

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕРНА



44.9

4-89

907287

В. А. Чулкина

**ЗАЩИТА  
ЗЕРНОВЫХ  
КУЛЬТУР  
ОТ ОБЫКНОВЕННОЙ  
ГНИЛИ**

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕРНА



В. А. Чулкина

**ЗАЩИТА  
ЗЕРНОВЫХ  
КУЛЬТУР  
ОТ ОБЫКНОВЕННОЙ  
ГНИЛИ**

907287

МОСКВА  
РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ — 1979

**ВОЛГОДСКАЯ  
областная библиотека  
им. И. В. Бабушкина**

633.1

631.1

489

УДК 633.1

**Чулкина В. А.**

489      Защита зерновых культур от обыкновенной гнили.— М.: Россельхозиздат, 1979.— 72 с., ил. (Серия «Производство зерна»).

Обыкновенная гниль зерновых культур причиняет большой ущерб сельскому хозяйству, снижая урожай и качество зерна.

В работе на примере эколого-географических зон Западной Сибири описаны закономерности инфекционного и эпифитотического процессов, агротехнический, химический, биологический и селекционный способы борьбы с болезнью.

Рассчитана на специалистов по защите растений, агрономов, руководителей хозяйств.

Ч 40307—112 59—79 38.3.3.1.1  
М104{03}—79

631.1

Защита растений от вредных организмов — один из существенных факторов интенсификации сельскохозяйственного производства. Затраты на защиту растений в условиях современного земледелия возрастают и обгоняют темпы прироста сельскохозяйственной продукции в 4—5 раз. Однако недобор урожая от вредных организмов все еще велик. В этом большая роль принадлежит болезням, возбудители которых передаются через почву, особенно обыкновенной гнили зерновых культур.

Вредоносность болезни в основных зерносеющих зонах нашей страны нередко выступает главным лимитирующим фактором в получении высоких урожаев зерна.

При поражении обыкновенной гнилью снижается качество зерна: количество протеина, белка, крахмала, клейковины, сила муки и общая хлебопекарная оценка. В ряде случаев зерно приобретает ядовитые свойства.

Широко распространенными формами проявления этого заболевания являются корневые гнили, стеблевая гниль, гниль эпикотила, бурая пятнистость листьев, черный зародыш зерна.

Большое значение в борьбе с обыкновенной гнилью имеет агротехнический способ как наиболее доступный для широкой производственной практики, не требующий часто дополнительных затрат, при этом достаточно эффективный и безопасный для окружающей среды.

Творческое применение достижений науки и практики в борьбе с заболеванием позволяет уже сейчас переходить к более совершенной и эффективной комплексной защите зерновых культур от болезни. Такая защита основана на подавлении численности и жизнеспособности

возбудителей до уровня порога вредоносности, при котором не происходит существенного снижения урожая и его качества. Эта задача не простая. Она требует знания жизненного цикла возбудителей по зонам и даже хозяйствам, умения найти слабое звено в этом цикле и, воздействуя на него, эффективно защищать зерновые культуры от болезни.

## ВОЗБУДИТЕЛИ

Главными возбудителями обыкновенной гнили являются *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (= *Helminthosporium sativum* Pam. и *H. sorokinianum* Sacc.; сумчатая стадия *Cochliobolus sativus* Ito et Kuribay) и виды рода *Fusarium*.

*B. sorokiniana* преобладает в Сибири — в зонах степи, южной лесостепи, в северной лесостепи (засушливые годы), в Казахстане, Зауралье, Поволжье, где расположены основные массивы посевов яровой пшеницы и ячменя. Поэтому для увеличения валовых сборов зерна этих культур первостепенное значение имеет борьба с данным возбудителем.

Виды рода *Fusarium* широко распространены в Сибири — зонах тайги, подтайги, северной лесостепи (увлажненные годы), в Прибалтике, Белоруссии, Нечерноземной зоне и центральной части европейской территории СССР, а также в Ставропольском крае. В последнем они встречаются в комплексе с возбудителями офиоболезной и другими гнилями.

На пшенице в СССР паразитирует 28 видов рода *Fusarium*. В Сибири отмечено 11, из них к числу наиболее распространенных и вредоносных относятся следующие: в зонах тайги и подтайги — *F. oxysporum* Schlecht, *F. sambucinum* Fckl., *F. gibbosum* Appel et Wr., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. graminearum* Schwabe; в лесостепи — *F. avenaceum*, *F. solani* (Mart.) Appel et Wr., *F. gibbosum*, *F. sambucinum*, *F. graminearum*; в степи — *F. oxysporum*, *F. avenaceum* и *F. gibbosum*.

В засушливой зоне Ставропольского края наиболее часто встречаются *F. oxysporum*, *F. moniliforme* Sheldon, *F. gibbosum* и *F. sporotrichiella* Wr., в зоне неустойчивого увлажнения уменьшается количество *F. monili-*

forme, но возрастает частота паразитирования *F. graminearum* и *F. culmorum*. В целом в европейской части СССР в комплексе возбудителей широко распространен *F. culmorum*. Тем самым виды рода *Fusarium* имеют большее значение как возбудители обыкновенной гнили в зонах выращивания озимой пшеницы, что следует учитывать при борьбе с ними.

Относительно специализированный возбудитель *V. sorokiniana*, обладающий меньшей конкурентоспособностью к сапрофитам, в 3—6 раз чаще паразитирует на органах растений, расположенных на границе почва—воздух (влагалища листьев, узел кущения, основание стебля), где конкуренция почвенной микрофлоры слабее. Кроме того, в этой экологической нише из-за перепада температуры и влажности ткани органов ослабляются, что облегчает заражение их возбудителями.

Виды рода *Fusarium*, обладая большей конкурентоспособностью к сапрофитам, преобладают, наоборот, на подземных органах, особенно на первичных корнях, проникающих во влажные глубокие слои почвы. Тем самым на органах растения они занимают те же экологические ниши, что и в эколого-географических зонах.

Более вредоносным по сравнению с видами рода *Fusarium* повсеместно является *V. sorokiniana*. Он состоит из физиологических форм (около 50), одни из которых лучше приспособились к паразитированию на яровой пшенице, другие на ячмене, третьи на озимой ржи или овсе. Наиболее патогенные формы этого возбудителя отмечены в Сибири в зонах тайги, подтайги и лесостепи, а в пределах органов растений на первичных корнях.

Возбудители обыкновенной гнили обладают широкой специализацией, заражая зерновые культуры, сорняки, многолетние злаки. У *V. sorokiniana* известно около 100 растений-хозяев. Наиболее распространенные из них в зерносеющих зонах следующие (в убывающем порядке): культурные однолетние злаки — твердая яровая пшеница, яровой ячмень, мягкая яровая пшеница, озимая пшеница, озимая рожь, овес; однолетние сорняки — щетинник, куриное просо, овсюг обыкновенный, жабрей; культурные и дикорастущие многолетние злаки — пырей ползучий, костер безостый, тимофеевка луговая, овсяница луговая, ежа сборная. В жизненном цикле возбудителей можно выделить две фазы: паразитную (питания

и размножения на растениях) и перемещения от растений к растениям.

Размножаются они конидиями, или спорами, которые у *B. sorokiniana* образуются на вершинах конидиеносцев и отчлняются свободно. Интенсивный рост мицелия и спорообразование происходят при температуре 22—28° и влажности воздуха 90%, отчленение конидий — при низкой относительной влажности воздуха (22%) и замедляется при высокой. Такие условия являются обычными в период вегетации яровых зерновых культур, что благоприятствует накоплению конидий и распространению их воздушными течениями.

Конидии *B. sorokiniana* крупные (13×20—27×90 микрон), с толстой оболочкой, от светло-коричневых до темно-бурых, большей частью удлинненно-яйцевидные, правильной или неправильной формы, без перегородок или чаще с 4—13 перегородками. В случае попадания на листья и другие надземные органы они прорастают при наличии капельно-жидкой влаги или при относительной влажности воздуха выше 80%. Оптимальная температура для их прорастания — 24—28°, минимальная — 6°, максимальная — 36°. В почве конидии прорастают только при наличии корневых выделений растений или добавлении в нее стимуляторов (глюкоза, соевая мука, меласса, витамин С и др.).

Грибы рода *Fusarium* размножаются микро- и макроконидиями. Микроконидии большей частью одноклеточные, образуются на воздушном мицелии в ложных головках или цепочках. Макроконидии многоклеточные, веретеновидно-серповидной формы, образуются в плотных кучках или слизистых плоских скоплениях, реже на гифах мицелия. Наилучший рост мицелия и интенсивное образование конидий происходят при температуре 24—26°. Если температура ниже 10°, рост мицелия почти прекращается.

Виды рода *Fusarium*, характеризующиеся спороношением в виде спородохиев и пионнот, не отчлняют спор под влиянием силы тяжести, что ограничивает возможность распространения их воздушными течениями.

От одного вегетационного периода до другого *B. sorokiniana* сохраняется в форме конидий, хламидоспор, образующихся внутри конидий и, возможно, структур типа хламидоспор в гифах мицелия, а виды рода *Fusarium* — в форме хламидоспор, которые пред-

ставляют собой более или менее округлые клетки гиф мицелия с утолщенной оболочкой, одиночные или в группах, часто в цепочках на концах или в середине гиф мицелия.

У всех возбудителей перезимовывает также мицелий в зараженных растительных остатках и семенах.

Конидии *B. sorokiniana* стойки к низким температурам и не теряют жизнеспособности в течение нескольких месяцев при температуре минус 32—43°, поэтому хорошо сохраняются даже в суровые сибирские зимы.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИНФЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА**

Инфекционный процесс — это взаимодействие возбудителя с растением-хозяином в определенных условиях окружающей среды в течение того или иного промежутка времени, а инфекция — в данный момент. Инфекционный процесс и инфекция проявляются в двух формах: в скрытой и явных внешних признаков.

### **ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ БОЛЕЗНИ**

Обыкновенная гниль поражает вегетативные органы растений — первичные и вторичные корни, колеоптиле (трубчатый лист, выполняющий функции защитного чехла для проростка), влагалища и пластинку листьев, особенно прикорневых, эпикотиль (подземная часть стебля между узлами первичных корней и кущения, или корневидное междоузлие стебля), стебель и генеративные — колосок, зерновку. На пораженных органах появляются небольшие точки, пятна или полосы светло-бурого цвета, которые затем постепенно темнеют и сливаются, охватывая весь орган или часть его. При увеличении размера пораженной ткани пигментация ее, как правило, усиливается до темно-бурой, почти черной.

Реже пораженная ткань обесцвечивается или имеет светлую с розовым оттенком окраску, что обусловлено преобладанием в составе возбудителей фузариумов или сапрофитов. При этом пораженная ткань размочаливается и принимает белесый трухлявый вид. Такие призна-



ки проявляются в конце вегетации на отмирающих органах, особенно на прикорневых листьях.

Яровая пшеница в большей мере поражается обыкновенной гнилью в лесостепи и степи, чем в подтайге и тайге, что совпадает с частотой распространения возбудителей. К числу наиболее поражаемых вегетативных органов ее следует отнести эпикотиль, колеоптиле и влагалища прикорневых листьев. Однако при некоторых условиях в значительной степени поражаются также первичные, вторичные корни и основание стебля.

Наиболее подверженными поражению вегетативными органами ячменя являются эпикотиль, первичные и вторичные корни. Изредка максимальным бывает поражение основания стебля.

Вегетативные органы овса по сравнению с яровой пшеницей и ячменем поражаются слабо.

В посевах яровой пшеницы и ячменя обычно присутствуют одновременно растения с различным сочетанием пораженных органов, что оказывает неодинаковое влияние на формирование элементов структуры урожая в онтогенезе зерновых культур. Практикующийся учет болезни по одному органу (основанию стебля или эпикотилу) неизбежно приводит к недоучету интенсивности развития болезни. Закономерности инфекционного процесса обыкновенной гнили следует рассматривать в онтогенезе зерновых культур, а заболевание учитывать дифференцированно по органам. Это позволяет выяснить критические этапы в формировании урожая, а следовательно, целенаправленно организовать меры борьбы с заболеванием.

### **ДИНАМИКА ИНФЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА**

Переход к программированию урожая зерна вызывает необходимость учета действия всех неблагоприятных факторов, в том числе болезней растений, на формирование элементов его структуры в динамике. Зерновые культуры проходят 12 этапов органогенеза, в течение которых формируются все элементы структуры урожая. Обычно эти этапы соответствуют определенным фазам, однако полного совпадения не отмечается. Нарушения в формировании элементов структуры на одних этапах не могут быть компенсированы на других. Поэтому сле-

дует предупреждать вредное действие болезней растений, начиная с низших этапов органогенеза к высшим, для чего нужно знать, за счет поражения каких органов обыкновенной гнилью и на каких этапах нарушается формирование элементов структуры урожая в онтогенезе зерновых культур.

Установлено, что в Сибири на разных этапах органогенеза у яровой пшеницы и ячменя поражаются обыкновенной гнилью разные группы органов (табл. 1).

Таблица 1

Органы, поражаемые обыкновенной гнилью на разных этапах органогенеза зерновых культур

Этап органогенеза	Фаза развития	Число органов	Органы
I—II	Всходы (один-три листа)	3	Первичные корни, coleoptиле, прикорневые листья
III—IV	Кущение	4—5	Первичные корни, coleoptиле, прикорневые листья, эпикотиль, вторичные корни. Coleoptиле отмирает
V—VI	Выход в трубку, колошение	5	Первичные корни, прикорневые листья, эпикотиль, вторичные корни, стебель
VII—XII	Налив зерна	4	Первичные корни, эпикотиль, вторичные корни, стебель. Прикорневые листья отмирают

Сначала поражаются первичные корни. При этом *B. sorokiniana* распространяется главным образом в межклетниках эпидермиса и первичной коры, вызывая некроз тканей. Поражение первичных корней отмечено в течение всей их жизни. Оно бывает максимальным при использовании для посева зараженных семян и дефиците влаги в почве в период появления всходов. Напротив, при посеве зерновых здоровыми семенами с вы-

сокими посевными качествами, благоприятном увлажнении почвы (50—70% от полной влагоемкости), обеспеченности растений подвижными формами фосфора и нитратами в оптимальном соотношении заболеваемость первичных корней существенно уменьшается даже при высокой заселенности почвы возбудителями.

Вслед за первичными корнями развиваются колеоптиле и прикорневые листья. Максимальное поражение колеоптиле наблюдается в период его отмирания — на II—IV этапах органогенеза (всходы — кущение). В дальнейшем диагностика болезни по этому органу становится ненадежной, хотя колеоптиле и сохраняется в виде пленки до конца вегетации.

Развитие гнили колеоптиле наиболее тесно связано с заболеваемостью первичных корней и растения в целом. Связь же развития гнили колеоптиле с другими пространственно близкими с ним органами — прикорневыми листьями — проявляется слабее, что объясняется, очевидно, защитными функциями колеоптиле в отношении данных органов, которые выражаются в предохранении зародышевых листьев от непосредственного контакта с почвой как главным передатчиком инфекции.

Поражение влагалищ прикорневых листьев начинается чаще на I—II этапах органогенеза (всходы), достигая максимальной величины ко времени их отмирания — VI—VII этапам (колошение, начало налива зерна). Примерно с VIII этапа (налив зерна) диагностика болезни по рассматриваемым органам становится ненадежной вследствие отмирания и частичного разложения их тканей.

Развитие обыкновенной гнили прикорневых листьев связано в большей мере с развитием болезни в целом, чем с заболеванием одного какого-либо органа.

Подобно колеоптиле, прикорневые листья выполняют защитные функции по отношению к растущим молодым тканям стебля, предохраняя их от прямого контакта с возбудителями болезни, находящимися в почве и воздухе. Благодаря этому поражение стебля происходит, как правило, в процессе или после отмирания листьев, начиная с V—VI этапов органогенеза (выход в трубку). В Сибири гниль стебля развивается слабее, чем принято считать. Интенсивность заболевания стебля и влагалищ прикорневых листьев особенно сильно зависит от содержания влаги в почве, например в лесостепи Запад-

ной Сибири в 80 случаях из 100. По другим органам эта связь уменьшается в 1,5—2,0 раза.

Поражение стебля достигает максимальной величины к IX—X этапам органогенеза (налив зерна). Уровень развития болезни обусловлен в большей мере заболеванием растения в целом, чем какого-либо одного вегетативного органа.

Обыкновенная гниль поражает также вторичные корни и эпикотиль. Образование этих органов в значительной мере зависит от факторов окружающей среды, поэтому носит неустойчивый характер.

Вторичные корни образуются на III—IV этапах органогенеза (кущение), или примерно через 11—20 дней после появления всходов у яровой пшеницы и через 18—22 дня — у ячменя. Поражение их начинается на III—IV этапах органогенеза, достигая максимума чаще к концу вегетационного периода. Развитие гнили вторичных корней в большей мере зависело от интенсивности поражения эпикотиля и узла кущения, которые непосредственно контактируют с ними. Гниль вторичных корней особенно интенсивно проявлялась при низком содержании подвижных форм фосфора в почве. Поскольку в Сибири и в целом по стране фосфор в почвах находится в первом минимуме, то это является одной из главных причин высокой напряженности инфекционного процесса.

