожай и содержание клейковины в зерне [43, 44]. Новый биологический препарат Бинорам, созданный на основе отобранных штаммов бактерий рода *Pseudomonas*, обладал высокой эффективностью в подавлении корневой гнили (до 70,0%) и повышал урожайность зерна на 15% [8].

Сущность обработки семян биопрепаратами заключается в уничтожении или торможении развития возбудителя болезни с помощью других живых организмов или продуктов их жизнедеятельности. При этом чаще всего используются микроорганизмы, являющиеся антагонистами патогенов. Использование биопрепаратов отвечает принципу интегрированной защиты растений — минимальной опасности загрязнения внешней среды. Однако биологический метод защиты от обыкновенной корневой гнили пшеницы

пока ещё не нашёл широкого применения в практике из-за несовершенства методик применения биопрепаратов и непостоянства получаемых результатов.

В своих исследованиях мы изучали эффективность применения биопрепаратов против обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы. В течение 3 лет (1988–1990 гг.) для предпосевной обработки семян пшеницы в опытах использовали биопрепараты Симбионт (1 мл/т), Фитолавин (3 кг/т) и Триходермин (4 кг/т). Все годы исследований характеризовались наличием засушливых периодов в течение вегетации растений. В 1988 г. и 1990 г. дефицит осадков наблюдался в июне (выпало 50% нормы) и начале июля, а в 1989 г. засушливый период протекал со второй половины июня до конца вегетации. Наличие засушливых периодов в течение вегетации растений негативно сказалось на эффективности применения биопрепаратов против обыкновенной корневой гнили.

Пораженность растений пшеницы обыкновенной корневой гнилью в начальный период их развития во все годы исследований была слабой (табл. 20).

Таблица 20

Эффективность применения биопрепаратов против обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы

Вариант	Индекс развития болезни, %							
	кущение				восковая спелость			
	1988	1989	1990	сред- ний	1988	1989	1990	сред- ний
Контроль	4,0	3,6	14,0	7,2	48,0	47,9	2,7	32,9
Симбионт	8,8	3,2	7,9	6,6	26,8	34,7	12,1	24,5
Фитолавин	3,6	2,4	9,6	5,2	36,4	46,1	7,6	30,0
Триходермин	4,4	1,4	6,4	4,1	16,4	20,9	13,4	16,9

В фазе кушения, на фоне слабого развития болезни, наименьший показатель развития корневой гнили в среднем за годы исследований отмечен в варианте с применением Триходермина (57% от контроля). В вариантах с приме-

нием Симбионта и Фитолавина снижение развития болезни составило 8,3 и 27,8% соответственно.

К концу вегетации растений развитие корневой гнили усиливалось, но её величина варьировала по годам. Слабое развитие корневой гнили отмечено в 1990 г. Доля влияния года на развитие болезни составила 64 и 62% соответственно фазам кущения и восковой спелости. В среднем за годы исследований наибольшей эффективностью в борьбе с обыкновенной корневой гнилью обладал препарат Триходермин. Его применение позволило снизить развитие болезни практически в 2 раза. Симбионт и Фитолавин были значительно менее эффективны. По сравнению с контролем снижение развития болезни от применения этих препаратов составило 25,5 и 8,8% соответственно.

Предпосевная обработка семян биопрепаратами не оказывала существенного влияния на зерновую продуктивность яровой пшеницы (табл. 21).

Таблица 21

**Влияние биопрепаратов на урожайность зерна яровой пшеницы,
т/га**

Вариант	1988 г.	1989 г.	1990 г.	Среднее
Контроль	3,71	3,46	3,06	3,41
Симбионт	3,73	3,31	2,72	3,25
Фитолавин	3,69	3,18	2,66	3,18
Триходермин	3,62	3,20	3,17	3,33
НСР ₀₅	0,24	0,33	0,66	0,32

Во все годы исследований, а в результате и в среднем за 3 года, различия между вариантами опыта по урожаю зерна были недостоверны. Заселенность почвы конидиями *B. sorokiniana* при применении биопрепаратов Симбионт, Фитолавин, Триходермин существенно не изменялась по сравнению с контрольным вариантом. Аналогичные данные получены нами при изучении эффективности биопре-

парата Ризоплан (0,5 л/т) против обыкновенной корневой гнили (табл. 22).

Таблица 22

Влияние Ризоплана на накопление конидий *B. sorokiniana* в почве под яровой пшеницей Лютеценс 25 (конец вегетации)

Вариант	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.				
	1992	1993	1994	1995	среднее
Контроль	494±21,7	70±9,6	30±4,1	662±55,4	314±30,2
Ризоплан	336±20,7	82±8,2	75±15,0	737±66,8	307±36,1

Из 4 лет испытаний биопрепарата только в 1992 г. количество конидий гриба в 1 г почвы под яровой пшеницей, семена которой были обработаны Ризопланом, было значительно меньше, чем в контроле. В остальные годы заселенность почвы патогеном в конце вегетации растений была ниже в контрольном варианте.

Ризоплан был использован нами в опытах по срокам посева яровой пшеницы для предпосевной обработки семян против обыкновенной корневой гнили. Результаты исследований показали, что его эффективность в подавлении развития болезни на растениях проявлялась лишь при среднем и позднем сроках посева (табл. 23).

Таблица 23

Влияние Ризоплана на развитие обыкновенной корневой гнили и урожайность зерна яровой пшеницы Лютеценс 25 (1992–1994 гг.)

Срок посева	Вариант	Индекс развития болезни, %		Урожайность, т/га	НСР ₀₅
		кущение	восковая спелость		
Ранний	Контроль	41,5	34,1	2,33	0,20
	Ризоплан	42,4	43,2	2,47	
Средний	Контроль	41,5	76,4	2,42	0,16
	Ризоплан	36,1	55,4	2,34	
Поздний	Контроль	34,6	73,6	2,76	0,22
	Ризоплан	22,6	63,4	2,78	

При раннем сроке посева пораженность растений болезнью в варианте с Ризопланом была даже выше, чем в контроле. По-видимому, температурные условия почвы в этот период посева не способствовали адаптации микроорганизмов биопрепарата и их жизнедеятельности.

В фазе кущения в варианте с использованием биопрепарата развитие обыкновенной корневой гнили снижалось в 1,14 и 1,53 раза, а к концу вегетации — в 1,37 и 1,16 раза соответственно среднему и позднему срокам посева. Снижение развития болезни происходило в основном за счет меньшего поражения первичных и вторичных корней растений, особенно это было заметно в фазе кущения (табл. 24).

В фазе восковой спелости в варианте с Ризопланом все органы растения были поражены обыкновенной корневой гнилью в меньшей степени, чем в контроле, но наибольшая разница по поражению болезнью отмечалась у первичных и вторичных корней. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы Ризопланом, как и в случае с другими биопрепаратами, не оказывала существенного влияния на урожайность. В среднем за годы исследований разница между вариантами по этому показателю при всех сроках посева яровой пшеницы была недостоверной (см. табл. 23).

Таблица 24

Влияние Ризоплана на развитие обыкновенной корневой гнили на органах яровой пшеницы Лютеценс 25 (1992–1994 гг.)

Органы растения	Индекс развития болезни, %			
	кущение		восковая спелость	
	контроль	Ризоплан	контроль	Ризоплан
Первичные корни	8,7	5,4	16,3	13,6
Вторичные корни	8,7	7,3	23,7	20,7
Эпикотиль	5,3	5,6	8,7	7,4
Влагалища прикорневых листьев	18,5	18,2	-	-
Основание стебля	-	-	11,5	10,2

Наряду с биопрепаратами нами были проведены исследования по определению эффективности фунгицида растительного происхождения Цембрана (в последующем на его основе был создан препарат Силк) против обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы. Результаты исследований показали [178], что в лабораторных опытах препарат Цембран в значительной степени подавлял колонии гриба *B. sorokiniana* на среде Чапека. В полевых опытах предпосевная обработка семян яровой пшеницы 0,1%-м раствором Цембрана способствовала снижению развития обыкновенной корневой гнили в 1,5–2 раза. Зерновая продуктивность растений увеличивалась по сравнению с контролем, но различия между вариантами были недостоверны.

В заключение можно отметить, что в наших исследованиях предпосевная обработка семян яровой пшеницы биопрепаратами не оказывала существенного влияния на фитосанитарное состояние почвы в отношении заселенности её конидиями *B. sorokiniana*. Применение биопрепаратов в основном способствовало снижению развития обыкновенной корневой гнили на растениях яровой пшеницы в течение всего вегетационного периода, но зерновая продуктивность пшеницы увеличивалась недостоверно. Биопрепараты, как одно из экологически безопасных средств защиты растений, могут с успехом применяться для снижения развития обыкновенной корневой гнили в том случае, когда болезнь в своем развитии превышает порог вредоносности, но не приобретает характера эпифитотии с высоким индексом поражения растений.

Несмотря на пока ещё недостаточную эффективность применения биопрепаратов против обыкновенной корневой гнили, биологический метод защиты растений является перспективным научным направлением в концепции интегрированной защиты растений от болезней. Это связано с научными исследованиями по вопросам разработки и ре-

ализации концепции целенаправленного поиска и создания микробиологических средств защиты растений на основе отбора в естественных условиях полезных форм, последующего их селекционного улучшения, ступенчатого скрининга, разработки препаративных форм, регламентов производства и применения. Создаются полифункциональные биопрепараты на основе микробов-антагонистов для защиты растений от болезней. Новые перспективы биологического метода защиты растений связаны с поиском новых микроорганизмов, их метаболитов, с созданием методами биотехнологии и генной инженерии более эффективных полезных организмов, совершенствованием существующих биопрепаратов.

6.2. Эффективность фунгицидов в снижении развития обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы

Из всех приёмов защиты растений от болезней химические средства пока являются наиболее эффективными. Так, опрыскивание базальной части стебля и нижних листьев растений пшеницы фунгицидами приводит к существенному снижению споруляции *B. sorokiniana*, тем самым замедляется процесс накопления патогена в почве [244]. Применение ретардантов (Тура и Этрела) подавляет спороношение гриба *B. sorokiniana*, в результате чего снижается степень развития обыкновенной корневой гнили на растениях пшеницы на первых этапах органогенеза [21, 87].

Из химических средств борьбы с обыкновенной корневой гнилью, особенно при выращивании зерновых культур по интенсивной технологии, наиболее эффективным и широко распространенным приёмом является протравливание семян [9, 15]. Это самый простой и наиболее экономичный способ борьбы с болезнью на ранних этапах развития растений. Использование фунгицидов для протравливания семян в большей мере отвечает требованиям экологического на-

правления в защите растений [186]. В случае инкрустации семян при минимальном расходе препарата протравители позволяют не только успешно защищать растения от семенных и почвенных инфекций, но и сдерживать на уровне порога вредоносности развитие септориоза вплоть до фазы колошения [212].

Метод протравливания семян совершенствуется в направлении улучшения ассортимента протравителей, отказа от применения высокотоксичных препаратов и замены их системными, изменения технологии их протравливания. В борьбе с корневой гнилью отмечается высокий эффект от применения фунгицидов системного действия [14, 111, 142, 245]. Высокий оздоравливающий эффект системных препаратов обусловлен тем, что их действующее вещество проявляет фунгистатическую активность не только при контакте с патогеном, что имеет место у контактных препаратов, но и при проникновении внутрь растения, в его надземные и подземные органы [153].

Под действием протравливания количество пораженных корневой гнилью растений уменьшается по сравнению с контролем в начале вегетации, а начиная с фазы выхода в трубку эта разница значительно сокращается [196]. Протравливание семян, сильно зараженных возбудителем корневой гнили, не в состоянии повысить их качество до уровня здоровых [199, 200]. Использование протравителей оказывает существенное влияние в основном на повышение полевой всхожести семян, снижая развитие обыкновенной корневой гнили в начале вегетации, а также на улучшение формирования первичных и вторичных корней, что способствует, в конечном счете, повышению урожая. В некоторых случаях, особенно в засушливые годы при недостатке влаги в почве, протравливание семян угнетает рост и развитие растений и становится экономически неэффективным [196]. При обработке семян пшеницы Байтаном задерживается

появление всходов, причём тем больше, чем глубже заделка семян. Растягивается и появление полных всходов [48]. Байтан обладает ретардантным эффектом. После протравливания им семян сортов пшеницы с коротким колеоптиле их можно сеять не глубже 2–3 см, а сортов с длинным колеоптиле — 3–4 см. В противном случае резко снижается полевая всхожесть семян [223].

В своих исследованиях в разные годы мы оценивали эффективность различных протравителей семян яровой пшеницы против обыкновенной корневой гнили. Так, в течение 3 лет (1987–1989 гг.) для предпосевной обработки семян в опытах использовали контактный (Пентатиурам) и системный (Байтан универсал) препараты, а также смеси Байтан универсала с ТМТД и Текто. Результаты исследований показали, что наиболее сильное оздоравливающее действие против корневой гнили яровой пшеницы оказывало протравливание семян Байтан универсалом (табл. 25).

Таблица 25

Эффективность применения протравителей против обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы

Вариант	Индекс развития болезни, %							
	кущение				восковая спелость			
	1987	1988	1989	сред- ний	1987	1988	1989	сред- ний
Контроль	11,4	3,6	3,6	6,2	36,4	49,0	47,9	44,4
Пентатиурам	5,3	5,6	2,6	4,6	43,5	39,6	41,9	41,7
Байтан универсал	1,8	0,7	1,9	1,5	20,7	15,1	23,2	19,7
Байтан универсал + ТМТД	2,3	0,4	1,1	1,3	16,2	28,1	24,7	23,0
Байтан универсал + ТМТД + Текто	2,0	1,1	1,7	1,6	9,6	15,7	28,1	17,8

Баковые смеси действовали аналогично системному препарату. Эффективность протравителей против болезни в большей степени проявлялась в первой половине вегета-

ции. В фазе кущения развитие обыкновенной корневой гнили снижалось в 1,4 раза при протравливании семян Пентатиурамом и в 4,1 раза при применении Байтан универсала.

Влияние условий периода вегетации на развитие болезни было невысоким — 12,1%, влияние протравливания семян — 42,6%. К концу вегетации эффективность протравливания семян против болезни существенно снизилась, особенно в варианте с применением Пентатиурама, где развитие обыкновенной корневой гнили практически было на уровне контроля. В вариантах с использованием Байтан универсала и его смесей с ТМТД и Текто развитие болезни было ниже, чем в контроле, в 2,0–2,5 раза. Влияние на развитие болезни условий вегетации для этого периода составило всего лишь 5,0%, а протравливания семян — 79,5.

