

Н.И. ФЕДОРОВ

ЛЕСНАЯ ФИТОПАТОЛОГИЯ

*Утверждено Министерством образования
Республики Беларусь
в качестве учебника для студентов
специальности "Лесное хозяйство"
учреждений, обеспечивающих получение
высшего образования*

Минск БГТУ 2004

УДК 630.44 (075.8)

ББК 44.7Я73

Ф 33

Рецензенты:

профессор кафедры ботаники Учреждения образования "Белорусский государственный университет", заслуженный работник высшей школы Республики Беларусь *А.С. Шуканов*;

заведующая лабораторией иммунитета и биотехнологии РУП "Институт овощеводства НАН Беларуси" доктор сельскохозяйственных наук *В.Л. Налобова*

Федоров Н.И.

Ф. 33 Лесная фитопатология. Учебник для студентов специальности "Лесное хозяйство" / Н.И. Федоров. Изд. 3-е, перераб. и доп.: Мн.: БГТУ, 2004. – 438 с.: ил.

ISBN 985-434-298-0

В учебнике (I изд. – 1987, II изд. – 1992) изложены сведения о современной системе царства грибов и дана краткая характеристика его отдельных классов и порядков, к которым относятся фитопатогенные виды, вызывающие болезни древесных пород. Рассмотрены биология фитопатогенных грибов и патогенез инфекционных болезней растений. Дается описание неинфекционных и грибных болезней древесных пород и повреждений заготовленной древесины. Освещены методы и средства защиты лесных насаждений и заготовленных лесоматериалов от болезней и биоразрушения.

УДК 630.44 (075.8)
ББК 44.7Я73

© Федоров Н.И., 2004

© Оформлен. БГТУ, 2004

ISBN 985-434-298-0

ВВЕДЕНИЕ

Леса имеют важное народнохозяйственное значение. Они являются естественно возобновляемым природным ресурсом древесного сырья и другой ценной недревесной продукции. Лесные насаждения выполняют почвозащитные, водорегулирующие, санитарно-гигиенические, рекреационные и другие полезные функции. Возрастающая их средообразующая и средозащитная роль, большой спрос на ценное древесное сырье и другие продукты леса выдвигают на первый план проблему сохранения, рационального многоцелевого использования и восстановления лесов.

Лесные насаждения в процессе своего роста и развития, особенно в условиях возрастающего антропогенного воздействия на окружающую среду, ухудшения общей экологической обстановки, периодически повторяющихся неблагоприятных климатических факторов, а также с наступлением естественной старости становятся менее устойчивыми и часто подвергаются воздействию многих вредных организмов, в том числе и патогенных грибов – возбудителей болезней древесных пород. Поражение болезнями лесных насаждений часто приводит к снижению их продуктивности, ухудшению санитарного состояния, потере потребительских качеств заготавливаемых лесоматериалов и другим негативным последствиям.

Согласно Лесному кодексу Республики Беларусь, в системе мероприятий по выращиванию высокопродуктивных и устойчивых насаждений важное место отводится защите их от неблагоприятных факторов, в том числе от болезней и вредных насекомых. В выполнении этой задачи первостепенная роль отводится высококачественной подготовке специалистов лесного хозяйства в области лесозащиты и систематическому повышению квалификации работников лесохозяйственного производства.

Комплекс сведений о причинах развития болезней, биологии их возбудителей, методах и средствах защиты, повышения устойчивости лесных насаждений с целью профилактики или снижения причиняемого болезнями вреда дается в учебной дисциплине "Лесная фитопатология".

За прошедший период с момента выхода в свет второго издания учебника по лесной фитопатологии (1992) существенно пересмотрена классификация грибов как основных возбудителей болезней древес-

ных пород, накопились новые данные о развитии ряда инфекционных болезней леса, методах их учета и борьбы с ними, обновился ассортимент лесозащитных средств. В связи с этим возникла необходимость в подготовке третьего регионального издания учебника по лесной фитопатологии.

Третье издание учебника написано в соответствии с программой учебной дисциплины "Лесная фитопатология" для студентов, обучающихся по специализации 1-75 01 01 03 – защита леса, рассчитанной на более детальное изучение данной дисциплины по количеству учебных занятий по сравнению с общей специальностью 1-75 01 01 – лесное хозяйство. Учебник переработан с учетом новейших данных в области лесозащиты, приведена современная классификация и номенклатура грибов, расширен раздел неинфекционных болезней древесных пород, обновлен состав защитных средств, рассмотрены методы лесопатологического мониторинга. В учебнике также приведены данные о грибных повреждениях заготовленных лесоматериалов при их хранении на складах и деревянных конструкций в постройках и сооружениях, приведены методы их защиты.

Данный учебник одновременно предназначен для изучения лесной фитопатологии студентами специальности 1-75 01.01 – лесное хозяйство, а также для слушателей факультетов повышения квалификации инженеров по защите леса от вредителей и болезней.

В книге содержатся сведения, которые могут быть полезны для работников лесного хозяйства, природоохранных органов, национальных парков и заповедников, зеленого строительства и лесной промышленности.

Автор выражает искреннюю благодарность профессору кафедры ботаники Белорусского государственного университета А.С. Шуканову, заведующей лабораторией иммунитета и биотехнологии РУП "Институт овощеводства НАН Беларуси" доктору сельскохозяйственных наук В.Л. Налобовой, доктору сельскохозяйственных наук Л.Н. Григорцевич за ценные замечания, высказанные по рукописи, а также ассистенту кандидату биологических наук В.А. Ярмоловичу за оказанную помощь при подготовке учебника к изданию.

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БОЛЕЗНЯХ РАСТЕНИЙ

Глава 1. ПРИРОДА И КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

1.1. Понятие "болезнь растения"

Лесная фитопатология занимается изучением болезней древесных пород и повреждений лесных товаров во время их заготовки, хранения и переработки.

Понятие "*болезнь растения*" до сих пор не является твердо установленным, так как не всегда можно провести резкую грань между больным и здоровым организмом. С точки зрения современной биологической науки нормальным, или здоровым, будет называться такое растение, которое развивается в условиях, благоприятных для его оптимального роста и развития, то есть растение полностью обеспечено необходимыми условиями существования, свойственными данному виду.

По мнению большинства ведущих фитопатологов, болезнь растения характеризуется нарушением физиологических функций или отклонением в его структуре, которые причиняют вред растению либо отдельным его органам, ухудшают качество получаемых продуктов либо материалов или снижают их товарную ценность. В связи с этим понятие болезни может менять свое значение в зависимости от степени и продолжительности нарушения нормального состояния, от характера этого нарушения и его последствий, а также целей ведения хозяйства.

Болезнь, как правило, сопровождается патологическим процессом, который возникает и развивается в растении в результате его реакции на внедрение в него инфекционного (болезнетворного) начала либо на действие неблагоприятных факторов внешней среды. Болезнь растения рассматривается как динамический процесс, протекающий в результате длительного взаимодействия между растением и болезнетворным началом под непосредственным влиянием окружающей среды. Например, при поражении хвои фитопатогенными грибами в ее тканях развивается мицелий, который своими токсинами вызывает нарушение физиологических функций тканей, что приводит к отмиранию клеточных структур, пожелтению и преждевременному опадению

(дефолиации) ассимиляционных органов. Болезнь растения также может быть вызвана в результате длительного или периодически повторяющегося действия на него неблагоприятных факторов внешней среды (абиотических факторов). В этом случае состояние болезни возникает под действием неблагоприятных условий произрастания, ряда физических, химических факторов и хозяйственной деятельности человека.

Болезнь при развитии на отдельном растении может вызывать отмирание отдельных органов или тканей, приводить к сильному ослаблению или отмиранию всего растения. Однако лесоводам при выращивании лесных насаждений чаще приходится иметь дело не с отдельными деревьями, а с большой совокупностью их, произрастающих на определенных площадях.

Лес в современном понятии представляет сложную саморегулирующуюся экологическую систему, которая относительно устойчива во времени и способна противостоять как изменениям в окружающей среде, так и изменениям численности составляющих его организмов. Стабильность биогеоценоза, способность к выживанию определяется его видовым биоразнообразием. Чем сложнее по составу и структуре биогеоценоз, тем он устойчивее к различным негативным факторам внешней среды. Вполне понятно, что устойчивость лесного фитоценоза в целом зависит от состояния отдельных деревьев.

В каждом здоровом лесу можно встретить ослабленные, усыхающие и усохшие деревья, которые возникают в результате конкуренции между растущими деревьями за источники питания, свет и жизненное пространство. Единичные деревья могут быть поражены фитопатогенными грибами или вредными насекомыми. Однако в здоровом лесу количество усохших и пораженных болезнями деревьев, как правило, не превышает величины среднего процента естественного отпада деревьев, который зависит от древесной породы, возраста и условий произрастания насаждения. Этот процесс, получивший название "самоизреживания", протекает в насаждениях на протяжении всей их жизни.

Резко отклоняющиеся от нормы экологические условия или периодически повторяющиеся патологические факторы могут вызывать нарушение сложившихся гомостатических механизмов устойчивости насаждения и привести его к болезненному состоянию. Больной лес отличается от здорового количеством усохших и пораженных болез-

нями (вредителями) деревьев, характером развития у них крон, поврежденностью хвои или листьев и другим признакам патологического состояния деревьев.

Больным насаждение считается в том случае, когда в нем количество отмерших и зараженных деревьев превышает в 2–3 раза величину естественного отпада. Такие участки лесных насаждений по своему состоянию требуют проведения санитарно-оздоровительных мероприятий и ставятся на учет как очаги болезни.

От понятия "*болезнь растения*" отличают понятие "*повреждение растения*". Под ним понимают реакцию растения на кратковременное воздействие неблагоприятных факторов внешней среды (высокие и низкие температуры, засуха, дефицит влаги или элементов питания в почве и другие), которые могут вызвать ослабленное или болезненное состояние. Они чаще всего сводятся к повреждению покровных тканей, нарушению целостности растения и другим травматическим последствиям. Так, морозобоины на растущих деревьях дуба, сопровождающиеся растрескиванием ствола, относятся к повреждениям, поскольку в данном случае действие негативного фактора – низкой температуры носило кратковременный характер. Довольно распространенными повреждениями в лесу являются бурелом, ветровал, обдир или ошмыг коры, сухобочины. Повреждения растущих деревьев могут быть вызваны также в результате развития вредных насекомых (объедание хвои, скелетирование листьев, образование червоточин в древесине) либо в результате проводимых в лесу различных лесохозяйственных работ (зарубы, затески и т. п.)

Существует также такое понятие, как "*уродливость растения*". Под уродливостью растения понимают различные морфологические отклонения от нормы, которые не представляют опасности для жизни растительного организма и в большинстве случаев не ослабляют его жизнедеятельности. Уродливости в отличие от болезней вызываются внутренними до настоящего времени слабо изученными причинами и в большинстве случаев передаются по наследству. Примером уродливости могут служить махровость цветка (увеличение числа лепестков), например у мака, фасциация стеблей или побегов у ряда древесных пород. Различные ненормальности строения и морфологии растений, не связанные с болезнями и повреждениями, изучает самостоятельная наука – тератология.

1.2. Симптомы и признаки болезней растений

Развитие патологического процесса сопровождается появлением на растениях внешних признаков, или *симптомов*, болезни. Каждому заболеванию присущи свои характерные симптомы, с помощью которых мы и различаем многочисленные болезни растений.

Различают симптомы *типичные*, регулярно появляющиеся при данном заболевании, и *нетипичные, или сопутствующие*, возникающие только при сочетании определенных условий внешней среды. Степень выраженности симптомов болезней может быть неодинаковой. Она зависит от продолжительности и глубины патологического процесса, протекающего в растении, а также от агрессивности патогена и других факторов. Как правило, типичные, хорошо выраженные симптомы появляются в период кульминации болезни или на завершающих ее этапах, когда в пораженных растениях почти полностью завершились структурные патологические изменения.

В отдельных случаях на начальных этапах развития болезни, особенно когда растения обладают выносливостью (толерантностью) по отношению к возбудителю болезни или когда последний характеризуется слабой агрессивностью, симптомы болезни на растении появляются не сразу, а по истечении определенного срока. Такие болезни получили название *латентных*. Иногда симптомы болезни под влиянием определенных факторов окружающей среды, например во время жарких летних месяцев, временно исчезают, но затем при возвращении прежних условий вновь появляются. Такое явление называют *маскировкой симптомов*.

Постоянство симптомов, появляющихся у растений при определенных заболеваниях, обуславливает типичное их течение и делает возможным их диагностику. Все многообразие встречающихся симптомов при поражении древесных пород болезнями можно объединить в следующие три группы: некротические, гипопластические и гиперпластические.

Некротические симптомы. В эту группу входят такие патологические явления как некрозы, деструкция и дегенерация клеток и тканей пораженных органов, увядание растений.

Некротизация – это отмирание клеток и образование участков отмершей ткани, происходящее под действием токсинов патогена либо неблагоприятных абиотических факторов (высокие и низкие температу-

ры, недостаток влаги, химические вещества и т. п.). При некрозах в клетках происходят необратимые изменения, которые приводят их к гибели. Часто на пораженных органах появляется целая совокупность погибших клеток в виде буровато- или темноокрашенных участков различных размеров. Некроз может быть общим или местным. *Общий некроз* характеризуется отмиранием всего растения или его большей части. Он наблюдается при таких болезнях, как вертициллезное усыхание (вилт) лиственных пород, сосудистый микоз ильмовых и дуба, когда патоген распространяется по всему растению и вызывает его отмирание. *Местный*, или *локальный*, некроз обычно ограничен в своем распространении и чаще проявляется в виде отдельных отмерших пятен на листьях, стеблях, плодах, либо формирования раковых язв, ступенчатых ран и т. п. Размеры некротических пятен обычно колеблются в пределах от 1–2 до 10 мм. Раковые язвы и ступенчатые раны могут иметь протяженность до 1 м и более. Некрозы покровных тканей часто наблюдаются на стволах и ветвях древесных пород и сопровождаются отмиранием коры и камбия. При полном окольцевании пораженные ветви и стволы отмирают.

Деструкция характеризуется разложением клеток под действием энзимов фитопатогенных грибов и бактерий. Деструкции подвержены все органы растений. Одной из разновидностей деструкции является *мацерация*, представляющая размягчение и разложение тканей под действием пектолитических ферментов. Они вызывают растворение межклеточного вещества (так называемых срединных пластинок), в результате чего клетки распадаются и возникают мягкие гнили. Пораженная ткань размягчается и превращается в кашицеобразную бесформенную массу различной окраски. Мягкие гнили чаще образуются в органах и тканях, богатых водой и питательными веществами.

В лесном хозяйстве наибольшее распространение имеет *деструкция*, или *гниение*, древесины. Она осуществляется с участием большой группы дереворазрушающих грибов. При этом процессе происходит разрушение клеточных стенок древесины, пораженная древесина изменяет свой цвет, теряет прочностные свойства и становится непригодной в качестве конструкционного материала и сырья для дальнейшей переработки. Процессы деструкции древесины широко представлены в природе. Существенный хозяйственный вред причиняют гнили древесины растущих деревьев и заготовленных лесоматериалов. В зависимости от окраски и структуры пораженной древесины

у растущих деревьев выделяют пестрые ситовые, бурые призматические и белые волокнистые гнили.

Дехромация и дефолиация листьев и хвои очень распространенные симптомы, встречающиеся при различных заболеваниях. Они характеризуются изменением окраски пораженных органов, их отмиранием и преждевременным опадением. Они могут быть вызваны грибами, бактериями, вирусами, а также абиотическими факторами. Вместо нормального зеленого цвета хвоя и листья приобретают желто-зеленую или бурую окраску различной интенсивности и равномерности. Эти симптомы наиболее часто встречаются при таких заболеваниях, как шютте обыкновенное и снежное, парша листьев, сосудистые микозы и т. п.

Неравномерное изменение окраски пораженных листьев часто называют *хлорозами* и *мозаиками*. При *хлорозе* наблюдается общее осветление или пожелтение листьев, при *мозаике* пожелтение затрагивает отдельные участки листа, и он приобретает пеструю мозаичную окраску. Причинами хлорозов и мозаик обычно бывают нарушения питания растений или поражения вирусами и микоплазменными организмами.

Дегенерацией называют перерождение тканей больного растения в вещества разного химического состава, которые в здоровых тканях не встречаются. Наиболее часто дегенерация встречается у косточковых плодовых пород. Примером ее может служить образование и выделение из стволов и ветвей камеди в виде тягучей клейкой янтарно-желтой жидкости, быстро твердеющей на воздухе. В этом случае целые участки клеток флоемы превращаются в камедь. Причиной камедетечения могут быть грибы, бактерии и другие факторы. В отдельных случаях встречаются слизистые, жировые и другие типы перерождения клеток.

Увядание – широко распространенный симптом при поражении растений болезнями. Увядание древесных пород наиболее часто происходит вследствие поражения корневой и проводящих систем дерева. У хвойных пород отмирание деревьев наступает при загнивании корневой системы под действием дереворазрушающих грибов. В этом случае поступление воды в надземную часть дерева прекращается, и оно отмирает. У лиственных пород этот тип поражения часто называют *вилтом* или *трахеомикозом*. Его вызывают патогенные грибы, ко-

торые проникают в сосуды заболонной древесины, осуществляя их закупорку. Под действием выделяемых ими токсинов происходит некроз сосудов и прилегающих к ним паренхимных клеток. В результате нарушается подача воды в крону дерева, и оно усыхает. Отмирание растущих деревьев может также быть вызвано неблагоприятными условиями внешней среды (засухой, подтоплением и т. п.).