Эпикотиль по происхождению представляет собой стебель зародышевого побега, а по положению в системе растения — корень. В отличие от главного побега он, как и корни, обитает в почве. Имеет промежуточное строение между корнем и стеблем, благодаря чему осуществляется контакт между побеговой и корневой системами, которые являются продолжением друг друга по оси растения.

Ткани эпикотиля формируются, начиная с I этапа органогенеза, вслед за образованием зародышевых корней. Сам же орган обособляется на III—IV этапах, когда образуется узел кущения. В этот период эпикотиль поражается особенно сильно. Обособление его сопровождается постепенным старением, а следовательно, и большей восприимчивостью к возбудителям. Этим, видимо, можно объяснить самую высокую восприимчивость эпикотиля к гнили в системе растения-хозяина, фактически вне зависимости от эколого-географических зон возделывания яровой пшеницы и ячменя. Поэтому не случайно

этому органу придается такое большое значение в диагностике болезни. Однако эпикотиль у части растений вообще не образуется или бывает настолько коротким, что учет болезни по нему исключается. Образование же длинного эпикотиля является вынужденной функцией растения, обусловленной биологической необходимостью выноса вверх конуса нарастания главного побега при глубокой заделке семян. При мелкой глубине посева колеоптимальный узел и узел кущения сближаются настолько, что различить эпикотиль не представляется возможным.

Развитие обыкновенной гнили эпикотиля тесно связано с поражением болезнью всех органов, кроме прикорневых листьев.

В целом развитие инфекционного процесса к фазе кущения часто имело первый максимум, затем снижалось и впоследствии снова увеличивалось, достигая второго максимума к концу вегетации.

#### РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ НА ИНФЕКЦИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

При поражении первичных корней нарушаются их физиологические функции: усиливается дыхание, угнетается рост, уменьшается емкость катионного обмена. Часть основных и боковых корней погибает. При слабом развитии болезни число их в расчете на одно растение снижалось до 15%, при средней и сильной степени — соответственно до 25 и 85%. В результате зерновая продуктивность растений снижалась за счет уменьшения озерненности колоса на 10,1%, массы зерен — на 4,3%.

В случае поражения колеоптиле и прикорневых листьев проросток искривлялся и зародышевый побег нередко погибал еще до выхода на поверхность почвы. При слабом развитии болезни отмечалось угнетение роста как самих органов, так и проростка в целом, в том числе конуса нарастания.

Поражение прикорневых листьев в слабой степени не сказывалось отрицательно на зерновой продуктивности яровой пшеницы сорта Саратовская 29, а по сортам Новосибирская 67 и Мильтурум 321 было меньше, чем в случае поражения колеоптиле и первичных корней.

При поражении вторичных корней, они, как и первичные, погибают часто на начальных этапах образования,

когда находятся в виде конуса нарастания, длиной 2—3 мм.

С увеличением степени поражения узла кущения образование вторичных корней может снизиться в 2—3 раза и более. Например, здоровые растения ячменя сорта Омский 13709 в предгорной зоне Алтайского края образовали в среднем восемь вторичных корней, а пораженные — на 35—65% меньше. Подобные результаты получены по яровой пшенице. Особенно слабое развитие корней (66—67% от числа их у здоровых растений) наблюдалось у яровой пшеницы сорта Харьковская 46. Больные корни в 1,5—2 раза слабее связаны с почвой, в результате чего растения легко выдергиваются. Этот признак используется при выведении сортов, устойчивых к болезни.

Поражение вторичных корней пшеницы сорта Саратовская 29, даже в слабой степени, снизило озерненность колоса в среднем на 10%, продуктивную кустистость — на 8, а массу зерна с растения — на 13%.

При поражении эпикотили уменьшалась масса образующихся первичных корней в слое 0—60 см, глубина их проникновения в нижние горизонты почвы, число вторичных корней яровой пшеницы и зерновая продуктивность растений на 11—25 и 42—67% соответственно при слабой и средней степени поражения.

Эпикотиль является наиболее уязвимым органом, и поражение его вызывает самое значительное снижение урожая яровой пшеницы. Поэтому следует применять все меры по оздоровлению этого органа (оптимальная глубина заделки семян, обработка семян химическими препаратами).

Заражая основание стебля, возбудители болезни проникают в его узлы, разрушая их. В результате, очевидно, происходит хроническое подавление роста междоузлий. Чем выше степень развития болезни, тем интенсивнее угнетение роста стебля. Вследствие этого зерновая продуктивность яровой пшеницы снижалась на 15,2%.

#### РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ НА ИНФЕКЦИЮ НЕСКОЛЬКИХ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ

**Нарушение физиолого-биохимических функций.** В посевах яровой пшеницы и ячменя редко присутствуют растения только с одним каким-либо пораженным орга-

ном. Как правило, болеет несколько органов в разной степени. Вследствие этого нарушения возникают одновременно в нескольких точках растения.

В фазе двух листьев больные растения отличаются повышенной интенсивностью дыхания, проницаемостью клеточных мембран и транспирацией, меньшим содержанием хлорофилла. Азотный обмен у таких растений характеризуется неустойчивостью. Заражение *B. sorokiniana* в 76,5% случаев нарушало количественный состав аминокислот у сорта Саратовская 29 до следовых количеств, у сорта Мильтурум 553 — наиболее сильно по гистидину, аспарагину, аспарагиновой и глютаминовой кислотам, аланину, метионину и валину, лейцину и изолейцину.

Уменьшение высоты растений является надежным показателем интенсивности инфекционного процесса.

Пораженные растения имеют обычно карликовый вид, и высота побега тем меньше, чем выше степень развития болезни. С другой стороны, между высотой растений и урожаем яровой пшеницы также выявлена тесная зависимость.

Масса прикорневых листьев у больных растений яровой пшеницы Лютесценс 758 и Харьковская 46 снижалась на 30,8—31,3%, а стеблевых, в том числе «флага», — на 24,2—44,2%. Площадь листьев уменьшалась до 31,6%. Кроме того, биомасса стебля и листьев у пораженных растений слабее используется на налив зерна, вследствие чего уменьшается масса зерен и увеличивается соотношение между массой соломы и зерна.

По внешнему виду конус нарастания у больных растений имел нередко дряблый буроватый вид и по существующим шкалам оценивался в три-четыре балла против четырех-пяти у здоровых растений, отставал в развитии на I—II этапа. Начиная с V этапа органогенеза, количественные элементы структуры урожая существенно снижались за счет редукции колосков, меньшего числа завязывающихся цветков и их гибели. Чем больше было поражено вегетативных органов, тем в большей степени снижалась зерновая продуктивность.

Усиление развития обыкновенной гнили на каждый процент приводило к снижению зерновой продуктивности растений яровой пшеницы, например сорта Саратовская 29, на 0,44, 0,96 и 1,90% в случаях поражения соответ-

ственно одного, двух и трех вегетативных органов. Аналогичная тенденция отмечена по другим сортам, хотя количественные показатели при этом изменялись.

**Нарушение формирования главных элементов структуры урожая. Недобор урожая от болезни.** Урожай яровой пшеницы и ячменя зависит от главных элементов его структуры: числа продуктивных стеблей на единице площади, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен. Число продуктивных стеблей снижается за счет отмирания больных растений в течение вегетации от 3—6% (Кировская область) до 20% (Алтайский край, Иркутская, Московская области, Поволжье).

Заболевшие растения обладают, как правило, меньшей общей и продуктивной кустистостью вне зависимости от культуры и сорта.

Уменьшение продуктивной кустистости, которая принимает непосредственное участие в формировании урожая, ведет к снижению потенциальной зерновой продуктивности растений.

У больных растений снижается также озерненность колоса на 7,5—26,4% (слабая степень) и 44,1—75,9% (сильная степень) за счет гибели колосков, уменьшения числа цветков и их последующей гибели.

При поражении растений обыкновенной гнилью отток метаболитов из вегетативных органов к формирующимся семенам ухудшается, что ведет к уменьшению третьего главного элемента структуры урожая — массы 1000 семян в среднем по яровой пшенице с 33,8 до 28,3 г, или на 17%, а по яровому ячменю — с 35,9 до 31,7, или на 12%.

Значимость отдельных слагаемых недобора урожая изменяется по эколого-географическим зонам. В частности, при передаче возбудителей через почву урожай снижается главным образом за счет уменьшения числа зерен в колосе и массы 1000 семян, а через семена — числа продуктивных стеблей на единицу площади.

Коэффициент вредоносности болезни в основных зерносеющих зонах составлял при поражении растений в слабой степени 9—18, в средней — 20—36, в сильной — 39—74%.

**Влияние болезни на качество зерна.** Качество зерна яровой пшеницы и ячменя существенно изменяется при поражении возбудителями обыкновенной гнили вегета-



тивных органов, но особенно сильно — вегетативных органов и зерна.

В случае заболевания обыкновенной гнилью вегетативных органов в зерне снижается количество протеина, белка, крахмала, клейковины, а также сила муки, объем выпеченного хлеба, пористость и общая хлебопекарная оценка.

По данным исследований, поражение болезнью яровой пшеницы ухудшает соотношение незаменимых и заменимых аминокислот в зерне. Наблюдалось также пониженное поступление углеводов во все периоды формирования и созревания зерна, а азотистых соединений — до начала молочной спелости.

Зерно больных растений ячменя имело прежде всего более высокую влажность. Это согласуется с данными об отставании развития таких растений, а следовательно, и возможно меньшей зрелостью зерна к моменту его уборки.

Отмечено некоторое увеличение содержания ДНК в эндосперме семян пораженных растений.

При заражении видами рода *Fusarium* в зерне происходит накопление аммиака, амидов, пептидов, свободных аминокислот. Качество клейковины снижается. Ослабление ее и разжижение теста отмечены в случае заражения зерна *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella* и др.

Зараженное *F. sporotrichiella* и *F. graminearum* зерно нередко приобретает ядовитые свойства для человека и животных.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭПИФИТОТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Эпифитотический процесс — это сложное биоэкологическое явление, проявляющееся в возникновении и распространении инфекционных болезней растений. В отличие от инфекционного процесса, развивающегося в организме растения, эпифитотический процесс протекает в популяциях растений.

## ПЕРВИЧНЫЕ ФАКТОРЫ ЭПИФИТОТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Эпифитотический процесс возникает в тех или иных условиях окружающей среды при наличии трех факторов, которые называют первичными: источника инфекции, передатчика инфекции, восприимчивого растения.

Активным компонентом эпифитотического процесса является возбудитель. Жизненный цикл возбудителей обыкновенной гнили начинается с источника инфекции. Он лучше изучен по *B. sorokiniana* и в меньшей мере — по видам рода *Fusarium* (рис. 1).

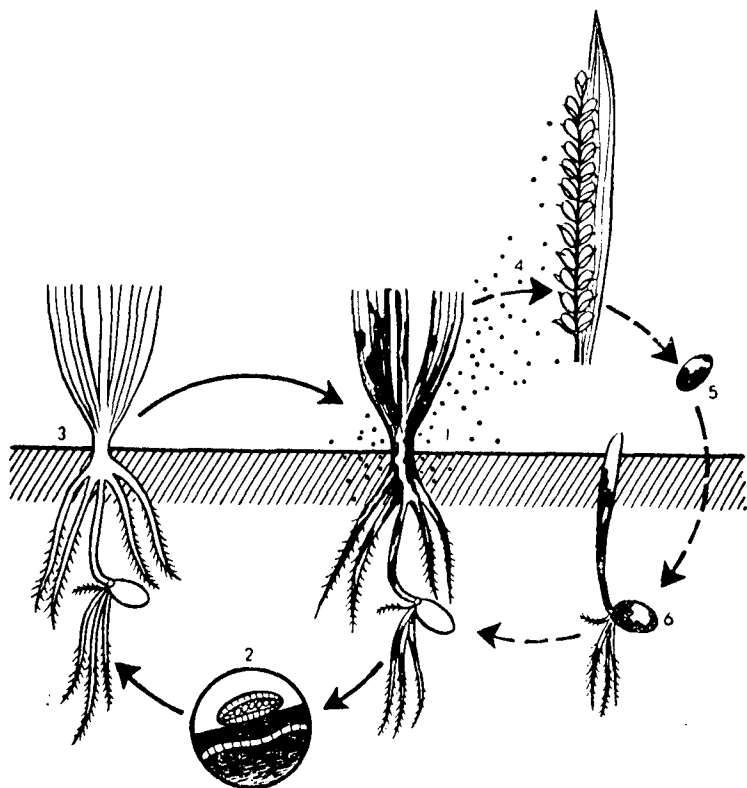


Рис. 1. Схема жизненного цикла возбудителей обыкновенной гнили:

1 — споруляция возбудителя на пораженном растении; 2 — передача возбудителя через почву от сезона к сезону; 3 — восприимчивое здоровое растение; 4 — передача возбудителя через воздух в течение сезона; 5—6 — передача возбудителя через семена от сезона к сезону

907287

ВОЛОГОДСКАЯ  
областная библиотека  
им. И. В. Бабушкина

## Источники инфекции

Возбудители инфекционных болезней растений в процессе эволюции приспособились к паразитированию на живых растениях. При этом, в зависимости от специализации, они заражают определенный круг растений, которые являются их биологическими хозяевами, или растениями-хозяевами. Именно в (на) организме биологического хозяина происходит размножение и накопление возбудителя в природе. Поэтому зараженный возбудителем организм биологического хозяина принято считать источником инфекции.

Источником инфекции обыкновенной гнили являются больные растения из многих семейств, произрастающие в агро- и естественных фитоценозах: культурные однолетние злаки — твердая яровая пшеница, ячмень, мягкая яровая пшеница, озимая пшеница, озимая рожь, овес; однолетние сорняки — щетинник, куриное просо, овсюг обыкновенный, жабрей; культурные и дикорастущие многолетние злаки — пырей ползучий, костер безостый, тимopheевка луговая, овсяница луговая, ежа сборная, пырей бескорневищный, регнерия волокнистая, полевика обыкновенная, мятлик луговой.

Различают основные и дополнительные источники инфекции. К основным относятся такие, которые обеспечивают непрерывное существование возбудителя в природе как биологического вида. Дополнительные служат временной средой для размножения и накопления возбудителя.

В Сибири к основным источникам инфекции следует отнести многолетние дикорастущие злаковые травы, произрастающие в естественных фитоценозах. Однако эпифитотиологическое значение их для зерновых культур второстепенное. Это положение является верным, вероятно, и для других зон страны. Так, в Кировоградской области и в предгорном районе Ставропольского края, несмотря на зараженность *B. sorokiniana* многих диких злаков, эпифитотии гнили пшеницы не происходит.

Главным источником инфекции нужно считать культурные однолетние злаки и сорняки, в том числе яровую пшеницу и ячмень, на которых в современных условиях специализации и концентрации производства происходит массовое размножение и накопление возбудителей.

В Сибири яровая пшеница и ячмень занимают в зер-

носеющих зонах около 70% пашни. К концу вегетации практически все растения в посевах являются источником инфекции. Причем *B. sorokiniana* размножается на культурных злаках и сорняках интенсивнее, чем на диких злаках (табл. 2).

Таблица 2

Частота заражения (%) *B. sorokiniana* вегетативных органов злаков в агро- и естественных фитоценозах (предгорная зона Алтайского края)

Злаки	Корни	Стебли	Прикорневые листья	Семена
Культурные				
однолетние	57,0	65,2	82,5	68,2
Сорняки	34,0	32,4	43,8	28,4
Многолетние				
дикие	6,4	12,7	17,8	40,8

Спороношение гриба происходит на подземных и надземных органах растений, особенно на листьях (прикорневых, стеблевых) и стеблях. В результате этого конидии выделяются в почву (больше всего в верхний слой — 0—5 см) и воздух. В течение одного вегетационного периода в почве под покровом яровой пшеницы и ячменя популяция конидий *B. sorokiniana* увеличивается в 2—3 раза.

Доля жизнеспособных конидий возрастает с 37,9 до 50,3%, а их число в состоянии разложения уменьшается с 62,1 до 49,7%, что обуславливает накопление возбудителя в почве при повторном возделывании зерновых культур.

Под разными сортами зерновых культур (при прочих равных условиях) интенсивность накопления *B. sorokiniana* в почве была различной. Из 16 изученных сортов яровой пшеницы 3 способствовали слабому, 11 — среднему и 2 — сильному увеличению популяции гриба в почве, особенно во влажную теплую осень. Например, в 1972 г. (северная лесостепь) в течение августа и сентября выпало соответственно 59,0 и 32,7 мм осадков при средней температуре воздуха 5,0—17,8°. Популяция конидий в почве возросла за эти месяцы под сортом Лютесценс 758 с 93 до 235 на 1 г сухой почвы. Противоположные

результаты были получены в 1971 г., когда за август и сентябрь выпало соответственно 33,9 и 0,6 мм осадков при средней температуре воздуха 7,4—15,5°. Споруляция гриба в данных условиях почти не происходила, и численность его в почве не изменилась. Следовательно, характер споруляции гриба в осенний период может иметь существенное значение для прогноза его численности в почве.