Эффективность системного протравителя Байтан универсала и его баковых смесей в подавлении развития обыкновенной корневой гнили проявлялась во все годы исследований и мало зависела от условий вегетационного периода, хотя они были различными. Если условия вегетации 1987 и 1988 гг. можно характеризовать как недостаточно увлажненные, то 1989 г. — как острозасушливые. В связи с этим урожайность яровой пшеницы существенно различалась по годам (табл. 26).

Таблица 26

Влияние предпосевного протравливания семян на урожайность зерна яровой пшеницы, т/га

Вариант	1987 г.	1988 г.	1989 г.	Среднее
Контроль	3,30	3,71	3,46	3,49
Пентатиурам	3,42	3,62	3,19	3,41
Байтан универсал	3,28	3,78	3,05	3,37
Байтан универсал+ТМТД	3,46	3,93	3,05	3,48
Байтан универсал+ТМТД+ Текто	3,63	4,0	2,84	3,49
НСР ₀₅	0,16	0,26	0,16	0,10

Доля влияния года составила 71,7%. В 1987 и 1988 г. достоверные прибавки урожая были получены лишь при протравливании семян баковыми смесями. В озимозасушливом 1989 г. этот прием существенно снизил урожайность пшеницы, особенно при использовании Байтан универсала. Проведенные нами исследования показали [153], что Байтан универсал обладает заметным ингибирующим действием на ростовые процессы растений яровой пшеницы на ранних этапах их развития.

При использовании баковых смесей этого препарата ингибирующий эффект частично снимался. В засушливых условиях вегетации отрицательное воздействие Байтан универсала на развитие растений усиливалось, что отразилось и на их зерновой продуктивности. В результате в среднем за 3 года исследований, которые характеризовались недостатком влаги, урожайность яровой пшеницы в вариантах с протравливаем семян оставалась на уровне контроля. В то же время самый низкий показатель урожайности отмечен в варианте с использованием в качестве протравителя семян Байтан универсала в чистом виде.

В период с 1992 по 1995 гг. в полевых опытах в качестве протравителя семян пшеницы мы использовали препарат системного действия Витавакс 200 ФФ. По сравнению с Байтан универсалом он не обладал ретардантным эффектом на ростовые процессы у растений пшеницы. Эффективность Витавакса 200 ФФ в подавлении развития обыкновенной корневой гнили в большей степени проявлялась на первых этапах развития растений (табл. 27).

При протравливании семян развитие болезни в фазе двух листьев снижалось в 10,3 раза, в фазе кущения всего в 1,6, а в конце вегетации — в 1,2 раза. Степень заселенности почвы конидиями *B. sorokiniana* к концу вегетации в этом варианте была ниже, чем в контроле. Таким образом, протравливание семян снижало не только развитие обычно-

Таблица 27

Влияние протравливания семян Витаваксом 200 ФФ на накопление конидий *B. sorokiniana* в почве, развитие обыкновенной корневой гнили и урожайность яровой пшеницы (1992–1995 гг.)

Вариант	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.		Развитие болезни, %			Урожайность, т/га
	до посева	конец вегетации	два листа	кущение	восковая спелость	
Контроль	170±4,5	342±16,1	12,4	31,9	69,9	2,85
Витавакс 200 ФФ	170±4,5	273±16,5	1,2	20,2	59,8	2,96
НСР ₀₅						0,23

венной корневой гнили, но и несколько улучшало фитосанитарное состояние почвы. В среднем за годы исследований урожай зерна в варианте с применением Витавакса 200 ФФ был выше, чем в контроле, но разница статистически не доказана.

В полевых опытах 2001–2003 гг. семена яровой пшеницы протравливали препаратом системного действия Раксил. Эффективность этого протравителя в подавлении обыкновенной корневой гнили в большей степени проявлялась также в начальный период развития растений (табл. 28).

По сравнению с Витаваксом 200 ФФ препарат Раксил в меньшей степени подавлял болезнь. Так, в фазе трех листьев развитие болезни в варианте с протравливанием семян снижалось в 2,3 раза, а в фазе кушения и молочной спелости — в 1,2. В то же время протравливание семян Раксилом способствовало снижению процесса накопления конидий *B. sorokiniana* в почве. Особенно это было заметно в фазе кушения. В этот период количество конидий патогена в почве варианта с Раксилом было в 1,4 раза меньше, чем в контроле. К молочной спелости эта разница сократилась до 1,2 раза.

Таблица 28

Влияние протравливания семян Раксилом на накопление конидий *B. sorokiniana* в почве и развитие обыкновенной корневой гнили на яровой пшенице

Вариант	Количество конидий гриба в 1 г почвы, шт.			Развитие болезни, %		
	посев	кущение	молочная спелость	три листа	кущение	молочная спелость
Контроль	152±7,6	176±8,9	251±4,2	33,6	38,3	62,9
Раксил	152±7,6	128±3,0	215±5,9	14,6	32,9	52,0

На основании полученных результатов можно сделать заключение, что протравливание семян способствует снижению как развития обыкновенной корневой гнили, так и накопления инфекционного потенциала *B. sorokiniana* в почве в основном в начальный период вегетации растений яровой пшеницы — до фазы кушения.

Определенный интерес, на наш взгляд, представляет вопрос о том, какие из пораженных обыкновенной корневой гнилью органов растения в большей степени оздоравливаются при протравливании семян яровой пшеницы тем или иным протравителем [179]. Исследования показали, что различные протравители действуют по-разному. При протравливании семян яровой пшеницы Пентатиурамом в фазе кушения существенно снижалось развитие корневой гнили лишь на эпикотиле и влагалищах прикорневых листьев (табл. 29).

Таблица 29

Влияние протравителей Пентатиурам и Байтан универсала на поражение органов яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью (фаза кушения, 1987–1989 гг.)

Вариант	Индекс развития болезни, %			
	первичные корни	вторичные корни	эпикотиль	влагалища прикорневых листьев
Контроль	1,4	0,2	1,6	3,2
Пентатиурам	1,0	0,6	0,8	1,8
Байтан универсал	0,2	0	0	1,8

Байтан универсал, напротив, в большей степени снижал развитие болезни на эпикотиле, первичных и вторичных корнях, чем на влагалищах прикорневых листьев. Эффективность Байтан универсала в оздоровлении от корневой гнили подземных органов растения была значительно выше, чем Пентатиурама.

Рассматривая динамику развития обыкновенной корневой гнили при протравливании семян яровой пшеницы Витаваксом 200 ФФ, выяснили, что в фазе двух листьев протравитель существенно снижал развитие болезни на всех учитываемых органах растения, однако наибольший эффект по оздоровлению от болезни наблюдался на первичных корнях (табл. 30).

Таблица 30

Влияние протравителя Витавакс 200 ФФ на поражение органов яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью (1992–1995 гг.)

Органы растения	Индекс развития болезни, %					
	два листа		кущение		восковая спелость	
	кон-троль	Витавакс 200 ФФ	кон-троль	Витавакс 200 ФФ	кон-троль	Витавакс 200 ФФ
Первичные корни	4,9	0,2	6,7	1,9	19,0	15,5
Вторичные корни	-	-	6,6	3,3	24,3	20,2
Эпикотиль	-	-	4,0	2,5	14,0	11,7
Влагалище прикорневых листьев	7,5	1,1	16,4	13,5	-	-
Основание стебля	-	-	-	-	13,5	13,9

В фазе кущения действие фунгицида по снижению развития корневой гнили наиболее сильно проявлялось на первичных и вторичных корнях, в меньшей степени — на эпикотиле и практически отсутствовало на влагалищах прикорневых листьев.

В фазе восковой спелости последствие протравителя было слабым и проявлялось лишь на подземных органах растений, полностью отсутствуя на основании стебля.

Совершенно другая картина наблюдалась нами при протравливании семян яровой пшеницы Раксилем (табл. 31).

Таблица 31

Влияние протравителя Раксил на поражение органов яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью (2001–2003 гг.)

Органы растения	Индекс развития болезни, %					
	три листа		кущение		молочная спелость	
	контроль	Раксил	контроль	Раксил	контроль	Раксил
Первичные корни	12,6	7,6	6,6	6,4	13,2	12,5
Вторичные корни	-	-	10,6	9,4	23,6	19,3
Эпикотиль	-	-	6,1	3,6	12,8	8,8
Влагалище прикорневых листьев	5,8	1,9	16,0	12,6	-	-
Основание стебля	-	-	-	-	15,6	11,8

В фазе трех листьев наибольший эффект протравителя по оздоровлению от обыкновенной корневой гнили наблюдался на влагалищах прикорневых листьев. В фазе кущения действие фунгицида наиболее сильно проявлялось на эпикотиле, в меньшей степени — на влагалищах прикорневых листьев и практически отсутствовало на первичных и вторичных корнях. В фазе молочной спелости действие протравливания семян Раксилем было слабым и в основном проявлялось на эпикотиле и основании стебля.

Полученные данные свидетельствуют о том, что фунгициды системного действия Байтан универсал и Витавакс 200 ФФ в основном оздоравливают от обыкновенной кор-

невой гнили корневую систему, в то время как системный фунгицид Раксил и препарат контактного действия Пентаиурам — эпикотиль и основание стебля. Таким образом, анализ поражения растений яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью дифференцированно по органам позволяет выявить специфичность действия протравителей по снижению развития болезни.

Для производственной проверки эффективности протравителей против обыкновенной корневой гнили на яровой пшенице в 1993 г. были отобраны три препарата: Байтан универсал, Витавакс 200 ФФ и Раксил. Заражённость семян пшеницы сорта Новосибирская 67 возбудителями корневой гнили была выше порога вредоносности и составила: грибом *B. sorokiniana* — 8%, грибами рода *Fusarium* — 6%. Кроме того, семена были также заражены грибами рода *Alternaria* — 60% и рода *Penicillium* — 17%. Заселённость почвы конидиями *B. sorokiniana* перед посевом была выше уровня порога вредоносности и составила $48 \pm 7,5$ шт. в 1 г почвы.

Холодная погода в мае 1993 г. при большом запасе почвенной влаги обусловила поздние сроки посева яровой пшеницы. Установившаяся в дальнейшем тёплая погода сопровождалась выпадением в июне и июле избыточного количества осадков.

Протравливание семян позволило существенно снизить развитие обыкновенной корневой гнили на яровой пшенице и повысить урожай зерна (табл. 32).

В производственном опыте эффективность всех протравителей в подавлении развития обыкновенной корневой гнили была выше на первых этапах развития растений, заметно снижаясь к фазе трубки. Большей эффективностью в фазе трёх листьев обладал Байтан универсал.

Анализ развития обыкновенной корневой гнили по органам растений показал, что Байтан универсал лучше, чем

Таблица 32

**Эффективность протравителей семян яровой пшеницы, ОПХ
«Кочковское» Новосибирской области, 1993 г.**

Вариант	Индекс развития обыкновенной кор- невой гнили, %		Эффективность, %		Урожай- ность, т/га
	три листа	трубкова- ние	три листа	трубкова- ние	
Контроль	29,0	42,1	-	-	1,08
Байтан универсал	7,5	24,7	74,1	41,3	1,43
Витавакс 200ФФ	10,3	24,2	64,5	42,5	1,15
Раксил	8,7	20,2	70,0	52,0	1,32
НСР ₀₅					0,13

другие препараты, оздоравливал корневую систему растений от болезни, что, в конечном итоге, отразилось на продуктивности растений в этом варианте. Наибольшая прибавка урожайности (0,35 т/га) получена от применения Байтан универсала, несколько ниже (0,24 т/га) от Раксила. Применение Витавакса 200 ФФ хотя и дало прибавку урожайности (0,07 т/га), но различия с контролем были недостоверны.

Таким образом, использование протравителей семян существенно влияет на улучшение фитосанитарной ситуации в посевах яровой пшеницы относительно обыкновенной корневой гнили в начальный период вегетации растений. При благоприятных агрометеорологических условиях вегетации растений протравливание семян приводит к повышению урожайности пшеницы. В засушливые годы протравливание семян нередко не повышает продуктивность растений, а иногда и снижает ее, особенно при использовании таких препаратов, как Байтан универсал.

6.3. Влияние различных факторов на развитие обыкновенной корневой гнили

В условиях лесостепи Западной Сибири зерновые культуры при повторных посевах без внесения азотных удобрений резко снижают свою продуктивность. Удобрения нивелируют разницу между продуктивностью пшеницы по пару и повторными посевами, но эффективность их внесения во многом определяется фитосанитарной ситуацией, складывающейся в агроценозах [40]. Влияние азотных удобрений на развитие инфекций зависит от многих факторов и проявляется неоднозначно [113, 166]. Неоднозначность воздействия азотных удобрений выражается, с одной стороны, в улучшении роста и развития растений и увеличении их продуктивности, с другой — в повышении предрасположенности растений к болезням. Оптимизировать фитосанитарное состояние посевов можно за счет возделывания устойчивых к болезням сортов яровой пшеницы, что эффективно и с экологических, и с экономических позиций. В то же время применение фунгицидов при выращивании на высоком фоне азотных удобрений сортов пшеницы, поражаемых болезнями, является неотъемлемым приёмом интенсивного растениеводства [154].

В многофакторном опыте мы изучали влияние применения фунгицидов для защиты от болезней и разных уровней азотного питания (N_0 , N_{60} , N_{90} на второй и N_0 , N_{90} , N_{120} на третьей пшенице после пара) на формирование фитосанитарной ситуации в посеве двух сортов (Новосибирская 22 и Новосибирская 29) яровой пшеницы, размещённых по зерновому предшественнику. Наблюдения за развитием обыкновенной корневой гнили в агроценозе яровой пшеницы показали, что степень влияния исследуемых в опыте факторов на поражённость растений данной болезнью различна в разные фазы их развития (рис. 17). В фазе трёх листьев на первом месте по влиянию на развитие болезни был фак-

тор защиты растений (доля влияния 92,8%). Поражённость растений яровой пшеницы обоих сортов, выросших из протравленных Раксиллом семян, была в 2,3 раза ниже, чем из непротравленных. При этом в среднем по фактору в контрольном варианте индекс развития болезни у сорта Новосибирская 22 составил 34,6%, у Новосибирской 29–32,7. Вторым по значимости воздействия на развитие обыкновенной корневой гнили был фактор азотного питания, доля влияния которого составила 6,9%.