Гипопластические симптомы. В эту группу входят симптомы, характеризующиеся слабым развитием отдельных частей или органов больного растения либо недостаточным содержанием в них отдельных клеточных структур. Наиболее часто у пораженных растений наблюдается *ослабление ростовых процессов*. Это происходит вследствие нарушения обеспеченности растущих деревьев водой и минеральным питанием, а также при уменьшении фотосинтезирующей поверхности и по другим причинам. Степень угнетения ростовых процессов зависит от интенсивности патологического процесса, агрессивности патогена, устойчивости растения и многих других факторов. Так, при поражении хвои сеянцев сосны обыкновенным шютте более 60% рост их в высоту снижается в полтора-два раза. При длительном развитии ряда болезней на одном дереве происходит изреживание кроны, хвоя укорачивается, зараженные деревья переходят в разряд сильно ослабленных и отмирают. При многих вирусных и микоплазменных болезнях, а также при недостатке элементов минерального питания в почве интенсивность биосинтеза хлорофилла у культивируемых растений существенно снижается, что приводит к образованию на листьях хлороза, мозаики, крапчатости. При других вирусных заболеваниях на укороченных побегах слабо развитые листья располагаются в виде розетки либо приобретают характерную нитчатую форму (например, у ивы, клена ясенелистного, жимолости).

Гиперпластические симптомы характеризуются усиленным ростом отдельных органов или тканей растений под действием токсинов патогена. К ним относятся: формирование опухолей, вздутий, ведьминых метел и других образований.

Опухоли, или наросты, образуются в результате разрастания тканей под влиянием различных раздражений или повреждений ствола, которые вызываются действием грибов, бактерий и других факторов. Они могут быть с гладкой или бугристой поверхностью и свилеватым строением древесины. *Гладкие* наросты наиболее часто встре-

чаются на сосне и березе. На их продольном разрезе годовичные слои повторяют наружные очертания нароста и имеют изогнутую форму. *Бугристые наросты*, или *капы*, особенно часто формируются на стволах березы и грецкого ореха и других лиственных пород. Их образование связано с образованием большого количества спящих почек и ненормальным разрастанием тканей ствола. Древесина наростов имеет неправильное строение, характеризуемое свилевато-волнистым расположением волокон. Наросты изменяют форму ствола, затрудняют использование круглых лесоматериалов и осложняют их переработку. Например, образование наростов на стволах дуба происходит при поражении его поперечным опухолевидным раком.

Ведьмины метлы представляют скопления большого количества укороченных побегов, располагающихся на близком расстоянии друг от друга. Они образуются в результате повреждения ветвей, вызываемых грибами, бактериями, вирусами или другими причинами. Под действием токсинов патогенов или других раздражителей спящие или придаточные почки трогаются в рост и формируют дополнительные побеги. Наиболее часто ведьмины метлы встречаются на сосне и березе.

Перечисленные выше симптомы могут встречаться у болезней растений, вызванных разными причинами. Например, пятнистости листьев образуются в результате развития возбудителей грибных, бактериальных, вирусных болезней, а также воздействия промышленных эмиссий. Гнили плодов возникают при грибных и бактериальных болезнях. Таким образом, разные причины могут вызывать одинаковые проявления болезней. Это явление получило название *конвергенции*, то есть совпадения симптомов. Частые случаи конвергенции могут затруднять диагностику болезней растений. Поэтому нельзя основывать определение заболевания только на каком-либо одном признаке. Наиболее часто встречающиеся симптомы болезней древесных пород показаны на рис. 1.

При диагностике болезней кроме симптомов, представляющих ответную реакцию растения на внедрение и развитие болезнетворного организма, важное значение имеют *признаки болезни*. Под ними понимают различные структуры патогенов, образующиеся в тканях или на поверхности больного растения. **Признаки болезней** подразделяют

на три группы: вегетативные структуры, репродуктивные структуры и продукты заболевания.

Вегетативные структуры патогенов включают: мицелиальные налеты, пленки, мицелиальные тяжи (ризоморфы, шнуры, ризоктони), склероции, стромы.

Репродуктивные структуры – скопления конидиеносцев (коремии), спородохии, пикниды, аскокарпы (клейстотеции, перитеции, апотеции), спороношения ржавчинных грибов (эции, урединопустулы, телиопустулы), плодовые тела трутовых грибов (базидиомы) и др.

К продуктам заболевания относят смолотечение, камедетечение, запах пораженных органов, жидкие выделения – экссудаты (при бактериальных болезнях).

Признаки болезни чаще используются при определении возбудителя болезни растения. Основные признаки грибных болезней древесных пород показаны на рис. 2.

1.3. Патологические изменения больного растения

В основе каждого заболевания лежит патологический процесс, возникающий в результате взаимодействия патогена с растением или ответной реакции последнего на неблагоприятные условия внешней среды. Этот процесс сопровождается разнообразными изменениями в функциях и структуре пораженных органов. Характер этих изменений зависит от вида возбудителя и стадии развития болезни, типа пораженной ткани или органа растения и других факторов. Наиболее часто болезни растений вызывают биохимические и физиологические изменения пораженных органов либо организма в целом.

Характер этих изменений в значительной степени зависит от стадии развития патологического процесса в растении. В начале развития многих заболеваний, как правило, биохимические и физиологические процессы у больного растения незначительно отличаются от таковых у здорового. С углублением патологического процесса наступают существенные нарушения основных функций больного растения, что отрицательно сказывается на его состоянии. При многих инфекционных болезнях наиболее часто биохимические и физиологические изменения сводятся к нарушению водного режима растения, его фотосинтетической активности, энергии дыхания, углеводного и белкового обмена, а также к нарушению деятельности отдельных групп ферментов, регулирующих жизнедеятельность растения.

Нарушения водного режима обычно наступает в результате повреждения корневой системы, проводящих тканей либо усиления транспирации пораженных растений. Это негативно влияет на водоснабжение надземных частей растущих деревьев и в целом на все растение. Характер изменений водного режима зависит от степени поражения корней и сосудистой системы дерева. К примеру, у сосны в начальной стадии поражения корневой губкой транспирационный расход влаги снижается незначительно. По мере дальнейшего развития заболевания дерево постепенно отстает в росте, и интенсивность транспирации снижается существенно. Так, при отмирании более 70% корневой системы дерева транспирация падает в 2–3 раза (С.Ф. Негруцкий, 1986).

Особенно резко снижается транспирационный расход воды у зараженных деревьев в августе, когда повышается солнечная радиация и усиливается дефицит влаги в почве.

Водный режим больных растений часто изменяется при нарушении транспорта воды по водопроводящей системе дерева. При этом падает тургор клеток, начинает увядать хвоя или листья, что приводит к усыханию отдельных ветвей или всего растения. Исследования Н.И. Федорова (1970) показали, что поражение сосны смоляным раком вызывает снижение содержания воды в хвое и побегах, расположенных выше раковой язвы, в то время как в пораженных участках ствола (в лубе и заболонной древесине) возникают локализованные очаги увлажнения вследствие высокой сосущей силы мицелия патогена.

При сосудистых микозах древесных пород происходит частичная или полная закупорка сосудов тиллами или гуммиобразными веществами. Это приводит к значительному или полному прекращению подачи воды в вышерасположенные органы и их отмиранию. Снижение транспирации также наблюдается при поражении листьев древесных пород ржавчинными и мучнисторосяными грибами и пятнистостями.

Механизмы нарушения водного режима растений как реакция на заражение патогенными грибами весьма разнообразны. В ряде случаев, например, при развитии мучнисторосяных грибов, усиление транспирации обуславливается повышением проницаемости тканей растения-хозяина, а ее снижение – закрыванием устьиц в ответ на зараже-

ние или вследствие развития мицелия патогена на поверхности ассимиляционных органов.

Иногда наблюдается усиление транспирации в связи с тем, что при образовании спороношений грибов-патогенов в покровных тканях растения возникают разрывы, облегчающие испарение воды, находящейся в пораженных органах (например, при поражении листьев ржавчинными грибами). Таким образом, изменения водного режима больного растения, возникающие при внедрении и развитии в нем возбудителя болезни, существенно влияют на характер других физиологических процессов в пораженных органах и становятся в ряде случаев основной причиной гибели всего растительного организма или отдельных его органов.

Нарушение фотосинтетической активности при многих инфекционных болезнях может происходить в результате уменьшения общей ассимиляционной поверхности из-за массового отмирания листьев или разрушения хлорофиллоносной ткани под действием токсинов патогенных организмов. Например, при появлении на листьях пятнистостей, вызываемых факультативными сапротрофами, снижение фотосинтетической активности наблюдается на первых этапах заболевания и усиливается по мере развития болезни.

Ржавчинные и мучнисторосяные грибы как облигатные (истинные) паразиты в начале своего развития вызывают некоторое повышение фотосинтеза, однако при дальнейшем развитии интенсивность его существенно снижается. Это связано с особенностями питания облигатных паразитов, которые приспособлены к питанию только за счет живых тканей растения. Первое время после внедрения они оказывают стимулирующее действие на многие физиологические процессы растения-хозяина. Этот эффект проявляется только на начальных этапах болезни, а также при слабом поражении растений. В дальнейшем интенсивность фотосинтеза, как правило, снижается в два и более раза. Причиной слабой фотосинтетической активности, например, при развитии мучнисторосяного гриба *Microsphaera alphitoides* на листьях дуба является разрушение хлоропластов в ассимиляционных тканях под действием токсинов патогена.

Иногда причиной снижения интенсивности фотосинтеза может стать нарушение оттока продуктов фотосинтеза из листьев при отмирании клеток лубяной части коры, например, при некрозных болезнях ветвей.

Нарушение энергии дыхания. При многих болезнях с момента заражения растения патогеном наблюдается постепенное повышение дыхательного газообмена. Степень активизации дыхательного процесса при болезнях зависит от ряда факторов, в первую очередь от особенностей возбудителя и пораженной растительной ткани. По мнению некоторых авторов, усиление дыхания происходит в результате повышения активности зараженной ткани под влиянием метаболитов патогена, в том числе и его токсинов. Активирование дыхания больного растения, естественно, вызывает усиленный расход запасных питательных веществ. Н.И. Федоров (1970) обнаружил, что в хвое, побегах и лубяной части коры ствола, пораженного смоляным раком, активность дыхания возрастает и достигает максимума в период формирования эциальных спороношений патогена на дереве. После рассеивания спор патогена интенсивность дыхательного газообмена зараженного дерева снижается. Это связано с расходом большего количества энергии при образовании спороношения ржавчинного гриба.

Значительное повышение активности дыхания желудей дуба во время их зимнего хранения часто связано с деятельностью ряда факультативных паразитов. Например, энергия дыхания желудей дуба, пораженных мумификацией (возбудитель – гриб *Stromatinia pseudotuberosa*), усиливается в несколько раз. Однако при развитии многих заболеваний уровень дыхательной активности в пораженных тканях в начале ослабевает, а на поздних этапах патологического процесса полностью прекращается (после отмирания пораженного органа). Исследованиями С.Ф. Негруцкого (1973) показано, что энергия дыхания слабо пораженных корневой губкой сосны и можжевельника на 20–25% выше, чем здоровых деревьев. По мере же развития корневой гнили активность дыхания у зараженных деревьев резко падает. Установлено, что уровень дыхательной активности (угнетение или активирование) у пораженного растения зависит от количества содержащихся в нем метаболитов, в том числе токсинов патогена, а также от степени нарушения транспирации и других физиологических процессов.

Нарушения углеводного и белкового обмена в растении наступают при многих инфекционных болезнях. Известно, что углеводы и белки являются основными органическими веществами растений, они также служат и основным питательным материалом для патогенных организмов. Чем сильнее поражено растение, тем больше извле-

кают из него патогены питательных веществ, тем скорее оно истощается и ослабевает. При этом в больном растении происходят количественные и качественные изменения процессов обмена веществ, в том числе содержания углеводов и белков.

Количественные изменения углеводного и белкового обмена больного растения могут носить разнообразный характер. Но чаще всего они сводятся к снижению их общего содержания в инфицированных тканях в результате ослабления процессов ассимиляции и синтеза, повышения расхода органических веществ на дыхание пораженного растения и вследствие потребления их патогеном. Это выражается в нарушении нормального для данного растения соотношения между отдельными компонентами углеводного и азотсодержащего комплексов. Так, при поражении хвойных пород ржавчинными грибами (ржавчина хвои, смоляной рак сосны обыкновенной и веймутовой) содержание общего и белкового азота, как правило, снижается. При этом значительно возрастает доля небелкового азота, представленного в основном вредными для растения продуктами жизнедеятельности патогенов. Н.И. Федоров (1970) и ряд других исследователей установили, что у сосны вследствие развития корневой гнили снижается содержание сахаров на 15–30%. Особо заметное снижение сахаров наблюдается в конце вегетационного периода. В частности, в пораженных гнилью корнях падает уровень общего и белкового азота, а содержание аминного и амидного азота, аммиака возрастает. У деревьев осины, пораженных ложным осиновым трутовиком, содержание сахаров в листьях на протяжении всего вегетационного периода возрастает на 15–40% по сравнению со здоровыми деревьями. Очевидно, это связано с ослаблением оттока ассимилятов и торможением ростовых процессов у зараженных деревьев.

Качественные изменения обмена веществ при многих инфекционных болезнях выражаются в изменении состава и соотношения моно- и полисахаридов, а также характера распределения углеводов и белков в различных органах растения. Во время патологического процесса более простые формы углеводов и аминокислот, по сравнению со сложными запасными питательными веществами, потребляются патогеном в первую очередь. При этом нарушения белкового обмена оказывают наибольшее влияние на состояние растения, так как белковые вещества не только участвуют во всех метаболических процессах, но и контролируют ход всех обменных процессов больного растения.

Такие нарушения выявлены при поражении листьев, ветвей и корневой системы древесных пород многими инфекционными болезнями.

Нарушения деятельности ферментов. Известно, что все происходящие в растении процессы жизнедеятельности протекают с участием определенных групп ферментов (окислительно-восстановительных, гидролитических, протеолитических и др.). При нормальном состоянии растения наблюдается четкая слаженность в работе ферментов, участвующих в синтезе и превращении веществ и энергии. Однако при патологическом процессе деятельность многих ферментов нарушается, это приводит к изменению интенсивности обмена веществ и отдельных физиологических процессов (окисления и восстановления, синтеза и гидролиза, переноса энергии).

Наиболее изучены у больных растений изменения активности окислительных ферментов. Установлено, что активность их зависит от вида древесной породы, характера поражения, систематического положения патогена и ряда других факторов. Например, в листьях дуба, пораженных мучнистой росой, активность каталазы снижается почти вдвое, а пероксидазы, наоборот, – повышается. Снижение активности каталазы в тканях пораженных листьев связано, очевидно, с тем, что основную функцию разложения перекисей начинает выполнять пероксидаза, активность которой у больных листьев резко возрастает.

Исследованиями Н.И. Федорова (1970) установлено, что в однолетней хвое деревьев сосны, пораженных смоляным раком, активность полифенолоксидазы, цитохромоксидазы и аскорбиноксидазы снижается при одновременном повышении активности пероксидазы. В участках ствола, непосредственно прилегающих к раковой язве, активность большинства окислительных ферментов возрастает. Это следует рассматривать как ответную реакцию дерева на развитие патогена, как защитный барьер для дальнейшего распространения грибницы по стволу дерева.

У сосны и других хвойных, пораженных корневой губкой, по данным ряда авторов (С.Ф. Негруцкий, Н.И. Федоров), активность ряда окислительных ферментов в хвое снижается, а в побегах и стволе – существенно возрастает.

Нарушение биохимических и физиологических процессов влечет за собой ослабление процессов накопления органических веществ, снижение интенсивности ростовых процессов у больных деревьев.

Чем сильнее нарушена жизнедеятельность больного растения, тем сильнее степень его ослабления, приводящая к полному отмиранию.

1.4. Классификация болезней растений

Все болезни растений по совокупности ряда специфических признаков (симптомов) распределяют на группы. Это имеет важное значение для правильного понимания природы болезней и установлению причин их возникновения. Существует несколько классификаций болезней растений, основанных на нескольких принципах. Болезни растений классифицируют по причине их возникновения (этиологическая классификация), локализации поражения, продолжительности течения процесса, возрасту растений и по другим признакам. Наибольшее распространение получила этиологическая классификация, согласно которой все болезни в зависимости от обуславливающих их факторов подразделяются на инфекционные и неинфекционные.

Инфекционные, или паразитарные, болезни развиваются в результате воздействия патогенных, т. е. болезнетворных, организмов, называемых возбудителями болезни или патогенами. Растение, на котором они поселяются и получают от него питание, обычно называют питающим растением или растением-хозяином. Инфекционные болезни растений в зависимости от вида патогена подразделяются на следующие группы:

- 1) грибные болезни, или микозы;
- 2) бактериальные болезни, или бактериозы;
- 3) вирусные болезни, или вирусозы;
- 4) микоплазменные болезни, или микоплазмозы;
- 5) болезни, вызываемые высшими паразитическими цветковыми растениями, или сперматофитозы;
- 6) болезни, вызываемые нематодами.

Все эти болезни легко передаются от больного растения к здоровому и поэтому широко встречаются в природе. Среди них наибольшее распространение на древесных породах получили грибные болезни. Они составляют около 90% инфекционных болезней лесных насаждений.

Неинфекционные, или непаразитарные, болезни развиваются под воздействием неблагоприятных физических, химических либо

других абиотических факторов внешней среды, главным образом почвенных и метеорологических. Эти болезни не передаются от больных растений к здоровым, но, тем не менее, в последнее время также получили широкое распространение в лесах многих стран, в том числе и Беларуси. Это обусловлено усилением антрополического влияния на лесные экосистемы и ухудшением общей экологической обстановки на Европейском континенте.