Одновременно над посевами зерновых культур и над травостоем диких злаков происходит накопление возбудителя. Воздушные массы над посевами ярового ячменя (высота 1—3 м) оказались значительно интенсивнее заспорены конидиями *B. sorokiniana*, чем над залежными участками, где произрастали сравнительно устойчивые к возбудителю многолетние злаки — тимофеевка, овсяница, регнерия волокнистая, мятлик.

Максимальная заспоренность воздуха конидиями была приурочена к концу вегетации ярового ячменя. Осаждению конидий способствуют выпадающие осадки.

Таким образом, пораженные растения создают своеобразный инфекционный фон в почве и воздухе, достигающий максимальной величины к концу вегетации, когда имеются благоприятные условия для споруляции гриба на мощной биомассе вегетативных органов. Это обеспечивает возможность заселения конидиями гриба почвы и формирующихся зерновок по схеме: вегетативные органы — почва и вегетативные органы — воздух — генеративные органы (зерновка). Главный механизм передачи возбудителя в последней схеме, очевидно, воздушно-капельный. Накопление популяций *B. sorokiniana* в почве происходит не только за счет конидий, но и других инфекционных зачатков (мицелия, хламидоспор и др.), попадающих в почву вместе с зараженными пожнивными растительными остатками.

Кроме яровой пшеницы и ячменя, опасным источником инфекции является щетинник, широко распространившийся в последние годы при почвозащитной системе земледелия в степных и частично лесостепных районах Сибири и в Казахстане. *B. sorokiniana* размножается преимущественно на прикорневых листьях щетинника. При шестилетнем выращивании кукурузы на поле, засоренном щетинником, в 1 г сухой почвы насчитывалось 132 конидии гриба против 18 на участке, где щетинника не было.

Следовательно, главными источниками инфекции обыкновенной гнили являются яровая пшеница, ячмень и щетинник. Действие источника инфекции — первая причина возникновения эпифитотического процесса обыкновенной гнили в зерносеющих зонах. Вторым звеном в жизненном цикле возбудителей являются передатчики инфекции.

### Передатчики инфекции

При отмирании растений-хозяев возбудители попадают во внешнюю среду, к выживанию в которой они также приспособились в процессе эволюции. Возбудители проявляют избирательное отношение к факторам внешней среды: одни из этих факторов становятся специфическими для жизненного цикла возбудителей, другие — лишь общим фоном. Специфические элементы внешней среды называют передатчиками инфекции. В отличие от источника инфекции передатчиком инфекции является объект, который служит местом пребывания или сохранения возбудителя в природе, обеспечивая передачу его от источника инфекции к восприимчивым здоровым растениям.

Механизм передачи состоит из трех последовательных фаз: выделения возбудителя из больного организма; пребывания возбудителя во внешней среде; внедрения его в новый организм. У обыкновенной гнили первая фаза реализуется отделением возбудителей от поверхности зараженных подземных и надземных органов растений, а вторая — через почву (от сезона к сезону) и воздух (в течение сезона).

Почва и находящиеся в (на) ней зараженные растительные остатки являются главными передатчиками возбудителей обыкновенной гнили. Семена как передатчик инфекции имеют самостоятельное значение только в сельскохозяйственной практике, поскольку отчуждаются с урожаем.

**Почва как передатчик инфекции.** Долгое время основным передатчиком возбудителей обыкновенной гнили считали только пожнивные растительные остатки, длительность выживания *B. sorokiniana* на которых находится в прямой зависимости от интенсивности их минерализации. Возбудитель активно вытесняется из растительных остатков сапрофитной микрофлорой при температуре

выше 10° и содержании влаги в пахотном горизонте более 15 мм. Если такие условия продолжают в послепосевной период более 75 дней, то их считают неблагоприятными для сохранения возбудителя, если менее 50 дней — благоприятными. На этом основании районы Сибири, Казахстана, Поволжья, области Черноземного центра относят к благоприятным для сохранения возбудителя, а южные районы европейской части СССР, предгорные районы Северного Кавказа, за исключением Кабардино-Балкарской АССР, — к неблагоприятным.

В Сибири уборка зерновых культур часто проводится при наступлении устойчивого похолодания, поэтому, даже будучи запаханными, растительные остатки минерализуются медленно, и грибок сохраняется в них до весны. Более интенсивно процессы минерализации растительных остатков проходят в степи и лесостепи, чем в предгорной зоне и тайге. Так, к весне в пахотном слое в южной лесостепи содержалось 4,5 ц/га зараженных *B. sorokiniana* растительных остатков, а в предгорной зоне — 36,0 ц/га. В отличие от Сибири в европейской части СССР гидротермические условия в осенний период более благоприятны для их минерализации, поэтому возбудитель на них, например в Ставропольском крае, почти не выживает.

В середине 60-х годов стало известно, что возбудитель сохраняется не только на зараженных растительных остатках, но и непосредственно в почве в форме конидий. Причем при разложении растительных остатков он может не столько погибать, сколько рассеиваться непосредственно в почве. По данным канадских ученых, первичное заражение яровой пшеницы в весенний период происходит конидиями. По состоянию их можно в значительной мере судить о жизненном цикле возбудителя в целом. Литературные данные о заселенности пахотных почв возбудителями в европейской части СССР отсутствуют, поэтому здесь приведены данные по Сибири.

**Заселенность почвы возбудителями по зонам.** Установлено, что заселенность пахотных почв *B. sorokiniana* в условиях вертикальной и горизонтальной зональности Сибири совпадает с ареалом хлебных злаков.

По мере продвижения с севера на юг плотность популяции конидий гриба увеличивалась в 3—4 раза и более, достигая максимума на равнине в лесостепи и затем несколько снижаясь в степи (табл. 3). Это говорит

Заселенность пахотных почв конидиями *B. sorokiniana* в эколого-географических зонах Сибири

Зона	Почва	Число образцов	Число конидий в 1 г воздушно-сухой почвы			Увеличение заселенности по сравнению с целинной почвой, число раз
			минимум	максимум	среднее	
1971—1974 гг.						
Тайга	Подзолистая	25	9±1	30±2	20±2	10
Подтайга предгорий	Серая лесная	181	10±2	58±6	27±4	9
Северная лесостепь	Оподзоленный чернозем	211	46±2	118±10	86±7	8
Южная лесостепь	Выщелоченный чернозем	561	45±3	162±9	84±5	13
Степь	Южный чернозем	284	32±4	93±7	57±4	4
1968—1970 гг.						
Предгорья Алтая	Выщелоченный чернозем	64	35±4	247±16	141±9	—
Горно-степная	Темно-каштановая почва	32	50±3	283±14	167±7	—

о большом значении почвенно-климатических условий в распространении возбудителя.

Самая высокая заселенность почвы возбудителем была в горно-степной зоне, где отмечена низкая биологическая активность почвы.

Целинная почва в тайге и подтайге, так же как и пахотная, была в 3—4 раза слабее заселена *B. sorokiniana* по сравнению с черноземами лесостепи и степи. В целом заселенность пахотных почв оказалась выше целинных и залежных участков в 4—13 раз, что согласуется со слабым заражением возбудителем вегетативных, особенно подземных, органов диких злаков, а также со сравнительно небольшой заспоренностью воздуха над ними.

На целинных и залежных участках черноземных и темно-каштановых почв Западной Сибири фитопатогенных



грибов из рода *Fusarium* мало, а на торфяно-болотной целине они совсем не встречались. По мере освоения целинных и залежных земель количество видов этого рода увеличивалось.

Представляет интерес сравнение уровня заселенности сибирских почв конидиями *V. sorokiniana* с почвами Канады, где почвенно-климатические условия и система земледелия сходны с сибирскими. По литературным данным, численность конидий возбудителя в почвах Канады колебалась от 8 до 893 и составляла в среднем 118 на 1 г сухой почвы. Такая заселенность почв возбудителем достигает нередко в горных условиях, лесостепи и степи Сибири.

**Допустимый уровень заселенности почвы *V. sorokiniana* (порог вредоносности).** Установлено, что уровень развития обыкновенной гнили по эколого-географическим зонам совпадает с характером заселенности пахотных почв конидиями. Чем выше заселенность почв конидиями, тем интенсивнее развитие болезни.

Учеты, проведенные в парозернопропашном севообороте южной лесостепи, где передача возбудителей осуществляется практически только через почву, показали, что связь численности конидий *V. sorokiniana* в почве оказалась максимальной с поражением органа-рецептора инфекции, в качестве которого чаще всего выступали подземные органы растений.

Увеличение заселенности почвы с 13—20 конидий гриба до 50—60 (слабая степень), 170—180 (средняя степень) и особенно до 800—900 (сильная степень) повышало интенсивность развития обыкновенной гнили соответственно в 1,5; 3 и 4 раза. При этом чем выше уровень заселенности почвы возбудителем, тем в большей степени снижалась масса листьев, а особенно колоса. На инфекционном фоне рост и дифференциация конуса нарастания отставали от контроля, начиная с первых этапов органогенеза, что сказалось на длине колоса, а также на формировании элементов структуры урожая. Число развитых колосков, а затем и цветков уменьшилось на 14—33% по сравнению с контролем. Масса 1000 семян оказалась максимальной на слабом инфекционном фоне и резко снижалась при увеличении инфекционной нагрузки со 170—190 до 800—900 конидий на 1 г почвы. Отток метаболитов на инфекционном фоне ухудшался, вследствие чего отношение массы зерна

к массе соломы уменьшалось по мере увеличения заселенности почвы конидиями. Вне зависимости от уровня инфекционного фона урожай зерна уменьшался в большей мере (37,4—48,3%), чем урожай соломы (11,6—27,9%). Урожай зерна снижался за счет всех трех элементов его структуры: густоты продуктивного стеблестоя, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен, но особенно двух последних.

Таким образом, интенсивность развития обыкновенной гнили и ее вредоносность зависят от уровня заселенности почвы *V. sorokiniana*. Заселенность выщелоченного чернозема (северная лесостепь), составляющая 13—20 конидий гриба в 1 г сухой почвы, принята за допустимый уровень для сортов яровой пшеницы Мильтурум 553, Саратовская 29, Новосибирская 67. При этом распространенность болезни не превышала 10%, а развитие ее по органам — 2—3%. Резких нарушений в формировании урожая зерна не отмечено. Численность возбудителей в почве на уровне порога вредоносности следует экспериментально уточнить для других зон.

#### **Семена как дополнительный передатчик инфекции.**

К зонам интенсивной передачи *V. sorokiniana* семенами в пределах СССР относятся: Белорусская ССР, Эстонская ССР, Дальний Восток, характеризующиеся достаточным и умеренным увлажнением. В засушливых районах Поволжья и Казахстана семена, как правило, бывают слабо заражены — на 2—3, редко — на 18%. Промежуточное положение занимают области, примыкающие к Уральскому хребту, — Уральская, Тюменская.

На территории Сибири частая (15—40%) передача возбудителя семенами отмечена в предгорьях Салаира и Алтая, в северных районах Омской области, на Барабинской низменности, в таежной и подтаежной зонах Красноярского края, в Иркутской, Кемеровской областях и в других районах, особенно в увлажненные годы.

Степень заражения семян возбудителями на равнинной территории Западной Сибири, в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Нечерноземной зоне в значительной степени зависит от гидротермических условий в период от колошения до уборки. Максимальное заражение семян пшеницы и ячменя *V. sorokiniana* отмечалось в зонах тайги, подтайги Омской области, в предгорьях Алтайского края и Кемеровской области при гидротермическом коэффициенте 1,48—1,51 и средней

температуре воздуха 14,6—15,1°. По мере продвижения с севера на юг в условиях Омской области вероятность заражения семян яровой пшеницы и ячменя резко снижалась. В степи она несколько увеличивалась в хозяйствах, расположенных вблизи реки Иртыша. Так, в отдельных из них заражение семян возбудителем достигало 11,7—12,8% против 0,5—2,2% в хозяйствах, расположенных на равнине.

Аналогичная закономерность отмечена в лесостепи Новосибирской области, где повышенное заражение семян патогенами наблюдали в хозяйствах, расположенных на террасах реки Оби. Интенсивность инфицирования семян в подтайге Новосибирской области занимала промежуточное положение между лесостепью и степью, главным образом, из-за более низкой температуры воздуха в период созревания семян.

К числу факторов, обуславливающих повышенное заражение семян зерновых культур, особенно озимой ржи, *B. sorokiniana* и видами родов *Fusarium* и *Alternaria* в северных районах Западной Сибири, относятся высокая влажность зерна и явление истекания его, известное под названием «медовой росы», которая в северных районах Омской области может вызывать значительные потери урожая.

Практически здоровые семена формировались во все годы исследований в южной лесостепи Омской области и в Кулундинской степи, где рекомендуется размещать специализированные семеноводческие хозяйства.

Повсеместно почти половина всех семян яровой пшеницы и ячменя заражена *Alternaria tenuis* Nees и другими видами этого рода, роль которых в возникновении обыкновенной гнили недостаточно изучена. Причем отмечена тенденция стабильно высокого (54,0—75,3%) заражения семян яровой пшеницы указанными грибами в Кулундинской степи и в умеренно теплой и влажной горно-степной зоне Горного Алтая.

Таким образом, гидротермический коэффициент за период от колошения до уборки на равнине может использоваться для прогноза интенсивности заражения семян *B. sorokiniana* и частично видами рода *Fusarium*. Сильное заражение семян *B. sorokiniana* (более 10%) наблюдается при гидротермическом коэффициенте выше единицы, среднее (5—10%) — примерно равном единице, а слабое (меньше 5%) — ниже единицы.

В горных условиях (вертикальная зональность) этот коэффициент является малопригодным для выявления связи погодных условий с интенсивностью заражения семян возбудителями обыкновенной гнили, так как по мере подъема в горы высота над уровнем моря увеличивается и независимо от увлажнения температура воздуха неуклонно снижается.

*B. sorokiniana* и виды рода *Fusarium* проникают в различные части зерновки, но наиболее часто — в оболочку вблизи зародыша, что обеспечивает контакт возбудителей с зародышевыми органами при прорастании семян. В случае заражения колосьев до цветения цветки и завязь могут погибнуть, а при заражении в фазу молочной спелости они проникают глубже, чем при заражении в восковую, а особенно в полную спелость.

**Зависимость развития эпифитотического и инфекционного процессов от степени зараженности семян. *B. sorokiniana*.** При увеличении инфекционной нагрузки конидий *B. sorokiniana* с 23 до 6016 на одно семя яровой пшеницы сорта Харьковская 46 погибло от 48 до 95 проростков из 100 семян, а заболеваемость зародышевых органов обыкновенной гнилью у сохранившихся увеличивалась в 3 раза. Аналогичные результаты были получены по ячменю сорта Омский 13709.

При прорастании зараженных *B. sorokiniana* семян в первую очередь поражаются первичные корни у основания. Так, на третий день после посева главный корень был заражен на  $\frac{1}{3}$  длины, а развитие болезни составляло 9,3%. Через пять дней зона заражения увеличивалась до  $\frac{1}{2}$  длины корня, а развитие болезни достигало 19,1%, несмотря на одновременный рост корня. Это свидетельствует о том, что на данном этапе интенсивность развития возбудителя обгоняла рост корней. Колеоптиле заражался позднее первичных корней. Так, через пять дней после посева развитие гнили колеоптиле составляло 2,5%, или более чем в 7 раз слабее по сравнению с первичными корнями. Однако уже ко времени появления всходов поражение колеоптиле как самого старого в системе растения органа на данный период бывает максимальным. Особенно это относится к тем случаям, когда передача возбудителя осуществлялась одновременно через семена и почву (табл. 4).

Заболеваемость первичных корней ячменя сорта Омский 13709 при использовании для посева слабо-

Зависимость развития болезни на I этапе органогенеза пшеницы от передатчиков инфекции (сорт Саратовская 29)

Показатели	Факторы передачи <i>B. sorokiniana</i>			Контроль
	почва	семена	почва и семена	
Развитие обыкновенной гнили, %:				
первичные корни	1,0	7,0	13,9	0,5
колеоптиле	2,5	7,5	19,2	0,2
Погибло проростков, %	27,0	51,0	59,0	13,0

и сильнозараженных семян *B. sorokiniana* увеличивалась в 7,5—32, а влагалищ листьев — только в 1,6—3,6 раза. Заражение пластинок прикорневых листьев было более значительным по яровому ячменю по сравнению с пшеницей.

В отличие от почвы при передаче возбудителя через семена в большей степени происходит поражение зародышевых органов и гибель проростков на первых этапах органогенеза пшеницы. Максимальной величины развитие болезни достигает при одновременной передаче возбудителя через почву и семена.

При посеве здоровых семян в зараженную почву прерывание эпифитотического процесса не отмечается даже на начальных этапах органогенеза.

Таким образом, при передаче возбудителя через семена поражение зародышевых органов обыкновенной гнилью происходит по схеме: инфицированные семена — зародышевые органы; поражение других вегетативных органов: инфицированные семена — зародышевые органы — органы взрослого растения. Если в первом случае передача возбудителя осуществляется непосредственно, то во втором — главным образом косвенно.