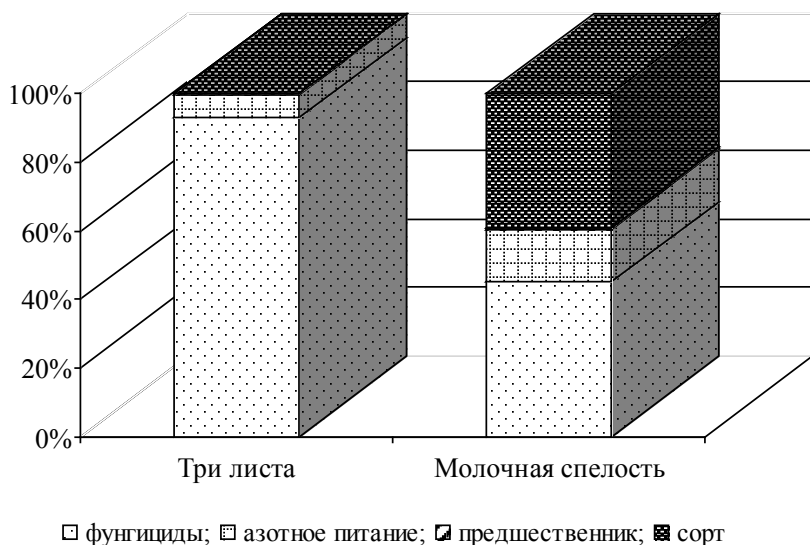


Рис. 17. Доля влияния факторов на развитие обыкновенной корневой гнили в агроценозе яровой пшеницы, % (2001–2003 гг.)

Уровень азотного питания оказывал неодинаковое влияние на поражаемость изучаемых сортов яровой пшеницы болезнью. Доля влияния данного фактора в посеве сорта Новосибирская 22 составила 3,9, Новосибирская 29–11,2%. За годы проведения исследований в опыте выявлена слабая роль зернового предшественника и сорта по влиянию на

развитие обыкновенной корневой гнили в фазе трёх листьев (доля влияния 0,2 и 0,1% соответственно). Яровая пшеница, выращиваемая второй и третьей культурой после пара, в одинаковой степени поражалась болезнью. Индексы развития корневой гнили у обоих сортов различались несущественно.

Оценка поражённости сортов яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью, проведенная в фазе молочной спелости, показала, что на первом месте по влиянию на развитие болезни оставался фактор защиты растений (доля влияния 45,0%), однако степень влияния данного фактора снизилась в 2 раза. Растения пшеницы, выросшие из протравленных Раксиллом семян, были поражены инфекцией всего в 1,2 раза меньше, чем из непротравленных. Вторым по значимости был фактор сорта, доля влияния которого составила 39,2%. Растения яровой пшеницы сорта Новосибирская 29 в конце вегетации были более устойчивы к поражению корневой гнилью в сравнении с Новосибирской 22. В среднем по фактору показатель развития болезни у первого сорта составил 52,4, у второго — 62,6%. ($HCp_{05} = 1,2$). В фазе молочной спелости яровой пшеницы третьим фактором, оказывающим существенное влияние на развитие корневой гнили, было азотное питание (доля влияния 15,4%). Причём уровень азотного питания оказывал одинаково равное влияние на поражённость изучаемых сортов яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью. С увеличением дозы азотного удобрения индекс развития болезни возрастал. Фактор зернового предшественника в опыте не оказывал заметного влияния на развитие корневой гнили в посеве яровой пшеницы (доля влияния 0,4%).

Таким образом, нами было выяснено, что основным фактором, влияющим на развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы в начале вегетации, был фактор защиты растений от болезни, то есть предпосевное протрав-

ливание семян. Сортовые особенности яровой пшеницы по устойчивости к болезни в начальный период вегетации растений не проявлялись. Слабо влиял в этот период и фактор азотного питания. К концу вегетации роль фактора защиты растений от болезни существенно снизилась, но значительно возросла роль относительной устойчивости сорта к поражению обыкновенной корневой гнилью. Существенно увеличилось также влияние фактора азотного питания. В данном опыте из-за заселённости почвы конидиями *B. sorokiniana* в сильной степени фактор зернового предшественника не оказывал существенного влияния на поражение растений яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в защите растений принято экологическое направление, которое заключается в переходе от борьбы с вредными видами к управлению динамикой их популяций, то есть к сдерживанию их развития ниже порога вредоносности. Характерной особенностью почвенных инфекций, в том числе и обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы, является их зависимость от исходной численности популяции патогенов в почве.

В посевах яровой пшеницы обыкновенная корневая гниль проявляется ежегодно. Интенсивность развития болезни определяется в большей мере исходной популяцией патогена в почве и меньшей — погодными условиями. Зависимость развития обыкновенной корневой гнили от исходной популяции патогена в почве носит не прямолинейный, а криволинейный характер. При увеличении популяции патогена развитие болезни сначала резко возрастает, а затем скорость нарастания болезни снижается и стабилизируется на определённом уровне. Всё это вызывает необходимость количественной оценки исходной популяции *B. sorokiniana* в почве каждого поля зернового севооборота. Задача может быть выполнена с помощью фитопатологического картирования почв с целью составления фитопатологических почвенных картограмм (ФПК). На основе ФПК разрабатываются и рекомендуются комплексы мер борьбы с обыкновенной корневой гнилью яровой пшеницы. ФПК позволяет составить прогноз развития болезни на яровой пшенице и заблаговременно спланировать систему защитных мероприятий дифференцированно по полям севооборотов.

Ведущая роль в тактике защиты яровой пшеницы от обыкновенной корневой гнили принадлежит мероприятиям, снижающим исходный запас возбудителя в почве. Основу таких мероприятий составляют агротехнические приёмы.

В общей системе интегрированной защиты яровой пшеницы от обыкновенной корневой гнили агротехнические приёмы должны быть направлены как на снижение исходной популяции патогена в почве, так и на повышение физиологической устойчивости растений к инфекции. Агротехнические приёмы безопасны для окружающей среды и доступны для производства. Первостепенное значение в снижении инфекционного потенциала возбудителя обыкновенной корневой гнили в почве имеет совершенствование структуры посевных площадей и подбор фитосанитарных культур — предшественников пшеницы. При совершенствовании структуры посевных площадей необходимо уменьшать долю пшеницы в севообороте. Увеличение степени насыщения севооборота зерновыми культурами с 50 до 100% изменяет структуру микробоценоза ризосферы растений в сторону уменьшения агрономически полезной бактериальной флоры, что ведёт к снижению биологической активности почвы и формированию высокого инфекционного потенциала *B. sorokiniana* [110]. Повторное выращивание пшеницы уже приводит к накоплению патогена в почве выше уровня порога вредоносности в умеренной или сильной степени, в зависимости от складывающихся агрометеорологических условий вегетации растений.

В зернопаровом севообороте, как правило, пар не успевает снизить инфекционный потенциал патогена в почве до уровня порога вредоносности. Поэтому при неблагоприятной фитосанитарной ситуации заключительной культурой перед паром целесообразно высевать овёс, снижающий инфекционный потенциал возбудителя в почве. Корневые выделения введённых в севооборот фитосанитарных культур вызывают преждевременное прорастание конидий патогена и их гибель, а разлагающиеся послеуборочные остатки способствуют обогащению почвы сапрофитами-антагонистами, лизирующими инфекционные структуры возбудителя

болезни. При умеренной заселённости почвы *B. sorokiniana* часто бывает достаточно однолетнего выращивания фитосанитарной культуры для снижения численности патогена ниже пороговой величины. В случае высокого инфекционного потенциала возбудителя в почве необходимо повторное возделывание фитосанитарной культуры для эффективной биологической дезинфекции почвы. Следует также обращать внимание на борьбу с сорняками — источниками инфекции, которые обесценивают роль фитосанитарных культур.

В случае оптимизации защиты яровой пшеницы от обыкновенной корневой гнили севооборот является главным средством. Он не приводит к полному искоренению патогена, его роль сводится к тому, чтобы снизить содержание возбудителя в почве до уровня порога вредоносности. Благодаря севообороту достигается известная пространственная изоляция между инфекционными структурами патогена, оставшимися на полях от прошлого года, и полями, занятыми в текущем году яровой пшеницей. Прерывание контакта возбудителя с растением-хозяином исключает пополнение потенциала патогена новыми инфекционными структурами и способствует его снижению за счет естественной гибели конидий патогена в почве. Другие агротехнические приёмы не обладают таким свойством, поэтому их применение не приводит к радикальному снижению заселённости почвы конидиями *B. sorokiniana*. В то же время многие агротехнические приёмы (оптимальный срок посева и глубина заделки семян, сбалансированное минеральное питание и др.) повышают устойчивость растений к инфекции, в результате развитие обыкновенной корневой гнили снижается.

Оптимизация фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы в отношении обыкновенной корневой гнили могла быть легко достигнута, если бы существовали иммунные к болезни сорта. В настоящее время таких

сортов нет. Существуют сорта яровой пшеницы с различной степенью устойчивости к болезни. Более устойчивые сорта слабее поражаются обыкновенной корневой гнилью и меньше накапливают конидий *B. sorokiniana* в почве. С их помощью возможно в какой-то степени улучшить фитосанитарную ситуацию в агроценозе яровой пшеницы. В то же время устойчивость сорта, в отличие от иммунитета, не является абсолютным, неизменным свойством. Этот признак может изменяться в зависимости от величины инфекционного потенциала патогена в почве, агроклиматических условий вегетации растений. Поэтому для оптимизации фитосанитарного состояния в посевах яровой пшеницы относительно обыкновенной корневой гнили целесообразнее использовать устойчивые к болезни сорта в сочетании с агротехническими приёмами, направленными как на повышение выносливости растений к инфекции, так и на снижение популяции патогена в почве.

Для предупреждения передачи возбудителя обыкновенной корневой гнили через семена, а также с целью предохранения семян от последующего заражения почвенными патогенами их протравливают контактными или системными препаратами. В этом случае защитная плёнка фунгицида вокруг прорастающих семян защищает их от инфекции на самых первых этапах органогенеза. Ранее нами уже отмечалось, что протравливание семян способствует снижению скорости накопления инфекционного потенциала *B. sorokiniana* в почве в основном в начальный период вегетации растений яровой пшеницы. К концу вегетации инфекционный потенциал возбудителя в почве посева протравленными семенами становится хотя и несколько ниже, чем в посеве непротравленными семенами, но достаточно высоким. Существенного снижения количества конидий *B. sorokiniana* в почве при использовании протравленных семян не происходит. Поражение растений обыкновенной

корневой гнилью в посевах протравленными и непротравленными семенами существенно изменяется на протяжении вегетационного периода. На первых этапах органогенеза развитие болезни на посевах протравленными семенами снижается в несколько раз, в то время как в последующий период вегетации, начиная с фазы выхода в трубку, разница в заболеваемости растений из протравленных и непротравленных семян резко уменьшается и к фазе молочно-восковой спелости становится несущественной. Таким образом, протравливание семян химическими препаратами не оптимизирует фитосанитарное состояние в посевах яровой пшеницы относительно обыкновенной корневой гнили в течение всего периода вегетации, улучшая его лишь на первых этапах органогенеза.

В процессе протравливания семян и доставки их к месту посева происходит загрязнение окружающей среды пестицидами, что не отвечает принципам экологизации защиты растений. Защита при помощи химических средств неудобна ещё и тем, что у организма, против которого она направлена, со временем неизбежно развивается устойчивость к применяемым ядохимикатам. Принимая во внимание разного рода опасности и неудобства, связанные с применением химических методов защиты, желательно везде, где только возможно, использовать вместо них другие методы [168].

С точки зрения охраны окружающей среды в борьбе с обыкновенной корневой гнилью яровой пшеницы рациональнее применять биопрепараты, как одно из экологически безопасных средств защиты растений. Их применение позволяет снижать развитие болезни в течение всего периода вегетации растений. Кроме того, биологическая защита обходится дешевле, чем производство и применение пестицидов.

Таким образом, оптимизацию и экологизацию защиты растений яровой пшеницы от обыкновенной корневой гни-

ли необходимо строить на основе использования агротехнических приёмов, где севообороту отводится главенствующая роль, применения новых эффективных биопрепаратов и относительно устойчивых к болезни сортов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксенова В.А. Влияние инфекции на метаболические процессы митохондрий растений / В.А. Аксёнова, А.И. Брынза // Патологическая физиология и иммунитет растений.— М.: МГУ, 1976.— С. 98–113.
2. Алимов К.Г. Результаты внедрения фитопатологических почвенных картограмм в Маслянинском районе Новосибирской области / К.Г. Алимов, В.А. Чулкина, Л.Ф. Ашмарина, Б.И. Тепляков // Интегрированная защита сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей в Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние.— Новосибирск, 1986.— С. 36–44.
3. Алиновский П.Г. Агротехника и корневые гнили зерновых / П.Г. Алиновский // Защита растений.— 1966.— № 6 — С. 15–17.
4. Алиновский П.Г. Влияние агротехники на поражаемость яровой пшеницы корневой гнилью в условиях Алтайского края / П.Г. Алиновский // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними: тр. ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1970.— С. 22–25.
5. Афанасьева М.М. Фунгистатическое действие почвы и выживаемость конидий *Helmithosporium sativum* Pamm, King et Bakke. / М.М. Афанасьева // Микология и фитопатология.— 1975.— Т. 9, вып. 5.— С. 428–431.
6. Афанасьева М.М. Влияние минеральных удобрений на численность конидий *Helmithosporium sativum* Pamm, King et Bakke в почве / М.М. Афанасьева, В.А. Чулкина // Микология и фитопатология.— 1977.— Т. 4, вып. 2.— С. 131–135.
7. Ашмарина Л.Ф. Эффективность новых биопрепаратов против болезней зерновых культур / Л.Ф. Ашмарина, Е.В. Дымина, И.М. Горобей // Науч.-техн. бюл. / РАСХН. Сиб отд-ние. СибНИИЗХим.— Новосибирск, 1992.— Вып. 2.— С. 12–19.

8. *Ашмарина Л. Ф.* Совершенствование защиты зерновых культур от болезней и вредителей в Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук.— Новосибирск, 2005.— 42 с.

9. *Балаев Э. Б.* Опыт протравливания семян / Э. Б. Балаев // Защита растений.— 1986.— № 2.— С. 12–13.

10. *Балыдин В. К.* Влияние доз, соотношений и форм минеральных удобрений на повышение устойчивости пшеницы к корневой гнили / В. К. Балыдин // Тр. Харьков. СХИ.— Харьков, 1974.— Т. 202.— С. 103–110.