Неинфекционные болезни растений в зависимости от характера и типа воздействия на них абиотических факторов делятся на следующие группы:

- 1) болезни, вызванные неблагоприятными почвенными условиями;
- 2) болезни, вызванные действием неблагоприятных метеорологических факторов;
- 3) болезни, вызванные вредными примесями в воздухе (промышленные эмиссии).

Многообразие факторов, вызывающих неинфекционные болезни, массовость их появления в лесах Беларуси, ставят их по своей значимости в один ряд с инфекционными болезнями.

Неинфекционные болезни значительно ослабляют растущие деревья и тем самым создают благоприятные условия для проникновения в них патогенных микроорганизмов или нападения вредных насекомых. Последовательно развивающиеся на одном растении неинфекционные и инфекционные болезни получили название *сопряженных*. Вредоносность этих заболеваний существенно возрастает.

В зависимости от степени локализации болезни растений делят на местные (локальные) и общие (диффузные). *Местные болезни* поражают небольшие участки или отдельные органы, не распространяясь по всему растению. Например, пятнистости листьев характеризуются отмиранием отдельных участков листовой пластинки. Остальная часть листа остается здоровой и нормально функционирует. При *общих болезнях* поражается все растение или большая его часть. Примером общей болезни может служить вертициллезное увядание клена или других лиственных пород, при котором болезнь охватывает все растение и приводит его к увяданию. Многие неинфекционные болезни растений относятся к группе общих. В то время как инфекционные болезни в зависимости от характера распространения возбудителя могут быть как общими, так и местными.

По продолжительности развития болезни делят на острые и хронические. *Острые* заболевания развиваются быстро и заканчиваются в течение одного-двух месяцев или периода вегетации. Например, ржавчина хвои или листьев, полегание и выпревание сеянцев и другие. *Хронические* болезни чаще развиваются на взрослых деревьях в течение многих лет, вызывая постепенное их ослабление и отмирание. К этой группе относятся многие болезни стволов и ветвей (некрозно-раковые и сосудистые болезни, гнили древесины стволов и корней). Часто в хронической форме развиваются и многие неинфекционные болезни. Это наблюдается в тех случаях, когда действие неблагоприятного фактора продолжается длительный многолетний период. Например, хлороз переходит в хроническую форму, если в почву не вносят недостающие микроэлементы (железо, марганец).

Болезни разделяют также на группы по способности поражать растения в определенной фазе развития: болезни всходов и сеянцев, болезни молодняков и культур, болезни взрослых древостоев. Широко используется так называемая *органотропная классификация* болезней. Согласно ей, все болезни подразделяют на болезни семян и плодов, болезни хвои и листьев, болезни ветвей и стволов, болезни корней.

Существующие классификации болезней направлены на создание системы, помогающей лучше познать и определить болезни древесных пород, и использованы в данном учебнике при описании конкретных заболеваний.

1.5. Вредоносность болезней древесных пород

Болезни древесных пород и повреждения лесных товаров широко распространены в лесах многих стран мира и причиняют большой экономический ущерб. Вред от них заключается в ослаблении растущих деревьев, снижении ростовых процессов и общей продуктивности пораженных насаждений, преждевременной массовой гибели их на больших площадях, а также в уменьшении количества заготавливаемых лесоматериалов высокого качества. Кроме того, болезни вызывают снижение биологической устойчивости лесных насаждений к неблагоприятным условиям внешней среды, в результате чего они в неполной мере выполняют разнообразные экологические и социально-экономические функции. К сожалению, нет точных данных относи-

тельно потерь, которые наносят лесному хозяйству и экономике отдельных стран болезни растений.

Известны случаи, когда массовое распространение болезней на огромных территориях отдельных стран оказывало влияние на дальнейшее их развитие. Так, сильное поражение кофейных плантаций ржавчиной в Юго-Восточной Азии вызвало их повсеместное усыхание и привело к падению промышленного производства этой ценнейшей культуры в регионе в конце 19 века. Эпифитотейное распространение рака в каштановых лесах Соединенных Штатов за довольно короткий срок стало причиной гибели этих лесов на больших площадях. Лишь благодаря невероятным усилиям селекционеров удалось сохранить эту породу.

В современных условиях, несмотря на значительные достижения в селекции, разработке и применении новых средств защиты, многие заболевания наносят существенный вред лесному хозяйству.

Среди грибных болезней хвойных насаждений Беларуси наиболее распространенными и вредоносными являются корневые и комлевые гнили, вызываемые комплексом факультативных паразитов из класса базидиомицетов. Среди них наибольшую опасность представляют корневая губка и опенок осенний. Особенно сильно страдают от корневой губки чистые сосновые культуры, созданные на землях, бывших под сельскохозяйственным использованием. По данным Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, по состоянию на 1 января 2002 года общая площадь сосняков, пораженных корневой гнилью, составила свыше 160 тыс. га, из них более четверти в сильной степени расстроены патогеном. Широко распространена комлевая гниль в еловых лесах как естественного, так и искусственного происхождения. Пораженность приспевающих и спелых ельников комлевой гнилью колеблется от 40 до 60%. Выход деловой древесины из зараженных деревьев снижается на 20–30%.

В 1990-х годах в Беларуси массовое усыхание еловых лесов приняло характер экологической катастрофы. Оно распространилось по всей территории республики и вызвало отмирание в основном высокопродуктивных приспевающих и спелых насаждений. За несколько лет еловые леса были в сильной степени расстроены на площади более 40 тыс. га, примерно половина их вырублена в порядке проведения сплошных санитарных рубок. Основными причинами такого состояния ельников послужили периодически повторяющиеся летние засухи,

способствующие массовому размножению стволовых вредителей и интенсивному развитию корневых и комлевых гнилей.

Значительный вред болезни причиняют сеянцам в питомниках. В отдельные годы отпад сеянцев в лесных питомниках от инфекционного полегания и болезней типа шютте составляет 60–80%. Это затрудняет выполнение лесовосстановительных работ, проводимых работниками лесного хозяйства на больших площадях. Причиной слабой приживаемости саженцев в лесных культурах и их гибели нередко служат такие болезни, как шютте обыкновенное и снежное, побеговый рак хвойных пород, сосновый вертун, мучнистая роса и другие.

В средневозрастных и приспевающих хвойных и лиственных насаждениях широко распространены некрозно-раковые болезни и стволовые гнили. Повсеместно в сосновых лесах встречается смоляной рак, вызывающий усыхание деревьев и накопление в них сухостоя. Зараженность этим грибом в сосновых древостоях в ряде регионов колеблется от 5 до 10%, а в отдельных местах и выше. В спелых и перестойных лесах преобладают стволовые гнили. Например, в сосновых лесах национального парка “Беловежская пуца” количество зараженных сосновой губкой деревьев в возрасте 140–160 лет составляет до 40% и более. Спелые еловые насаждения искусственного происхождения нередко поражены комплексом дереворазрушающих грибов, вызывающих коррозионные и деструктивные гнили. Среди них наиболее часто встречаются еловая и корневая губки, северный трутовик и трутовик Швейнитца.

В Беларуси, лесостепной и степной зонах России и Украины в результате воздействия ряда абиотических факторов (нарушения гидрологического режима, периодически повторяющихся засух, суровых зим, повышенных рекреационных нагрузок) в значительной степени ослаблены и поражены многими болезнями дубравы порослевого происхождения, произрастающие преимущественно в поймах рек. Среди них наиболее распространены такие болезни, как сосудистый микоз, мучнистая роса, некрозы ветвей и стволовые гнили. Так, в спелых дубовых древостоях Беловежской пуцы зараженность деревьев стволовыми гнилями составляет в среднем 20–30%. При этом зараженные деревья часто подвергаются бурелому.

Заготовленные лесоматериалы, деревянные конструкции в постройках и сооружениях при неправильном хранении и эксплуатации

часто подвергаются разрушению из-за развития дереворазрушающих грибов. Они теряют прочностные и товарные качества, срок их службы снижается в несколько раз. По данным С.Н. Горшина (1977), ежегодно на замену вышедшей из строя загнившей древесины в России расходуется свыше 10 млн. м³ здоровой древесины.

Суммарные потери, связанные с ущербом, наносимым лесному хозяйству болезнями древесных пород, складываются из прямых и косвенных. Прямые потери обуславливаются падением продуктивности зараженных насаждений и, как следствие, снижением количества и качества получаемой лесной продукции, например уменьшением выхода стандартного посадочного материала или деловой древесины. В денежном выражении их можно определить по разности в стоимости продукции здоровых и пораженных насаждений. Косвенные потери из-за отсутствия соответствующих методик слабо поддаются учету. Они связаны с вредными последствиями болезней, в частности со снижением экологических, социально-экономических и других полезных функций лесных фитоценозов, ослаблением их устойчивости, проведением дополнений в лесных культурах, лесовосстановительных работ в очагах грибных болезней, профилактических мероприятий и т. п. Косвенные потери от болезней могут в отдельных случаях превышать прямые в полтора-два раза.

Глава 2. ГРИБЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Грибы представляют самостоятельное царство гетеротрофных организмов, занимающих по своим биологическим особенностям промежуточное положение между растениями и животными. Они отличаются от растений полным отсутствием хлорофилла и, следовательно, не способны самостоятельно синтезировать сахара и углеводы. Грибы, подобно животным, вынуждены с помощью ферментов потреблять готовые органические вещества. Большая часть грибов получает их путем разрушения остатков растительного или животного происхождения. Поселяясь на отмерших остатках растений или животных, они выполняют важную биологическую функцию в качестве деструкторов в общем круговороте веществ в природе. Наряду с широко известными видами съедобных и ядовитых шляпочных и трутовых грибов, имеющими довольно крупные плодовые тела (входящими

в группу макромицетов), существует огромное количество микроскопических грибов, которые видимы при больших увеличениях. В процессе жизнедеятельности некоторые из них синтезируют полезные для человека вещества – антибиотики, органические кислоты, ферменты и т. п. Ферментативная активность таких грибов используется в пищевой и микробиологической промышленности. Значительная часть грибов питается за счет веществ, извлекаемых из живых тканей других организмов. Это грибы-паразиты, или биотрофы, поселяясь на живых организмах, они вызывают у них различные заболевания. Среди них выделяют паразитов растений, человека, животных и других живых организмов. Фитопатогенные грибы развиваются на живых растениях и могут поражать у них различные органы (листья, побеги, ствол, корни, плоды).

2.1. Морфология грибов

Строение мицелия. Вегетативное тело грибов, именуемое грибницей или мицелием, состоит у большинства видов из множества тонких нитей, называемых гифами. Они переплетаются и часто имеют вид тонкой паутины. Гифы обладают верхушечным ростом и боковым ветвлением. Они пронизывают субстрат и имеют с ним большую поверхность соприкосновения, через которую осуществляется адсорбция питательных веществ внутрь грибных клеток.

Мицелий грибов может быть без перегородок и с перегородками. Мицелий, гифы которого не имеют перегородок (септ), представляет собой одну гигантскую клетку и носит название *неклеточного*, или *ценоцитного* (рис. 3).

Как правило, неклеточный мицелий встречается у низко организованных видов, относящихся к грибоподобным организмам. У большинства настоящих грибов гифы имеют поперечные перегородки, расположенные регулярно по длине грибных нитей, разделяя их на отдельные грибные клетки. Клетки в нитях располагаются в один ряд друг за другом. Диаметр гиф варьирует от 2 до 100 мкм в зависимости от вида гриба и условий роста. Такой мицелий называют *многоклеточным* или *септированным*.

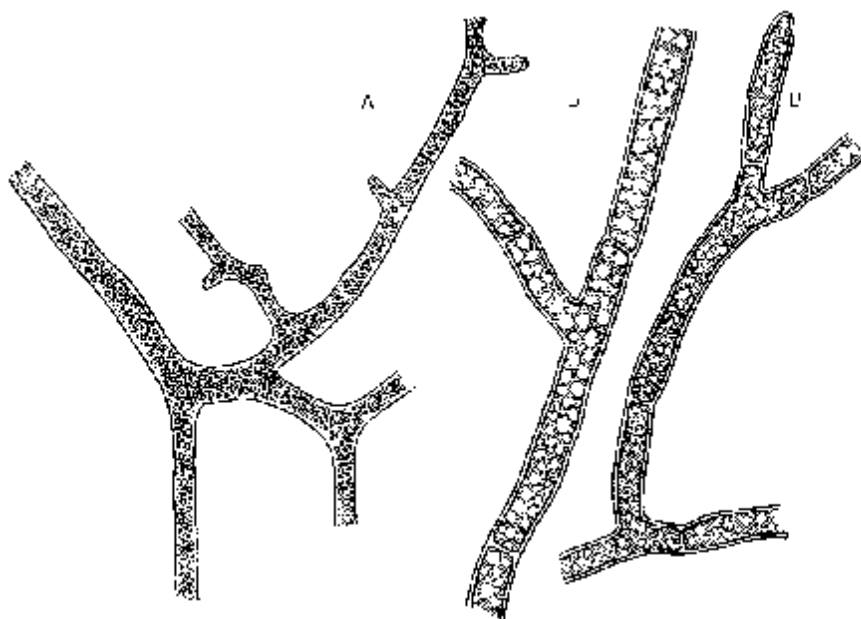


Рис. 3. Мицелий грибов:

А – участок неклеточного мицелия; Б – участок многоклеточного мицелия на поздней стадии; В – то же на ранней стадии

Грибная клетка покрыта твердой оболочкой, называемой клеточной стенкой. Она представляет собой плотную упругую полимерную структуру, которая выполняет опорно-механическую функцию, придает клетке устойчивую форму и обеспечивает защиту ее от воздействия неблагоприятных внешних факторов. Клеточная стенка обладает избирательной проницаемостью для веществ различной химической природы. Она имеет слоистое строение и сложный химический состав. В состав клеточных стенок грибов входят азотсодержащие и безазотистые полисахариды. У большинства грибов основным полисахаридом клеточных стенок является хитин. Кроме того, в их составе в небольших количествах представлены белки, липиды, полифосфаты и другие соединения.

В одной клетке гриба может быть одно, два или много ядер размером от 1 до 3 мкм. Они окружены оболочкой, состоящей из двух мембран, и содержат ядрышко, а также хромосомы, являющиеся носителями наследственных свойств грибов. Внутреннее содержимое клетки составляет цитоплазму, которая представляет собой коллоидную фазу, имеющую различную степень вязкости. В ней содержатся структурные белки, аминокислоты, углеводы, липиды, а также запасные питательные вещества в виде мелких гранул. В ее состав также

входят рибосомы, митохондрии, лизосомы, аппарат Гольджи и другие включения.

Мицелий гриба образуется при прорастании спор. Обычно спора дает две или несколько коротких ростовых трубочек. Они удлиняются и вскоре начинают ветвиться. Мицелий всех грибов имеет хорошо выраженный верхушечный рост. Скорость линейного роста гиф может быть различной и изменяется в пределах от 0,1 до 6 мм/ч. По характеру роста мицелий грибов разделяют на *субстратный*, который стелется непосредственно по поверхности субстрата, и *воздушный*, свободно приподнимающийся над субстратом и плотно соприкасающийся с ним в отдельных точках.

У грибов, кроме типичных нитчатых гиф, встречаются в зависимости от выполняемой ими функции следующие видоизменения:

ризоиды – это корневидные разветвления гиф, наиболее часто встречающиеся у мукоровых грибов. Они служат для прикрепления воздушного мицелия к субстрату. У одних видов (например, у *Mucor*) они короткие, у других (у грибов рода *Sclerotinia*) имеют вид массивных кисточек;

столоны представляют собой воздушные, хорошо развитые, часто дугообразные гифы, выполняющие функцию распространения гриба по субстрату. Они характерны для мукоровых грибов;

анастомозы, или соединительные мостики, имеют вид тонких либо толстых нитей, соединяющих соседние гифы между собой (рис. 4). Служат для скрепления гиф и играют важную роль в обмене веществ, размножении многих видов грибов.

Многие фитопатогенные грибы формируют специальные видоизменения гиф, обеспечивающие функцию питания или прикрепления мицелия к питающему растению. К ним относятся гаустории и аппрессории.

Гаустории – это внутриклеточные концевые видоизменения гиф грибов, мицелий которых в значительной степени располагается вне клеток растения-хозяина. Они поглощают вещества из живых клеток и направляют их в другие участки мицелия, расположенные на поверхности и внутри тканей пораженного растения.

Аппрессории, или присоски, представляют собой разросшиеся концевые части гиф, имеющие вид плоских лопастей. Служат для прикрепления мицелия к субстрату. Они механически удерживают гриб на поверхности растения, пока он не внедрится внутри его тка-

ней. Они препятствуют сдуванию гриба ветром и смыванию дождем. Встречаются у многих мучнисторосяных грибов.

Характерной особенностью многих базидиальных грибов является наличие на гифах *пряжек* – небольших клеточек, лежащих сбоку осевых гиф в местах расположения поперечных перегородок (рис. 5). Они играют важную роль в половом процессе данной группы грибов.