Кроме более интенсивного развития обыкновенной гнили, посев инфицированными семенами способствует созданию многочисленных очагов возбудителя в почве, так как грибок вместе с семенами равномерно распространяется по всему полю. Этот путь заселения почвы возбудителями имеет особенно большое значение на целинных или слабозараженных участках. Так, при посеве

здоровых семян яровой пшеницы в целинную почву численность конидий в конце вегетации составляла  $9 \pm 1$  на 1 г сухой почвы, а при посеве зараженных —  $14 \pm 2$ . Причем доля жизнеспособных конидий в первом случае была 9,1, во втором — 41,2%.

**Реакция растений на инфекцию при передаче *V. sorokiniana* через семена. Порог вредности болезни.** Поражение семян возбудителями обыкновенной гнили можно рассматривать как конечный этап инфекционного процесса в онтогенезе зерновых культур в текущем сезоне и как начальный этап возникновения эпифитотического и инфекционного процессов в следующем году. В данном разделе характеризуется ситуация, которая складывается главным образом в следующем сезоне при передаче *V. sorokiniana* через семена.

Заражение семян возбудителем приводит прежде всего к изменению их посевных качеств: массы 1000 семян, лабораторной и особенно полевой всхожести.

При использовании для посева семян яровой пшеницы и ячменя, зараженных *V. sorokiniana* в слабой и сильной степени, их полевая всхожесть снижалась соответственно на 14—43 и 23—66%, что является одной из главных причин изреживания посевов.

Значительная часть проростков на посевах инфицированными *V. sorokiniana* семенами не погибает, а достигает поверхности почвы, но зародышевые органы их (корни, колеоптиле, листья) бывают развиты слабее, чем на посевах здоровыми семенами. Растения от инфицированных семян характеризуются меньшей обеспеченностью первичными корнями. Рост корней и колеоптиле подавляются, что проявляется в меньшей их длине. Синтез общей биомассы и сухого вещества значительно снижается. Подавление ростовых процессов на посевах зараженными семенами прослеживалось до фазы кущения.

Продуктивная кустистость, величина и масса колоса были значительно ниже на посевах инфицированными семенами в слабой, а особенно — средней и сильной степени. Недобор урожая зерна зависел в большей мере от снижения густоты продуктивного стеблестоя, чем зерновой продуктивности каждого растения. Самый высокий урожай ячменя и яровой пшеницы формировался на посевах, проведенных здоровыми семенами.

При использовании для посева семян, зараженных *V. sorokiniana* в слабой степени, недобор урожая зерна

мягкой яровой пшеницы и ячменя составлял в среднем 25—35%, а в случае посева зараженными в средней и сильной степени — 42—62%. Твердая яровая пшеница снижала урожай еще в большей мере — на 65—89%.

Исходя из приведенных выше данных, можно отметить, что вероятность снижения урожая в пределах 1% будет только в том случае, если зараженность семенных партий возбудителем в слабой степени составит не более 3, а в сильной — 2%. Эти показатели можно принять за условный порог вредоносности при передаче *V. sorokiniana* семенами.

### Восприимчивость растений к инфекции

Восприимчивость — это способность растений отвечать инфекцией или инфекционным процессом на внедрение возбудителя.

В отличие от источника и передатчика инфекции, которым принадлежит активная роль в возникновении и течении эпифитотического процесса, невосприимчивость действует подобно тормозу.

Она в значительной мере определяется защитно-восстановительными системами растений, в основе которых лежит нормальный обмен веществ, в том числе ростовые процессы.

Энергично растущие растения являются более выносливыми к болезни. Под выносливостью понимают способность растений в малой степени снижать продуктивность даже при относительно высокой степени поражения болезнью. Выносливость рассматривается как одна из форм проявления устойчивости.

Для снижения восприимчивости растений к возбудителям большое значение имеет создание сортов и применение агротехнических приемов, обеспечивающих устойчивость функции роста у растений при заражении их возбудителями. Выносливые сорта не должны приостанавливать рост и накопление биомассы при поражении обыкновенной гнилью в средней и даже сильной степени. Восприимчивым здоровым растением замыкается жизненный цикл возбудителя из года в год по схеме: источник инфекции (больное растение) — передатчик инфекции (почва) — здоровое восприимчивое растение или источник инфекции — передатчик инфекции (се-

мена) — здоровое восприимчивое растение (см. рис. 1). При этом в зонах степи и южной лесостепи Сибири, Казахстане, Поволжье возбудители циркулируют преимущественно по первой схеме, в зонах тайги, подтайги Сибири, на Дальнем Востоке — по второй, в северной лесостепи, в предгорьях Сибири, в Ставропольском крае, Нечерноземной зоне РСФСР, в Белорусской ССР, Эстонской ССР — по обеим схемам.

### ВТОРИЧНЫЕ (ПРИРОДНЫЕ) ФАКТОРЫ ЭПИФИТОТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В отличие от первичных относительно постоянных и генетически обусловленных факторов вторичные являются переменными. Они не могут оказывать непосредственного влияния на эпифитотический процесс и выступают, по существу, в качестве активаторов или депрессантов действия первичных факторов эпифитотического процесса по схеме: вторичный фактор — первичный (ые) фактор (ы) — эпифитотический процесс. Понятие «вторичные» не означает, что эти факторы имеют второстепенное значение. Напротив, по силе действия они, как правило, значительно превосходят первичные факторы, обуславливая интенсивность эпифитотического процесса в тех или иных условиях окружающей среды. По этой причине в практике защиты растений вторичным факторам придается первостепенное значение.

### Биотические факторы

**Почвенная микрофлора.** Главным биотическим фактором, воздействующим на жизнеспособность возбудителей обыкновенной гнили в почве, является почвенная микрофлора. На выживаемость *B. sorokiniana*, например, влияют: миколитические бактерии, виды рода *Trichoderma*, *Penicillium*, *Rhizopus*, актиномицеты и другие микроорганизмы. В целом угнетение популяции *B. sorokiniana* в почве по сравнению с видами рода *Fusarium* обусловлено сравнительно большим числом микроорганизмов. При этом одни микроорганизмы разрушают только конидии, другие — мицелий, третьи — конидии и мицелий. Лизис (растворение ферментами) конидий в черноземе северной лесостепи Западной Сибири



вызывали, главным образом, актиномицеты. При этом между численностью актиномицетов, особенно из числа белых, и количеством конидий *B. sorokiniana* в почве отмечена обратная тесная зависимость. Выделено и определено около 700 штаммов актиномицетов, из которых 103 обладали антагонистическими свойствами по отношению к *B. sorokiniana*. Сильными антагонистическими свойствами к этому возбудителю обладают штаммы гриба *Trichoderma lignorum*.

В южной лесостепи Западно-Сибирской низменности в пяти-шести случаях из десяти выявлено наличие тесной зависимости между численностью популяций конидий *B. sorokiniana* в экспериментальном севообороте и количеством различных физиологических групп микроорганизмов. Уровень эпифитотического процесса в данном агроценозе довольно часто зависел от состава и численности почвенной микрофлоры. В целом связь заболеваемости подземных органов, особенно вторичных корней, с микрофлорой почвы оказалась значительно выше, чем надземных.

В последние два десятилетия доказано, что не только отдельные представители, но и весь комплекс почвенной сапрофитной микрофлоры подавляет фитопатогенные грибы, в значительной мере обуславливая специфическое явление, известное под названием «фунгистазис почвы». Сапрофитная микрофлора создает своеобразный «экологический пресс», который препятствует прорастанию покоящихся форм возбудителей в почве. *B. sorokiniana*, а также *Fusarium solani* характеризуются высокой чувствительностью к фунгистазису, *F. oxysporum* — низкой.

Под действием микрофлоры возбудители в почве погибают. Так, примерно  $\frac{1}{2}$  популяций конидий *B. sorokiniana* в подтайге и  $\frac{2}{3}$  ее в степи и лесостепи Западной Сибири находились в состоянии разложения. Причем конидии с нарушенной клеточной структурой имели разрыв оболочки. Часть конидий погибала, сохраняя целостность оболочки, или растрескивалась посередине.

Сравнительно низкая биологическая активность почв в зоне подтайги, например, совпадает с относительно слабым подавлением здесь популяций конидий *B. sorokiniana* и, наоборот, повышенная активность черноземов южной лесостепи и степи согласуется с интенсивным разложением конидий. В отличие от Сибири разложение

конидий в почвах европейской части СССР происходит значительно интенсивнее, что совпадает с высокой биологической активностью этих почв.

**Нематоды и насекомые-вредители.** Нематоды и насекомые причиняют вред сами по себе, но комплексное воздействие их вместе с фитопатогенными грибами значительно усиливает заболевание растений. Например, при поражении яровой пшеницы сорта Саратовская 29 овсяной нематодой развитие корневой гнили составляло 50—60 против 10—20% в случае отсутствия нематод. По ячменю сорта Винер эти показатели были соответственно 65—73 и 13—17%. Причем совместное заражение растений возбудителями корневой гнили и овсяной нематодой приводило к пустоколосости.

Заболевание ячменя сорта Омский 13709 обыкновенной гнилью в предгорной зоне Алтайского края находилось в прямой зависимости от зараженности его внутрискосовыми вредителями: чем интенсивнее повреждение главных и придаточных стеблей, тем выше степень заболевания ячменя, и наоборот. Аналогичные факты отмечены и в других зерносеющих зонах страны.

### **Абиотические факторы**

**Влага.** Вода непосредственно или косвенно участвует во всех физиологических и биохимических процессах, протекающих в растении. Нормальный обмен веществ зависит от степени насыщения водой протоплазмы клеток.

Однако идеальные условия для протекания физиологических процессов в растениях складываются редко. В Западной Сибири, например, около 55% посевов зерновых культур размещается в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. Более того, в отличие от европейской части СССР, где разные типы засух довольно часто разграничены территориально, здесь в любой зоне возможна весенне-летняя (северного типа) засуха, обусловленная недостаточным запасом продуктивной влаги весной в результате несмыкания влаги верхнего и нижнего горизонтов, и летняя (юго-восточного типа), вызываемая запаздыванием летних осадков и повышенной температурой. Поэтому яровая пшеница и ячмень постоянно испытывают недостаток влаги в почве, особенно в степи и лесостепи. Это приводит прежде всего к подавлению ростовых процессов, что является результатом

глубоких физиологических и биохимических нарушений обмена веществ, особенно углеводного, азотного.

Нарушение нормального физиологического состояния растения как единого организма во время засухи способствует повышению его восприимчивости к возбудителям обыкновенной гнили, которые интенсивно заражают ослабленные растения. При этом характер изменения обмена веществ в растении при недостатке влаги совпадает в общих чертах с изменениями, вызываемыми возбудителями обыкновенной гнили, что облегчает их жизнедеятельность. Поэтому максимальное развитие заболевания приурочено к районам с недостаточным увлажнением, а в пределах одной зоны — к засушливым годам.

Взаимосвязь развития болезни с засушливыми условиями объясняется не только недостатком влаги для растения, но и наличием при этом более благоприятной температуры для возбудителей.

Заболевание яровой пшеницы бывает максимальным в годы, когда засуха совпадает с фазами кущения и выхода в трубку, которые относятся к критическим относительно недостатка влаги.

Самое слабое развитие болезни отмечается при оптимальной влажности почвы — 60% от полной влагоемкости. При уменьшении ее до 30%, так же как и при увеличении до 80%, заболевание растений усиливается. В это время отмечается изреживание всходов соответственно на 15 и 23% по сравнению с оптимальным увлажнением. Причем предрасположенность вегетативных органов к возбудителям инфекции зависит от уровня увлажнения в различные периоды вегетации.

Заражение первичных корней *B. sorokiniana* в Кулундинской степи было максимальным (37,7%) в 1972 г., когда в мае выпало всего 14,2 мм осадков, и минимальным (4,0%) — в 1971 г. при 61 мм. Год 1973 занимал промежуточное положение как по уровню увлажнения, так и по заражению первичных корней возбудителем. Аналогичная закономерность отмечена в южной лесостепи и подтайге. Характер заражения первичных корней видами *Fusarium* совпадал с таковым по *B. sorokiniana*.

Формирование вторичных корней и эпикотила у пшеницы приходится на июнь. Поэтому недостаток влаги именно в это время способствовал максимальной восприимчивости их к *B. sorokiniana*. Заражение вторичных

корней в Кулундинской степи оказалось высоким (72,0%) в 1971 г., когда выпало 27,4 мм осадков, и минимальным (30,5%) — в 1972 г. при 73,8 мм.

Связь заражения вторичных корней *B. sorokiniana* с особенностями увлажнения других периодов вегетации не доказана. Аналогичные результаты получены по эпикотилу. Характер заражения эпикотиля и вторичных корней видами рода *Fusarium* в меньшей мере зависел от увлажнения в июне, чем *B. sorokiniana*.

Заражение основания стебля *B. sorokiniana* обусловлено количеством осадков в июле. Связь его со степенью увлажнения в другие периоды вегетации не доказана.

Следовательно, недостаток влаги повышает восприимчивость к возбудителям главным образом формирующихся растущих органов. По этой причине урожай зерна в разные годы зависит от степени поражения разных органов. Например, в южной лесостепи Омской области в 1971 г. урожай снижался из-за сильного заболевания первичных корней, в 1972 г. — эпикотиля, вторичных корней и основания стебля, в 1973 г. — эпикотиля, вторичных корней и в 1974 г. — эпикотиля, первичных корней. При увеличении развития обыкновенной гнили в среднем по органам на 1% урожай зерна снижался на 0,7—4,5 ц/га.

Влажность почвы оказывает большое влияние на жизнеспособность возбудителей. Конидии *B. sorokiniana* полностью сохраняли жизнеспособность в течение 9 месяцев при влажности почвы 18% (от полной влагоемкости), в то время как при 37% и выше их жизнеспособность резко снизилась. Выживаемость конидий была почти 100%-ной в течение 52 месяцев на соломе при относительной влажности воздуха 10 и 50% и температуре 15 и 25° и уменьшилась при влажности 70—100% и температуре 15° до 12, а при температуре 25° — до 7 месяцев. Виды рода *Fusarium* лучше всего выживали при влажности почвы 15—25% и быстро погибали при ее повышении. Поэтому большое практическое значение имеют мероприятия по сохранению и накоплению влаги в почве: посадка полезащитных полос, посев кулис, а также орошение.

**Температура.** Существуют минимальная, оптимальная и максимальная температуры для роста растения-хозяина и возбудителя. Важно установить, насколько эти температуры совпадают.

Биологический минимум для прорастания яровой пшеницы и ячменя находится в пределах 1—2°, для появления всходов — 4—5°, оптимальная температура для роста — 16—20°. Температуры для жизнедеятельности возбудителей обыкновенной гнили несколько шире таковых для яровой пшеницы и ячменя. Так, заражение растений происходит при 8—35°, наиболее интенсивно — при 22—30°, а болезнь сильно развивается при высокой положительной температуре. Однако с повышением активности почвенной микрофлоры развитие болезни при высокой температуре может протекать слабее, чем при низкой.

Отрицательное влияние на возбудителей оказывают как низкие, так и высокие температуры. Семена, зараженные видами рода *Fusarium*, сильнее повреждаются морозом. При тепловой обработке растений (43—45°) в течение 1 ч они становятся восприимчивыми к *B. sorokiniana* даже в том случае, если обычно проявляли устойчивость.

Исследованиями установлено, что растения яровой пшеницы при выращивании на почве, заселенной *B. sorokiniana*, обладали повышенной чувствительностью к высокой температуре. Так, в мае 1974 г. при повышении температуры на поверхности почвы до 48° в течение 4 ч ожог получили на заселенной возбудителем почве 63,5% всходов, а в контроле — только 30,5%.

В 1975 г. при увеличении заселенности почвы конидиями *B. sorokiniana* с 50—60 до 170—190 в 1 г воздушно-сухой почвы число растений, получивших ожог, возросло в 1,5—2 раза. Минимальное повреждение всходов высокой температурой наблюдалось на контроле, где заселенность почвы возбудителем не превышала уровня порога вредоносности.

Четырехлетними исследованиями выявлено также, что с повышением температуры почвы в слое 0—20 см в предгорной зоне Алтайского края заболеваемость растений ячменя сорта Омский 13709 на естественном фоне заражения увеличивалась, особенно в начале вегетации, а также в годы с резкими колебаниями влажности почвы.

**Плотность почвы.** Установлено, что оптимальная плотность, обеспечивающая максимальный урожай пшеницы и ячменя, совпадала с самой слабой восприимчивостью растений к возбудителям обыкновенной гнили. Снижение развития болезни при оптимальной плотности почвы объясняется тем, что для растений создается благоприят-

ный водно-воздушный, тепловой, пищевой и микробиологический режим.

При оптимальной плотности ( $1,1—1,2 \text{ г/см}^3$ ) обыкновенный среднесуглинистый чернозем лучше прогревается, что важно в Сибири при условиях холодной и затяжной весны для роста корней. В излишне рыхлой почве поры крупные, заполнены воздухом. Корни растут в ней хуже, сильнее поражаются возбудителями обыкновенной гнили. Обеспеченность растений вторичными корнями и накопление общей биомассы растений снижаются.