11. *Барбаянова Т. А.* Корневая гниль и агротехника пшеницы / Т. А. Барбаянова, Т. А. Гулина // Тр. Примор. СХИ.— Уссурийск, 1973.— Вып. 17.— С. 60–65.

12. *Барбаянова Т. А.* О корневой гнили пшеницы в Приморском крае / Т. А. Барбаянова // Сб. науч. тр. Примор. СХИ.— Уссурийск, 1975.— Вып. 28.— С. 6–17.

13. *Барбаянова Т. А.* Гельминтоспориозы ячменя в Приморском крае / Т. А. Барбаянова // Сб. науч. тр. Примор. СХИ.— Уссурийск, 1976.— Вып. 44.— С. 3–12.

14. *Баталова Т. С.* Борьба с семенной инфекцией корневой гнили зерновых культур / Т. С. Баталова // Корневые гнили зерновых культур: тр. ВИЗР.— 1977.— Вып. 56.— С. 85–89.

15. *Баталова Т. С.* Роль химической защиты растений от болезней при интенсификации сельскохозяйственного производства / Т. С. Баталова, Д. М. Кабахидзе, Е. М. Кумачёва // Тр. ВИЗР.— 1981.— С. 38–41.

16. *Бедина С. Ф.* Корневая гниль яровой пшеницы в Казахстане / С. Ф. Бедина // Вестник с.-х. науки Казахстана.— 1974.— № 9.— С. 40–44.

17. *Бенкен А. А.* Почвенный фунгистазис, его сущность и практическое значение / А. А. Бенкен // Микология и фитопатология.— 1975.— Т. 9, вып. 2.— С. 160–164.

18. *Бенкен А. А.* Почвенная инфекция обыкновенной корневой гнили хлебных злаков / А. А. Бенкен, Л. К. Хац-

кевич // Микология и фитопатология.— 1976.— Т. 10, вып. 6.— С. 491–496.

19. 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.

20. Бенкен А. А. Лабораторная оценка болезнеустойчивости растений и паразитических свойств возбудителей обыкновенной корневой гнили злаков / А. А. Бенкен, В. Н. Хрустовская // Корневые гнили зерновых культур: тр. ВИЗР.— 1977.— С. 9–13.

21. Бенкен А. А. Влияние ретардантов тур и этрел на возбудителя корневой гнили яровой пшеницы / А. А. Бенкен, И. А. Сикорский, К. В. Галактионов // Микология и фитопатология.— 1978.— Т. 12, вып. 3.— С. 227–229.

22. Бенкен А. А. Оценка устойчивости растений к почвенным фитопатогенам / А. А. Бенкен, Л. К. Хацкевич // Микология и фитопатология.— 1980.— Т. 14, вып. 6.— С. 531–538.

23. Бенкен А. А. Формирование почвенной инфекции обыкновенной корневой гнили ячменя / А. А. Бенкен, С. Д. Гришечкина, Л. К. Хацкевич и др. // Микология и фитопатология.— 1990.— Т. 24, вып. 4.— С. 336–343.

24. Бисплингхофф З. Л. Роль фундаментальных исследований в применении стратегии борьбы с вредными организмами / З. Л. Бисплингхофф, Д. Л. Брукс // Стратегия борьбы с вредителями, болезнями и сорняками в будущем.— М., 1977.— С. 41–49.

25. Боевский А. С. Бурая листовая пятнистость люцерны и ее возбудитель — *Pseudopeziza medicaginis* (Lib.) Sacc. / А. С. Боевский // Тр. Воронеж. ст. защиты раст.— Воронеж, 1946 — Вып. 13.— С. 45–59.

26. Буга С. Ф. Патогенность возбудителей, вызывающих фузариозную гниль ячменя и яровой пшеницы /

С. Ф. Буга, Л. И. Линник // Защита растений: сб. науч. работ — Минск, 1976.— Вып. 1.— С. 21–26.

27. Буга С. Ф. Проблема борьбы с корневыми гнилями / С. Ф. Буга // Защита растений.— 1984.— № 1.— С. 17–21.

28. Букасов С. М. Ракоустойчивые сорта картофеля / С. М. Букасов, Н. А. Наумов.— М.: Сельхозгиз, 1938.— 202 с.

29. Бурдонов Е. И. Особенности анатомических структур первичных корней озимой пшеницы (растений здоровых и пораженных гельминтоспориозом) / Е. И. Бурдонов, С. А. Аббасова // Науч. тр. Ставропол. СХИ.— 1972.— Т. 3, вып. 25.— С. 36–40.

30. Бурдонов Е. И. Исследования анатомических структур вторичных корней озимой пшеницы растений здоровых и пораженных гельминтоспориозом / Е. И. Бурдонов // Науч. тр. Ставропол. СХИ.— 1974.— Т. 3, вып. 37.— С. 141–147.

31. Буренок В. П. Корневые гнили (пшеницы) и меры борьбы с ними в условиях Кемеровской области / В. П. Буренок // Тр. Кемеров. гос. с.-х. опыт. ст.— Кемерово, 1971.— Вып. 5.— С. 89–91.

32. Буренок В. П. Оценка агротехнических факторов, снижающих корневые гнили пшеницы и ячменя / В. П. Буренок // Тр. Кемеров. гос. с.-х. опыт. ст.— Кемерово, 1973.— Вып. 6.— С. 59–64.

33. Буренок В. П. Развитие корневой гнили в зависимости от сроков сева и норм высева (ячменя) / В. П. Буренок // Сиб. вестн. с.-х. науки.— 1976.— № 1.— С. 64–66.

34. Ван дер Планк Дж. Э. Болезни растений (эпифитотии и борьба с ними) / Дж. Э. Ван дер Планк.— М.: Колос, 1966–360 с.

35. Ван дер Планк Дж. Э. Основные принципы анализа экосистем / Дж. Э. Ван дер Планк // Стратегия борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками в будущем.— М.: Колос, 1977.— С. 110–120.

36. Великанов Л. Л. К вопросу о биологической роли

токсических метаболитов *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. / Л. Л. Великанов // Микробиологические процессы в почвах и урожайность с.-х. культур.— Вильнюс, 1978.— С. 69–71.

37. *Ветров Ю. Ф.* Корневая гниль пшеницы / Ю. Ф. Ветров // Защита растений.— 1970.— № 8.— С. 20–21.

38. *Ветров Ю. Ф.* Этиология корневой гнили пшеницы в Иркутской области и обоснование методов борьбы с заболеванием: автореф. дис... канд. биол. наук.— Иркутск, 1970.— 24 с.

39. *Ветров Ю. Ф.* Влияние семенной инфекции и предшественника на полевую всхожесть и пораженность растений пшеницы корневой гнилью / Ю. Ф. Ветров, М. А. Балаболин // Тр. Иркут. СХИ.— Иркутск, 1974.— С. 10–17.

40. *Власенко А. Н.* Научные основы минимализации систем основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко.— Новосибирск, 1994.— 75 с.

41. *Власенко А. Н.* Система основной обработки чернозёмов в лесостепи Западной Сибири при разных уровнях интенсификации земледелия: автореф. дис... д-ра с.-х. наук.— Новосибирск, 1995.— 40 с.

42. *Власенко А. Н.* Экологизация обработки почвы в Западной Сибири / А. Н. Власенко, Ю. П. Филимонов, В. К. Каличкин и др. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗ-Хим.— Новосибирск, 2003.— 268 с.

43. *Власенко Н. Г.* Эффективный регулятор роста на посевах яровой пшеницы / Н. Г. Власенко, С. В. Сазанович, М. Т. Егорычева // АГРО XXI.— 2002.— № 3.— С. 16–17.

44. *Власенко Н. Г.* Использование индукторов иммунитета на яровой пшенице / Н. Г. Власенко, С. В. Сазанович // Сиб. вестн. с.-х. науки.— 2004.— № 2.— С. 88–91.

45. *Возняковская Ю. М.* Взаимодействие *Helminthosporium sativum* — возбудителя корневой гнили культур с сопрофитными почвенными бактериями / Ю. М. Возняковская,

А.К. Труфанова // Микология и фитопатология.— 1988.— Т. 22, вып. 2.— С. 157–161.

46. *Вольвач П.В.* Дифференцированные системы защиты плодовых культур от инфекционных заболеваний / П.В. Вольвач // Микология и фитопатология.— 1977.— Т. 11, вып. 3.— С. 212–217.

47. *Гаврилов А.А.* Агротехнические приемы, снижающие вредоносность корневых гнилей / А.А. Гаврилов // Защита растений.— 1973.— № 3.— С. 19–21.

48. *Гармашов В.Н.* Неспецифическое действие байтана / В.Н. Гармашов, А.Н. Селиванов, Ю.А. Калус и др. // Защита растений.— 1988.— № 9.— С. 25.

49. *Гешеле Э.Э.* Основы фитопатологической оценки в селекции / Э.Э. Гешеле.— М.: Сельхозгиз, 1941.— 200 с.

50. *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.

51. *Гешеле Э.Э.* Основы фитопатологической оценки в селекции / Э.Э. Гешеле.— М.: Колос, 1964.— 200с.

52. *Гешеле Э.Э.* Устойчивость зерновых культур к корневой гнили / Э.Э. Гешеле // Генетика и селекция болезнеустойчивых сортов культурных растений.— М.: Наука, 1974.— С. 171–178.

53. *Гойман Э.* Инфекционные болезни растений / Э. Гойман.— М.: Иностранная литература, 1954.— 608 с.

54. *Голощанов А.П.* Факторы, влияющие на агрессивность гельминтоспориозов яровой пшеницы в условиях Курганской области / А.П. Голощанов // Сб. науч. тр. Курган. СХИ.— 1967.— Вып. 10.— С. 398–401.

55. *Голощанов 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. биол. наук.— Ереван, 1969.— 26 с.

56. 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: тр. ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1970.— С. 26–29.

57. Голубинцева А. П. Особенности биологии *Helminthosporium sativum* Р. К. et В. как возбудителя корневой гнили яровых пшениц в условиях Западной Сибири и обоснование мер борьбы: автореф. дис... канд. биол. наук.— Новосибирск, 1952.— 15 с.

58. Голубинцева А. П. Корневая гниль в условиях Новосибирской области / А. П. Голубинцева // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними: тр. ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1970.— С. 30–32.

59. Горинова Ю. В. Способ борьбы с паршой яблони / Ю. В. Горинова // Сад и огород.— 1953.— № 5.— С. 77.

60. Горленко М. В. Почвенные микроскопические грибы и актиномицеты — антагонисты *Helminthosporium sativum* (Sacc.) / М. В. Горленко, М. М. Афанасьева // Микология и фитопатология.— 1977.— Т. 11, вып. 6.— С. 492–498.

61. Городилова Л. Сроки сева и корневая гниль / Л. Городилова, М. Корниенко, С. Шевцов // Земледелие.— 1969.— № 5.— С. 47–48.

62. Городилова Л. М. Влияние суперфосфата на поражаемость яровой пшеницы корневой гнилью в условиях Целиноградской области / Л. М. Городилова, С. И. Шевцов // Химия в сельском хозяйстве.— 1970.— № 5.— С. 31–32.

63. Городилова Л. М. Корневая гниль пшеницы в условиях почвозащитной системы земледелия на севере Казахстана / Л. М. Городилова, С. И. Шевцов.— Целиноград, 1972.— 44 с.

64. Городилова Л. М. Фосфорные удобрения и корневая гниль яровой пшеницы в Целиноградской области / Л. М. Городилова, С. И. Шевцов, П. Л. Сычёв // Почвоза-

щитная система земледелия: науч.-техн. бюл.— Целиноград, 1974.— С. 91–96.

65. *Григорьев М. Ф.* О корневых гнилях пшеницы / М. Ф. Григорьев // Вестник с.-х. науки.— 1972.— № 9.— С. 60–65.

66. *Грушевой С. Е.* Допустимая восприимчивость табака к черной корневой гнили / С. Е. Грушевой // Агробиология.— 1950.— № 2.— С. 75–82.

67. *Джимбаев Ж. Т.* Корневые гнили пшеницы в Северном Казахстане / Ж. Т. Джимбаев, Ж. Ж. Альжанов // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними: тр. ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1970.— С. 9–13.

68. *Джимбаев Ж. Т.* Корневая гниль зерновых культур / Ж. Т. Джимбаев.— Алма-Ата: Кайнар, 1971.— 55 с.

69. *Добрецов А. Н.* Влияние предшественников и удобрений на заболеваемость яровой пшеницы гельминтоспориозом в Канской лесостепи Красноярского края / А. Н. Добрецов // Науч. тр. Краснояр. НИИСХ.— Красноярск, 1970.— Т. 6.— С. 190–195.

70. *Добрецов А. Н.* Вредоносность гельминтоспориоза яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края / А. Н. Добрецов // Сиб. вестн. с.-х. науки.— 1973.— № 3.— С. 46–50.

71. *Добрецов А. Н.* Влияние факторов погоды на динамику гельминтоспориозно-фузариозной корневой гнили яровой пшеницы в Красноярском крае / А. Н. Добрецов // Микология и фитопатология.— 1976.— Т. 10, вып. 1.— С. 54–56.

72. *Доровская Л. М.* Источники корневой гнили пшеницы и изыскание мер борьбы с ней / Л. М. Доровская // Защита растений от вредителей и болезней Юго-Востока и Западного Казахстана.— Саратов, 1974.— Вып. 25.— С. 70–72.

73. *Дурынина Е. П.* Влияние минерального питания на поражаемость яровой пшеницы грибом *Helmithosporium*

sativum / Е.П. Дурынина, Л.Л. Великанов // Научные доклады высшей школы: биологические науки.— М.: Высшая школа, 1974.— № 12 (132).— С. 74–80.

74. 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.: ВИНТИ, 1980.— Т. 2.— С. 73–115.

75. Дурынина Е.П. Влияние токсинов *Helmithosporium sorokinianum* Sacc. на поглощение растениями ячменя элементов минерального питания из раствора / Е.П. Дурынина, Л.Л. Великанов, Т.Б. Чичева // Микология и фитопатология.— 1982.— Т. 16, вып. 6.— С. 529–535.

76. Егорычева М.Т. Антагонистическая активность гриба *Trichoderma lignorum* Harz. к возбудителям обыкновенной гнили яровой пшеницы / М.Т. Егорычева, М.М. Трушко, В.И. Коломникова и др. // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1981.— Вып. 45, 46.— С. 46–47.