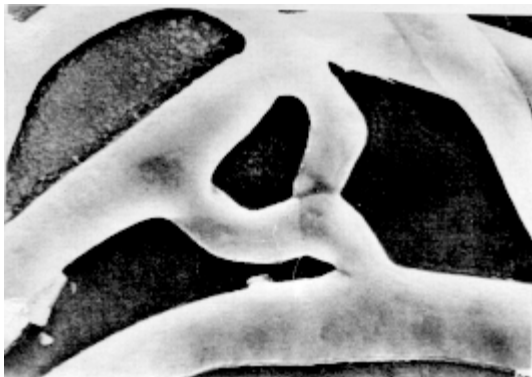


Рис. 4. Анастомозы на мицелии гриба *Phlebiopsis gigantea* в СЭМ (×4000)

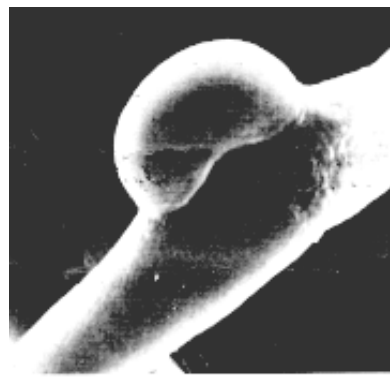


Рис. 5. Пряжки на мицелии березовой губки (×4000)

У большинства фитопатогенных грибов мицелий располагается внутри питающего субстрата (например, у ржавчинных грибов). Он может быть *внутриклеточным*, пронизывающим живые клетки, и *межклеточным*, располагающимся в межклетниках пораженных органов и несущим гаустории. Внутриклеточный мицелий чаще встречается у факультативных паразитов (например, у грибов рода *Botrytis*, *Gloeosporium* и др.). Межклеточный мицелий характерен для многих высокоспециализированных патогенов растений (например, ржавчинных грибов).

Большинство фитопатогенных грибов имеет *местный, или локальный*, мицелий, распространяющийся от места внедрения на несколько сантиметров (например, при пятнистостях, ржавчине листьев). В более редких случаях встречается *диффузный* мицелий, охватывающий большую часть органов растения-хозяина. К примеру, диффузное разрастание мицелия наблюдается у деревьев при длительном многолетнем развитии стволовых гнилей, которые охватывают значительную часть ствола.

Фитопатогенные грибы по продолжительности развития мицелия подразделяются на следующие три группы.

1. *Однолетние грибы*: цикл развития у них завершается в течение одного календарного года. К ним относятся представители родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Botrytis*, вызывающие гниль всходов семян в лесных питомниках, и др.

2. *Двулетние грибы*: цикл развития у них длится более одного года. В большинстве случаев они начинают свое развитие в начале вегетационного периода на живых тканях растения. Осенью мицелий не отмирает, он зимует на отмерших тканях, а весной на нем образуется один из видов спороношения, чем и завершается цикл развития патогена. К двулетним грибам относится большое количество фитопатогенных грибов, вызывающих болезни хвои и листьев, некрозов ветвей и стволиков и др.

3. *Многолетние грибы*: цикл развития осуществляется в течение многих лет. На древесных породах он может длиться десятки лет. К таким грибам относятся возбудители раковых и сосудистых болезней древесных пород, а также дереворазрушающие грибы, поражающие древесину стволов и корней растущих деревьев. Например, сосновая губка в отдельных случаях развивается на одном дереве в течение 40–50 лет.

Видоизменения мицелия. В процессе эволюционного развития многие грибы приспособились видоизменять свое вегетативное тело путем разрастания и уплотнения грибных нитей (гиф), формируя в зависимости от выполняемой ими функции своеобразные грибные структуры. К числу таких видоизменений мицелия относятся мицелиальные пленки, тяжи, ризоморфы, склероции, стромы (рис. 6).

Мицелиальные пленки представляют собой плотные сплетения грибницы, достигающие в отдельных случаях в толщину до 5 мм, напоминающие по внешнему виду замшу. Чаще всего их образуют дереворазрушающие грибы. Они могут располагаться на поверхности или в трещинах пораженной древесины. Служат для дальнейшего распространения гриба по субстрату.

Мицелиальные тяжи, или шнуры, – плотное шнуровидное соединение гиф, достигающее в толщину нескольких миллиметров и в длину до метра и более. Наиболее типичные шнуры наблюдаются у так называемых домовых грибов, вызывающих разрушение деревянных конструкций в постройках и сооружениях. Они могут различаться по цвету, толщине, плотности, ветвистости и т. п. В состав шнуров входят гифы разного строения. Кроме тонкостенных гиф, заполнен-

ных плазматическим содержимым, встречаются гифы, имеющие более толстые стенки и очень широкие просветы (сосудовидные гифы) и длинные тонкие с едва заметным канальцем внутри (волоконновидные). Сосудовидные гифы проводят питательные вещества к точкам роста молодого мицелия или к плодовым телам и способствуют наилучшему развитию гриба. Механические или волоконновидные гифы служат для придания шнурам необходимой прочности и упругости, а также для предохранения их от слишком быстрого высыхания в неблагоприятные засушливые периоды.

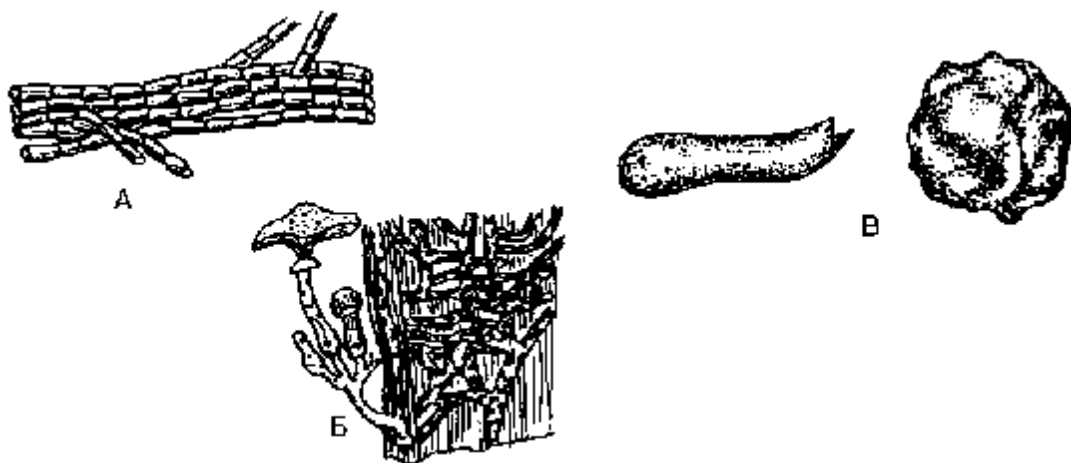


Рис. 6. Видоизменения мицелия высших грибов:
А – мицелиальный тяж; Б – ризоморфы; В – склероции

Ризоморфы – ветвящиеся шнуровидные образования толщиной в несколько миллиметров темно-бурого или черного цвета, внешне похожие на корешки высших растений, и являются разновидностью шнуров. Снаружи они покрыты слоем толстостенных темноокрашенных гиф, выполняющих защитную функцию. Внутренняя часть ризоморфы состоит из бесцветных тонкостенных и широкополостных гиф, по которым осуществляется передвижение питательных веществ к точкам роста мицелия. Ризоморфы наиболее часто образует опенок осенний. Они могут формироваться под корой пораженных деревьев или на поверхности корней и в лесной подстилке. Ризоморфы способствуют вегетативному размножению гриба и инфицированию живого растения, они также служат для сохранения патогена при неблагоприятных условиях внешней среды.

Склероции представляют собой округлые или неправильной формы тела размером от одного до нескольких миллиметров и обычно

более темного цвета. Они образуются в результате плотного переплетения нитей мицелия и активного их ветвления, создающего подобие ткани. В склероциях различают темноокрашенную плотную оболочку и бесцветную внутреннюю часть, содержащую большое количество жиров (около 30%) и незначительное количество воды (5–10%). Благодаря этим особенностям они при неблагоприятных условиях способны сохранять жизнеспособность в течение нескольких лет и затем прорасти мицелием или специализированными структурами со спорами после его завершения. У ряда фитопатогенных грибов формирование склероциев является необходимым этапом жизненного цикла. Например, у возбудителей спорыньи, выпревания семян, серой гнили и др.

Иногда внутри пораженных тканей растений формируются мелкие темноокрашенные грибные структуры, представляющие также скопления бурых гиф. Они из-за своих небольших размеров получили название *микросклероциев*. Некоторые патогенные грибы обильно пронизывают мицелием отдельные органы у растений, превращая их в склероциальные стромы или мумии. Они отличаются от настоящих склероциев тем, что в их формировании принимают участие, кроме гиф гриба, также и ткани растения. Примером подобных образований могут служить мумифицированные желуди или плоды фруктовых деревьев.

Мицелиальные стромы представляют собой плотные сплетения гиф в виде подушечек или плоских образований, внутри которых погружено несколько плодовых тел или других несущих споры структур.

Они могут быть мягкой или твердой консистенции, светло- или темноокрашенные, однолетние и многолетние. Мицелиальные стромы наиболее часто встречаются у многих сумчатых грибов и дейтеромицетов. У ряда патогенов строма выполняет роль склероция. Тогда плодовые тела развиваются внутри нее после зимнего периода (например, у возбудителя черной пятнистости листьев клена).

2.2. Размножение грибов

У грибов различают два типа размножения: вегетативное и репродуктивное. Вегетативное размножение осуществляется частицами гиф мицелия или его видоизменениями. Репродуктивное размножение

происходит с образованием спор на специализированных органах мицелия.

2.2.1. Вегетативное размножение

В основе вегетативного размножения лежит способность грибов к регенерации. Отделенный от жизнеспособного мицелия его кусочек или фрагмент, помещенный на питательный субстрат, при наличии необходимых внешних условий легко дегенерирует, образует новые клетки, дающие начало новому мицелию. Этот способ используется при искусственном выращивании съедобных грибов (шампиньонов, вешенки обыкновенной и др.), а также при пересевах чистых культур в лабораторных условиях.

Наряду с этим у некоторых грибов вегетативное размножение происходит путем разъединения мицелия на отдельные клетки, каждая из которых, прорастая, дает начало новому мицелию. Такие клетки получили название *артроспор* или *оидий* (рис. 7).

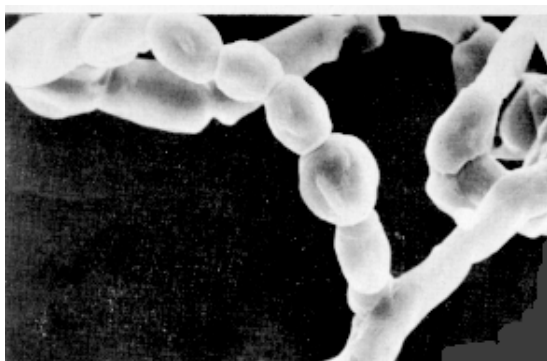


Рис. 7. Оидии (артроспоры) гриба *Phlebiopsis gigantea* в СЭМ (×4000)

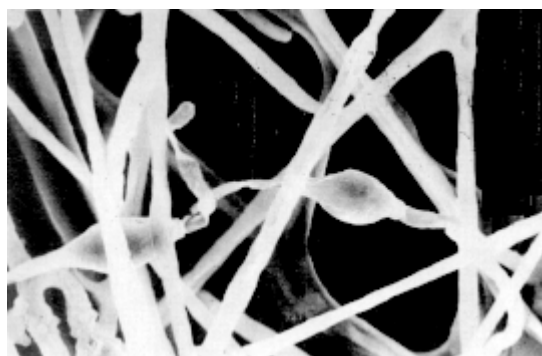


Рис. 8. Хламидоспоры гриба печеночницы обыкновенной (×4000)

Их образование связано с появлением в гифах более частых, чем обычно, перегородок, по которым происходит распад гифы на отдельные клетки. В зависимости от условий роста оидии вначале образуются на отдельных ответвлениях гиф, а затем происходит распад всего мицелия на отдельные клетки. Образование оидий имеет место у тафриновых, головневых и ряда дереворазрушающих грибов.

Вегетативное размножение у некоторых грибов осуществляется при помощи *хламидоспор*, возникающих путем распада гиф мицелия на отдельные толстостенные клетки (рис. 8). Формируются они одиночно или цепочками внутри грибных нитей. Хламидоспоры спо-

способны длительное время сохраняться в неблагоприятных условиях. Прорастают они обычно после периода покоя. Их формируют многие грибы, в том числе и многие возбудители болезней растений. Например, грибы из рода *Fusarium*, вызывающие полегание сеянцев в питомниках.

Клетки, сходные с хламидоспорами, но отличающиеся большим разнообразием своей формы и в то же время менее дифференцированные, называют *геммами*.

К вегетативному размножению относится и почкование, характеризующееся тем, что на поверхности клетки появляется маленький вырост, который постепенно увеличивается и по достижении необходимых размеров отделяется перегородкой от материнской клетки. Образовавшаяся клетка формирует новую, в результате чего получается непрочное соединение округлых и овальных клеток, представляющих *почкующийся мицелий*, который одновременно растет и размножается. В зрелом состоянии почкующиеся клетки одного вида одинаковы по форме, размерам, окраске и типу почкования. Почкование характерно для дрожжевых грибов, оно служит у них основной формой роста.

2.2.2. Репродуктивное размножение

Репродуктивное размножение грибов является наиболее распространенным в природе, оно может быть чрезвычайно разнообразным по строению и характеру формирования репродуктивных органов и служит основой для классификации этих организмов. Различают бесполое и половое репродуктивное размножение грибов.

Бесполое размножение. Оно осуществляется спорами, которые образуются без участия полового процесса на специально обособленных ветвях мицелия. По характеру образования бесполое споры могут быть эндогенными и экзогенными.

Эндогенные споры формируются внутри расширенных округлых или шаровидных клеток – *спорангиях*, располагающихся на концах специализированных нитей мицелия, называемых *спорангиеносцами* (рис. 9). Последние отличаются от типичных гиф большей толщиной, ограниченным ростом, положительным фототропизмом, как правило, поднимаются кверху от субстрата. Протоплазма спорангия после окончания роста распадается на многочисленные микро-скопические

участки, которые покрываются тонкими оболочками и превращаются в одноклеточные споры – *спорангиеспоры*.

Количество спор в крупных спорангиях может достигать до нескольких сотен. Они освобождаются после разрушения оболочки вместилища и разносятся воздушными потоками. Такой характер формирования спорангиеспор характерен для муконовых грибов, ведущих наземный образ жизни. У более примитивных форм грибов, приуроченных в своем развитии к водной среде, типом бесполого спороношения может служить образование *зооспорангия*. В нем формируются подвижные *зооспоры* с одним или двумя жгутиками, с помощью которых они активно передвигаются в воде. У большинства фитопатогенных грибов спорангиеспоры лишены жгутиков и не могут самостоятельно передвигаться в среде.

Экзогенные споры, образующиеся на окончаниях специальных репродуктивных гиф – конидиеносцах, получили название *конидий*. Конидии – это органы распространения, характерные для большинства настоящих грибов. Образование конидий происходит следующим образом. Кончик конидиеносца вначале слегка разрастается в виде небольшого вздутия, куда обильно поступает цитоплазма с клеточными ядрами. Вздутие постепенно увеличивается, его оболочка утолщается, затем оно поперечной перегородкой отделяется от конидиеносца и превращается в бесполоую спору – конидию. По мере созревания она отделяется от конидиеносца. Конидии отличаются разнообразием по величине, окраске, форме, способу прикрепления к конидиеносцу. По величине они подразделяются на *макроконидии* и *микроконидии*, могут быть одноклеточными и многоклеточными; по форме – шаровидными, овальными, цилиндрическими и т. п.; по окраске конидии

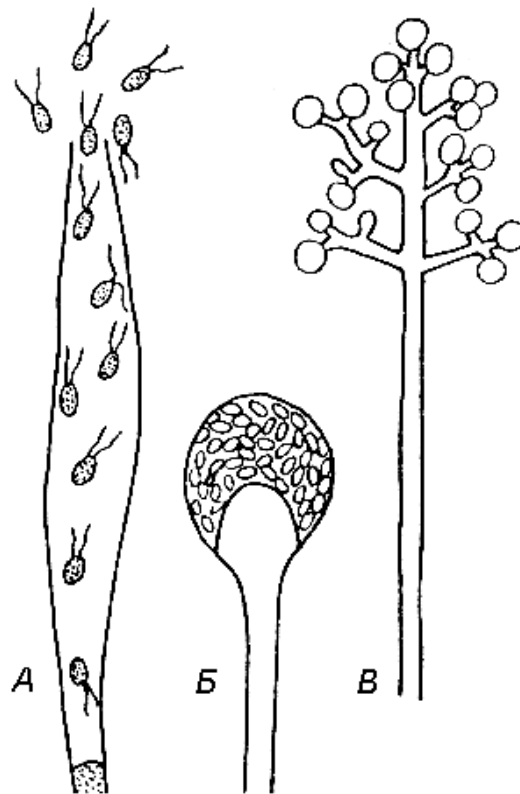


Рис. 9. Органы бесполого размножения грибов:

А – зооспорангий; Б – спорангий;
В – кондиеносец с конидиями

встречаются бесцветные и окрашенные в зеленый, голубой, желтый, оранжевый, коричневый, дымчатые и буроватые тона.

Конидиеносцы у многих грибов по форме отличаются от обычных гиф мицелия различной степенью ветвления. Характер ветвления их может быть: поочередный, супротивный, мутовчатый, симподиальный, дихотомический.

Фитопатогенные грибы, у которых мицелий погружен в тканях растения-хозяина, кроме одиночных конидиеносцев, выступающих наружу, часто образуют специализированные грибные структуры (конидиомы), на поверхности или внутри которых формируются конидии. Среди них наибольшее распространение имеют коремии, спородохии, ложе, пикниды (рис. 10).

Коремии представляют собой пучки конидиеносцев, приподнимающиеся над субстратом, боковые стенки их склеены между собой. Каждый конидиеносец на верхушке образует свои конидии. Коремии характерны для сумчатых грибов и дейтеромицетов.

Спородохии – это скопление коротких конидиеносцев в виде рыхлого слоя, образованного на поверхности выпуклого сплетения гиф в форме подушечек. Конидии, формирующиеся на них, обычно покрыты слизью. Они встречаются у анаморфных грибов из класса гифомицеты.