Еще в большей мере усиливается развитие болезни в переуплотненной почве. При плотности  $1,7—1,8 \text{ г/см}^2$  и более почва становится непроницаемой для корней большинства культурных растений. Воздухообмен в такой почве ухудшается, и влага становится недоступной для корней. Рост их задерживается, поглощение минеральных солей уменьшается, синтетическая деятельность, а в конечном счете и урожай снижаются.

Отклонение плотности почвы от оптимальной в сторону понижения в большей мере сказывается на уменьшении урожая зерна, чем на интенсивности развития обыкновенной гнили. При переуплотнении почвы отмечается обратная закономерность.

Таким образом, оптимальная плотность почвы для зерновых культур может рассматриваться как один из факторов, предупреждающих возникновение и высокий уровень развития обыкновенной гнили.

### ПРОЯВЛЕНИЕ ЭПИФИТОТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Различают качественную и количественную стороны проявления эпифитотического процесса. Качественная характеристика указывает на источник его происхождения: внутри данной территории (энфитотия) или за ее пределами (экзотическая заболеваемость), а количественная — на интенсивность его течения (спорадическая заболеваемость, эпифитотическая вспышка, эпифитотия, панфитотия).

Обыкновенная гниль относится к энфитотиям и проявляется непрерывно во всех зерносеющих зонах. Это обусловлено тем, что в каждой зоне возбудители приспособились к непрерывной циркуляции по схеме: ис-

точник инфекции — передатчик инфекции — восприимчивое растение. При экзотической заболеваемости возбудители заносятся с других территорий. Примером могут служить бурая или линейная ржавчина. Знание источника происхождения эпифитотического процесса в каждой зоне, хозяйстве и на поле является исходным условием эффективной защиты растений от болезни.

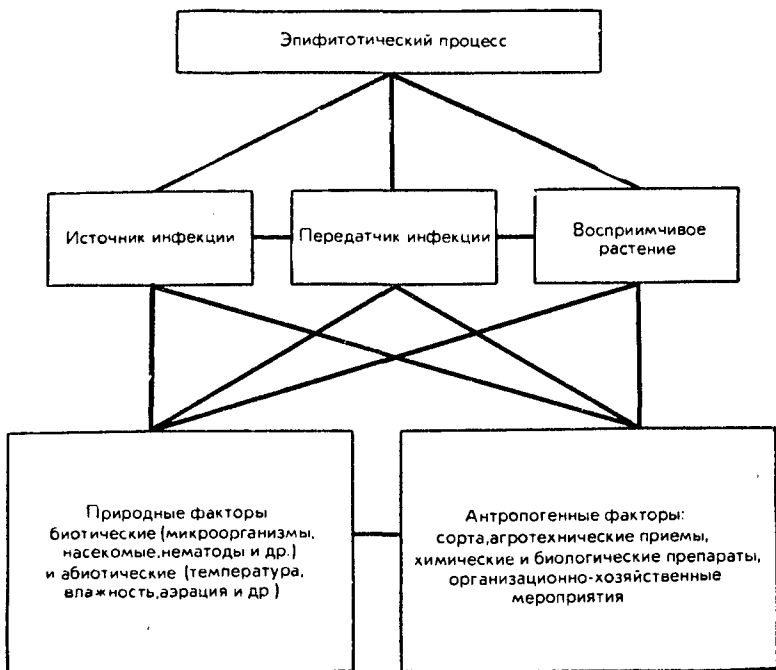
Качественную характеристику эпифитотического процесса следует отличать от количественной, хотя они и взаимосвязаны. Спорадическая заболеваемость обыкновенной гнили проявляется отдельными разрозненными случаями, когда на вегетативных органах появляются точки и полосы, занимающие 2—3% от общей площади их поверхности, распространенность болезни не превышает 10%.

Эпифитотическая вспышка — форма проявления эпифитотического процесса, при которой в короткие промежутки времени на ограниченном пространстве отмечается резкое нарастание (в 5—10 раз) заболевания, ранее встречавшегося спорадически или полностью отсутствовавшего на данной территории. Эта форма проявления эпифитотического процесса обыкновенной гнили не зафиксирована, хотя и не исключается, особенно при использовании для посева зараженных возбудителями партий семян на целинных и залежных участках.

Эпифитотия характеризуется значительной территориальной распространенностью и представляет ряд эпифитотических вспышек, связанных между собой, но внешне эта связь может не проявляться.

По обыкновенной гнили заболеваемость считается эпифитотической, если распространенность болезни составляет 10% и более, степень поражения — один балл и выше. При этом на восприимчивых органах точки и полосы сливаются, охватывая 5% и более их поверхности.

Панфитотия характеризует высшую степень развития эпифитотического процесса, когда эпифитотия охватывает несколько стран или континентов. Этот термин, так же как и «эпифитотическая вспышка», «эпифитотия», обычно по традиции употребляется для характеристики эпифитотического процесса болезней, возбудители которых передаются только через воздух (бурая ржавчина пшеницы, линейная ржавчина злаков, мильдью винограда и др.). В отличие от обыкновенной гнили эпифитоти-



Р и с. 2. Схема возникновения и течения эпифитотического процесса инфекционных болезней растений

ческий процесс этих болезней развивается с резко выраженным кульминационным пунктом и спадом. В течение одного сезона болезнь способна распространиться на огромные территории. Эпифитотический процесс обыкновенной гнили, как и других болезней при передаче возбудителей через почву и семена, по ритму течения относят к медленно нарастающим.

Уровень эпифитотического процесса по годам повышался у обыкновенной гнили в 1,5—2 раза (южная лесостепь — с 34 до 80%; предгорная зона — с 74 до 94%), а у бурой ржавчины яровой пшеницы — в 40 раз (0—41%). В некоторые годы эпифитотический процесс бурой ржавчины вообще не проявлялся, в то время как у обыкновенной гнили в пределах Западной Сибири не опускался ниже 34%.



Во всех зонах уровень эпифитотического процесса зафиксирован нами как эпифитотия. Однако, по данным пунктов прогноза, он характеризуется спорадической заболеваемостью и редко эпифитотией. Эти противоречия связаны, по-видимому, с разной методикой учета обыкновенной гнили. Болезнь учитывают преимущественно по поражению основания стебля в конце вегетации без извлечения растений из почвы и их последующей отмывки, что приводит к получению заниженных данных по ее распространению и развитию. Тем самым создается видимость благополучия, в то время как целесообразны решительные меры по защите зерновых от заболевания.

Эпифитотиология как наука служит теоретической основой не только для прогноза, но и для определения стратегии и тактики защиты сельскохозяйственных культур от инфекционных болезней растений. Важным шагом на этом пути является составление модели возникновения и течения эпифитотического процесса. Такая модель разработана на примере обыкновенной гнили зерновых культур (рис. 2). Использование этой модели позволяет систематизировать информацию о причинах возникновения и течения эпифитотического процесса в любых условиях окружающей среды, выделить известные и неизвестные звенья и тем самым эффективнее строить систему мероприятий для подавления интенсивности эпифитотического процесса до уровня порога вредоносности, который равен фактически спорадической заболеваемости.

## **СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ОБЫКНОВЕННОЙ ГНИЛЬЮ**

Непрерывная циркуляция возбудителей в природе обуславливает возникновение и течение эпифитотического процесса из года в год. При нарушении любого звена в жизненном цикле возбудителей эпифитотический процесс должен неизбежно прекращаться. Практическая значимость этого вывода состоит в том, что он дает «ключ» к управлению эпифитотическим процессом.

Главное внимание обычно уделяется выведению устойчивых к болезни сортов, при использовании которых

разрывается цепь циркуляции возбудителя из-за отсутствия фактора «восприимчивое растение». Однако такого же результата можно достичь и другими путями — устранением источника или передатчика инфекции. Задача заключается лишь в том, чтобы определить наиболее слабое звено, разрыв которого потребует наименьших усилий и средств.

Возделываемые в настоящее время сорта яровой пшеницы и ячменя являются восприимчивыми к возбудителям болезни, и только выведение устойчивых сортов может изменить ситуацию. Учитывая трудности в выведении таких сортов, в ближайшие годы нельзя рассчитывать на ликвидацию эпифитотий, а тем более эпифитотического процесса болезни из-за прерывания действия этого фактора. Однако применением агротехнических приемов можно достичь частичного повышения устойчивости растений к возбудителям, что может привести к некоторому снижению уровня эпифитотического процесса.

Передатчик инфекции является наиболее уязвимым звеном в жизненном цикле возбудителей. Поскольку почва и даже семена относятся к чуждой для них среде, особенно для *B. sorokiniana*, в ней они постепенно отмирают даже без вмешательства человека. Поэтому создать для посева фонд здоровых семян — задача, хотя и сложная, но вполне реальная уже на современном этапе развития сельского хозяйства. Сложнее обстоит дело с почвой как главным передатчиком инфекции. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что вряд ли возможно и целесообразно полностью уничтожать популяцию возбудителей в почве, поскольку они, особенно виды рода *Fusarium*, сохранили способность к частичному сапрофитному существованию в ней. Поэтому задача заключается не в уничтожении, а в снижении численности возбудителей до уровня порога вредоносности. В теоретическом плане такая возможность представляется вполне реальной, так как в естественных биоценозах почв численность популяции, например *B. sorokiniana*, находится на некотором относительно постоянном уровне. Поэтому система мероприятий против обыкновенной гнили должна быть направлена главным образом на разрыв механизма передачи возбудителей от источника инфекции к восприимчивым растениям. При этом использование здоровых семян необходимо сочетать с посевом их в почву, заселенность которой возбудителя-

ми болезни не превышает уровня порога вредоносности.

В зонах степи и южной лесостепи Сибири, в Казахстане, Поволжье первостепенное значение имеет предупреждение передачи возбудителей через почву; в тайге, подтайге Сибири, на Дальнем Востоке — через семена; в северной лесостепи, предгорьях Сибири, в Ставропольском крае, Нечерноземной зоне европейской части РСФСР, Белорусской ССР, Эстонской ССР — через почву и семена.

Система мероприятий против обыкновенной гнили состоит из агротехнического, химического, биологического и селекционного способов борьбы. Ведущая роль принадлежит агротехническому способу.

Каждый способ включает один или несколько приемов, различающихся направленностью, продолжительностью и результативностью действия. Любой используемый прием или способ должен отвечать следующим требованиям:

воздействовать на один или несколько первичных факторов эпифитотического процесса непосредственно или через вторичные факторы в направлении снижения его интенсивности (см. рис. 2);

обеспечивать присущее сорту формирование элементов структуры урожая на одном или нескольких этапах органогенеза за счет снижения интенсивности инфекционного процесса до уровня порога вредоносности.

Поскольку обыкновенная гниль пшеницы и ячменя вызывает в зонах производства зерна необратимые нарушения в формировании элементов его структуры и качества, защиту зерновых культур от болезни нужно проводить на протяжении всех этапов органогенеза.

Биологическим критерием эффективности системы мероприятий следует считать отсутствие нарушений в формировании элементов структуры урожая от низшего этапа органогенеза к высшему.

Такие нарушения будут несущественными или полностью отсутствовать, если в системе растения как организма будут функционировать здоровые органы или пораженные обыкновенной гнилью в очень слабой степени — в виде точек и полосок, занимающих не более 2—3% от площади органов. Исключение составляют лишь прикорневые листья, заболеваемость которых, на-

чиная с V этапа органогенеза, допустима в слабой степени, при которой пятна и полосы сливаются, составляя не более 25% от площади этих органов.

### АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ СПОСОБ

Исследования последних лет показали, что многие чисто агрономические приемы являются эффективными в борьбе с обыкновенной гнилью. Благодаря воздействию их на почву осуществляется непосредственное или опосредованное влияние на первичные факторы эпифитотического процесса: источник инфекции, передатчик инфекции и восприимчивость растений. В результате нередко отпадает необходимость в разработке специальных способов борьбы, требующих дополнительных затрат или обладающих нежелательными последствиями.

**Предшественники.** Покоящиеся формы возбудителей лучше всего выживают в почве, когда зерновые культуры следуют друг за другом. При отсутствии восприимчивых растений относительно специализированные возбудители не могут бесконечно долго выживать и погибают. Для ускорения их гибели зерновые культуры периодически «прерывают» невосприимчивыми сельскохозяйственными культурами, способными очищать почву от фитопатогенных грибов.

Изученные культуры по способности очищать почву в зонах Западной Сибири от *B. sorokiniana* можно расположить в следующем порядке: кукуруза, чистый пар, зернобобовые, овес, яровая пшеница, ячмень.

В южной лесостепи при слабой зараженности почвы возбудителем (40—50 конидий в 1 г почвы) однолетнее выращивание кукурузы снижало численность конидий почти до уровня порога вредоносности. При средней и сильной — такого эффекта не достигнуто. Все изученные предшественники обеспечивали только частично положительный эффект. При этом сохранялась устойчивая тенденция максимального очищения почвы от конидий *B. sorokiniana* после кукурузы. Самая низкая распространенность и развитие болезни наблюдались также после кукурузы. Урожай при этом занимал второе место после пара (табл. 5).

Большое практическое значение имеет рациональное размещение ячменя и овса в севооборотах. Ячмень ос-

Эффективность предшественников в борьбе с обыкновенной гнилью (южная лесостепь, 1971—1974 гг.)

Предшественник	Распространенность болезни, %	Развитие болезни, %	Урожай, ц/га
Чистый пар	61	6,3	26,1
Пшеница по пару	62	6,1	17,9
Кукуруза	51	5,0	21,7
Пшеница по кукурузе	60	6,3	16,7
Зернобобовые	61	6,3	18,2
Бессменная пшеница (8—11 лет)	84	9,4	16,5

тавляет после себя самую высокую заселенность почвы *B. sorokiniana*, а овес очищает ее. Поэтому для снижения заселенности почвы возбудителем в полевых севооборотах под главную зерновую культуру — яровую пшеницу посевы ячменя следует размещать в кормовых севооборотах, а овса — в полевых.

Воздействие «прерывающих» предшественников положительно сказывается в целом на звене севооборота. Так, в звене кукуруза — пшеница — пшеница заселенность почвы *B. sorokiniana* была ниже, чем в звене пар — пшеница — пшеница и зернобобовые — пшеница. При бессменном выращивании яровой пшеницы в южной лесостепи в течение 8—11 лет заселенность почвы оказалась наибольшей. Самый высокий урожай зерновых культур и минимальное развитие гнилей отмечены в севообороте при регулярном введении «прерывающих» культур. Чем больше разрыв во времени между посевом пшеницы на одном и том же поле, тем значительнее эффект. Так, по данным канадских ученых, при посеве пшеницы после невосприимчивых предшественников через 0, 1, 2, 3 и 5 лет зараженность растений *B. sorokiniana* соответственно составляла 68, 64, 37, 34 и 14%, а развитие болезни — 28, 27, 22, 17 и 13%.

Предшественники существенно изменяют не только заселенность почвы фитопатогенными грибами и биологическую активность почвы, но и ее водный, питатель-

ный режим, создавая тем самым различную эпифитотологическую ситуацию на каждом поле в агроценозе (табл. 6).

Таблица 6

Эпифитотологическая ситуация после различных предшественников (южная лесостепь, 1971—1974 гг.)

Предшественник	Количественные уровни факторов, выступающие как активаторы (+) или депрессанты (-) развития болезни			
	почвенная микрофлора	влажность почвы	содержание	
			нитратов	подвижного фосфора
Чистый пар	—	—	+	+
Пшеница по пару	—	—	+	+
Кукуруза	—	—	—	+
Пшеница по кукурузе	—	+	—	—
Зернобобовые	+	+	—	—
Бессменная пшеница	+	+	+	—

После разных предшественников на развитие болезни действуют разнонаправленные факторы. Так, если после кукурузы снижению заболеваемости яровой пшеницы способствовали три из четырех учтенных факторов, то после бессменной культуры — только один. Причем состав лимитирующих факторов различен. Хотя кукуруза как предшественник получила самую высокую оценку, узким местом после нее был низкий уровень подвижного фосфора в почве — 2—3 мг на 100 г почвы против 6—8 мг — по пшенице после кукурузы и 5—8 мг — после зернобобовых и бессменной пшеницы. Поэтому после кукурузы следует улучшать фосфорный режим почвы путем внесения минеральных удобрений.

При использовании в качестве предшественника пара лимитирующим фактором выступает соотношение в почве азота и фосфора, а также уровень последнего.

Особенности поражения растения болезнью в зависимости от предшественников оказывали определенное воздействие на урожай зерна. Между этими показателями в южной лесостепи и предгорной зоне отмечена обратная зависимость: чем выше развитие болезни, тем ниже урожай.

Уровень развития болезни по разным предшественникам не всегда совпадал с характером выносливости к ней растений. Выносливость самой высокой бывает обычно после пара, что согласуется с самым интенсивным ростом и накоплением биомассы растений. Урожай пшеницы после пара был значительно выше, чем после других предшественников (см. табл. 5). По уровню его предшественники можно расположить в следующем нисходящем порядке: пар, кукуруза, зернобобовые, бесменная пшеница.

Использование для посева зараженных семян существенно снижает роль предшественников в уменьшении развития болезни.