77. Еркеова Б.Д. Корневая гниль пшеницы / Б.Д. Еркеова // Сельское хозяйство Казахстана.— Алма-Ата, 1969.— № 6.— С. 25.

78. Еркеова Б.Д. О возбудителях корневой гнили в Кустанайской области / Б.Д. Еркеова // Вестник с.-х. науки.— Алма-Ата, 1969.— № 10.— С. 93–95.

79. Еркеова Б.Д. Гельминтоспориоз пшеницы на севере Казахстана: автореф. дис... канд. с.-х. наук.— Алма-Ата, 1970.— 18 с.

80. Жегульская Л.Н. Влияние форм азота на морфо-культуральные свойства *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker / Л.Н. Жегульская, Т.Т. Кузнецова // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим — Новосибирск, 1981.— Вып. 45, 46.— С. 45–46.

81. Жукова Р.В. Корневые гнили яровой пшеницы в Башкирской АССР / Р.В. Жукова // Бюл. ВИЗР.— 1973.— № 25.— С. 54–58.

82. *Захаренко В. А.* Состояние и перспективы фундаментальных исследований в области защиты растений, информационного их обеспечения на рубеже XXI века / В. А. Захаренко // Вестник защиты растений.— 1999.— № 1 — С. 22–35.

83. *Защита* зерновых культур от корневых гнилей: рекомендации.— М.: Агропромиздат, 1986.— 38 с.

84. *Зерфус В. М.* Влияние рапса на поражённость обыкновенной корневой гнилью и урожайность возделываемых после него культур / В. М. Зерфус, К. К. Сатубалдин // Сиб. вестн. с.-х. науки.— 1989.— № 6.— С. 62–65.

85. *Ивантеева А.* Изучение искореняющего действия удобрений на септориоз смородины / А. Ивантеева // Тр. Новосиб. с.-х. ин-та. — Новосибирск, 1978.— Т. 116. — С. 60– 62.

86. *Ишенко Л. А.* Мучнистая роса на землянике / Л. А. Ишенко, В. М. Петрова // Микология и фитопатология.— 1975.— Т. 9, вып. 1.— С. 56–57.

87. *Коваль С. Ф.* Приём комплексной предпосевной обработки семян зерновых культур хлорхолинхлоридом с протравителями / С. Ф. Коваль, В. И. Пушня // Бюл. СибНИИХим.— Новосибирск, 1973.— Вып. 6.— С. 25–31.

88. *Козырева Г. А.* Эффективность агроприемов против корневых гнилей яровой пшеницы на целине / Г. А. Козырева // Защита растений от вредителей и болезней.— 1959.— № 4.— С. 20–21.

89. *Коломникова В. И.* К оценке ежегодной предпосевной обработке семян биологическими и химическими препаратами в борьбе с корневой гнилью пшеницы / В. И. Коломникова, А. Г. Новикова // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1976.— Вып. 16.— С. 54–57.

90. *Коломникова В. И.* Эффективность триходермина в борьбе с корневой гнилью яровой пшеницы / В. И. Коломникова, А. Г. Новикова // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1976.— Вып. 14.— С. 7–9.

91. Коломникова В. И. Эффективность триходермина-4 в борьбе с корневой гнилью яровой пшеницы в Новосибирской области / В. И. Коломникова // Корневые гнили зерновых культур: тр. ВИЗР — Л., 1977.— С. 90–93.

92. Коломникова В. И. Влияние ежегодной предпосевной обработки семян биологическими и химическими препаратами на развитие обыкновенной корневой гнили пшеницы / В. И. Коломникова, А. Г. Новикова // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1977.— Вып. 19.— С. 44–47.

93. Коломникова В. И. Взаимоотношение грибов *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker и *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz. в почве / В. И. Коломникова, А. Г. Новикова // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1977.— Вып. 27.— С. 26–29.

94. Коломникова В. И. Взаимоотношение грибов *Trichoderma lignorum* и *Bipolaris sorokiniana* при различных температурах / В. И. Коломникова, А. Г. Новикова // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1978.— Вып. 27.— С. 36–38.

95. Коломникова В. И. Изучение взаимоотношений возбудителей обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы и *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz. при разных уровнях минерального питания / В. И. Коломникова, М. М. Трушко, А. Г. Новикова // Интегрированная защита растений от вредных организмов: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние.— Новосибирск, 1983.— С. 77–83.

96. Коломникова В. И. Антагонизм *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz к грибам рода *Fusarium* и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker / В. И. Коломникова, М. М. Трушко, А. Г. Новикова // Науч.-техн. бюл./ СибНИИЗХим.— Новосибирск, 1984.— Вып. 42.— С. 26–29.

97. Коршунова А. Ф. Корневые гнили яровой пшеницы / А. Ф. Коршунова, С. М. Тупеневич, Г. А. Краева и др.— Л.: Колос. Ленингр. отд.-ние 1974.— 64 с.

98. *Коршунова А. Ф.* Защита пшеницы от корневых гнилей / А. Ф. Коршунова, А. Е. Чумаков, Р. И. Щекочихина.— М.: Колос, 1976—184 с.

99. *Котова В. В.* Методические указания по изучению вредоносности корневой гнили яровой пшеницы и ячменя и методы расчета потерь от болезни / В. В. Котова.— Л.: ВИЗР, 1976.— 21 с.

100. *Котова В. В.* Экспериментальная оценка вредоносности корневой гнили яровой пшеницы / В. В. Котова // Микология и фитопатология.— 1976.— Т. 10, вып. 5.— С. 436—441.

101. *Котова В. В.* Корневая гниль и посевные качества семян яровой пшеницы / В. В. Котова // Корневые гнили зерновых культур: тр. ВИЗР.— 1977.— С. 82—84.

102. *Котова В. В.* Корневая гниль пшеницы и направления борьбы с ней / В. В. Котова // Корневые гнили зерновых культур: тр. ВИЗР.— 1977.— С. 62—67.

103. *Котова В. В.* Критерий вредоносности корневой гнили / В. В. Котова // Защита растений.— 1977.— № 4.— С. 19.

104. *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., 1959.— 22 с.

105. *Кривощёкова Т. Г.* Эффективность триходермина / Т. Г. Кривощёкова, В. С. Мищенко // Защита растений.— 1990.— № 11.— С. 22.

106. *Кривощёкова Т. Г.* Применение биологического препарата симбионта-2 для обработки семян яровой пшеницы / Т. Г. Кривощёкова // Науч.-техн. бюл./ РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим.— Новосибирск, 1992.— Вып. 2.— С. 32—36.

107. *Кристенсен Дж.* Корневые гнили пшеницы, овса, ржи и ячменя / Дж. Кристенсен // Болезни растений.— М.: Иностранная литература, 1956.— С. 314—321.

108. *Кривова К. Г.* Устойчивость и выносливость яровой пшеницы к возбудителю корневой гнили *Helmithosporium sativum* Р. К. et В. в условиях Кустанайской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук.— Л., 1972.— 28 с.

109. *Кузнецова Т. Т.* Антагонистическая активность почвенной микрофлоры к возбудителю обыкновенной (корневой) гнили зерновых культур *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker / Т. Т. Кузнецова, Л. Н. Жегульская // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1982.— Вып. 1.— С. 11–16.

110. *Кузнецова Т. Т.* Микробиологическое обоснование фитосанитарного состояния почв при различном насыщении севооборотов зерновыми культурами / Т. Т. Кузнецова // Интегрированная защита сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей в Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние.— Новосибирск, 1986.— С. 11–21.

111. *Кумачёва Е. М.* Эффективность смесей ТМТД с беномилом и витаваксом против головни и корневых гнилей яровой пшеницы / Е. М. Кумачёва // Химия в сельском хозяйстве.— 1973.— Т. 11, № 7.— С. 43–45.

112. *Куперман Ф. М.* Морфофизиология растений / Ф. М. Куперман.— М.: Высшая школа, 1973.— 256 с.

113. *Лаптиев А. Б.* Эффективные технологии возделывания полевых культур в ЦЧП и фитосанитарная обстановка в севообороте / А. Б. Лаптиев // Вестник защиты растений.— 2000.— № 3.— С. 63–65.

114. *Лебедева Л. Н.* Корневая гниль яровой пшеницы в условиях Новосибирской области / Л. Н. Лебедева // Вредители и болезни с.-х. культур.— Новосибирск, 1972.— С. 104–109.

115. *Линник Л. И.* К методике изучения биологической активности почвы с использованием в качестве теста гриба *Helmithosporium sativum* Р. К. et В. / Л. И. Линник // Биологическая диагностика почв.— М.: Наука, 1976.— С. 136–137.

116. Мак–Нью Дж. Л. Концепция регулирования численности вредных организмов / Дж. Мак–Нью // Стратегия борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками в будущем.— М.: Колос, 1977.— С. 121–138.

117. Макаренко Е. А. Препараты против корневой гнили пшеницы / Е. А. Макаренко // Защита растений.— 1974.— № 1.— С. 30.

118. Маликова А. В. О биологической роли предшественников в подавлении корневой гнили яровой пшеницы / А. В. Маликова // Микология и фитопатология.— 1968.— Т. 2, вып. 3.— С. 223–227.

119. Маликова А. В. Севообороты и корневая гниль / А. В. Маликова // Защита растений.— 1969.— № 12.— С. 13.

120. Маликова А. В. Предшественники и корневая гниль пшеницы / А. В. Маликова // Защита растений.— 1971.— № 10.— С. 49–50.

121. Мейер А. А. Дифференцированное применение противоголовневых препаратов на яровой пшенице / А. А. Мейер // Итоги научно-исследовательских работ (Башкирская научно-исследовательская станция) — Уфа: Башгосиздат, 1940.— Вып. 1. — С. 3–58.

122. Методические рекомендации проведения комплексных исследований по созданию зональных моделей блока защиты растений в экологически безопасных зерновых комплексах.— Л., 1990.— 60с.

123. Мирпулатова Н. С. Развитие *Verticillium dachliae* Kleb. в почве и пораженность хлопчатника вилтом при разных источниках азотного питания / Н. С. Мирпулатова, С. Акбаров, П. А. Шадманова // Микология и фитопатология.— 1978.— Т. 12, вып. 4.— С. 341–343.

124. Михайлина Н. И. Корневая гниль яровой пшеницы / Н. И. Михайлина // Защита растений.— 1966.— № 5.— С. 30–31.

125. Михайлина Н. И. Корневая гниль яровой пшеницы в Саратовской области и меры борьбы с нею: автореф. дис... канд. с.-х. наук.— М., 1968.— 24 с.

126. 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: тр. ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1970.— С. 33–36.

127. Михайлина Н. И. Заселённость почвы *Helminthosporium sativum* Рамм., King et Bakke и развитие корневой гнили яровой пшеницы в различных видах севооборотов / Н. И. Михайлина // Микология и фитопатология.— 1982.— Т. 16, вып. 5.— С. 433–439.

128. Михайлина Н. И. Агротехника и корневая гниль пшеницы / Н. И. Михайлина // Защита растений. — 1985.— № 7.— С. 19–20.

129. Надь Б. Экономика защиты растений / Б. Надь // VII Международный конгресс по защите растений.— М., 1975.— Т. 1.— С. 36–49.

130. Наумов Н. А. Материалы по изучению капустной килы / Н. А. Наумов // Болезни растений — Л.: Главный бот. сад СССР, 1928.— Т. 17, № 1–2.— С. 51–65.

131. Наумова Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н. А. Наумова.— Л.: Колос. Ленингр. отделение, 1970.— 205 с.

132. Нестеров А. Н. *Helminthosporium sativum* и патогенность его штаммов в условиях Северного Казахстана / А. Н. Нестеров // Тр. ЛСХА.— Елгава, 1979.— Вып. 167.— С. 25–28.

133. Нестеров А. Н. Звенья севооборота в ограничении поражаемости яровой пшеницы корневой гнилью / А. Н. Нестеров // Защита растений на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отделение.— Новосибирск, 1981.— С. 42–47.

134. Основные методы фитопатологических исследований / под ред. А. Е. Чумакова.— М.: Колос, 1974.— 192 с.

135. Пересыпкин В. Ф. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях их выращивания / В. Ф. Пере-

сыпкин, С. Л. Тютерев, Т. С. Баталова.— М.: Агропромиздат, 1991.— 272с.

136. *Пидопличко В. Н.* Патогенные свойства штаммов *Helmithosporium sativum* Pamm, King et Bakke — возбудителя корневой гнили пшеницы / В. Н. Пидопличко, Т. Г. Зражевская // Микология и фитопатология.— 1977.— Т. 11, вып. 2.— С. 144–148.

137. *Пидопличко Н. М.* Грибы — паразиты культурных растений / Н. М. Пидопличко.— Киев: Наукова думка, 1977.— Т. 2.— 300 с.

138. *Погорелова Л. Г.* Роль предшественников в снижении вредоносности корневой гнили / Л. Г. Погорелова, В. В. Корнилова // Защита растений.— 1973.— № 12.— С. 16.

139. *Погорелова Л. Г.* Вредоносность гельминтоспориозной корневой гнили яровой пшеницы в Оренбургской области и некоторые приемы ее снижения / Л. Г. Погорелова, В. В. Корнилова // Защита растений от вредителей и болезней в зоне Юго-Востока и Западного Казахстана.— 1974.— Вып. 25.— С. 85–88.

140. *Поляков И. М.* Эффективность препарата динитроортокрезола в борьбе с инфекционным началом грибных заболеваний растений / И. М. Поляков, А. А. Шумакова // Тр. ВИЗР.— 1951.— Вып. 3.— С. 178–190.

141. *Поляков И. Я.* Методы управления агроэкосистемами в защите растений и принципы их разработки / И. М. Поляков.— М., 1976.— 65 с.

142. *Попов В. И.* Влияние фунгицидов на возбудителей корневой гнили пшеницы / В. И. Попов, Е. М. Кумачёва // Химия в сельском хозяйстве.— 1972.— Т. 10, № 8.— С. 33–35.

143. *Попов В. И.* Определение количества инфекционных единиц *Verticillium dachliae* Kleb. в естественно зараженной почве / В. И. Попов, М. Ю. Степанова // Микология и фитопатология.— 1973.— Т. 7, вып. 2.— С. 116–119.

144. *Попов В. И.* Патогенность возбудителей корневой гнили яровой пшеницы / В. И. Попов, Е. М. Кумачева,

П. И. Козловская // Микология и фитопатология.— 1978.— Т. 12, вып. 3.— С. 248–251.