Ложе представляет подушковидное плотное или рыхлое сплетение гиф мицелия гриба, на поверхности которого располагаются короткие конидиеносцы в виде сплошного слоя. Это скопление сначала закладывается под покровными тканями питающего растения. К моменту созревания спор оно разрывает эпидермис и выходит наружу. На поверхности пораженного органа появляются язвочки, заполненные спорами. Формирование ложе характерно для грибов порядка меланкониевых класса гифомицетов.

Пикниды – шарообразные или грушевидные полые вместилища, имеющие хорошо выраженную оболочку, образованную плотным сплетением гиф, часто окрашенных в бурый цвет. В верхней их части есть узкое выводное отверстие – устье. Внутри полости пикниды находятся тесно расположенные короткие конидиеносцы, отчленивающие внутрь пикниды конидии. Они скапливаются в полости пикниды и затем выходят через устье в виде сплошной слизистой массы. У многих фитопатогенных грибов пикниды частично или полностью погружены в субстрат и наружу выступает его верхняя часть (устье).

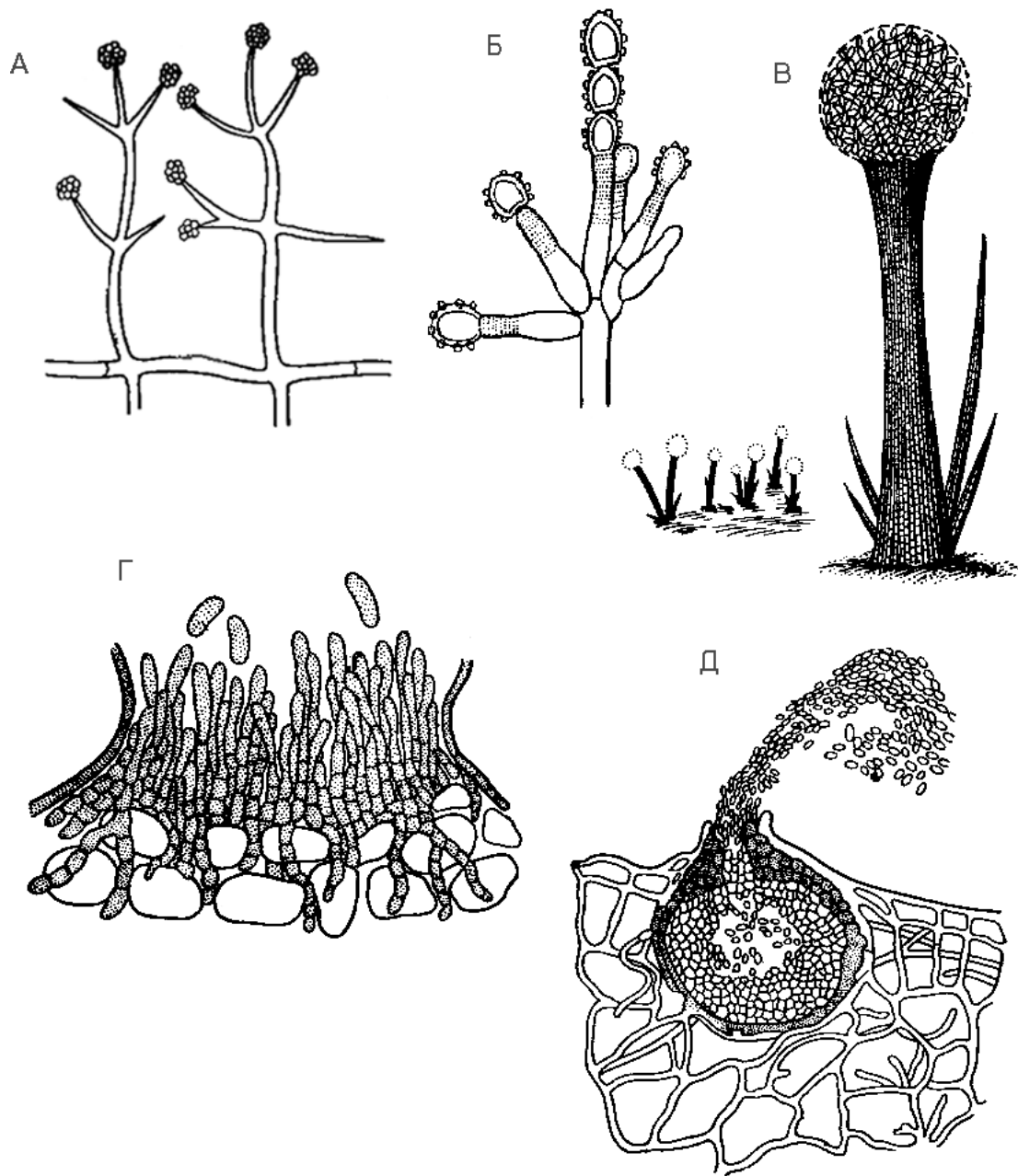


Рис. 10. Типы конидиальных спороношений грибов:
 А, Б – одиночные конидиеносцы; В – коремия; Г – ложе; Д – пикнида

У других грибов пикниды локализуются по несколько штук в общей строме, расположенной на поверхности субстрата. Пикниды защищают конидии от воздействия неблагоприятных условий внешней среды, поэтому они, располагаясь на пораженных органах деревьев, способствуют сохранению патогенов в зимний период. Пикнидальное спороношение широко распространено среди сумчатых и ана-

морфных грибов. Особенности строения пикнид и конидий являются важными таксономическими признаками грибов класса целомицетов.

Бесполое спороношение грибов (анаморфа) играет важную роль в распространении их в природе. У многих фитопатогенных грибов в течение вегетационного периода наблюдается формирование нескольких поколений бесполого спороношения (конидий). Массовое образование их предназначено для увеличения численности патогена, повторного заражения растений и дальнейшего распространения болезни по площади. Следует также указать, что у многих аскомицетов сумчатая стадия (телеоморфа) встречается редко или образуется на отмершем субстрате. Многие возбудители болезней древесных пород из этого класса паразитируют на живых растениях в конидиальной стадии и часто в литературе указываются под самостоятельным видовым названием. В связи с этим название ряда болезней древесных пород дается по родовому таксону возбудителя болезни в конидиальной стадии.

Половое размножение. Характерно для большинства настоящих грибов, кроме анаморфных. Сущность его заключается в слиянии двух половых клеток, в результате чего возникает новообразование (зигота), получившая наследственный материал в виде двойного набора хромосом. Грибы характеризуются большим разнообразием органов полового размножения. В половом процессе различают три основные фазы: *плазмогамия*, *кариогамия* и *мейоз*. *Плазмогамия* представляет собой слияние двух клеток и объединение в единое целое двух протопластов, которые приносят два ядра в одну клетку. *Кариогамия* – это слияние ядер в одно диплоидное ядро с двойным набором хромосом. *Мейоз* – это деление диплоидного ядра с редукцией числа хромосом и восстановлением в ядрах гаплоидного набора хромосом.

Характер прохождения и продолжительность отдельных фаз полового процесса у различных классов грибов неодинаков. У одних грибов кариогамия следует непосредственно за плазмогамией. Этот тип полового процесса чаще встречается у грибоподобных организмов и получил название *гаметогамия*. При этом процессе происходит слияние двух гамет, которые могут отличаться друг от друга размерами, способностью передвигаться или другими признаками. Наиболее распространенными разновидностями этого полового процесса являются *оогамия* и *зигогамия*.

При *оогамии* на мицелии закладываются различные по форме и строению половые клетки: более крупная шаровидная женская – оогоний и мужская более мелкая – антеридий (рис. 11).

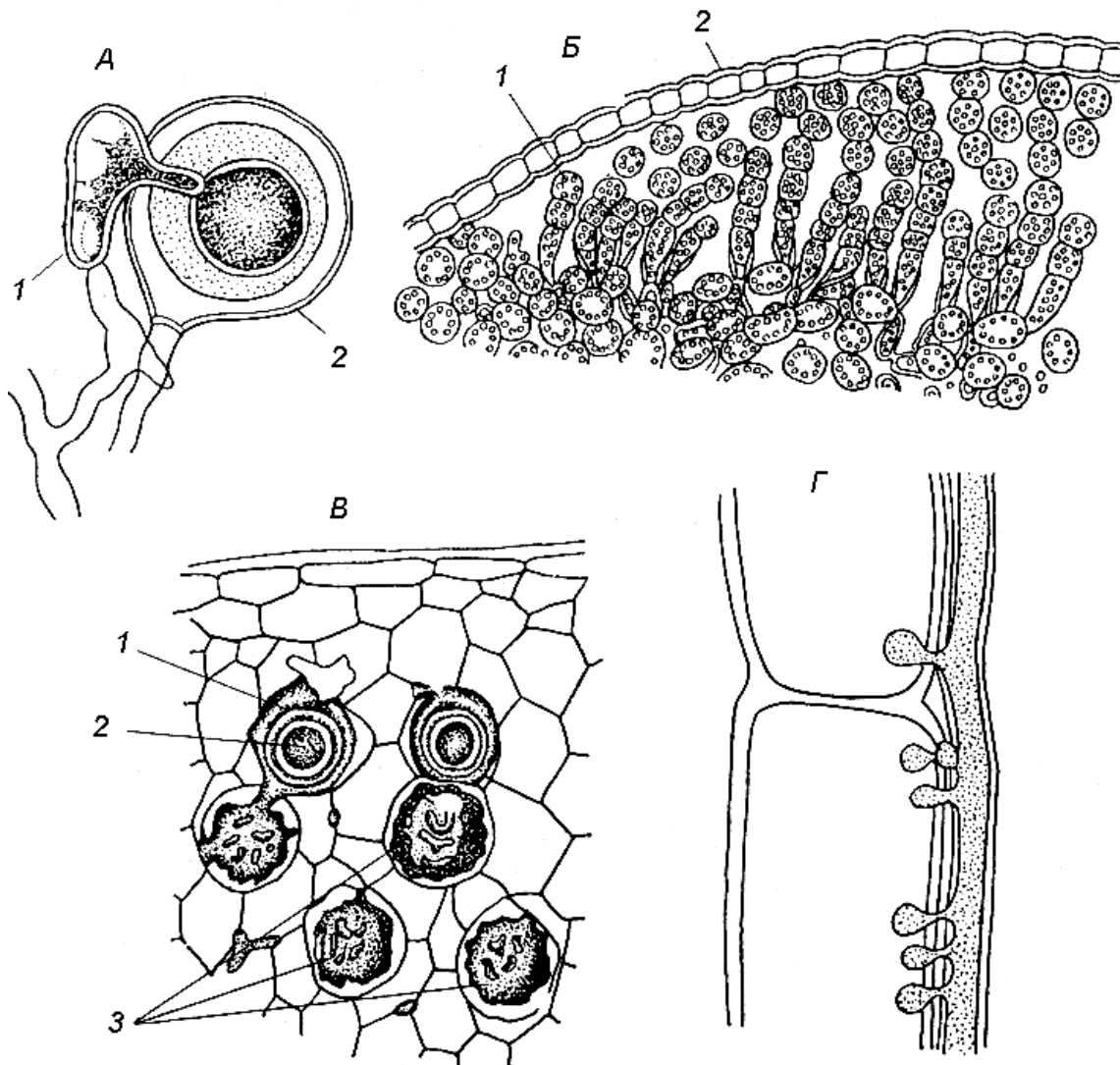


Рис. 11. Половой процесс у оомицетов (оогамия):

А – оплодотворение оогония (2) с помощью антеридия (1) у *Pythium debaryanum*;
 Б – спорангиеносцы со спорангиями (1) под эпидермисом (2) у *Albugo candida*;
 В – антеридий (1), оогоний (2) и ооспоры (3) в тканях растения-хозяина; Г – гаустории в клетках растения-хозяина

В результате слияния их содержимого образуется *ооспора*, окруженная плотной многослойной оболочкой. После периода покоя ядра в ооспоре сливаются в диплоидное ядро. При прорастании происходит редукционное деление диплоидного ядра и образование гаплоидных ядер. Ооспоры у фитопатогенных грибов могут формироваться

на наружном мицелии или внутри тканей в межклетниках. Оогамия встречается у грибов из класса оомицеты.

При *зигогамии* на мицелии вначале вырастают короткие гифы – отростки, вздутые концы которых заполняются протоплазмой с многими ядрами. Они растут навстречу друг другу до соприкосновения и отделяются перегородками от материнского мицелия. Это гаметангии, имеющие примерно одинаковые размеры и форму (рис. 12).

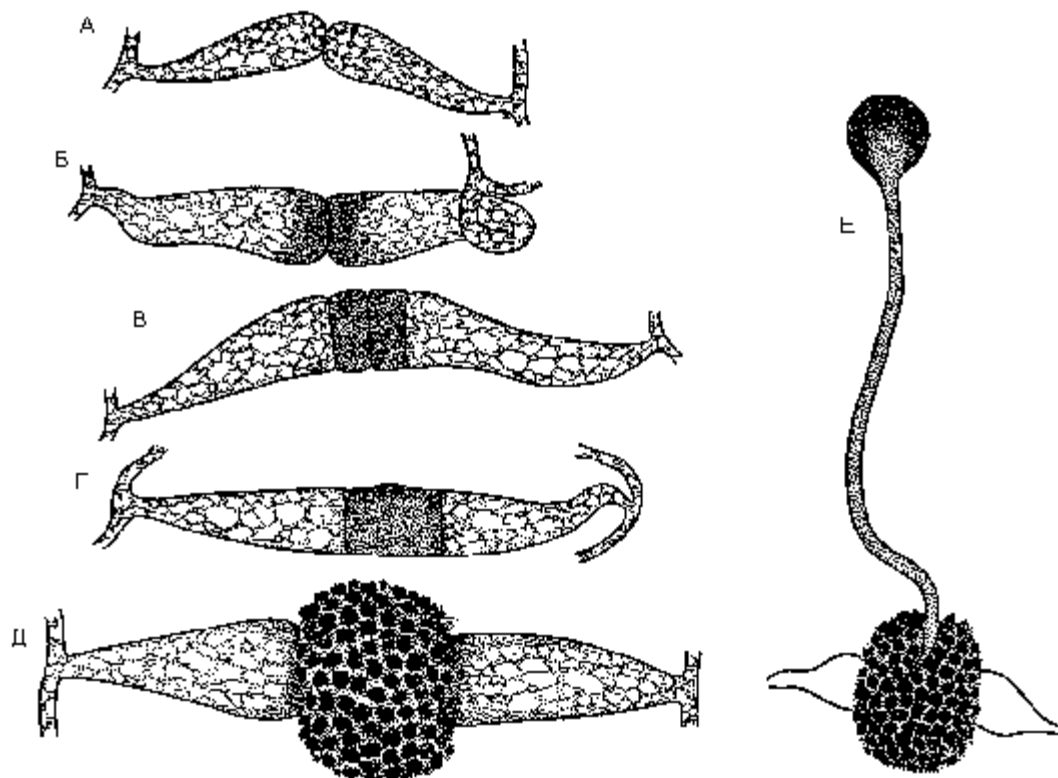


Рис. 12. Половой процесс у зигомицетов (зигогамия):

А, Б – отростки гиф, различных в половом отношении; В – гифы и копуляционные клетки; Г, Д – начальная и конечная стадии формирования зигоспоры; Е – зигоспора, проросшая в зародышевый спорангий

В месте соприкосновения оболочки растворяются и содержимое обеих клеток сливается. Вновь образованная клетка покрывается многослойной, часто пигментированной оболочкой. Такая покоящаяся клетка получила название *зигоспора*. Образовавшаяся спора в течение длительного периода находится в состоянии покоя и только затем прорастает. Такой тип половых спор наиболее часто встречается у представителей класса зигомицеты.

У высших грибов стадии полового процесса (плазмोगамия и кариогамия) разделены во времени и пространстве. Так, у грибов из класса аскомицетов происходит переливание содержимого мужской половой клетки – *антеридия* в женскую – *аскогон*. В оплодотворенном аскогоне ядра не сливаются, а располагаются на определенном расстоянии друг от друга и образуют *дикарион*. Он разрастается, формируя ветви мицелия (аскогенные гифы), в клетках которых ядра сохраняют состояние дикариона. На концах этих гиф образуются аски (сумки), в них происходит кариогамия и последующее редукционное деление ядра (рис. 13).

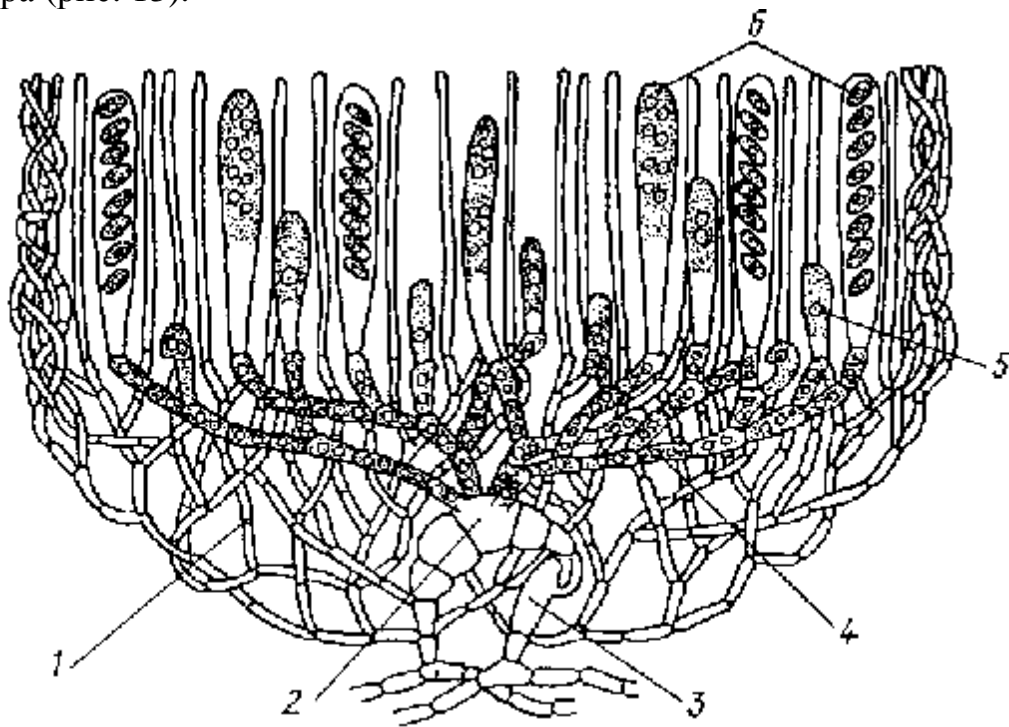


Рис. 13. Развитие сумок и плодовых тел у сумчатых грибов: 1 – стерильные гифы; 2 – архикарп; 3 – антеридий; 4 – аскогенные гифы; 5 – зачаточная сумка; 6 – формирование сумкоспор

В результате трехкратного деления ядра в сумке (аске) возникает восемь гаплоидных ядер. Вокруг них формируется восемь аскоспор (сумкоспор), которые при прорастании дают гаплоидный мицелий. Аски у разных групп аскомицетов имеют различную форму и могут располагаться непосредственно на мицелии или в особых плодовых телах.