В зависимости от структуры посевных площадей и особенностей зоны эффективными предшественниками в борьбе с обыкновенной гнилью можно считать следующие: Западная Сибирь — кукуруза, пар, овес, зернобобовые, многолетние бобовые травы; Казахстан, Курганская, Читинская области — кукуруза, многолетние травы; Оренбургская область — озимая рожь, кукуруза, пар, зернобобовые; Красноярский край — люцерна второго года пользования, пар, кукуруза, горох, горохо-овсяная смесь; Иркутская область — пар, донник, горох, кукуруза; Приморский край — соя, кукуруза, занятой пар; Поволжье — озимые культуры, кукуруза, донник, горчица, горохо-овсяная смесь.

**Минеральные удобрения** всесторонне воздействуют на растение и почву. При этом прямо или косвенно изменяется неспецифическая восприимчивость растений к возбудителям, роль источника и передатчика инфекции, а также реакция растений на инфекцию.

Снижение восприимчивости растений к *V. sorokiniana* при внесении фосфорного ( $P_{45-60}$ ) и полного ( $N_{45}P_{45}K_{45}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) минерального удобрений под посев яровой пшеницы отмечалось на подзолистой почве тайги, серой лесной почве подтайги, выщелоченном черноземе северной лесостепи, южном черноземе степи и в других зонах.

Положительное действие фосфорного удобрения проявлялось вне зависимости от уровня содержания подвижных форм фосфора в почве изученных зон. При этом в большей мере снижалась зараженность подземных органов, особенно вторичной корневой системы, чем надземных. Так, если зараженность первичных и вторич-

ных корней возбудителем в подтайге уменьшалась в 6—7 раз по сравнению с контролем, то основания стебля — оставалась на уровне контроля. Примерно такие же результаты получены в случае применения полного минерального удобрения в тайге и степи.

Внесение аммиачной селитры и калийной соли предупредило возрастание восприимчивости к возбудителю, главным образом, подземных органов в подтайге. В других зонах положительный эффект не отмечен.

Действие минеральных удобрений на восприимчивость вегетативных органов к видам рода *Fusarium* наблюдалось более четко также в подтайге. При этом положительный эффект получен, главным образом, также на подземных органах. Например, зараженность вторичных корней составляла в контроле 50%, а при внесении азотного, фосфорного, калийного и полного минерального удобрений соответственно 22, 20, 42 и 14%. По основанию стебля аналогичные показатели составляли 38, 36, 30, 40, 28%.

Первостепенная роль в предупреждении роста восприимчивости вегетативных органов, особенно вторичной корневой системы, к возбудителям болезни принадлежит фосфорному и полному минеральному удобрениям, при этом более высокий эффект проявляется в повышении устойчивости вегетативных органов к *B. sorokiniana*, чем к видам рода *Fusarium*.

Эффективность фосфорного и полного минерального удобрений в борьбе с корневыми гнилями отмечена во всех зерносеющих зонах страны, а также за рубежом. Фосфорные удобрения применяют как основное, в рядки и при опудривании семян в дозе 2—4 кг/га. Норма внесения основного удобрения изменяется по зонам от 30 до 90 кг/га (по д. в.), а в рядки — от 10 до 40 кг/га. Применение высоких доз фосфорных удобрений (120 кг/га по д. в.) на выщелоченном черноземе, заселенность которого *B. sorokiniana* была средней (40—50 конидий в 1 г) и высокой (200—300 конидий в 1 г), почти полностью снимало отрицательное действие возбудителя на урожай. В то же время в контроле урожай снижался соответственно на 10 и 25%.

Применение минеральных удобрений ограничивает также роль больных растений как источника накопления *B. sorokiniana* в почве. Яровая пшеница и ячмень оставляют после себя почву, заселенность которой патогеном



на удобренном фоне в 1,3—2 раза меньше, чем в контроле. В засушливых условиях этот эффект отсутствовал.

Самая низкая заселенность почвы возбудителем после зерновых культур отмечалась на фоне фосфорно-калийных удобрений (табл. 7). При высокой обеспеченности

Таблица 7  
Заселенность почвы *B. sorokiniana*  
(конидий в 1 г) после зерновых культур,  
выращенных на разных фонах минерального  
питания (1970—1973 гг.)

Фон	Яровая пшеница		Ячмень, горно-степная зона
	подтайга	северная лесостепь	
N	49±2	81±4	283±11
P	33±3	70±7	111±8
K	26±3	69±5	101±6
Без удобрений	62±3	99±5	172±9

почв азотом (например, каштановая почва в горно-степной зоне) внесение азотных удобрений в чистом виде способствовало интенсивному накоплению ячменем *B. sorokiniana*, в то время как в случае среднего (подтайга) и низкого (северная лесостепь) содержания азота в почве эффект был обратным.

Внесение минеральных удобрений (азотного, фосфорного) повышает общую биологическую активность почвы, а также содержание в ней антагонистов *B. sorokiniana* из числа актиномицетов и других грибов. Усиление активности почвенной микрофлоры на удобренном фоне вызывает снижение численности и жизнеспособности популяции конидий этого возбудителя в почве. В удобренной почве под покровом яровой пшеницы подавление конидий происходит интенсивнее (на 46,6—63,8%) по сравнению с параемыми участками (на 12,3—35,6%).

По данным исследований, комочки почвы, удобренной суперфосфатом и органо-минеральными гранулами, быстрее «уничтожали» культуры грибов рода *Fusarium*, чем комочки с неудобренного фона.

Применение минеральных удобрений на семенных участках ограничивает роль семян как передатчика инфекции (табл. 8).

Таблица 8

Характеристика растений из семян, выращенных на удобренном фоне (выщелоченный чернозем предгорий)

Показатели	Без удобрений		N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	
	здоровые семена	заражены V. sorokiniana	здоровые семена	заражены V. sorokiniana
Полевая всхожесть, %	86,0	74,0	92,0	81,0
Сохраняемость растений на протяжении вегетации, %	91,0	81,5	95,0	88,0
Развитие обыкновенной гнили, %, в фазу:				
кущения	20,4	33,0	18,7	24,6
молочно-восковой спелости	32,8	35,4	25,8	31,5
Урожай, ц/га:				
соломы	29,3	26,2	35,1	29,6
зерна	17,3	14,9	24,1	18,9

При использовании для посева семян, зараженных *V. sorokiniana*, но выращенных на удобренном выщелоченном черноземе (содержание NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в почве среднее), полевая всхожесть увеличилась на 9%, сохраняемость растений в течение вегетации — на 8%, развитие болезни в фазу кущения снизилось на 25,5%, а урожай зерна повысился на 4 ц/га, или 27%, по сравнению с такими же инфицированными семенами, но выращенными без применения удобрений. Качество зараженных семян на удобренном фоне равнялось качеству здоровых семян, но выращенных без применения удобрений, а по некоторым показателям превосходило его. Наиболее слабое развитие обыкновенной гнили и самый высокий урожай зерна получены при использовании здоровых семян, выращенных на удобренном фоне. Однако большое значение при этом имеет сбалансирован-

ность азотно-фосфорного питания. Одностороннее азотное питание не только уменьшает энергию прорастания и всхожесть семян, но и способствует сильному заражению их возбудителями. Например, в Еловском совхозе Алтайского края зараженность зерна ярового ячменя сорта Омский 13709 *B. sorokiniana* при внесении азотного удобрения составляла 16,7%, фосфорного — 5,0, полного минерального — 4,1%. Аналогичные результаты отмечены по яровой пшенице.

Применение минеральных удобрений изменяет также реакцию растений на инфекцию. При ведущем значении фосфора для интенсификации процессов роста между массой 100 растений, их высотой, числом вторичных корней и поражением обыкновенной гнилью в течение вегетации проявлялась тесная обратная зависимость. Однако ее не отмечалось, если интенсификация ростовых процессов происходила за счет внесения азотных удобрений. В обоих случаях усиление ростовых процессов повышало выносливость растений к болезни. При этом ведущая роль принадлежала тому элементу, содержание которого в почве было минимальным: в горно-степной зоне — фосфору, в северной лесостепи — азоту. Таким образом, для снижения уровня развития эпифитотического процесса следует вносить преимущественно фосфорные удобрения, а для повышения выносливости растений к инфекции — те макроэлементы, которые находятся в почве в первом минимуме: в Сибири, например, чаще азотные и фосфорные.

**Органические удобрения.** Применение органических (навоза, перегноя) и зеленых (сидератов) удобрений — интенсивный прием воздействия на почву как на передатчик инфекции.

Внесение 20 т овечьего перегноя в 2 раза снижало число конидий *B. sorokiniana* в почве по сравнению с полным минеральным удобрением  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . Еще более значительным был эффект от заправки донника. Доля жизнеспособных конидий возбудителя составляла в пару без удобрений 63,3%, при внесении 20 т навоза — 28,3, а при заправке 20 т донника — всего 0,8%. Такого мощного подавления возбудителя в почве не было отмечено ни при каком другом приеме.

Исследования последних лет с применением изотопов показали, что при разложении свежих растительных остатков почвенно-биологические процессы активизируют-

ся до такой степени, что это вызывает расходование запаса гумуса почвы. Выделяемый при распаде органических веществ азот увеличивает восприимчивость растений к возбудителям, и, если не внести фосфорного удобрения, развитие болезни может усиливаться несмотря на снижение заселенности почвы возбудителями. Например, в случае заправки донника развитие болезни не столь резко различалось по вариантам опыта и составляло в среднем 11,7 (контроль), 7,3 (при внесении 20 т навоза) и 6,7% (при заправке донника). При совместном применении органических и минеральных удобрений достигается максимальный эффект. Недобор урожая зерна от болезни снижается в 5—6 раз по сравнению с применением только органического удобрения.

**Способы обработки почвы.** Основная обработка почвы, изменяя ее физические, биологические и агрохимические свойства, создает различную экологическую ситуацию для возбудителей болезни и их растений-хозяев.

В исследованиях заселенность верхнего (0—10 см) слоя почвы возбудителями при плоскорезной и минимальной обработках почвы была в несколько раз выше, чем при отвальной. Конидии *V. sorokiniana* при отвальной вспашке были равномерно распределены во всем слое 0—20 см или несколько больше в нижнем. Попытки их в более жизнеспособном состоянии была при минимальной обработке почвы. Заселенность растительных остатков (ц/га) оказалась выше (5,2 против 3,8 — *V. sorokiniana* и 15,6 против 12,8 — видами рода *Fusarium*) также при минимальной обработке почвы.

Повышенная заселенность почвы возбудителями болезни на глубине заделки семян при плоскорезной и минимальной обработках вызывает сильное поражение зародышевых органов (первичных корней, coleoptиле, влагалищ прикорневых листьев) в начале и эпикотиле — в последующий период вегетации. При прочих равных условиях синтез биомассы и зерновая продуктивность растений снижались соответственно на 19 и 17%.

Заселенность слоя почвы 10—20 см патогенами в большей мере сказывается на интенсивности поражения первичных и вторичных корней, а 0—10 см — зародышевых органов и эпикотиле.

Следовательно, переход от отвальной вспашки к плоскорезной и минимальной обработкам почвы увеличивает

ет роль верхнего ее слоя как передатчика инфекции, что вызывает интенсивное развитие болезни в уязвимый для яровой пшеницы период — I—IV этапы органогенеза.

Вместе с тем при минимальной и плоскорезной обработках улучшаются пищевой, водный режим, плотность почвы, снижающие восприимчивость растений к возбудителям по сравнению с отвальной вспашкой. Так, по данным исследований, в среднем за 1971—1973 гг. содержание нитратов в выщелоченном черноземе южной лесостепи составило при отвальной вспашке 44,5 кг/га против 36,7 и 31,2 соответственно при минимальной и плоскорезной обработках почвы. С другой стороны, обеспеченность растений подвижными формами фосфора оказалась лучшей на фонах с минимальной и плоскорезной обработками почвы, что создавало благоприятное соотношение нитратного азота и подвижных форм фосфора в этих вариантах — 0,6:1 против 1,1:1 на отвальной зяби.

Запас продуктивной влаги в почве был выше при минимальной обработке и составлял в среднем за четыре года 95 мм в слое 0—100 см (против 69 мм на отвальной зяби), что также способствовало уменьшению уровня эпифитотического процесса. Близкой к оптимальной (0,99—1,09 г/см<sup>3</sup> против 0,95—0,97) оказалась при минимальной обработке и плотность почвы. В то же время засоренность посевов возрастала почти в 6 раз по сравнению с отвальной вспашкой.

В Сибири весьма опасно увеличение засоренности посевов зерновых культур такими источниками инфекции, как щетинник, мышей, жабрей, овсюг, пырей ползучий и др. При минимальной обработке почвы особенно велика доля щетинника.

Таким образом, из отмеченных пяти факторов снижению развития обыкновенной гнили при минимальной обработке способствовали четыре, а при отвальной вспашке — один.

Минимальная обработка почвы перспективнее, чем отвальная, с точки зрения снижения уровня эпифитотического процесса. Различия в действиях первичных и вторичных факторов определили различные закономерности в уровне эпифитотического процесса при разных обработках почвы: при минимальной — возрастание напряженности его в первую половину вегетации и снижение во вторую, а при отвальной вспашке — наоборот.

В среднем за вегетационный период интенсивность развития обыкновенной гнили при отвальной, минимальной и плоскорезной обработках, как правило, практически одинакова. Примерно равное или несколько меньшее развитие корневых гнилей яровой пшеницы при плоскорезной обработке почвы по сравнению с отвальной отмечено в Северном Казахстане, в Алтайском крае, Оренбургской, Кемеровской и других областях.

Из существующих приемов снижения заселенности почвы *B. sorokiniana* при минимальной обработке почвы большое значение имеет борьба со щетинником, введение невосприимчивых предшественников и применение минеральных удобрений в определенной дозе и соотношении. Применение в южной лесостепи  $N_{30}P_{60}$  поверхностно под предпосевную обработку при минимальной обработке способствовало существенному подавлению возбудителя (рис. 3). Заселенность верхнего слоя почвы патогеном снизилась: в 1971 г.— на 46,4, в 1972 г.— на 43,5, в 1973 г.— на 39,4 и в 1974 г.— на 48%. При этом доля жизнеспособных конидий уменьшилась в среднем за эти годы почти наполовину. В нижнем слое отмечалось несколько ослабленное подавление конидий. Внесение этой же дозы азотно-фосфорных удобрений на отвальной вспашке в относительно увлажненные годы (1971—1973) не уменьшило численности конидий *B. sorokiniana*, а в засушливом 1974 г. обеспечило лишь небольшое ее снижение.

Выносливость растений к инфекции была более высокой при плоскорезной и минимальной обработках почвы.

Так, недобор зерна яровой пшеницы в южной лесостепи составлял при минимальной обработке 2,1 ц/га, или 9,5% (предшественник пар), и 0,5 ц/га, или 4% (предшественник кукуруза), по отвальной вспашке — соответственно 2,4 ц/га, или 14,4%, и 3,2 ц/га, или 12,9%. Аналогичные результаты получены по Казахстану, Алтайскому краю и другим районам.

Следовательно, в отличие от отвальной вспашки меры борьбы с обыкновенной гнилью при плоскорезной и минимальной обработках почвы следует направить на снижение заселенности возбудителями преимущественно верхнего (0—10 см) слоя почвы и восприимчивости зародышевых органов и эпикотилия к инфекции на первых фазах развития зерновых культур. Последняя задача ча-

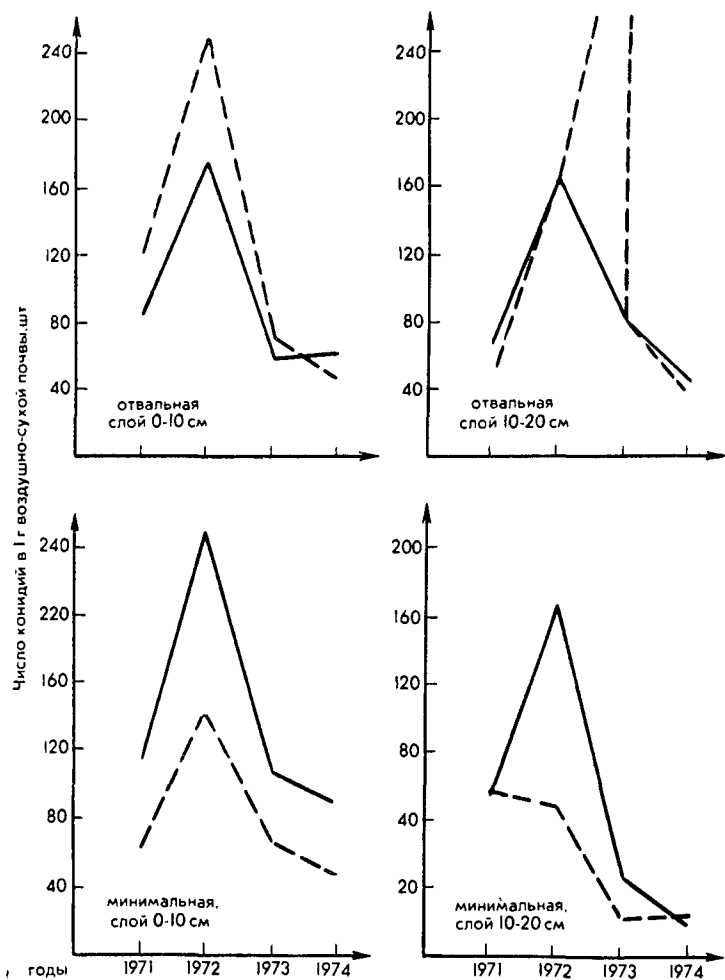


Рис. 3. Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на популяцию конидий *B. sorokiniana* в почве:  
 — без удобрений, - - - - N<sub>30</sub> P<sub>60</sub>

стично решается с помощью оптимальной глубины заделки семян.