145. Попов Ю. В. Корневая гниль яровой пшеницы в Кустанайской области / Ю. В. Попов // Микология и фитопатология.— 1982.— Т. 16, вып. 3.— С. 263–266.

146. Пушня В. И. Эффективность комплексной обработки семян биологическими и химическими препаратами для борьбы с корневыми гнилями пшеницы / В. И. Пушня // Бюл. СибНИИХим.— Новосибирск, 1975.— Вып. 9.— С. 27–29.

147. Расулев У. У. Вирулентность географических популяций *Thielaviopsis basicola* (Berk) Feig. в отношении хлопчатника / У. У. Расулев, В. А. Тагирова // Микология и фитопатология.— 1974.— Т. 8, вып. 3.— С. 236–240.

148. Рогинский В. З. К вопросу о физиологии яровой пшеницы, пораженной обыкновенной корневой гнилью / В. З. Рогинский, Р. А. Башмаков // Сиб. вестн. с.-х. науки.— 1974.— № 3.— С. 59–62.

149. Руднев Е. Д. Развитие бурой ржавчины пшеницы на Северном Кавказе в 1973 году / Е. Д. Руднев, Г. А. Краева, В. В. Прибылков и др. // Микология и фитопатология.— 1975.— Т. 9, вып. 1.— С. 37–42.

150. Санин С. С. Определение порогов вредоносности стеблевой ржавчины пшеницы при заносе уредоспор / С. С. Санин, В. И. Терехов, Ю. Г. Соколов // Микология и фитопатология.— 1978.— Т. 12, вып. 5.— С. 410–414.

151. Светов В. Г. Влияние корневой гнили на качество зерна / В. Г. Светов, В. В. Ермаков // Защита растений.— 1989.— № 12.— С. 17.

152. Синегуб Л. П. Водоудерживающая способность яровой пшеницы при поражении обыкновенной гнилью / Л. П. Синегуб // Науч.-техн. бюл./ СибНИИХим.— Новосибирск, 1977.— Вып. 19.— С. 47–51.

153. Синегуб Л. П. Оценка фитосанитарного состояния семян яровой пшеницы и эффективность их протравливания

/ Л.П. Синегуб, Т.Т. Кузнецова, Б.И. Тепляков // Науч.—техн. бюл. / СибНИИЗХим.— Новосибирск, 1988.— Вып. 3.— С. 29–35.

154. Система оптимизации фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы: рекомендации / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим.— Новосибирск, 1994.— 24 с.

155. Скилягина Т. С. Взаимодействие *Bipolaris sorokiniana* (*Helmithosporium sativum*) с клетками растения-хозяина / Т.С. Скилягина // Структурные и функциональные связи высших растений и микроорганизмов.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977.— С. 204–220.

156. Составление фитопатологических почвенных картограмм в Кемеровской области: метод. рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние.— Новосибирск, 1985.— 16 с.

157. Составление фитопатологических почвенных картограмм (ФПК) по заселенности почв возбудителем гельминтоспориозной корневой гнили зерновых культур: метод. рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние.— Новосибирск, 1987.— 19 с.

158. Степанов К. М. Гельминтоспориоз яровой пшеницы в Алтайском крае / К. М. Степанов, В. И. Шалышкина // Сб. тр. ВИЗР.— 1948.— Вып. 1.— С. 32–42.

159. Степанов К. М. Влияние сорта и погоды на развитие бурой ржавчины яровой пшеницы / К. М. Степанов // Тр. ВИЗР.— 1958.— Вып. 13.— С. 105–116.

160. Степанов К. М. Грибные эпифитотии / К. М. Степанов.— М., 1962.— 472 с.

161. Степанова М. Ю. Модифицированный метод количественного учета инфекционных единиц *Verticillium dahliae* Kleb. в полевой почве / М. Ю. Степанова // Микология и фитопатология.— 1975.— Т.9, вып. 3.— С. 256–258.

162. Степанова М. Ю. Динамика почвенной популяции возбудителей вилта при возделывании различных сельскохозяйственных культур / М. Ю. Степанова, С. Ф. Си-

дорова, Л. Д. Гришечкина и др. // Микология и фитопатология.— 1977.— Т. 11, вып. 4.— С. 341–344.

163. *Сусидко П. И.* Экологические принципы профилактических мероприятий защиты растений / П. И. Сусидко // Экологизация защиты растений.— М., 1991.— С. 3–10.

164. *Таланов И. П.* Агротехника против корневых гнилей / И. П. Таланов // Земледелие.— 2001.— № 4.— С. 30–31.

165. *Танский В. И.* Вредоносность фузариозной корневой гнили в зависимости от особенностей минерального питания яровой пшеницы и наличия на растениях других вредных организмов / В. И. Танский, И. П. Наумова, А. Г. Гапонова и др. // Вестник защиты растений.— 2000.— № 3.— С. 13–19.

166. *Танский В. И.* Влияние удобрений на развитие вредных организмов / В. И. Танский, М. М. Левитин, Т. И. Ишкова и др. // Вестник защиты растений.— 2001.— № 3.— С. 3–11.

167. *Танский В. И.* Влияние зерновых севооборотов на развитие вредных организмов в агроценозе яровой пшеницы / В. И. Танский, С. И. Гилевич, А. К. Тулеева // Вестник защиты растений.— 2003.— № 1.— С. 16–25.

168. *Tarr C.* Основы патологии растений / С. Тарр.— М.: Мир, 1975.— 587 с.

169. *Таскина Г. А.* Корневая гниль яровой пшеницы в Хакасии / Г. А. Таскина // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1973.— Вып. 8.— С. 23–24.

170. *Тепляков Б. И.* Изменение вредоносности обыкновенной корневой гнили под воздействием фосфорного удобрения при различной зараженности почвы *Helminthosporium sativum* Р. К. et В. / Б. И. Тепляков // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1977.— Вып. 19.— С. 22–31.

171. *Тепляков Б. И.* Метод определения порога вредоносности обыкновенной корневой гнили зерновых культур / Б. И. Тепляков, В. А. Чулкина // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1977.— Вып. 27.— С. 14–16.

172. Тепляков Б. И. Патогенез обыкновенной гнили яровой пшеницы в зависимости от уровня заселенности почвы *Bipolaris sorokiniana* Shoem. / Б. И. Тепляков, В. А. Чулкина // Химизация и защита растений: науч. тр. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1979.— С. 81–87.

173. Тепляков Б. И. Изменение численности конидий *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker в почве при возделывании яровой пшеницы / Б. И. Тепляков // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1980.— Вып. 3 (37).— С. 10–14.

174. Тепляков Б. И. Патогенез обыкновенной гнили яровой пшеницы в зависимости от уровня заселенности почвы *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker / Б. И. Тепляков // Зональные системы защиты растений от вредителей и болезней в Сибири: науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние.— Новосибирск, 1981.— С. 11–20.

175. Тепляков Б. И. Эффективность фосфорного удобрения в снижении вредоносности корневой гнили пшеницы / Б. И. Тепляков // Агротехнический метод защиты полевых культур: науч. тр. / ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1981.— С. 74–77.

176. Тепляков Б. И. Динамика инфекционного процесса обыкновенной (корневой) гнили при разной заселенности почвы *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker / Б. И. Тепляков // Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири и на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние.— Новосибирск, 1982.— С. 48–63.

177. Тепляков Б. И. Развитие и вредоносность обыкновенной корневой гнили зерновых культур при разной степени заселенности почвы *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker в северной лесостепи Приобья: автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Киев, 1983.— 18 с.

178. Тепляков Б. И. Перспективы использования фунгицида растительного происхождения цембрана в борьбе с болезнями яровой пшеницы / Б. И. Тепляков // Науч.-техн.

бюл. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим.— Новосибирск, 1992.— Вып. 2.— С. 8–12.

179. *Тепляков Б.И.* Методика учёта корневой гнили требует усовершенствования / Б.И. Тепляков // Защита и карантин растений.— 2004.— № 7.— С.32–33.

180. *Третьякова Г.И.* Влияние азотно-фосфорных удобрений на развитие корневой гнили и зараженность семян озимой пшеницы / Г.И. Третьякова, А.А. Гаврилов // Тр. Ставропол. СХИ.— Ставрополь, 1968.— Вып. 27.— С. 316–320.

181. *Третьякова Г.И.* Влияние болезней на урожай и качество зерна озимой пшеницы / Г.И. Третьякова, А.П. Милешко // Тр. Ставропол. СХИ.— Ставрополь, 1972.— Т. 3, вып. 35.— С. 7–11.

182. *Тупеневич С.М.* Корневая гниль и побурение зерна у пшеницы под влиянием *Helminthosporium sativum* P. K. et B. / С.М. Тупеневич // Сб. тр. ВИЗР.— 1948.— Вып. 1.— С. 3–31.

183. *Тупеневич С.М.* Корневая гниль яровой пшеницы в засушливых районах Северного Казахстана и степных районах Западной Сибири / С.М. Тупеневич // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними: тр. ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1970.— С. 3–8.

184. *Тупеневич С.М.* Агротехнические методы в защите яровой пшеницы от корневой гнили в Северном Казахстане / С.М. Тупеневич, А.Н. Нестеров // Корневые гнили зерновых культур: тр. ВИЗР.— 1977.— С. 41–61.

185. *Тупикова Л.К.* Корневые гнили и скрытностебельники на посевах яровой пшеницы в Красноярской лесостепи / Л.К. Тупикова // Защита растений от болезней и вредителей в условиях Восточной Сибири: тр. Иркут. СХИ.— Иркутск, 1974.— С. 3–10.

186. *Тютерев С.Л.* Протравливание семян — обязательный приём / С.Л. Тютерев, Т.С. Баталова // Защита растений.— 1988.— № 1.— С. 22–23.

187. *Фадеев Ю. Н.* Корневые гнили зерновых культур / Ю. Н. Фадеев, А. А. Бенкен // Защита растений.— 1984.— № 5.— С. 41–43.

188. *Фадеев Ю. Н.* Современные принципы интегрированной защиты растений / Ю. Н. Фадеев, К. В. Новожилов // Защита растений.— 1985.— № 11.— С. 2–5.

189. *Фитопатологическая* оценка почвозащитной технологии: метод. рекомендации.— Новосибирск, 1983.— 26 с.

190. *Холмов В. Г.* Минимальная обработка и плодородие почвы / В. Г. Холмов // Земледелие.— 1986.— № 4.— С. 29–31.

191. *Хотянович А. В.* Искусственные инфекционные фоны в селекции сельскохозяйственных культур на устойчивость к корневым болезням / А. В. Хотянович, Г. С. Муромцев // Сельскохозяйственная биология.— 1975.— Т. 10, № 4.— С. 595–598.

192. *Цымбал М.* Качество семян и корневая гниль / М. Цымбал, А. Моршанский // Земледелие.— 1969.— № 7.— С. 36–37.

193. *Чепрасов А. А.* Влияние систем основной обработки почвы на биологическую активность и агрохимические свойства чернозёма выщелоченного лесостепи Приобья при разном уровне интенсификации / А. А. Чепрасов, М. Т. Егорычева // Сиб. вестн. с.-х. науки.— 1999.— № 1–2.— С. 8–13.

194. *Черняева И. И.* Роль биологического фактора в подавлении возбудителя корневой гнили зерновых культур при использовании разных форм азотных удобрений / И. И. Черняева, Г. С. Муромцев, Л. Н. Коробова и др. // Микология и фитопатология.— 1986.— Т. 20, вып. 5.— С. 419–424.

195. *Чулкина В. А.* К изучению корневой гнили ячменя в условиях Горного Алтая / В. А. Чулкина // Вопросы развития сельского хозяйства Горного Алтая.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1968.— С. 127–134.

196. Чулкина В. А. Влияние протравливания семян на развитие обыкновенной корневой гнили и урожай зерновых культур / В. А. Чулкина // Бюл. СибНИИХим.— Новосибирск, 1972.— Вып. 1–2.— С. 48–53.

197. Чулкина В. А. Методические указания по учету обыкновенной корневой гнили хлебных злаков в Сибири дифференцированно по органам / В. А. Чулкина.— Новосибирск, 1972.— 23 с.

198. Чулкина В. А. Инфекция почвы и некоторые приемы ее регулирования в борьбе с обыкновенной корневой гнилью ячменя / В. А. Чулкина // Микология и фитопатология.— 1972.— Т. 6, вып. 5.— С. 435–439.

199. Чулкина В. А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири / В. А. Чулкина.— Новосибирск, 1973.— 108 с.

200. Чулкина В. А. Эффективность протравливания семян яровой пшеницы и ячменя, заражённых «чернотой зародыша» в разной степени / В. А. Чулкина // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1974.— Вып. 12.— С. 21–26.

201. Чулкина В. А. Новое в исследовании корневых гнилей в Сибири / В. А. Чулкина // Вестн. с.-х. науки.— 1975.— № 5.— С. 63–69.

202. Чулкина В. А. Влияние уровня зараженности почвы *Bipolaris sorokiniana* Shoem. на формирование элементов структуры урожая яровой пшеницы / В. А. Чулкина, Б. И. Тепляков, Т. Г. Кривошекова // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1976.— Вып. 14.— С. 22–28.

203. Чулкина В. А. Почва как передатчик инфекции обыкновенной корневой гнили (возбудитель *Helminthosporium sativum*) в эколого-географических зонах Западной Сибири / В. А. Чулкина // Сб. науч. тр. / ВАСХ-НИЛ. Сиб. отд.-ние.— 1976.— Вып. 2.— С. 138–147.

204. Чулкина В. А. Биологическая неоднородность естественной популяции *Helminthosporium sativum* в Запад-

ной Сибири / В. А. Чулкина, Л. Ф. Ашмарина // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1977.— Вып. 19.— С. 13–17.

205. Чулкина В. А. Защита зерновых культур от обыкновенной корневой гнили / В. А. Чулкина.— М.: Россельхозиздат, 1979.— 72 с.

206. Чулкина В. А. Анализ действия заселенности почвы *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker и погодных условий на развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья / В. А. Чулкина, Б. И. Тепляков, А. И. Южаков // Сиб. вестн. с.-х. науки.— 1981.— № 5.— С. 30–33.

207. Чулкина В. А. Борьба с гнилью пшеницы и ячменя в Сибири / В. А. Чулкина, Т. Т. Кузнецова, Л. П. Синегуб и др. // Защита растений.— 1981.— № 11.— С. 20–21.

208. Чулкина В. А. Защита зерновых культур от инфекционных болезней / В. А. Чулкина, Л. Ф. Ашмарина, В. И. Коломникова и др.— Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1981.— 119 с.