У многих высших грибов (базидиомицетов и у некоторых сумчатых) половые структуры не образуются. Половой процесс заключается в слиянии двух соматических клеток мицелия, несущих половую функцию. Слияние этих клеток часто происходит путем образования между ними перемычек (анастомозов). При этом процессе плазмогамия и кариогамия также разделены во времени. После плазмогамии формируется дикариотический мицелий с синхронно делящимися в нем ядрами. Дикариотический мицелий у базидиомицетов существует значительно более продолжительное время, чем у сумчатых грибов. На нем формируются базидии, в которых ядра дикариона сливаются в диплоидное ядро. Оно дважды делится, и в результате на базидии образуются четыре *базидиоспоры* с гаплоидными ядрами (рис. 14).

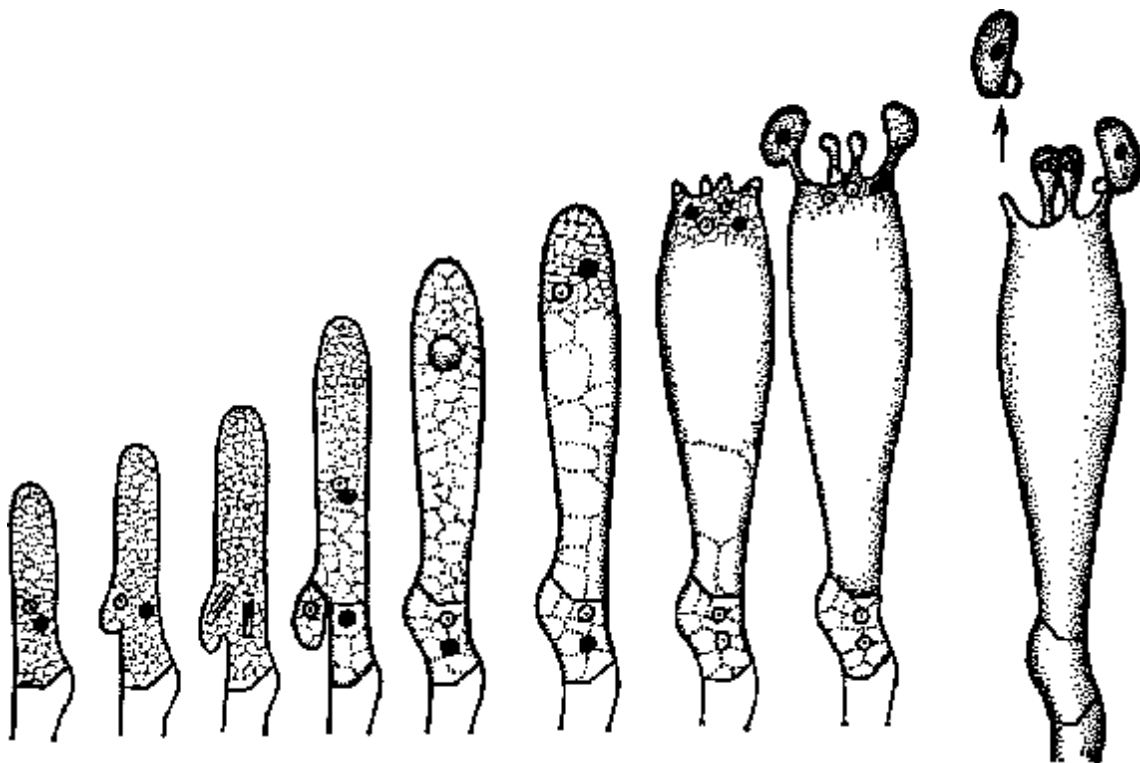


Рис. 14. Половой процесс у базидиомицетов (соматогамия). Последовательные стадии развития базидии и базидиоспор

У многих групп базидиомицетов базидии возникают на плодовых телах разнообразного строения и размеров.

Грибы по половой совместимости мицелия подразделяются на две группы: *гомоталлические* (обоеполые) и *гетероталлические* (раздельнополые). У гомоталлических грибов женские и мужские структуры развиваются на одном мицелии. У гетероталлических грибов осуще-

ствление полового процесса возможно только при наличии двух разных в половом отношении мицелиев. Они часто морфологически неразличимы и обозначаются условно как (+) и (–) штаммы, что определяет различие полов.

У большинства фитопатогенных грибов образуются как бесполое, так и половые спороношения, которые чередуются в определенном порядке. Последовательное чередование различных ядерных фаз мицелия и стадий спороношения, завершающихся образованием половых спор, называют *циклом развития грибов*. Сложный цикл развития, состоящий из бесполого (иногда из нескольких форм) и полового размножения, свойствен многим сумчатым и базидиальным грибам. Бесполое спороношение (без смены ядерных фаз) называют *анаморфами*. Половые спороношения, характеризующиеся сменой ядерных фаз, получили название *телеоморфы*. Способность одного и того же гриба давать несколько типов размножения различных по форме и происхождению называется *плеоморфизмом*. Грибы очень пластичны и быстро реагируют на изменение условий обитания. Изменчивость грибов под влиянием окружающей среды называют *полиморфизмом*.

2.3. Питание грибов

Грибы как гетеротрофные организмы могут использовать для своего питания только готовые органические вещества. Они извлекают их из субстрата, на котором они поселяются. Питательные вещества поступают в организм грибов непосредственно через оболочку гиф за счет разности осмотических давлений внутри их и снаружи. Их поступление внутрь грибной клетки осмотическим путем возможно только в том случае, когда они находятся в виде водных растворов. Превращение сложных органических соединений растительных тканей (углеводов, белков и т. д.) в более простые воднорастворимые осуществляется грибами при помощи мощной ферментной системы. Она включает комплекс экзоферментов, выделяемых грибами в окружающую среду, и эндоферментов, действующих внутри грибной клетки. Экзоферменты осуществляют процессы разложения субстрата для получения необходимых питательных веществ в легко усвояемой для грибов форме. При помощи эндоферментов в грибной клетке происходит синтез высокомолекулярных соединений, необходимых для роста и размножения гриба.

Отдельные группы грибов характеризуются определенным набором ферментов, который тесно связан с их образом жизни и специализацией. Наиболее сложная по составу ферментная система отмечена у грибов-сапротрофов, которые могут использовать в качестве питательного материала отмершие субстраты. Это позволяет им утилизировать самые разнообразные их виды. Однако с повышением специализации у грибов происходит направленный отбор вырабатываемых ферментов применительно к питающему субстрату.

Для нормальной жизнедеятельности, роста и размножения грибы нуждаются в многочисленных источниках питания, среди них наиболее важными являются углерод, азот, некоторые зольные элементы, а также микроэлементы (железо, цинк, медь, кобальт, марганец и др.).

Углеродистое питание у грибов осуществляется путем ферментативного разложения различных органических соединений (полисахаридов, органических кислот, спиртов) до простых сахаров (глюкозы, фруктозы и др.).

В качестве источника азота грибы могут использовать как органические соединения (белки, аминокислоты, пептоны и др.), так и неорганические соединения (нитриты, нитраты, соли аммония и др.), а также атмосферный азот.

Источниками зольного питания грибов служат минеральные соли и продукты распада органических соединений, содержащие минеральные вещества. Грибы также нуждаются и в витаминах (биотине, тиамине), ростовых и других биологически активных веществах.

В зависимости от способа извлечения органических веществ грибы делятся на следующие группы: истинные, или облигатные, паразиты; факультативные (условные) сапротрофы; факультативные (условные) паразиты, или полусапротрофы; истинные, или облигатные, сапротрофы; симбионты.

Истинные, или облигатные, паразиты – это грибы, приспособившиеся к питанию только за счет живых тканей растений или животных. Они утрачивают жизнеспособность после гибели растения-хозяина и, как правило, поражают хорошо развитые жизнеспособные растения. Их еще называют *биотрофами*, так как они проникают в живые ткани растения и первое время развиваются, не вызывая заметного угнетения питающего растения. Они не способны расти на искусственных питательных средах. К ним относятся мучнисторосяные, тафриновые, большинство ржавчинных грибов.

Факультативные (условные) сапротрофы – это организмы, ведущие выраженный паразитический образ жизни. В течение всей вегетации они питаются за счет живых тканей растения-хозяина, но завершают свой цикл развития на отмерших частях растения, где образуют половые спороношения. В отличие от облигатных паразитов они постепенно приводят зараженные клетки к гибели и далее распространяются в соседние живые клетки. При распространении в пораженных органах факультативные паразиты оставляют после себя зону отмерших клеток. Примером факультативных сапротрофов (полупаразитов) могут служить возбудители строматических пятнистостей листьев клена и ивы, а также грибы, вызывающие засыхание и опадение хвои (болезни типа шютте).

Факультативные (условные) паразиты, или полусапротрофы, ведут в основном сапротрофный образ жизни, т. е. питаются за счет мертвого органического субстрата. К паразитическому питанию они переходят при наличии соответствующих условий, поражая преимущественно ослабленные различными причинами растущие деревья. Примером факультативных паразитов являются корневая губка и опенок осенний, вызывающие корневые гнили хвойных и лиственных пород.

Разновидностями условных паразитов являются *пертофиты*, или *токсигенные сапротрофы*. Они могут проникать в живую ткань и использовать ее для питания лишь после того, как произойдет ее отмирание под воздействием выделяемых патогеном экзотоксинов. При этом отмирание тканей может происходить постепенно, и она в “предсмертном” состоянии может служить селективной средой для возбудителя болезни. Поэтому путь продвижения факультативного паразита отмечен зоной погибших клеток, предшествующей распространению патогена. Среди пертофитов имеются виды, заражающие растения через различные механические повреждения, а также грибы переносчиками которых являются насекомые, повреждающие покровные ткани растений. Это разные представители сумчатых грибов (например, рода *Nectria*, *Ceratocystis*), вызывающие раковые и сосудистые болезни древесных пород.

Истинные, или облигатные сапротрофы – организмы, усваивающие питательные вещества только отмерших растительных или животных тканей и способные расти на разных искусственных пита-

тельных средах. Они обитают в основном в почве, на различных отмерших растительных и других субстратах и выполняют важную роль в круговороте веществ в природе, в почвообразовательных процессах. Ряд сапротрофных грибов в процессе жизнедеятельности приспособились выделять в окружающую среду в борьбе со своими конкурентами за источники питания антибиотические вещества. Эти вещества также губительно действуют на возбудителей многих инфекционных болезней растений. Некоторые из них в настоящее время используются для защиты сеянцев в питомниках от поражения грибными болезнями. Например, антибиотик трихотецин и биопрепарат триходермин.

Симбионты – почвенные грибы, образующие симбиоз с зелеными растениями, формируя на их корнях так называемую микоризу. Своими нитями они оплетают мельчайшие корни растений. Часть из них может проникать внутрь корней, извлекая необходимые для собственного развития питательные вещества. Корням растения это не вредит и, более того, они, благодаря разветвленному мицелию гриба, в большей степени получают воду и минеральные вещества из почвы. Так, например, сеянцы сосны растут более интенсивно, если на их корнях поселяется грибоциета определенных видов грибов. Эта группа грибов получила название микоризообразующих. Среди них известны многие съедобные грибы (белый, моховик, лисичка), образующие микоризу на корнях определенных видов древесных пород.

2.4. Распространение фитопатогенных грибов

Интенсивное развитие возбудителей болезней растений в значительной степени зависит от количества образующего инфекционного начала (или инокулюма), его способности переноситься на большие расстояния, быстро прорасти и долго сохранять жизнеспособность при неблагоприятных условиях. Источниками инфекции у фитопатогенных грибов могут служить: споры, вегетативный мицелий и его видоизменения (ризоморфы, склероции, шнуры и др.). Различные виды спор имеют наибольшее значение в распространении фитопатогенных грибов. Благодаря микроскопическим размерам они могут формироваться в огромных количествах в короткие сроки и быстро разноситься ветром на большие расстояния. Например, к таким фитопатогенам относятся ржавчинные и трутовые грибы. Ржавчинные грибы в течение летнего периода могут давать несколько поколений урединиоспор.

Они в огромных количествах образуются на поверхности пораженных органов, легко переносятся воздушными массами на большие расстояния, быстро прорастают без периода покоя и могут осуществлять массовое заражение восприимчивых растений на больших площадях. Многие трутовые грибы характеризуются также высокой спорообразующей способностью. Так, плодовые тела корневой губки и ложного осинового трутовика средних размеров, по данным Н.И. Федорова (1970), в летний период за сутки выбрасывают в окружающую среду до 50–60 млн. спор.

По биологической роли споры фитопатогенных грибов подразделяются на две категории: *пропагативные*, выполняющие функцию размножения, и *покоящиеся*, служащие главным образом для сохранения вида в неблагоприятных условиях среды.

К *пропагативным* относятся конидии, спорангиеспоры, аскоспоры, базидиоспоры. Большинство из них имеют тонкую бесцветную оболочку и не могут долго сохранять свою жизнеспособность, особенно в неблагоприятных условиях среды. Они предназначены для размножения гриба в период вегетации.

Покоящиеся споры обладают повышенной устойчивостью, их жизнеспособность может сохраняться длительное время благодаря плотной темноокрашенной оболочке и содержанию запасных питательных веществ. К ним относят ооспоры, телиоспоры, хламидоспоры и др. Некоторые из них (телиоспоры у ржавчинных грибов) обычно прорастают после определенного периода покоя.

Отделение спор от репродуктивных органов грибов может происходить пассивно или активно. Пассивно споры освобождаются с помощью движения воздуха или воды, разбрызгивания дождевых капель, в результате изменения влажности окружающей среды, механического воздействия. Этот способ характерен для большинства фитопатогенных грибов, у которых спороносящие органы к моменту созревания спор разрывают поверхностные ткани растения-хозяина и имеют контакт с окружающим воздухом. Пассивно отделяются большинство конидий, образующихся на конидиеносцах, а также спорангиеспоры после разрушения оболочки спорангия.

Активный способ выбрасывания спор обуславливается энергией, высвобождающейся в самом спороносце. Он свойственен преимущественно сумчатым и базидиальным грибам. Благодаря особому механизму, например, у сумчатых грибов, споры из зрелых сумок с силой

выбрасываются наружу на расстояние до 10 см. В то время как у трутовых грибов базидиоспоры активно отделяются от базидии всего на несколько миллиметров. Чаще этот процесс происходит во влажную погоду, когда репродуктивные органы грибов достаточно тургесцентны.

Важным фактором, определяющим пути и способы распространения спор грибов в природе, является физическое состояние их в момент отделения от спороносящего органа. В одних случаях созревшие споры бывают сухими, их называют *ксероспорами*, в других – они бывают погружены в слизь (миксоспоры). Сухоспоровые, или ксероспоры, преимущественно разносятся воздушными потоками, вторые – *слизистоспорые*, или *миксоспоры*, – с помощью воды, насекомыми, человеком.

По способу распространения спор грибы делятся на анемохорные (анемохория), гидрохорные (гидрохория), зоохорные (зоохория) и антропохорные (антропохория).

Анемохория представляет собой способ распространения спор по воздуху. В природе он встречается наиболее часто. Это объясняется тем, что споры многих фитопатогенных грибов благодаря мелким размерам (от 4 до 60 мкм) легко подхватываются воздушными течениями и могут переноситься на значительные расстояния. Установлено, что в тихую безветренную погоду на расстояние свыше 100 м от источника рассеивания переносится не более 0,1% спор, во время как в ветреную пасмурную погоду – около 10%. Воздушные потоки обычно не поднимают споры высоко над землей и переносят их до первого препятствия на их пути. В случае возникновения сильных восходящих потоков или вихрей споры грибов могут оказаться на значительной высоте (до нескольких километров от поверхности земли), и тогда они относятся на большие расстояния от источника рассеивания. Особенно много спор фитопатогенных грибов обнаруживается в очагах массового развития грибных болезней. При этом их количество в воздухе и видовой состав подвержены значительным колебаниям и зависят от вида возбудителя болезни, периода и интенсивности его споруляции и других факторов. Так, например, в действующем очаге корневой губки в летний период обнаруживали до 10 и более спор патогена на каждой хвоинке соснового подростка.

Анемохорным способом распространяются споры ржавчинных, мучнисторосяных, трутовых и многих других грибов.