**Глубина заделки семян.** Оптимальная глубина заделки семян — один из самых эффективных приемов, обеспечивающих присущую сорту устойчивость зародышевых органов к обыкновенной гнили и предупреждающих образование длинного восприимчивого эпикотилля. Для Сибири этот вопрос приобретает особую значимость, так как здесь формируются, а следовательно, используются для посева физиологически недозрелые семена со слабой дифференциацией зародыша.

При глубокой заделке семян наблюдается сильное развитие болезни за счет высокой восприимчивости зародышевых органов к возбудителям на первых (I—IV) этапах органогенеза и образования длинного восприимчивого эпикотилля. Между интенсивностью развития заболевания и глубиной заделки семян по зонам существует прямая связь: чем глубже заделка семян, тем сильнее поражение зерновых культур. Особенно опасно глубоко заделывать зараженные семена. При увеличении глубины заделки с 4 до 8 см полевая всхожесть здоровых семян снижалась с 92,4 до 83,4%, зараженных *V. sorokiniana* в слабой степени — с 83,4 до 73,2, а в сильной — с 75,6 до 60,2%. Ученые рекомендуют сеять мельче семена, зараженные фузариозом. Это объясняется тем, что по мере прогревания почвы активность грибов возрастает, а глубокая заделка семян не обеспечивает ослабленному ростку возможность пробиться на поверхность почвы, и он погибает.

Установлено, что генетически обусловленная средняя длина колеоптиле определяет нижний предел глубины заделки семян, являясь сортовым признаком. Все сорта (изучено 210 сортообразцов) по длине колеоптиле разделены на три группы: короткоколеоптильные с длиной колеоптиле до 4 см (Харьковская 46, короткостебельные пшеницы); среднеколеоптильные — 4,1—6 см (Новосибирская 67, Лютесценс 758, Саратовская 29, Мильтурум 553, ячмень Омский 13709, Винер и др.); длиннокелеоптильные — более 6 см (Скала, Свенно, Приобская, Ранг и др.). При заделке семян короткоколеоптильных сортов не глубже 4 см, среднеколеоптильных — 5, а длиннокелеоптильных — 6 см полевая всхожесть семян составляла 94—98% от лабораторной. При увеличении глубины заделки семян она снижалась тем значи-



тельнее, чем меньше длина колеоптиле. Так, при посеве семян на 9,0—9,5 см она составляла у короткоколеоптильного сорта Харьковская 46—35%, у среднеколеоптильного Новосибирская 67—48, а у длинколеоптильного Скала — 66%.

Большинство районированных в настоящее время сортов относятся к среднеколеоптильным, поэтому максимальная полевая всхожесть их наблюдалась в увлажненных зонах при посеве семян на 3 см, в засушливых — на 5 см. Развитие обыкновенной гнили при оптимальной глубине заделки семян снижалось в 1,5—2 раза (табл. 9).

Т а б л и ц а 9

Устойчивость сортов пшеницы к обыкновенной гнили и урожай зерна при разной глубине заделки семян

Сорт	Длина колеоптиле	Развитие болезни, %	Урожай, ц/га
Глубина заделки семян 4—5 см			
Харьковская 46	Короткий	31,3	26,5
Лютесценс 758	Средний	27,6	38,1
Скала	Длинный	24,2	36,6
Глубина заделки семян 6—7 см			
Харьковская 46	Короткий	39,4	16,9
Лютесценс 758	Средний	36,5	30,1
Скала	Длинный	28,1	30,8
Глубина заделки семян 9—10 см			
Харьковская 46	Короткий	50,9	8,9
Лютесценс 758	Средний	40,1	18,4
Скала	Длинный	34,8	21,4

В засушливые годы развитие болезни значительно усиливалось при заделке семян глубже 4—6, а во влажные — 2 см. Изученные сорта обеспечивали более высокую устойчивость к болезни при посеве семян во влажный слой не глубже средней длины колеоптиле. Длина эпикотила меньше 1 см — признак оптимальной заделки семян.

При оптимальной глубине заделки семян обеспечивается присущий сорту темп ростовых процессов, всходы бывают дружные и полные. В дальнейшем благодаря отсутствию длинного эпикотила создается лучшее взаи-

модействие корневой и побеговой систем растений. Поэтому и урожай зерна по зонам выше при оптимальной глубине заделки семян.

Необходимо повышать качество основной и предпосевной обработки почвы с целью создания благоприятной ее влажности (не менее 40—50% от полной влагоемкости) на глубине оптимальной заделки семян. Переход на почвозащитную систему обработки почвы в зонах с недостаточным увлажнением и применение стерневых сеялок типа СЗС-9 и СЗС-2,1 позволяют сдвигать часть сухой почвы в междурядье даже при пересыхании верхнего слоя и укладывать семена на дно борозды не глубже 4—5 см. Это обеспечивает высев семян во влажный слой в любых условиях весны и создает реальные возможности для достижения оптимальной глубины заделки семян. Во всех зонах зяблевая обработка почвы имеет преимущество перед весновспашкой.

Большую роль играет своевременная и качественная предпосевная обработка почвы. По отвальной зяби при достижении почвой физической спелости следует провести обработку боронами «Зигзаг» в два следа за один проход трактора. На безотвальной зяби эти операции выполняются игольчатыми боронами БИГ-3 или другими орудиями этого типа.

В борьбе с сорняками в предпосевной период на отвальной зяби используют культиваторы и дисковые лущильники, на безотвальной — плоскодисковые лущильники ЛД-15. При этом в обоих случаях глубину обработки почвы для средне- и длинноколеопильных сортов не следует превышать 6 см.

Для достижения максимально выравненной глубины заделки семян, особенно по отвальной вспашке, обязательным приемом является выравнивание почвы планировщиками. Оно проводится после культивации или лущения с последующим боронованием и прикатыванием кольчато-шпоровыми катками.

Следует повсеместно избегать пересыхания верхнего (0—10 см) слоя почвы, которое приводит к вынужденной заделке семян глубже биологически допустимого уровня.

Тщательное соблюдение агротехнических мероприятий, обеспечивающих оптимальную глубину заделки семян (выравнивание поля шлейфами, культивация на глубину заделки семян, использование сеялки с индивиду-

альными каточками к каждому сошнику), позволило опытно-производственному хозяйству «Элитное» в производственных опытах 1973 и 1975 гг. увеличить полевую всхожесть на 9%, снизить развитие корневой гнили на 12,5—17,6% и повысить урожай на 2—5 ц/га. С 1975 г. хозяйство на всей площади посева зерновых культур заделывает семена на оптимальную глубину — во влажный слой, но не глубже средней длины колеоптиле районированных сортов.

**Сроки сева и нормы высева.** Оптимальные сроки сева и нормы высева являются средством снижения восприимчивости и повышения выносливости растений к обыкновенной гнили.

Вопрос о сроках сева в Сибири решается более сложно, чем в европейской части СССР. В зонах достаточного увлажнения (тайга, подтайга, северная лесостепь) преимущество имеют сравнительно ранние посевы, поздние здесь часто попадают под заморозки.

В лесостепных районах позднеспелые сорта дают более высокие урожаи при ранних сроках посева — до 10 мая, а раннеспелые — при более поздних, что совпадает и с характером устойчивости их к корневым гнилям.

Для степных районов Сибири и Казахстана характерно наличие майско-июньской засухи и выпадение осадков в июле — августе. В этих условиях посев яровой пшеницы рекомендуется проводить в среднем 20 мая. В засушливые годы он передвигается на конец мая, а в годы с хорошим увлажнением — к 15 мая.

Фитопатологическая оценка сроков сева яровой пшеницы в степной зоне Северного Казахстана и Алтайского края показала, что развитие корневых гнилей снижалось при посеве яровой пшеницы в оптимальные (15—25 мая) для зоны сроки.

Посев после 25 мая опасен из-за возможного повреждения растений осенними заморозками. Пшеница, посеянная в этой зоне в апреле—начале мая, в критические периоды (кущение — колошение) попадала под майско-июньскую засуху. Растения были ослабленными и более восприимчивыми к заболеванию корневыми гнилями.

Таким образом, значение сроков сева в ограничении развития обыкновенной гнили может зависеть от зональных особенностей и уровня применяемой агротех-

ники. При этом в случае оптимального срока сева максимальная реализация присущей сорту устойчивости к болезни совпадает с получением наивысшего урожая зерна.

В исследованиях, проведенных в предгорной увлажненной зоне Алтайского края, при посеве ярового ячменя сортов Омский 13709 и Красноярский 1 при физической спелости почвы, когда температура ее на глубине заделки семян была не ниже  $5^{\circ}$ , достигалась минимальная восприимчивость растений к обыкновенной гнили и максимальный урожай зерна по сравнению с более поздними сроками сева. Причем уровень инфекционного процесса уменьшался преимущественно за счет снижения восприимчивости вторичной корневой системы к возбудителям.

Интенсивность развития обыкновенной гнили зависит также от норм высева семян. Благодаря им обеспечивается оптимальная площадь питания растений, которая бывает различной в разных зонах. В тайге и подтайге высевают 6—7, в лесостепи — 5—6, в степи — 3—3,5 млн. всхожих семян на 1 га.

Минимальное развитие гнилей наблюдается при оптимальной норме высева семян яровой пшеницы и ячменя. Как в изреженных, так и в слишком густых посевах растения обладают повышенной восприимчивостью к возбудителям болезни.

**Качество семян.** Использование для посева здоровых сортовых семян, отвечающих по качеству требованиям ГОСТа, относится к числу важных приемов, предупреждающих рост восприимчивости и обеспечивающих повышение выносливости растений к инфекции.

Борьбу за здоровые высококачественные семена начинают с уборки семеноводческих посевов. В дальнейшем в процессе очистки и сушки часть зараженных и травмированных зерновок выбраковывают: после первичной очистки — на 28—35, дополнительной сушки — на 42%.

Для предупреждения вторичного заражения патогенными грибами большое значение имеют условия хранения семян, при котором отдельные колонии возбудителей обыкновенной гнили сохраняются в зерне до пяти и даже до восьми лет. Значительная же часть их отмирает в течение первого года. По данным исследований, после одного года хранения семян ячменя с влажностью

9% зараженность их *B. sorokiniana* снизилась с 76,8 до 39,5%. При этом способность гриба к образованию конидий уменьшилась на 31%. За этот же период энергия прорастания семян повысилась с 80,5 до 95,5%. Следовательно, создание переходящих фондов от благоприятных лет будет способствовать самостерилизации семян в процессе хранения.

Определенное значение имеет также отбор семян средних и крупных фракций. Увеличение массы одного семени в среднем на 1 г снижает пораженность растений яровой пшеницы корневой гнилью на 1,3%. Из крупных семян формируются многокорешковые растения, обладающие меньшей восприимчивостью к возбудителям. Так, у ячменя сорта Омский 13709 при использовании для посева семян с массой 1000 семян 42—52 г образовалось больше первичных корней на 11,1—15,4%, а вторичных — на 7,0—20,1, чем у растений, полученных из мелких семян (масса 1000 семян 37—38 г). Развитие болезни снизилось с 24,2 до 18,7%. При одинаковой степени заболевания масса зерна растения от крупных семян составляла 302,4 мг против 115,4 мг от мелких. Урожай повысился на 1,4—3,3 ц/га.

## ХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ

**Протравливание семян.** Из химических способов борьбы с обыкновенной гнилью наиболее эффективно и широко распространено протравливание семян, признанное самым простым и экономичным в борьбе с болезнями растений в целом.

Наибольшую известность в качестве протравителей семян пшеницы от обыкновенной гнили получили производные ртути типа гранозана (только с красителем, 1—2 кг/т) и дитиокарбаматы типа ТМТД (1,5—2 кг/т). Если семена обрабатывают заблаговременно (за 1—3 месяца до посева), то дозу препаратов снижают на 25—30%.

Эффективными протравителями семян пшеницы и ячменя являются также беномил и ЭФ-2+ТМТД (3 кг/т) (дозы даны по препарату).

В первоначальные фазы развития ярового ячменя (всходы, кущение) болезнь на посевах протравленными семенами ослаблялась в 2—3 раза. В последующий пе-

риод разница в заболеваемости растений, развившихся из протравленных и непротравленных семян, уменьшалась и к фазе молочно-восковой спелости становилась несущественной.

Протравливание семян в большей мере снижает заболеваемость первичных корней и в меньшей — влагалищ листьев и стеблей. При этом возбудители очень слабо или почти не заражали пластинки прикорневых листьев. У растений из обработанных семян лучше формировались первичные и вторичные корни. На формирование других органов (стебель, лист, колос) протравливание существенного влияния не оказывало. Отмечалась лишь тенденция снижения общей и продуктивной кустистости (соответственно на 1,91 и 1,49% против 1,98 и 1,53% на посевах непротравленными семенами). Урожай увеличивался на 2,2 ц/га, или на 10,1%. Эффект от протравливания зараженных семян не достигал уровня здоровых семян.

**Другие способы.** В последние годы ряд хозяйств областей РСФСР, степной зоны Украины, Западной Сибири перешел на одновременное протравливание семян с обработкой их препаратом тур, что направлено также против полегания.

Развитие обыкновенной гнили ограничивается, главным образом, за счет снижения гнили эпикотилия. В данном случае он не образуется совсем или обладает меньшей восприимчивостью к возбудителям, возможно, из-за усиленного развития механических тканей и меньшей длины. Другие органы оздоравливаются в меньшей степени.

Положительное действие против почвенных фитопатогенных грибов, в том числе против возбудителей обыкновенной гнили, оказывает внесение в почву фунгицидов и фунгистатов.

## **БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ**

Биометод развивается в следующих направлениях: преодоления или усиления фунгистазиса почвы; повышения естественной биологической и антагонистической активности почвы с целью распада инфекционных структур возбудителей; применения препаратов с живыми антагонистами возбудителей.

В настоящее время регулирование почвенного фунгистазиса относится к числу перспективных направлений в разработке мер борьбы с болезнями, возбудители которых передаются через почву. Первое направление основано на принципе «прорастание—лизис». С целью провокации прорастания покоящихся конидий *V. sorokiniana* и увеличения антагонизма почвенной микрофлоры в почву вносят различные органические вещества: соевую муку, мелассу, глюкозу и др. Конидии прорастают и погибают под действием почвенной микрофлоры, так как ростковые трубки неспособны дольше четырех—семи дней существовать в почве.

Второе направление в регулировании почвенного фунгистазиса связано с его повышением до такого уровня, чтобы корневые выделения зерновых культур не смогли вызвать прорастания конидий. В результате исключается возможность заражения растений даже в тех случаях, когда в почве имеется большая численность возбудителя. Добавка в почву целлюлозы, древесных опилок, зрелой соломы злаков усиливает фунгистазис, затрудняя прорастание покоящихся структур возбудителей даже в непосредственной близости от корней восприимчивых растений.

Последнее направление решает задачу обогащения ризосферы зерновых культур антагонистами путем внесения их с семенами. Благодаря применению биопрепаратов, особенно дражирования семян активными штаммами гриба *Trichoderma lignorum*, развитие корневых гнилей снижается в 1,5—4 раза. Этот гриб питается различными растительными остатками, богатыми целлюлозой, а поэтому хорошо приживается в почве с высоким содержанием органического вещества. В процессе развития конидиальной стадии он выделяет ряд антибиотиков, убивающих фитопатогенные бактерии и грибы.

Исследованиями установлено, что при передаче *V. sorokiniana* через почву и частично через семена обработка семян яровой пшеницы триходермином (4 г/кг) не уступала по эффективности протравливанию их ТМТД. Добавление к биологическому препарату химических (ТМТД, тур) оказывало положительное действие только в благоприятные по увлажнению годы и в начале вегетации. В засушливые годы, а также во второй период вегетации биологический препарат проявлял максимальную эффективность при использовании в чистом виде.

В отличие от химического он уменьшал развитие болезни в течение всего вегетационного периода.

Кроме дражирования семян биопрепаратами, положительно зарекомендовала себя, по литературным данным, обработка семян яровой пшеницы антибиотиками.

Предпринимается попытка борьбы с возбудителями обыкновенной гнили путем использования культуры бактерий синегнойной палочки. Действие наиболее активного штамма ее при соответствующих условиях не уступало действию гранозана.

### СЕЛЕКЦИОННЫЙ СПОСОБ

Возделываемые в настоящее время сорта яровой пшеницы и ячменя восприимчивы к болезни, но в разной степени.

Проведенная оценка сортов яровой пшеницы и ячменя на устойчивость к обыкновенной гнили свидетельствует о том, что они обладают повышенной устойчивостью и выносливостью к болезни в районах наибольшего распространения (табл. 10).