209. Чулкина В. А. Пороговая численность возбудителя обыкновенной корневой гнили / В. А. Чулкина, Б. И. Тепляков, Л. П. Синегуб и др. // Защита растений.— 1983.— № 9.— С. 39–40.

210. Чулкина В. А. Защита зерновых от корневых гнилей / В. А. Чулкина // Защита растений.— 1984.— № 3.— С. 27–28.

211. Чулкина В. А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири / В. А. Чулкина.— Новосибирск: Наука. Сиб. отделение. 1985.— 186 с.

212. Чулкина В. А. Эффективность инкрустации семян яровой пшеницы / В. А. Чулкина, Л. Ф. Ашмарина, Б. И. Тепляков // Болезни сельскохозяйственных культур и борьба с ними в Сибири: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отделение. СибНИИЗХим.— Новосибирск, 1989.— С. 3–9.

213. Чулкина В. А. Управление агроэкосистемами в защите растений / В. А. Чулкина, Ю. И. Чулкин.— Новосибирск, 1995.— 202 с.

214. Чулкина В. А. Корневые гнили / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова // Защита и карантин растений.— 2004.— № 2.— С. 16–18.

215. Чумаков А. Е. Роль биотических факторов в ограничении почвенной инфекции *Helmithosporium sativum* Р. К. et В. как возбудителя корневой гнили пшеницы / А. Е. Чумаков // Сб. науч. тр. ВИЗР.— 1948.— Вып. 1.— С. 43–46.

216. Шакирова Ф. М. Влияние байтана на функциональную активность ДНК и синтез белка в листьях в связи с устойчивостью пшеницы к корневым гнилям / Ф. М. Шакирова, Н. Б. Трошина, А. М. Ямалеев // Микология и фитопатология.— 1989.— Т. 23, вып. 3.— С. 269–273.

217. Шамрай С. Н. Паразитические свойства возбудителей корневой гнили ярового ячменя на Украине / С. Н. Шамрай // Микология и фитопатология.— 1988.— Т. 22, вып. 5.— С. 463–466.

218. Шариков К. Е. Поражение картофеля раком при разной концентрации зооспорангиев в почве / К. Е. Шариков // Сад и огород.— 1953.— № 8.— С. 60–61.

219. Шевцов С. И. Фитопатологическая оценка почво-защитной системы земледелия / С. И. Шевцов // Сельскохозяйственная биология.— 1970.— Т. 5, № 6.— С. 878–882.

220. Шевченко Ф. П. Корневые гнили и фузариозы Алтайского края / Ф. П. Шевченко // Тр. Алт. ст. защиты раст.— Барнаул, 1949.— № 1.— С. 155–171.

221. Шевченко М. Е. Устойчивость высеваемых и испытываемых в Сибири сортов яровой пшеницы к корневым гнилям / М. Е. Шевченко, Ф. П. Шевченко // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними: тр. ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1970.— С. 18–21.

222. Шевченко Ф. П. Корневые гнили яровой пшеницы в Западной Сибири и система мер борьбы с ними / Ф. П. Шев-

ченко // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними: тр. ВАСХНИЛ.— М.: Колос, 1970.— С. 14–17.

223. Шелепова В. И. О действии байтана / В. И. Шелепова, В. П. Кавунец // Защита растений.— 1989.— № 3.— С. 17–18.

224. Штерншис М. В. Определение содержания нуклеиновых кислот в зернах яровой пшеницы, выращиваемой на почве, зараженной конидиями *Bipolaris sorokiniana* Shoem. / М. В. Штерншис, В. А. Чулкина, Б. И. Тепляков // Науч.-техн. бюл. / СибНИИХим.— Новосибирск, 1976.— Вып. 14.— С. 49–52.

225. Щекочихина Р. И. Роль токсинов *Helmithosporium sativum* Pamm, King et Bakke в патогенезе корневой гнили яровой пшеницы / Р. И. Щекочихина // Микология и фитопатология.— 1975.— Т. 9, вып. 6.— С. 518–523.

226. Щекочихина Р. И. Географическая изменчивость популяций *Helmithosporium sativum* Pamm, King et Bakke / Р. И. Щекочихина // Микология и фитопатология.— 1977.— Т. 11, вып. 5.— С. 433–438.

227. Щекочихина Р. И. Биоэкологическое обоснование зон вредоносности гельминтоспориозной корневой гнили пшеницы в СССР: автореф. дис... канд. биол. наук.— Л., 1978.— 22 с.

228. Якуткин В. И. Влияние инфекционной нагрузки на интенсивность поражения хлопчатника *Verticillium dachliae* Kleb. / В. И. Якуткин // Микология и фитопатология.— 1971.— Т. 5, вып. 5.— С. 474–476.

229. Якуткин В. И. Роль инфекционного потенциала в проявлении прикорневой формы белой гнили подсолнечника / В. И. Якуткин, С. В. Щербакова, Т. И. Милютенкова // Микология и фитопатология.— 1988.— Т. 22, вып. 2.— С. 182–186.

230. Anderson T. R. Mycophagous amoeboid organisms from soil that perforate spores of *Thielaviopsis basicola* and

Cochliobolus sativus / T.R. Anderson, Z.A. Patrick // Phytopathology.— 1978.— V. 68, № 11.— P. 1618–1626.

231. Anwar A.A. Factors affecting the survival of *Helminthosporium sativum* and *Fusarium lini* in soil / A.A. Anwar // Phytopathology.— 1949.— V. 39, № 12.— P. 1005–1019.

232. Baker R. Analyses involving inoculum density of soil — borne plant pathogens in epidemiology / R. Baker // Phytopathology.— 1971.— V. 61, № 10.— P.1280–1292.

233. Benson D.M. Epidemiology of *Rhizoctonia solani* preemergence damping — off of radish: Inoculum potential and disease potential interaction / D.M. Benson, R. Baker // Phytopathology.— 1974.— V. 64, № 7.— P. 957–962.

234. Berger R.D. *Helminthosporium turcicum* lesion numbers related to numbers of trapped spores and fungicide sprays / R.D. Berger // Phytopathology.— 1973.— V. 63, № 7.— P. 930–933.

235. Boosalis M.G. A soil infection method for studying spores of *Helminthosporium sativum* / M.G. Boosalis // Phytopathology.— 1960.— V. 50, № 11.— P. 860–865.

236. Braverman S.W. Longevity and pathogenicity of several *Helminthosporium* species stored under mineral oil / S, W. Braverman, W.F. Crosier // Plant Dis. Rep.— 1966.— V. 50, № 5.— P. 321–323.

237. Broadfoot W.C. Studies on foot and root rot of wheat. The relation of phosphorus, potassium, nitrogen and calcium nutrition to the foot and root-rot disease of wheat caused by *Helminthosporium sativum* P. K. et B. / W.C. Broadfoot, I. E. Tynez // Canad. J. Res.— 1938.— V. 16, № 3.— P. 125–134.

238. Brown W. Toxins and cell-wall dissolving enzymes in relation to plant disease / W. Brown // Ann. Rev. Phytopathology.— 1965.— V.10.— P. 1–18.

239. Chinn S.H.F. Population and viability studies of *Helminthosporium sativum* in field soils / S.H.F. Chinn, R.J. Ledingham, B.J. Sallans // Canad. J. Bot.— 1960.— V. 38, № 4.— P. 533–539.

240. Chinn S. H.F. Spore populations of *Helminthosporium sativum* in soil in relation to the occurrence of common root — rot of wheat / S.H.F. Chinn, B.J. Sallans, R.J. Ledingham // Canad. J. Plant Sci.— 1962.— V. 42, № 4.— P. 720–727.

241. Chinn S. H.F. Inherent germ inability and survival of spores of *Cochliobolus sativus* / S.H.F. Chinn, R. D. Tinline // Phytopathology.— 1964.— V. 54, № 3.— P. 349–352.

242. Chinn S. H.F. Changes in the spore population of *Cochliobolus sativus* in Saskatchewan wheat fields / S.H.F. Chinn // Canad. J. Plant Sci.— 1965.— V. 45, № 3.— P. 288–291.

243. Chinn S. H.F. *Cochliobolus sativus* conidia populations in soil following various crops / S.H.F. Chinn // Phytopathology.— 1976.— V. 68, № 9.— P. 1082–1084.

244. Chinn S. H.F. Influence of fungicide sprays on sporulation of *Cochliobolus sativus* of Cypress wheat and on conidial populations in soil / S.H.F. Chinn // Phytopathology.— 1977.— V. 67, № 1.— P. 133–138.

245. Chinn S. H.F. Influence of seed treatment with imazalil on common root rot and the size of the sub crown internode of wheat / S.H.F. Chinn // Phytopathology.— 1978.— V. 68, № 11.— P. 1662–1666.

246. Christensen J. J. Studies on the parasitism of *Helminthosporium sativum* / J. J. Christensen // Minnesota Agr. exp. Station: Technical bulletin.— 1922.— № 11.— 52 p.

247. Christensen J. J. Physiologic specialization and mutation in *Helminthosporium sativum* / J. J. Christensen // Phytopathology.— 1925.— V. 15, № 12.— P. 785–795.

248. Christensen J. J. The influence of temperature on the frequency of mutation in *Helminthosporium sativum* / J. J. Christensen // Phytopathology.— 1929.— V. 19, № 2.— P. 155–162.

249. Christensen J. J. Nature of variation in *Helminthosporium sativum* / J. J. Christensen, F. R. Davies // Mycologia.— 1937.— V. 29, № 1.— P. 85–99.

250. Clarc R. V. The influence of temperature on disease development in barley infected by *Helminthosporium sativum*

/ R. V. Clarc, J. G. Dickson // Phytopathology.— 1958.— V. 48, № 6.— P.305–310.

251. *Cole H. J.* Etiology and epiphytology of northern anthracnose of red clover / H. J. Cole, H. B. Couch // Phytopathology.— 1958.— V. 48, № 6.— P. 326–331.

252. *Conen E.* A study of factors influencing the genetics of reaction of barley to root-rot caused by *Helminthosporium sativum* / E. Conen, S. B. Helgason, W. C. McDonald // Canad. J. Bot.— 1969.— V. 47, № 3.— P.429–443.

253. *Dean J. L.* Sugarcane mosaic virus: shape of the inoculum — infection curve near the origin / J. L. Dean // Phytopathology.— 1979.— V. 69, № 2.— P.179–181.

254. *Diehl J. A.* Common root rot of wheat in Brazil / J. A. Diehl // Plant Dis. Rep.— 1979.— V. 63, № 12.— P. 1020–1022.

255. *Dillard H. R.* Relationship between sclerotial spatial pattern and density of sclerotinia minor and the incidence of lettuce drop / H. R. Dillard, R. G. Gregan // Phytopathology.— 1985.— V. 75, № 1.— P.90–94.

256. *Dorworth C. E.* Influence of inoculum concentration on infection of red pine seedlings by *Gremmeniella abietina* / C. E. Dorworth // Phytopathology.— 1979.— V. 69, № 3.— P. 298–300.

257. *Eye L. L.* Inoculation of soybean seedlings with zoospores of *Phytophthora megasperma* var. *sojae* for pathogenicity and race determination / L. L. Eye, B. Sneh, J. L. Lockwood // Phytopathology.— 1978.— V. 68, № 12.— P. 1769–1773.

258. *Fokkema N. Y.* Fungal antagonisms in the phyllosphere / N. Y. Fokkema // Ann. Appl. Biol.— 1978.— V. 89, № 1.— P. 115–118.

259. *Gaspar Th.* Substance de croissance naturelle: I helminthosporol / Th. Gaspar // Medelingen van de Rijkafaculteit Landbouwwetenschappen te Gent.— 1968.— D. 33, № 3.— P. 1357–1361.

260. *Gooding G. V.* Effect of inoculum level on the severity of tobacco black shank / G. V. Gooding, G. B. Lucas // Phytopathology.— 1959.— V. 49, № 5.— P. 274–276.

261. *Holley R. C.* Effect of plant population and inoculum on incidence of sclerotinia wilt of sunflower / R. C. Holley, B. D. Nelson // *Phytopathology*.— 1986.— V. 76, № 1.— P. 71–74.

262. *Honda Y.* Control of sclerotinia disease of greenhouse eggplant and cucumber by inhibition of development of apothecia / Y. Honda, T. Yunoki // *Plant. Dis. Rep.*— 1977.— V. 67, № 12.— P. 1036–1040.

263. *Hornby D.* Microbial antagonisms in the rhizosphere / D. Hornby // *Ann. Appl. Biol.*— 1978.— V. 89, № 1.— P. 97–99.

264. *Hosford R. M.* Inheritance in *Cochliobolus sativus* / R. M. Hosford, J. Solangi, G. R. M. Kiesling // *Phytopathology*.— 1975.— V. 65, № 6.— P. 699–703.

265. *Howard R. J.* Pathogenicity to carrots of *Pythium* species from organic soil North America / R. J. Howard, R. G. Pratt, P. H. Williams // *Phytopathology*.— 1978.— V. 68, № 9.— P. 1293–1296.

266. *Hrushovetz S. B.* The effect of infection *Helminthosporium sativum* on the amino acid content of wheat roots / S. B. Hrushovetz // *Canad. J. Bot.*— 1954.— V. 32, № 5.— P. 571–575.

267. *Hrushovetz S. B.* Cytological studies of *Helminthosporium sativum* / S. B. Hrushovetz // *Canad. J. Bot.*— 1956.— V. 34, № 3.— P. 321–327.

268. *Huang H. C.* Somatic mitosis in haploid and diploid strains of / H. C. Huang, R. D. Tinline // *Canad. J. Bot.*— 1974.— V. 52, № 7.— P. 1561–1568.

269. *Huang H. C.* Histology of *Cochliobolus sativus* infection in sub crown internodes of wheat and barley / H. C. Huang, R. D. Tinline // *Canad. J. Bot.*— 1976.— V. 54, № 12.— P. 1344–1354.

270. *Hwang S. C.* Biology of chlamydospores, sporangia and zoospores of *Phytophthora cinnamoni* in soil / S. C. Hwang, W. H. Ko // *Phytopathology*.— 1978.— V. 68, № 5.— P. 726–731.

271. Kauraw L. P. Studies on the root-rot complex of wheat in India. 1. Varietal reaction / L. P. Kauraw, R. S. Sing // Indian j. Micol. Plant Pathol.— 1975.— V. 5, № 1.— P. 96–97.