Гидрохория – способ распространения спор с помощью воды. Он имеет место в основном среди грибов, образующих замкнутые плодовые тела (перитеции, пикниды, ложе и др.), внутри которых формируются споры, погруженные в слизистую массу. Они выделяются из плодового тела в виде склеенных нитевидных масс. Дальнейшее их распространение происходит во время дождя дождевыми каплями либо поливными водами. Споры грибов, вызывающих некрозно-раковые и сосудистые болезни ветвей древесных пород, смываются дождевыми потоками и могут переноситься на нижние ветви и вызывать их заражение

Зоохория – способы перенесения спор грибов с помощью различных животных. Наибольшее значение в лесном хозяйстве имеет перенесение спор насекомыми (энтомохория). При этом между определенными группами насекомых-переносчиков и грибами, вызывающими болезни древесных пород, устанавливаются довольно тесные биологические связи. Примером энтомохории могут служить ильмовые заболонники, являющиеся переносчиками сосудистого микоза вяза, а также дубовый заболонник, ряд усачей, переносящие споры возбудителей сосудистого микоза дуба и других некрозов ветвей древесных пород. Многие насекомые играют важную роль в распространении фитопатогенных бактерий и вирусов, вызывающих инфекционные болезни древесных пород и сельскохозяйственных растений.

Антропохория – распространение возбудителей болезней растений с участием человека. Этот способ имеет значение преимущественно для тех болезней, возбудители которых развиваются и зимуют в семенах, черенках и других вегетативных органах. Это может происходить во время ухода за растениями (на плантации, в лесном питомнике), к примеру, при выкопке посадочного материала, создании лесных культур, заготовке черенков и при других лесохозяйственных работах, особенно если при этом не соблюдаются санитарно-гигиенические требования. Распространению грибной инфекции способствует перевозка зараженных растений и их продуктов из одного региона в другой, введение в культуру новых, не проверенных на зараженность патогенами сортов растений и т. д.

2.5. Систематика грибов

Под систематикой следует понимать разделение представителей царства грибов на отделы, классы, порядки, семейства, роды и виды. Она основана на комплексе признаков, ведущими из которых являются особенности строения мицелия и его клеточных стенок, способы размножения грибов, характер формирования, форма и размеры спор, физиологические и другие особенности грибных организмов. Современная систематика строится с учетом эволюционных связей между отдельными группами грибов.

Определение систематического положения возбудителей болезней является обязательным этапом в диагностике болезней древесных пород. Это позволяет более обоснованно подойти к выбору защитных мероприятий на основе знания его биологии, специализации и паразитизма.

Каждый вид грибов, подобно всем живым организмам, имеет двучленное (бинарное) название. Первое слово обозначает название рода, в который помещен данный вид, второе показывает видовой эпитет. В конце названия гриба указывается в сокращенной транскрипции (в скобках) фамилия автора, который ввел для гриба данное видовое название, после скобок – автора, предложившего комбинацию родового и видового эпитетов. Научные названия грибов даются на латинском языке и обеспечивают взаимопонимание специалистов независимо от языковых барьеров. Многим грибам даны также народные названия на языке той или иной страны. Особенно это касается видов с заметными плодовыми телами (например, трюфельные или съедобные грибы) или важных возбудителей болезней растений.

До последнего времени в отечественной учебной литературе использовалась слегка модифицированная система Л. Олайва (Olive, 1975). Согласно этой системе, царство грибов подразделялось на три отдела: миксомицеты, или слизевики, оомицеты и настоящие грибы.

Применение методов филогенетической систематики и молекулярной биологии привело к существенному пересмотру системы царства грибов в его традиционном понимании. Так, отдел миксомицеты, в широком смысле включающий виды с вегетативным телом в виде плазмодия, отнесен к царству *Protozoa*, или *Protoctista* (простейшие).

Большая группа низших грибов, имеющих несептированный (одноклеточный) мицелий и двужгутиковые подвижные зооспоры (отделы оомицота, гифохитридиомицота и лабиринтуломицота), включена в царство *Chromista* (грибоподобные организмы). Согласно вось-

тому изданию "Словаря грибов Айнсворта и Бисби" (Hawksworth et al., 1995), царство настоящие грибы *Fungi* включает все неподвижные грибы и состоит из 4 самостоятельных отделов: хитридиомикота, зигомикота, аскомикота, базидиомикота, в прежней системе имевших ранг классов. Дейтеромицеты, или несовершенные, грибы в качестве самостоятельного отдела в этой системе отсутствуют. Они рассматриваются как обособленная группа митотических (анаморфных) грибов (*Mitotic fungi*).

В настоящее время Л.В. Гарибовой и С.Н. Лекомцевой (МГУ, 2003), разработана несколько модифицированная для учебных целей новая система грибов и грибоподобных организмов, которую мы использовали в своем учебнике (табл. 1).

Таблица 1

Система грибов и грибоподобных организмов
(по: Л.В. Гарибовой, С.Н. Лекомцевой, 2003)

Царство **CHROMISTA** – Грибоподобные организмы

Отдел **Hyphochytridomycota** – Гифохитридиомикота

Класс *Hyphochytridomycetes* – Гифохитриомицеты

Отдел **Labyrinthulomucota** – Лабиринтуломикота, или Сетчатые слизевики

Класс *Labyrinthulomycetes* – Лабиринтуломицеты

Класс *Thraustochytridiomycetes* – Траустохитридиомицеты

Отдел **Oomycota** – Оомицота

Класс *Oomycetes* – Оомицеты

Порядки: *Peronosporales* – Пероноспоровые

Pythiales – Питиевые

Царство **FUNGI (MYCOTA, MYCETALIA)** – Настоящие грибы

Отдел **Chytridiomycota** – Хитридиомикота

Класс *Chytridiomycetes* – Хитридиомицеты

Порядок *Chytridiales* – Хитридиевые

Отдел **Zygomycota** – Зигомикота

Класс *Zygomycetes* – Зигомицеты

Порядки: *Mucorales* – Мукоровые

Entomophthorales – Энтомофторовые

Класс *Trichomycetes* – Трихомицеты

Отдел **Ascomycota** – Аскомикота, или Сумчатые грибы

Класс *Archaeascomycetes* – Археаскомицеты

Порядок *Taphrinales* – Тафриновые

Класс *Hemiascomycetes* – Гемияскомицеты, или Голосумчатые

Порядок – *Saccharomycetales (syn. Endomycetales)* – Сахаромицетовые
(Эндомицетовые, или Первичноsumчатые)

Класс *Ascomycetes (Euascomycetes)* – Эуаскомицеты, Настоящие сумчатые, или Плодосумчатые

Плектомицеты, или Клейстомицеты:

Порядок *Eurotiales* – Эвротиевые

Пиреномицеты:

Порядки: *Diaporthales* – Диапортовые

Erysiphales – Эризифовые, или настоящие Мучнисторосяные

Hypocreales – Гипокрейные

Microascales – Микроасковые

Xylariales (syn. Sphaeriales) – Ксилляриевые, или Сферейные

Дискомицеты:

Порядок *Leotiales (syn. Helotiales)* – Леоциевые (Гелоциевые),

Rhizomatales – Ритизмовые

Класс *Loculoascomycetes (syn. Dothideomycetes)* – Локулоаскомицеты, или Полостносумчатые

Порядки: *Dothideales* – Дотидейные

Hysteriales – Гистериальные

Pleosporales – Плеоспоровые

Отдел **Basidiomycota** – Базидиомикота, или Базидиальные грибы

Класс *Basidiomycetes* – Базидиомицеты

Подкласс *Homobasidiomycetidae* – Гомобазидиомицеты

Гименомицеты:

Группа афиллофороидные гименомицеты

Порядок *Thelephorales* – Телефоровые

Порядок *Hericiales* – Ежевиковые, или Герициевые

Порядок *Polyporales* – Трутовиковые, или Полипоровые:

Семейства: *Ramariaceae* – Рогатиковые

Sparassidaceae – Спарассиевые

Meruliaceae – Мерулиевые

Poriaceae – Трутовиковые

Fomitopsidaceae – Фомитопсидные

Порядок *Cantharellales* – Кантерелловые, или Лисичковые

Группа агарикоидные гименомицеты

Порядок *Boletales* – Болетовые,

Agaricales – Пластинчатые, или Агариковые

Russulales – Сыроежковые

Гастеромицеты:

Порядки: *Lycoperdales* – Дождевиковые

Sclerodermatales – Ложнодождевиковые

Nidulariales – Гнездовиковые

Phallales – Веселковые, или Фаллюсовые

Подкласс *Heterobasidiomycetidae* – Гетеробазидиомицеты

Порядки: *Auriculariales* – Аурикуляриевые

- Tremellales* – Тремелловые (Дрожалковые)
- Класс *Urediniomycetes* – Урединиомицеты
 Порядок *Uredinales* – Ржавчинные
- Класс *Ustilaginomycetes* – Устилягиномицеты
 Порядки: *Ustilaginales* – Головневые
Exobasidiales – Экзобазидиальные, или Голобазидиальные
- Отдел **Анаморфные, Несовершенные, или Митоспоровые, грибы**
 Класс *Hyphomycetes* – Гифомицеты
 Класс *Coelomycetes* – Целомицеты
 Класс *Agonomycetes* – Агономицеты, или стерильные мицелии
- Отдел Лишайники, или Лихенизированные грибы
- Царство **PROTOZOA – Простейшие**
 Миксомицеты, или Слизевики:
- Отделы: **Acrasiomycota** – Акразиомикота
Dictyosteliomycota – Диктиостелимикота
Myxomycota – Миксомикота
Plasmodiophoromycota – Плазмодиофоромикота

Для описания были взяты только те отделы, классы и порядки, в которых имеются возбудители грибных болезней древесных пород.

Царство грибоподобные организмы (Chromista)

Оно включает три самостоятельных отдела: гифохитридиомикота, лабиринтуломикота, или сетчатые слизевики, и оомикота. Для лесного хозяйства наибольший интерес представляет отдел оомикота.

2.5.1. Отдел оомикота (Oomycota)

Этот отдел представлен одним одноименным классом – оомицеты (*Oomycetes*). Он является наиболее многочисленным классом среди грибоподобных хромист и включает около 600 видов, преимущественно с мицелиальным ценоцитным талломом. В клеточных стенках гиф в отличие от настоящих грибов в качестве основных полисахаридов содержатся целлюлоза и глюканы.

Бесполое размножение осуществляется с помощью подвижных зооспор, снабженных двумя жгутиками, располагающимся на их концах. Жгутик на переднем конце споры – перистый, на заднем – бичевидный (в виде тонкой волнистой нити). У видов, приспособившихся к наземному образу жизни (пероноспорные грибы), зооспоры утрачены и спорангии функционируют как конидии.

Половое спороношение у оомицетов происходит путем оогамии. У фитопатогенных видов половые споры (ооспоры) формируются в тканях пораженного растения, где зимуют, а весной прорастают в новый мицелий. Наиболее высокоразвитые оомицеты приспособились к паразитическому наземному образу жизни и вызывают болезни растений под названием ложной мучнистой росы.

Класс оомицеты включает несколько порядков. Из них наибольшее хозяйственное значение имеют два порядка: питиевые (*Pythiales*) и пероноспоровые (*Peronosporales*). К ним относятся виды, у которых таллом в типичных случаях ценоцитный, хорошо развит, состоит из нитевидных гиф. У большинства фитопатогенных видов он эндофитный (развивается в тканях растения-хозяина). Половой процесс представляет типичную оогамия. Антеридий и оогоний закладываются преимущественно на эндофитном мицелии. В оогонии формируется только одна яйцеклетка, окруженная периплазмой. После оплодотворения она превращается в ооспору.

В основу деления питиевых и пероноспоровых грибов на роды положено строение спороносцев (конидиеносцев), изображенных на рис. 15.

К этим порядкам относится ряд фитопатогенных грибов, вызывающих болезни лесных и сельскохозяйственных культур. Наибольшую опасность представляют следующие виды.

Питий де-барьяновский (*Pythium debaryanum* Hesse) поражает корешки у проростков и всходов хвойных и лиственных пород, а также многих других видов растений. Заболевание известно под названием инфекционного полегания сеянцев. У пораженных проростков на корешках появляются вначале мелкие белые пятна, которые затем темнеют и загнивают.

Фитофтора буковая [*Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn.) Schroet.] поражает корни сеянцев бука, сирени и многих цветочных культур и вызывает их загнивание. При этом на корнях часто образуются скопления грибницы, на которой формируются конидиеносцы с конидиями, а внутри пораженных тканей образуются ооспоры.

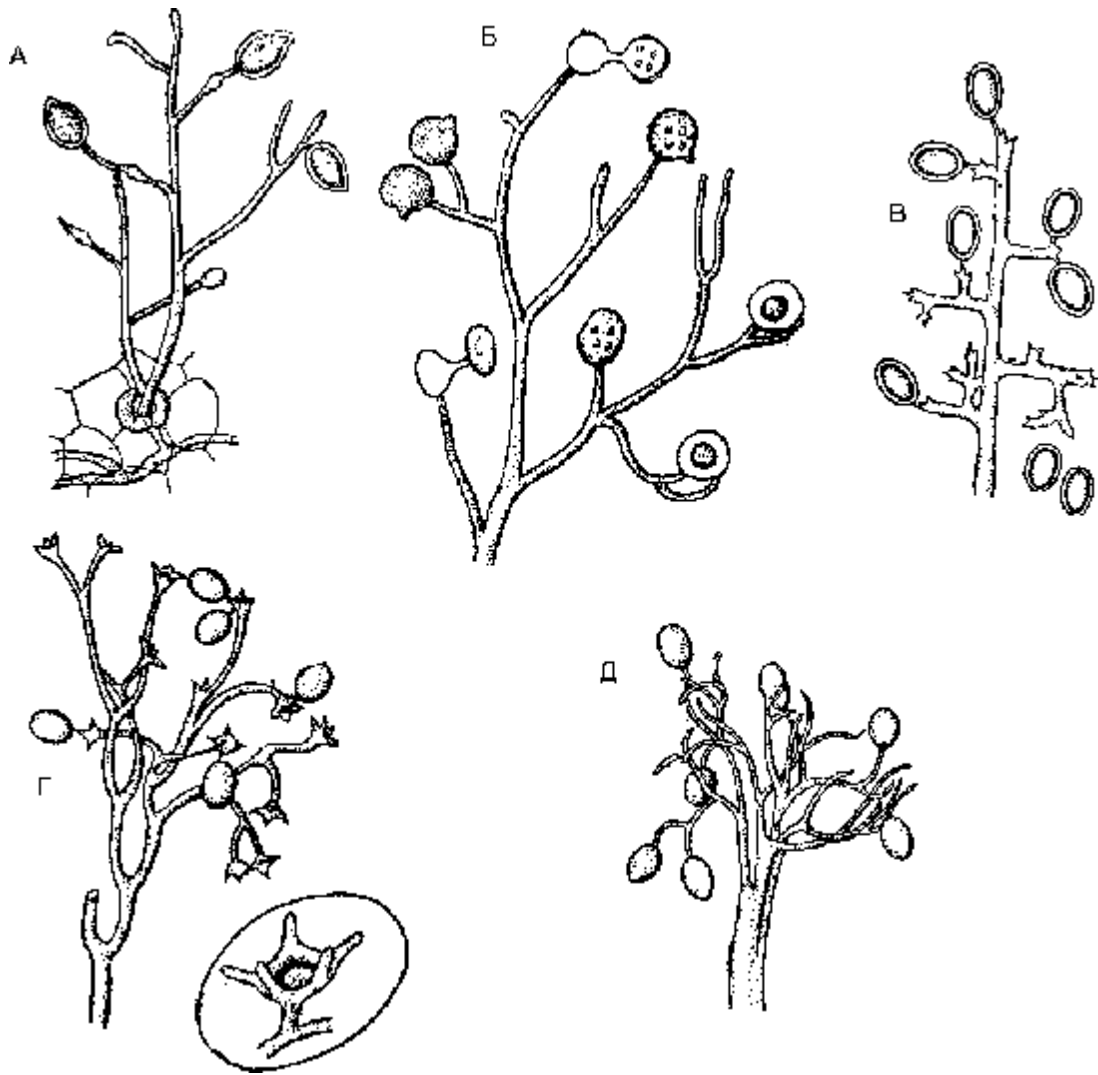


Рис. 15. Характер ветвления конидиеносцев у пероноспоровых грибов: А – род *Phytophthora*; Б – *Pythium*; В – *Plasmopara*; Г – *Bremia* (в овале – окончание конидиеносца в увеличенном виде); Д – *Peronospora*

Фитофтора картофельная (*Phytophthora infestans de Bary*) является возбудителем опасного заболевания фитофтороза картофеля. На пораженных органах образуются бурые вдавленные пятна. На клубнях они вначале располагаются по периферии, затем проникают и в более глубокие слои. На листьях пятна постепенно увеличиваются, сливаются друг с другом и затем охватывают всю их поверхность. В результате листья отмирают, и на их нижней стороне во влажную погоду появляется нежный беловатый налет, состоящий из спорангиеносцев патогена. Гриб также поражает томаты. Пораженные плоды темнеют, затвердевают и становятся непригодными для употребления в пищу.

Плазмopара винограда (*Plasmopara viticola* Berl. et de Toni) поражает листья, побеги, цветки, незрелые ягоды винограда. Болезнь известна под названием ложной мучнистой росы или милдью.

Царство настоящие грибы (Fungi, Mycota)

Согласно приведенной системе, в царство настоящих грибов входят пять отделов: хитридиомикота (*Chytridiomycota*), зигомикота (*Zygomycota*), аскомикота, или сумчатые грибы (*Ascomycota*), базидиомикота, или базидиальные грибы (*Basidiomycota*) и анаморфные, митоспоровые (несовершенные) грибы. Дополнительно в ранге самостоятельного отдела в царство настоящих грибов включены лишайники, или лишенизированные грибы.

2.5.2. Отдел хитридиомикота (*Chytridiomycota*)

Отдел хитридиомицеты представлен одним одноименным классом, объединяющим до 600 видов. Большинство хитридиомицетов тесно связано с водной средой. Многие из них паразитируют на водорослях и водных высших растениях. Некоторые встречаются как облигатные паразиты высших наземных растений, произрастающих во влажных условиях.