Таблица 10

Сорта яровой пшеницы, относительно устойчивые и выносливые к обыкновенной гнили

Ареал	Сорт
Алтайский край	Скала, Саратовская 29, Мильтурум 553, Цезиум 31
Кемеровская область	Скала, Стрела, Саратовская 29
Новосибирская область	Мильтурум 553, Новосибирская 67, Саратовская 29
Красноярский край	Скала, Саратовская 29, Мильтурум 553
Хакасская автономная область	Саратовская 29, Мильтурум 553, Енисейская 593, Саянская 55
Тюменская область	Саратовская 210, Лютесценс 758, Альбидум 43, Мелянопус 26
Заволжье	Ред Ривер 68, Циана Ф-67, Верд Сидз 1809
Казахстан	Саратовская 36, Саратовская 29, Целиноградка, Шортандинка



Это свидетельствует о том, что приспособленность сорта к климатическим условиям имеет большое значение в устойчивости и выносливости его к обыкновенной гнили.

До сих пор селекцию на устойчивость к обыкновенной гнили проводили на уровне организма в целом, не вычлняя устойчивости отдельных органов на разных этапах органогенеза. Представляется важным ведение селекционного процесса на уровне не только организма, но и отдельных органов с целью решения двух задач: создания доноров устойчивости и повышения выносливости сортов к заболеванию. В решении первой из них значительная роль принадлежит, очевидно, видовой и межродовой гибридизациям с привлечением диких видов, второй — повышению адаптационных возможностей сортов к поражению по эколого-географическим зонам.

При передаче возбудителей через почву большое значение имеет выведение сортов, обладающих устойчивостью и выносливостью к обыкновенной гнили зародышевых органов. Восприимчивость этих органов создает предпосылки к возникновению инфекционного процесса болезни на первых этапах органогенеза, когда растения обладают самым низким энергетическим потенциалом.

Выведение сортов с длинным колеоптиле особенно важно для зон с недостаточным и неустойчивым увлажнением (степь, лесостепь), где пересыхание верхнего слоя почвы вынуждает проводить глубокую заделку семян. Сорта с длинным колеоптиле позволяют обеспечить присущий сорту ритм роста и устойчивость к болезни на первых этапах органогенеза, если возникнет необходимость глубокой заделки семян.

При передаче возбудителей через семена, кроме использования доноров устойчивости, существенное значение имеет увеличение скорости прохождения восприимчивой фазы, а также подбор сортов с закрытым типом цветения. Ученым удалось выделить сравнительно устойчивый и выносливый к заражению зерна *V. sorokipiana* сорт пшеницы Монакинку, который имел недобор урожая от болезни 1,7—2,4% против 12,9—16,1% по сортам Амурская 74, Амурская 75 и др. Существуют линии ячменя, устойчивые к поражению колоса, а также линии, совмещающие хорошую устойчивость к по-

ражению колоса и корней. Это свидетельствует о наличии резервов и возможности успеха в решении данной задачи.

## КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Известные в настоящее время способы борьбы с обыкновенной гнилью не в состоянии каждый в отдельности снизить зараженность пахотных почв и семян возбудителями до уровня порога вредоносности. Это вызывает необходимость применения комплексных мер борьбы с заболеванием.

Из четырнадцати изученных приемов борьбы с обыкновенной гнилью только выведение устойчивых сортов обеспечивает необходимый эффект в течение нескольких периодов онтогенеза, десять — в течение одного, три — в его начале.

Выведение и применение устойчивых сортов относятся к числу экономически наиболее выгодных и удобных способов борьбы. Однако сорта постепенно теряют это ценное свойство, в связи с чем необходимость временных мер борьбы для защиты растений в онтогенезе или его части не вызывает сомнений даже в случае наличия устойчивых сортов. При отсутствии на современном этапе достаточно устойчивых и выносливых к болезни сортов временные способы борьбы, особенно агротехнические, становятся ведущими.

Увеличение восприимчивости растений к возбудителям в онтогенезе предупреждают: применение минеральных, особенно фосфорных, удобрений в соответствии с агрохимической картограммой почв, минимальная обработка почвы в лесостепи и степи, заделка семян на оптимальную глубину, выбор оптимального срока сева и нормы высева, использование семян с высокими посевными качествами, проведение мероприятий по улучшению водного режима растений.

Особое значение в условиях Сибири имеет оптимальная глубина заделки семян, применение фосфорных удобрений и мероприятий, улучшающих водный режим растений (посев кулис, снегозадержание, ирригация). Оптимальная глубина заделки семян обеспечивает присущую сорту устойчивость зародышевых органов к возбудителям, а также исключает образование длинного

восприимчивого эпикотилля. Применение фосфорных удобрений предупреждает увеличение предрасположенности к заражению возбудителями, главным образом, вторичной корневой системы, а улучшение водного режима растений — листьев и стебля. Интеграция же всех трех приемов обеспечивает эффект на уровне всех органов растений в течение вегетации, начиная с I этапа органогенеза.

Снижению степени заселенности почвы возбудителями, особенно *B. sorokiniana*, способствуют: чередование сельскохозяйственных культур, применение органических и минеральных удобрений, отвальная зяблевая вспашка, уничтожение сорняков.

Особенно эффективно применение органических удобрений, чередование культур, а в степи, кроме того, уничтожение щетинника как мощного источника инфекции. Применение этих мероприятий позволяет существенно снизить роль почвы как передатчика инфекции и предупредить заражение возбудителями, главным образом, подземных органов.

Использование для посева здоровых семян прерывает механизм передачи возбудителей через семена. В этом плане необходимо размещение специализированных семеноводческих хозяйств в зонах с более благоприятными гидротермическими условиями, создание переходящих фондов здоровых семян от благоприятных лет и браковка семенных партий, инфицированных выше уровня порога вредоносности. В случае вынужденного посева зараженными семенами их следует протравливать. Отмеченные приемы актуальны для увлажненных зон — тайги, подтайги, предгорий, высокогорий. В лесостепи и степи возможно дифференцированное протравливание отдельных партий, а в случае создания фонда здоровых семян оно вообще нецелесообразно.

Различная эпифитотиологическая ситуация по зонам вызывает необходимость дифференцированного подхода к организации мер борьбы с обыкновенной гнилью. Ниже приведены комплексные меры борьбы с болезнью для различных зон Западной Сибири в зависимости от зараженности почвы и семян *B. sorokiniana*, которая на уровне порога вредоносности условно принята за норму. Увеличение зараженности почвы до 100 конидий в 1 г воздушно-сухой почвы, а семян до 10% рассматривается как слабая, а выше — как сильная степень.

## **Комплексные меры борьбы для увлажненных зон (тайги, подтайги)**

1. Зараженность почвы в пределах нормы, семян — слабая:

применение минеральных удобрений в соответствии с агрохимической картограммой почв;

отвальная зяблевая вспашка;

оптимальная глубина заделки семян;

посев яровой пшеницы и ячменя при физической спелости почвы;

оптимальная норма высева — в пределах 6—7 млн. всхожих зерен на 1 га;

посев сортавыми семенами первого класса;

протравливание семян (при полегании сорта совместно с туром) в общепринятых дозах.

2. Зараженность почвы и семян слабая:

все мероприятия, изложенные в пункте 1;

введение в севооборот невосприимчивых или слабовосприимчивых предшественников — кукурузы, зернобобовых, многолетних бобовых трав, овса;

внесение органического удобрения (навоз, перегной) в дозе 20—40 т/га;

борьба с сорняками — источниками инфекции.

3. Зараженность почвы слабая, семян — сильная:

все мероприятия, изложенные в пункте 2;

размещение семеноводческих хозяйств в зонах с благоприятными гидротермическими условиями для получения здоровых семян (например, южная лесостепь, степь, частично северная лесостепь на равнине, горнолесная зона в Горном Алтае);

создание переходящих фондов здоровых семян от благоприятных лет;

браковка сильнозараженных семенных партий.

## **Комплексные меры борьбы для лесостепи**

1. Зараженность почвы и семян слабая:

введение в севооборот невосприимчивых или слабовосприимчивых предшественников — кукурузы, зернобобовых, многолетних бобовых трав, овса, а также пара;

применение минеральных удобрений в соответствии с агрохимической картограммой почв;

применение органического удобрения в дозе 20—40 т/га;

отвальная или почвозащитная система обработки почвы;

использование приемов по накоплению и сохранению влаги в почве;

оптимальная глубина заделки семян;

посев яровой пшеницы и ячменя в оптимально ранние сроки;

оптимальная норма высева — 5—6 млн. всхожих зерен на 1 га;

посев сортовыми семенами первого класса по ГОСТу;

борьба с сорняками;

протравливание семян (при полегании сорта совместно с туром) в общепринятых дозах.

2. Зараженность почвы слабая, семян — сильная:

все мероприятия, изложенные в пункте 1;

создание переходящих фондов семян от благоприятных лет;

браковка сильнозараженных семенных партий.

3. Зараженность почвы сильная, семян — слабая;

все мероприятия, изложенные в пункте 1;

поверхностное внесение минеральных удобрений при почвозащитной обработке почвы в соответствии с агрохимической картограммой;

запашка сидератов (донника, бобовой смеси);

посев яровой пшеницы на зараженной почве не раньше чем через два-три года;

размещение ячменя в кормовом севообороте.

4. Зараженность почвы и семян сильная:

все мероприятия, изложенные в пунктах 2 и 3.

### **Комплексные меры борьбы для степи**

1. Зараженность почвы слабая, семян — в пределах нормы:

введение в севооборот невосприимчивых или слабовосприимчивых предшественников — кукурузы, зернобобовых, овса, а также пара;

применение минеральных удобрений в соответствии с агрохимической картограммой почв;

применение органического удобрения в дозе 20—40 т/га;

почвозащитная система обработки почвы;

использование приемов по накоплению и сохранению влаги в почве;

оптимальная глубина заделки семян;

посев в среднем 20 мая;

оптимальная норма высева — 3—3,5 млн. всхожих зерен на 1 га;

посев сортовыми семенами первого класса по ГОСТу; борьба с сорняками.

2. Зараженность почвы и семян слабая:

все мероприятия, изложенные в пункте 1;

протравливание семян (при полегании сорта совместно с туром) в общепринятых дозах.

3. Зараженность почвы сильная, семян — слабая:

все мероприятия, изложенные в пункте 2;

запашка сидератов (донника, бобовой смеси);

посев яровой пшеницы на зараженной почве не раньше чем через два-три года;

размещение ячменя в кормовом севообороте.

Изложенные принципы комплексной защиты зерновых культур от болезни были проверены в четырех хозяйствах Новосибирской области на общей площади около 8 тыс. га. В зависимости от эпифитотиологической ситуации и возможностей хозяйства прибавка урожая яровой пшеницы составила от применения отдельных приемов 1—2 ц/га, комплекса — 5—7 ц/га. Например, в Жуланском совхозе Новосибирской области в 1976 г. на площади 504 га испытан следующий комплекс приемов: мероприятия, снижающие уровень зараженности почвы и семян возбудителями, — посев яровой пшеницы по кукурузе, уничтожение гербицидами щетинника и жабрея как источников инфекции, протравливание семян гранозаном с туром в общепринятых дозах; мероприятия, снижающие восприимчивость растений к инфекции, — заделка семян среднеколеоптильных сортов Мильтурум 553, Новосибирская 67 во влажный слой на глубину 3—5 см, внесение гранулированного суперфосфата с семенами (25 кг/га), посев семенами первого и второго классов по ГОСТу в оптимальные сроки и с оптимальной нормой высева, предпосевная обработка почвы на глубину 6—8 см, прикатывание ее перед посевом кольчатыми катками. Контролем служили равновеликие площади яровой пшеницы, расположенные рядом с опытным участком. Техническая эффективность этих мер составила по сорту Новосибирская 67 37,9%, Мильтурум 553—23,7%,

хозяйственная — соответственно 58,8 и 19,5%. Получено дополнительно продукции 2419 ц на сумму свыше 24 600 руб.

Применение комплексных мер борьбы с обыкновенной гнилью яровой пшеницы в совхозах «Мичуринец» и «Советская Сибирь» Алтайского края повысило урожай зерна с 15—16 до 20—24 ц/га. Положительные результаты получены также в Красноярском крае, Кемеровской области и других зонах. В совхозах Рыбинского района Красноярского края комплексная защита яровой пшеницы от болезни проведена в 1976 г. на площади 19 тыс. га. При этом применили следующие приемы: протравливание семян гранозаном, ранний срок сева, посев выносливого к болезни сорта Скала, внесение минеральных и органических удобрений, выбор лучших предшественников. Урожай зерна повысился на 1—1,5 ц/га.

По расчетам Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства, только правильное чередование сельскохозяйственных культур и применение минеральных удобрений позволяют снизить заболеваемость растений и недобор зерна на 60—70% общей стоимостью 8—10 млн. руб.

В европейской части СССР комплексные меры защиты зерновых культур от обыкновенной гнили в меньшей мере дифференцированы по зонам, чем в Сибири.

В Поволжье рекомендуется: яровую пшеницу сеять по бобовым культурам, зернобобовым смесям, кукурузе, культурам, убираемым в ранние сроки на зеленый корм, озимой ржи; строго соблюдать оптимальные сроки сева озимой пшеницы (южные районы — не позднее 10 сентября, центральные — 30 августа, северные — 20—25 августа); применять перекрестный и узкорядный способы посева с нормой высева на черноземах 3,5—5 млн., на каштановых почвах — 3,8—4,2 млн. всхожих семян на 1 га, а также оптимальную глубину заделки семян (на черноземах — до 5—6 см, на каштановых почвах — до 6—7 см). Эффективно внесение малых доз (0,5—0,6 ц/га) гранулированного суперфосфата, опудривание семян суперфосфатом (10—15 кг на 1 ц семян) и полимикродобрениями типа ПТУ-7 (2 кг на 1 ц семян).

Способы обработки почвы дифференцируют в зависимости от предшественников, степени засоренности, влажности почвы. По данным исследований, наивысший

урожай яровой пшеницы при минимальной пораженности растений обыкновенной гнилью отмечается после вспашки и безотвального рыхления почвы плоскорезом. Более высокое развитие и вредоносность болезни наблюдаются при посеве яровой пшеницы по осеннему лущению.

В условиях орошения при оптимальной системе полива заболевание не причиняет существенного вреда. Неравномерный полив усиливает развитие болезни.

Применение агротехнических приемов для защиты яровой пшеницы от обыкновенной гнили в Оренбургской области на площади 1458 га позволило получить урожай 12,6 ц/га против 11,4 ц/га, когда из комплекса приемов исключалось внесение суперфосфата перед посевом.

В Нечерноземной зоне озимая пшеница слабо поражается обыкновенной и офиоболезной гнилями при посеве ее по картофелю, чистому и занятому пару (горохо-овсяная смесь на сено или зернобобовые культуры), на высоком агрофоне, обязательно протравленными семенами, при оптимальной норме высева семян (3—5 млн. га), в оптимальные сроки, а также использовании фосфорно-калийных удобрений по существующим нормам. Эффективна также обработка протравленных семян раствором меди, молибдена, бора, марганца, кобальта, цинка. Термохимическая обработка семян яровой пшеницы в хозяйствах Московской, Владимирской и других областей увеличивала урожай зерна в среднем на 15%.

В Ставропольском крае против обыкновенной, офиоболезной и других гнилей в засушливой зоне рекомендуется включать в севооборот пар, зернобобовые, многолетние бобовые травы, кукурузу на силос; в зоне неустойчивого увлажнения — горох, многолетние бобовые травы, подсолнечник, кукурузу. В засушливой зоне на чистых от сорняков полях эффективна поверхностная обработка почвы (лущение на 7—8 до 12—14 см) и внесение минеральных удобрений в соотношениях:  $N_{45}P_{45}$ ,  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , а также  $P_{45}$ . В зоне неустойчивого увлажнения лучшие результаты обеспечивают по озимой пшенице  $N_{34}P_{50}$ , гороху —  $N_{34}P_{50}K_{40}$ , кукурузе и подсолнечнику —  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .



## СО Д Е Р Ж А Н И Е

Возбудители . . . . .	4
Закономерности инфекционного процесса . . . . .	7
Закономерности эпифитотического процесса . . . . .	16
Способы борьбы с обыкновенной гнилью . . . . .	40

**Валентина Андреевна Чулкина**

### **ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ОБЫКНОВЕННОЙ ГНИЛИ**

Зав. редакцией А. Л. Скульская  
Редактор Н. В. Николаева  
Художественный редактор Л. Г. Левина  
Технический редактор С. Г. Мансуров  
Корректоры Т. Д. Звягинцева, Г. Д. Кузнецова

ИБ № 1019

Л95067. Сдано в производство 08.01.79. Подписано к печати 14.08.79. Объем 3,78 усл. печ. л., 3,74 уч.-изд. л. Бум. № 2. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Жур. рубл. гарн. кг. 10. Печать высокая. Тираж 33 000. Изд. № 238. Заказ 89. Цена 15 коп.

Россельхозиздат, г. Москва, Б-139, Орликов пер., За

Книжная фабрика № 1 Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Электросталь Московской области, ул. им. Тевосяна, 25.

РОС  
СЕЛ  
КОП  
ИЗДАТ

15 коп.