272. Kingsland G. C. The effect of organic substrates on germination of the conidia of *Helminthosporium* spp. / G. C. Kingsland // Phytopathology.— 1968.— V. 58, № 6.— P. 729.

273. Kliejunas J. T. Effect of motility of *Phytophthora palmivora* zoospores on disease severity in papaya seedlings and substrate colonization in soil / J. T. Kliejunas, W. H. Ko // Phytopathology.— 1974.— V. 64, № 4.— P. 426–428.

274. Lal B. Factors affecting development of brawn spot on maize caused by *Physoderma maydis* / B Lal., I. Chakravarti // Iran j. Plant Pathol.— 1977.— V. 13, № 1–2.— P. 6–13.

275. Ledingham R. J. A flotation method for obtaining spores of *Helminthosporium sativum* from soil / R. J. Ledingham, S. H. F. Chinn // Canad. J. Bot.— 1955.— V. 33, № 4.— P. 298–303.

276. Ledingham R. J. Incidence of *Cochliobolus sativus* in Queensland Wheat crops / R. J. Ledingham // Queensland J. Agr. And Animal Sci.— 1966.— V. 23, № 1.— P. 101.

277. Ledingham R. J. Effect of straw and nitrogen on common root rot of wheat / R. J. Ledingham // Canad. J. Plant Sci.— 1970.— V. 50, № 2.— P. 175–179.

278. Ledingham R. J. Survival of *Cochliobolus sativus* conidia in pure culture and in natural soil at different relative humidities / R. J. Ledingham // Canad. J. Bot.— 1970.— V. 48, № 10.— P. 1893–1896.

279. Ledingham R. J. Wheat Losses due to common root rot in the prairie provinces of Canada 1969–71 / R. J. Ledingham, T. G. Alkinson, J. T. Mills et al // Canad. Plant. Dis. Surv.— 1973.— V. 33, № 3.— P. 113–122.

280. Lingappa B. T. Direct assay of soils for fungistasis / B. T. Lingappa, J. L. Lockwood // Phytopathology.— 1963.— V. 53, № 5.— P. 529–531.

281. *Lockwood J.L.* Soilborne pathogens: concepts and connections / J.L. Lockwood // *Phytopathology*.— 1986.— V. 76, № 1.— P. 20–27.

282. *Ludwig R.A.* Studies on the seedling disease of barley caused by *Helminthosporium sativum* P. K. et B. / R.A. Ludwig, R. V. Clark, J. B. Julien et al // *Canad. J. Bot.*— 1956.— V. 34, № 4.— P. 653–673.

283. *Ludwig R.A.* Toxin production by *Helminthosporium sativum* P. K. et B. and its significance in disease development / R.A. Ludwig // *Canad. J. Bot.*— 1957.— V. 35, № 3.— P. 291–303.

284. *Machacek J.E.* An estimate of loss in Manitoba from common root rot in wheat / J. E. Machacek // *Sci. Agr.*— 1943.— V. 24, № 2.— P. 70–77.

285. *Maenhout C.A.A.A.* Relation between amount of inoculum and incidence of eyespot in winter wheat and practical consequences / C.A.A.A. Maenhout // *Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*.— 1977.— D. 42, № 2.— P. 987–996.

286. *Mayo P.* The biogenesis of helminthosporal / P. Mayo, J. R. Robinson, E. Y. Spenser et al // *Experientia*.— 1962.— V. 18.— P. 359.

287. *Mc-Kinney H.H.* Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum* / H. H. Mc-Kinney // *J. Agr. Res.*— 1923.— V. 26, № 5.— P. 195–217.

288. *Meronuck R.A.* Chlamidospore formation in conidia of *Helminthosporium sativum* / R. A. Meronuck, E. H. Pepper // *Phytopathology*.— 1968.— V. 58, № 6.— P. 866–867.

289. *Mitchell D.J.* Density of *Pythium myriatulum* oospores in soil in relation of rye / D. J. Mitchell // *Phytopathology*.— 1975.— V. 65, № 5.— P. 570–575.

290. *Mitchell D.J.* Relationships of inoculum levels of several soilborn species of *Phytophthora* and *Pythium* to infection of several hosts / D. J. Mitchell // *Phytopathology*.— 1978.— V. 68, № 12.— P. 1754–1759.

291. Mitchell D. J. Relationship of number of *Phytophora cryptogea* zoospores to infection and mortality of watercress / D. J. Mitchell, M. E. Kannwischer, E. S. Moore // *Phytopathology*.— 1978.— V. 68, № 10.— P. 1446–1448.

292. Old K. M. Perforation and lyses of spores of *Cochliobolus sativus* and *Thielaviopsis basicola* in natural soils / K. M. Old, Z. A. Patrick // *Canad. J. Bot.*— 1976.— V. 54, № 24.— P. 2798–2809.

293. Oswald J. W. Etiology of cereal root rots in California / J. W. Oswald // *Hilgaria*.— 1950.— V. 19.— P. 447–462.

294. Papavizas G. C. Status of applied biological control of soil-borne plant pathogens / G. C. Papavizas // *Soil Biology and Biochemistry*.— 1973.— V. 5, № 6.— P. 709–719.

295. Pieczarka D. J. Populations and biology of *Pythium* species associated with snap bean roots and soil in New York / D. J. Pieczarka, G. S. Abawi // *Phytopathology*.— 1978.— V. 68, № 3.— P. 409–416.

296. Pittman U. J. Influence of crop residue and fertilizers on stand, yield and root rot of barley in Southern Alberta / U. J. Pittman, J. S. Horrick // *Canad. J. Plant Sci.*— 1972.— V. 52, № 4.— P. 463–469.

297. Pratt R. G. Oospores of *Sclerospora sorghi* in soil of south Texas and their relationships to the incidence of downy in grain sorghum / R. G. Pratt, G. D. Janke // *Phytopathology*.— 1978.— V. 68, № 11.— P. 1600–1605.

298. Pringle R. B. Role of toxins in etiology of root rot disease of wheat / R. B. Pringle // *Canad. J. Bot.*— 1977.— V. 55, № 1.— P. 1801–1806.

299. Ramirez B. N. Relationship of density of chlamydo-spores of *Phytophthora palmivora* in soil to infection of papaya / B. N. Ramirez, D. J. Mitchell // *Phytopathology*.— 1975.— V. 65, № 6.— P. 780–785.

300. Rouse D. J. Modeling and quantitative analyses of biological control mechanisms / D. J. Rouse, R. Baker // *Phytopathology*.— 1978.— V. 68, № 9.— P. 1297–1302.

301. Saari E.E. Wheat disease situation in India / E. E. Saari, L. M. Joshi // FAO. Proceeding after third Rockefeller Foundation wheat seminar.— Ankara, 1970.— P. 250–254.
302. Sadasivan T. S. Effect of mineral nutrients on soil microorganisms and plant disease / T. S. Sadasivan // Ecology of soil-born plant pathogens.— Los Angeles, 1965.— P. 460–469.
303. Sallans B. J. The use of water by wheat plants when inoculated with *Helminthosporium sativum* / B. J. Sallans // Canad. J. Res.— 1940.— V. 18, № 5.— P. 178–198.
304. Sallans B. J. Trends of common root rot of wheat in Saskatchewan / B. J. Sallans // Canad. J. Agr. Sci.— 1956.— V. 36, № 4.— P. 292–301.
305. Sallans B. J. Recovery in wheat from early infections by *Helminthosporium sativum* and *Fusarium culmorum* / B. J. Sallans // Canad. J. Plant. Sci.— 1959.— V. 39, № 2.— P. 187–193.
306. Sallans B. J. Root-rot of cereals III / B. J. Sallans // Bot. Rev.— 1965.— V. 31, № 4.— P. 505–536.
307. Sallans B. J. Root-rot — an approach to its control / B. J. Sallans, R. D. Tinline // Canad. Agr.— 1966.— V. 11, № 4.— P. 6–7.
308. Shain L. Quantitative inoculation of cottonwood leaf tissue with *Melampsora medusae* under controlled condition / L. Shain, P. L. Cornelius // Phytopathology.— 1979.— V. 69, № 3.— P. 301–304.
309. Shearer B. Inoculum density-host response relationships of spring wheat cultivars to infection by *Septoria tritici* / B. Shearer // Netherlands j. Plant Pathol.— 1978.— V. 84, № 1.— P. 1–12.
310. Simmonds P. M. Root development in relation root rot of cereals / P. M. Simmonds // Sci. Agr.— 1939 — V. 19, № 7.— P. 475–480.
311. Simmonds P. M. Testing wheat seedlings for resistance to *Helminthosporium sativum*. / P. M. Simmonds, B. J. Sallans // Sci. Agr.— 1946.— V. 26.— P. 25–33.

312. *Simmonds P.M.* Infection of wheat with *Helminthosporium sativum* in relation to the nitrogen contents of the plant tissues / P.M. Simmonds // *Canad. J. Bot.*— 1960.— V. 40, № 1.— P. 139–145.

313. *Simmonds P.M.* Effects of inoculating wheat seedlings with *Helminthosporium sativum* and spread of the Fungus to an external substrate / P.M. Simmonds // *Canad. J. Plant. Sci.*— 1961.— V.41, № 4.— P.791–798.

314. *Simons M.D.* Heritability of corn rust tolerance in oats / M.D. Simons // *Phytopathology* — 1966.— V. 51, № 1.— P. 36–40.

315. *Subba Rao K. V.* Effect of growth stage and initial inoculum level on leaf rust development and yield loss caused by *Puccinia recondita* f. sp. *Tritici* / K. V. Subba Rao, J. P. Snow, G. T. Berggren // *Phytopathology*.— 1989.— V. 127, № 3.— P. 200–210.

316. *Te Beest D. O.* Temperature and moisture requirements for development of anthracnose on Northern Joinvetch / D. O. Te Beest, G. E. Templeton, R. J. Smith // *Phytopathology*.— 1978.— V. 68, № 3.— P. 389–393.

317. *Tinline R. D.* *Cochliobolus sativus* (IV. Drug-resistant, color and nutritionally exacting mutants) / R. D. Tinline // *Canad. J. Bot.*— 1961.— V. 39, № 7.— P. 1695–1704.

318. *Tinline R. D.* Appraisal of losses from common root rot in wheat / R. D. Tinline, R. J. Ledingham, B. J. Sallans // *Biology and control of soil-borne plant pathogens.*— Minneapolis, Minnesota, 1975.— P. 22–26.

319. *Tinline R. D.* Multiple infection of subcrown internodes of wheat (*Triticum aestivum*) by common root rot fungi / R. D. Tinline // *Canad. J. Bot.*— 1977.— V. 55, № 1.— P.30–34.

320. *Van der Plank J. E.* Principles of plant infection / J. E. Van der Plank.— New York: Academic Press, 1975.— 216 p.

321. *Verma P. R.* The epidemiology of common root rots in Manitou Wheat. III. Development of lesion on sub crown in-

ternodes and effects of added phosphate / P. R. Verma, R. A. A. A. Morral, R. L. Randell, R. D. Tinline // *Canad. J. Bot.*— 1975.— V. 53, № 22.— P. 2568–2580.

322. *Verma P. R.* The epidemiology of common root rots in Manitou Wheat. II. Effects of treatments, particularly phosphate, fertilizer on incidence and intensity of disease / P. R. Verma, R. D. Tinline, R. A. A. A. Morral // *Canad. J. Bot.*— 1975.— V. 53, № 12.— P. 1230–1238.

323. *Verma P. R.* The effect of common root rot on components of grain in Manitou wheat / P. R. Verma, R. A. A. A. Morral // *Canad. J. Bot.*— 1976.— V. 54, № 24.— P. 2888–2892.

324. *Verma P. R.* The epidemiology of common root rots in Manitou Wheat. IV. Appraisal of biomass and grain yield in naturally infected crops / P. R. Verma, R. A. A. A. Morral, R. D. Tinline // *Canad. J. Bot.*— 1976.— V. 54, № 14.— P. 1656–1665.

325. *White G. A.* The mode of action of helminthosporal. II Effect on the permeability by plant cell membranes / G. A. White, E. Taniguchi // *Canad. J. Bot.*— 1972.— V. 50, № 6.— P. 1415–1420.

326. *Whittle A.* Yield loss caused by *Cochliobolus sativus* on clermont barley / A. Whittle, M. Richardson // *Phytopathol. z.*— 1978.— V. 91, № 3.— P. 238–256.

327. *Wildermuth G. B.* Further sources of resistance to common root rot (*Cochliobolus sativus*) of wheat / G. B. Wildermuth // *Austral. J. Exper. Agr. Anim. Husbandry.*— 1974.— V. 14, № 70.— P. 666–670.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. БИОЭКОЛОГИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ	6
2. МЕТОДЫ УЧЁТА	18
2.1. Учёт поражённости растений обыкновенной корневой гнилью	18
2.2. Определение уровня заселённости почвы возбудителем	24
3. РОЛЬ КОЛИЧЕСТВА ИНФЕКЦИОННЫХ СТРУКТУР	27
3.1. Роль количества инфекционных структур возбудителя в развитии болезней	27
3.2. Роль заселённости почвы конидиями <i>B. sorokiniana</i> в интенсивности развития обыкновенной корневой гнили	32
4. ВРЕДНОСНОСТЬ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ	39
5. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИ- ЁМОВ НА РАЗВИТИЕ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ	50
5.1. Роль сортовых особенностей яровой пшеницы в поражении её обыкновенной корневой гнилью	50
5.2. Влияние предшественника на развитие обыкновенной корневой гнили	55
5.3. Влияние основной обработки почвы на развитие обыкновенной корневой гнили	62
5.4. Значение срока посева яровой пшеницы в развитии обыкновенной корневой гнили	68
5.5. Роль минеральных удобрений в развитии обыкновенной корневой гнили	71
6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕ- СКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В СНИЖЕНИИ РАЗВИТИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ	80

6.1. Эффективность биопрепаратов в снижении развития обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы.....	80
6.2. Эффективность фунгицидов в снижении развития обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы	87
6.3. Влияние различных факторов на развитие обыкновенной корневой гнили	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	108

Тепляков Борис Иванович

**ОБЫКНОВЕННАЯ КОРНЕВАЯ ГНИЛЬ
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЁМАХ
В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Редактор Н. К. Крупина
Компьютерная вёрстка Т. А. Измайлова

Подписано в печать 1 июня 2012 г. Формат 60х84 ¹/₁₆.
Объем 6,5 уч.-изд. л., 9,1 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. Изд. № 61. Заказ № 553.

Отпечатано в издательстве
Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел./факс (383) 267–09–10. E-mail: 2134539@mail.ru