Вегетативное тело развито слабо, представлено одной клеткой (плазмодием) или зачаточным ризомицелием в виде тонких слабо ветвящихся нитей, отходящих от основной клетки. *Ризомицелий* служит для прикрепления к субстрату и поглощения из него питательных веществ.

У фитопатогенных видов плазмодий в течение вегетационного периода живет внутри клеток растения-хозяина и вызывает значительное увеличение их объема. В результате чего происходит разрастание ткани с образованием бугристых наростов на пораженных органах. Раковые наросты легко загнивают и разрушаются. Из амебоида развиваются органы бесполого размножения – зооспорангии с зооспорами, несущими один жгутик. Зооспорангии у некоторых видов заполняют полностью содержимое пораженных клеток. Скопления их в клетках получили название *сорусов*. Зооспоры освобождаются из разрушающейся опухоли и снова заражают растения. Это может происходить много раз в течение лета. К концу вегетации в пораженных органах в

результате полового процесса (изогамии) образуются покоящиеся клетки – *цисты*, покрытые толстой оболочкой. После периода покоя циста прорастает в зооспорангий. Цисты могут сохраняться в почве в течение многих лет. Наиболее типичным представителем этого класса является возбудитель рака картофеля – гриб *Synchytrium endobioticum* (*Schilb.*) *Perc.* Кроме картофеля, этому заболеванию подвержены томаты и некоторые виды из семейства пасленовых. Рак картофеля является одной из вредоносных болезней данной культуры. Потери могут составлять 40–60% урожая.

К этому отделу относятся также ряд фитопатогенных грибов, вызывающих болезни овощных и цветочных культур.

2.5.3. Отдел зигомикота (*Zygomycota*)

Отдел зигомикота объединяет два класса – зигомицеты и трихомицеты. Из них наибольшее хозяйственное значение имеют представители класса зигомицеты. Вегетативное тело у них представлено, как правило, хорошо развитым неклеточным мицелием, который крепится к субстрату с помощью ризоидов. Однако у многих представителей перегородки появляются при старении мицелия. Отличительным признаком этого класса является особый тип полового процесса – зигогамия. Он заключается в слиянии двух физиологически разнополюх участков мицелия или недифференцированных на гаметы клеток гаметангиев. Они представляют собой вздутия на верхушках двух совместимых гиф или ветвей гиф, направленных друг к другу. При контакте гиф стенка между гаметангиями растворяется, и их содержимое соединяется, а ядра сливаются. Образующаяся *зигоспора* (зигота) покрывается толстой оболочкой и прорастает после периода покоя.

Бесполое размножение у зигомицетов осуществляется с помощью эндогенных неподвижных спор – спорангиеспор или экзогенных спор – конидий. Спорангиеспоры формируются внутри особых вместилищ шаровидной или овальной формы – спорангиях, расположенных на верхушках гиф – спорагниеносцах. Спорангиеспоры образуются в результате деления протоплазмы спорангия на одноядерные участки, покрываемые оболочкой. Они освобождаются после разрушения оболочки спорангия и прорастают, образуя новый мицелий.

Большинство зигомицетов ведет наземный образ жизни и является сапротрофами в почве, поселяясь на растительных и животных

остатках. Среди них известны патогены высших растений, насекомых, грибов, человека и животных. В зависимости от способа бесполого размножения и образа жизни класс зигомицеты делится на два порядка: мукоровые и энтомофторовые.

Порядок мукоровые грибы (*Mucorales*) является одним из многочисленных по количеству видов порядков класса зигомицетов. Они имеют хорошо развитый паутинистый мицелий, стелющийся по субстрату. Он состоит из довольно толстых гиф, на которых образуются органы бесполого размножения – спорангии со спорангиеспорами. Спорангии имеют вид темных, хорошо видимых невооруженным глазом головок. Зрелые спорангии, не отделяясь от спорангиеносца, разрушаются, в результате чего споры освобождаются и рассеиваются. У некоторых мукоровых наряду с обычными крупными спорангиями имеются более мелкие вместилища – *спорангиоли*, в которых образуется небольшое количество спор (до 10). У ряда мукоровых формируются ризоиды (корнеподобные разветвления гиф, служащие для прикрепления к субстрату) и воздушные изогнутые гифы, ползущие по поверхности субстрата для более быстрого его освоения. Порядок мукоровые грибы включает несколько семейств, различающихся особенностями строения органов бесполого спороношения (спорангиеносцев и спорангиев).

Большинство мукоровых грибов участвует в круговороте органических веществ в природе, в процессе образования гумуса. Они широко обитают в почве, на различных растительных остатках, на навозе травоядных животных, на пищевых продуктах (плодах, ягодах, овощах, молоке, мясе и т. п.), вызывая так называемую головчатую плесень. Среди мукоровых имеются продуценты биологически активных соединений (органических кислот, ферментов), которые применяются в микробиологической промышленности. Мукоровые дрожжи могут сбраживать различные продукты и поэтому используются в хозяйственной жизни человека. Отдельные же виды являются возбудителями микозов легких у человека, сельскохозяйственных животных и домашних птиц. Ряд видов вызывает плесневение семян древесных и кустарниковых пород (например, *Mucor mucedo* L., *Rhizopus nigricans* Ehrenb., *Thamnidium elegans* Link. и др.) при нарушении режима их зимнего хранения. При интенсивном развитии грибов семена теряют всхожесть и становятся непригодными для посева.

Порядок энтомофторовые (*Entomophthorales*). Основную массу представителей этого порядка составляют паразиты насекомых. Мицелий у них в начале развития слабо разветвленный, нечленистый, распространяется внутри тела насекомого. Впоследствии он распадается на отдельные гифенные элементы неправильной формы. Последние с током крови разносятся по всему организму насекомого и вызывают постепенное разрушение внутренних тканей. Развитие гриба происходит до полного разрушения внутренних органов. Пораженное насекомое приобретает вид хитинового мешка, наполненного гифами патогена. На мицелии формируются органы бесполого размножения – конидиеносцы с конидиями, выходящие наружу через дыхательные отверстия и тонкие места хитинового покрова в виде бархатистого налета. На концах конидиеносцев располагаются шаровидные конидии. Зрелые конидии отделяются и разносятся токами воздуха. При их прорастании появляются ростковые трубочки, которые проникают в тело насекомого, где снова развивается мицелий и органы спороношения.

Энтомофторовые грибы часто вызывают в природе массовую гибель различных вредных насекомых (совок, златогузок, пилильщиков, тлей и т. д.). Некоторые из них удается культивировать в контролируемых условиях, получать инфекционный материал в виде биопрепаратов и использовать их в качестве биологического средства для борьбы с вредными насекомыми в лесных насаждениях.

2.5.4. Отдел аскомикота (*Ascomycota*)

Отдел аскомикота, или сумчатые грибы, является одним из крупнейших по количеству видов. Он включает свыше 40% всех видов, относящихся к царству грибов. Они чрезвычайно разнообразны как по строению, так и по образу жизни. Сюда относятся дрожжи, имеющие одиночные клетки, способные к почкованию, многочисленные микроскопические грибы и грибы с крупными плодовыми телами, размер которых может достигать до 10–20 см. Вегетативное тело у них представлено хорошо развитым разветвленным гаплоидным мицелием, состоящим из многоядерных или одноядерных клеток. Перегородки (септы), отделяющие одну клетку от другой, имеют в центре округлую пору (отверстие), через которую происходит перенос питательных веществ по гифам в зону роста. У большинства сумчатых грибов клеточные стенки гиф двуслойные. Этим они отличаются от базидиаль-

ных грибов, у которых клеточные стенки многослойные. У ряда низших аскомицетов мицелий может распадаться на отдельные клетки или почковаться (например, у дрожжей и ряда мицелиальных грибов).

Основным признаком аскомицетов является формирование на мицелии сумок, или асков, – замкнутых одноклеточных структур, содержащих определенное число аскоспор. Формирование половых спор сопровождается тремя процессами, происходящими последовательно в сумке: кариогамией, редукционным делением диплоидного ядра и дифференцировкой аскоспор. В молодой сумке вначале объединяются два совместимых гаплоидных ядра в одно диплоидное. Затем происходит редукционное деление диплоидного ядра. После двух этапов деления, дающих четыре гаплоидных ядра, как правило, следует еще одно. В конечном итоге в сумке содержится восемь гаплоидных ядер. Процесс завершается разделением протоплазмы на части, которые окружают гаплоидные ядра, формируя восемь аскоспор.

По характеру строения клеточной стенки и особенностям освобождения спор сумки аскомицетов подразделяют на три группы: прототуникатные, унитуникатные и битуникатные. *Прототуникатные* сумки имеют тонкую недифференцированную оболочку, которая разрушается или растворяется, освобождая аскоспору пассивно. Она служит только местом формирования спор, но не принимает активного участия в их распространении. Такие сумки имеют округлую или овальную форму.

Унитуникатные сумки имеют более плотную оболочку, состоящую из двух тонких слоев одинаковой толщины на всем протяжении, кроме более утолщенной верхушки. На верхушке их имеется специальное приспособление в виде поры или крышечки, служащее для освобождения спор. Зрелые аскоспору из унитуникатных сумок выбрасываются в окружающее пространство одновременно.

Битуникатные сумки имеют ясно выраженную двуслойную оболочку, состоящую из жесткого наружного и эластичного внутреннего слоя. При созревании аскоспор наружный слой оболочки разрушается начиная с вершины; внутренний слой под действием повышенного тургорного давления растягивается, и происходит активное выбрасывание спор. При этом аскоспору выбрасываются из сумки по одной или небольшими порциями, быстро либо с длительными перерывами. У аскомицетов с активным выбрасыванием спор форма сумок, как правило, цилиндрическая. Аскоспору могут быть однокле-

точными и многоклеточными. Они имеют разнообразную форму – круглую, овальную, яйцевидную, веретеновидную, цилиндрическую, извилистую.

В отношении деления отдела аскомицота на классы среди микологов-систематиков нет единого мнения. Разработано несколько систем классификации аскомицетов. Согласно одной из последних систем, отдел аскомицота подразделяется на четыре класса: археаскомицеты, гемиаскомицеты, или голосумчатые грибы, эуаскомицеты, или настоящие сумчатые грибы, и локулоаскомицеты, или полостносумчатые.

Класс археаскомицеты (*Archaeascomycetes*)

Этот класс характеризуется отсутствием плодовых тел, сумки у них образуются непосредственно на мицелии в виде тесного палисадного слоя. К классу относится один порядок тафриновые грибы, включающий патогенов древесных пород.

Порядок тафриновые (*Taphrinales*). Он объединяет специализированную группу грибов, большинство которых паразитирует на древесных и плодовых деревьях. Они поражают побеги, листья, плоды и вызывают у них различные деформации: ведьмины метлы, курчавость листьев, кармашки плодов и др.

Мицелий у них нитчатый однолетний или многолетний, распространяется по межклетникам внутри пораженных тканей. Многолетний мицелий из года в год сохраняется в побегах и почках пораженных деревьев. Однолетний мицелий, как правило, развивается в листьях или плодах. Под кутикулой пораженных органов непосредственно на мицелии возникают сумки. Они располагаются плотным слоем и по мере созревания сумкоспор выходят на поверхность пораженного органа в виде сплошного слоя. Зрелые споры активно выбрасываются из сумок. Сумкоспоры способны почковаться, поэтому часто в сумках содержится значительно больше спор, чем восемь. В процессе своего развития тафриновые грибы способны синтезировать фитогормоны – β-индолил-уксусную кислоту и вещества типа цитокинонов. Под действием фитогормонов клетки растения-хозяина начинают усиленно делиться, что приводит к изменению размеров пораженных органов и

их деформации. Цикл развития тафриновых грибов представлен на рис. 16.

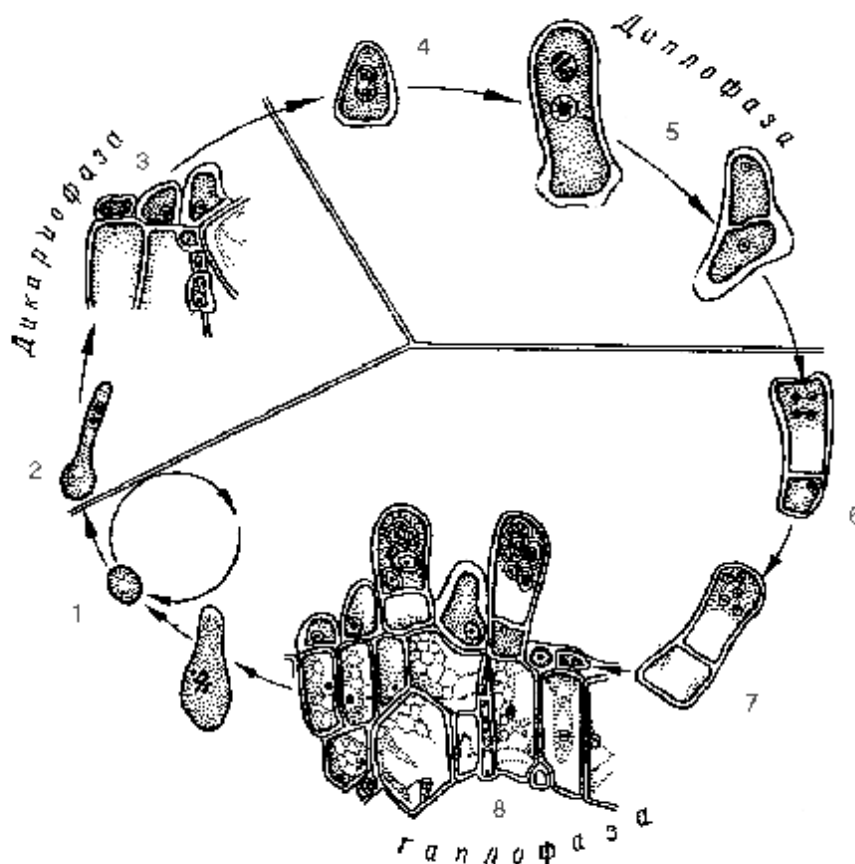


Рис. 16. Цикл развития грибов рода *Taphrina*:

1 – почкование аскоспор; 2 – дикарионтизация; 3 – дикариотический мицелий в растении; 4 – слияние ядер дикариона; 5 – деление диплоидного ядра и образование материнской клетки сумки; 6, 7 – развитие сумки; 8 – слой сумок на поверхности пораженного органа растений

Среди тафриновых имеются следующие возбудители болезней древесных и плодовых пород. *Taphrina turgida* Rostr. вызывает на березе образование ведьминых метел. При этом происходит ненормальное разрастание большого количества укороченных побегов на пораженных ветвях. В течение нескольких лет эти скопления побегов приобретают округлую форму и достигают в поперечнике 2–3 м. Количество таких образований на одном дереве может быть более 10 шт. На пораженных побегах формируются бледноокрашенные более мелкие листья, на нижней стороне которых располагаются спороношения

гриба в виде сплошного слоя. Ведьмины метлы образуются и у других лиственных пород, например, у клена вызывает гриб *Taphrina acerina*, у вишни – *T. cerasi*.

Кармашки, или деформацию плодов, вызывают грибы *Taphrina pruni* – на сливе, черемухе, *T. alni-incanae* – на ольхе. Гриб *T. aurea* Fr. приводит к деформации листьев тополей. У некоторых древесных пород тафриновые грибы поражают сережки (ольхи, осины, тополей). Под воздействием мицелия происходит разрастание чешуй сережек, в результате чего последние деформируются, а семена остаются недоразвитыми.

Класс гемиаскомицеты, или голосумчатые (*Hemiascomycetes*)

К этому классу относится порядок сахаромикетовые, или эндомицетовые.

Порядок сахаромикетовые, или эндомицетовые, (*Saccharomycetales*, или *Endomycetales*). Представители этого порядка предпочитают развиваться на субстратах, богатых сахарами. В природе они встречаются как сапротрофы на поверхности плодов, ягод, фруктов и вегетативных органов растений, в нектаре цветков, на шляпках агарикоидных грибов. Некоторые из них поселяются на стволах растущих деревьев в местах механических повреждений, через которые происходит выделение пасоки, богатой сахаристыми веществами. Так, грибы *Endomyces magnusii* и *Endomycopsis vernalis* часто встречаются в соке березы во время ее подсочки. Они вызывают брожение сока и тем самым препятствуют зарастанию повреждений на стволе дерева.

Важное практическое значение имеют представители семейства сахаромикетовые (*Saccharomycetaceae*), у которых отсутствует типичный нитчатый мицелий, а имеются одиночные клетки, размножающиеся почкованием или фрагментацией (делением). Аскоспоры образуются в сумках, представляющих собой одиночные клетки. Дрожжевые грибы, относящиеся к семейству сахаромикетовые, способны осуществлять спиртовое брожение – превращение сахара в спирт и углекислый газ. Среди них наибольшее значение имеют пекарские и кормовые дрожжи. Первые широко применяются в ряде пищевых производств – хлебопечении, виноделии, пивоварении, а также в производстве гидролизного спирта из отходов деревообрабатывающей

промышленности. Вторые используются как продуценты кормового белка.

Класс настоящие сумчатые, или плодосумчатые, грибы (*Ascomycetes*)

Данный класс является наиболее многочисленным. В его состав входит около 90% всех грибов отдела аскомикота. Для грибов этого класса характерно образование плодовых тел, в которых формируются сумки со спорами. Гаплоидные вегетативные гифы оплетают развивающиеся сумки, образуя плотную покровную ткань. По строению различают три типа настоящих плодовых тел (аском): клейстотеций, перитеций и апотеций (рис. 17).

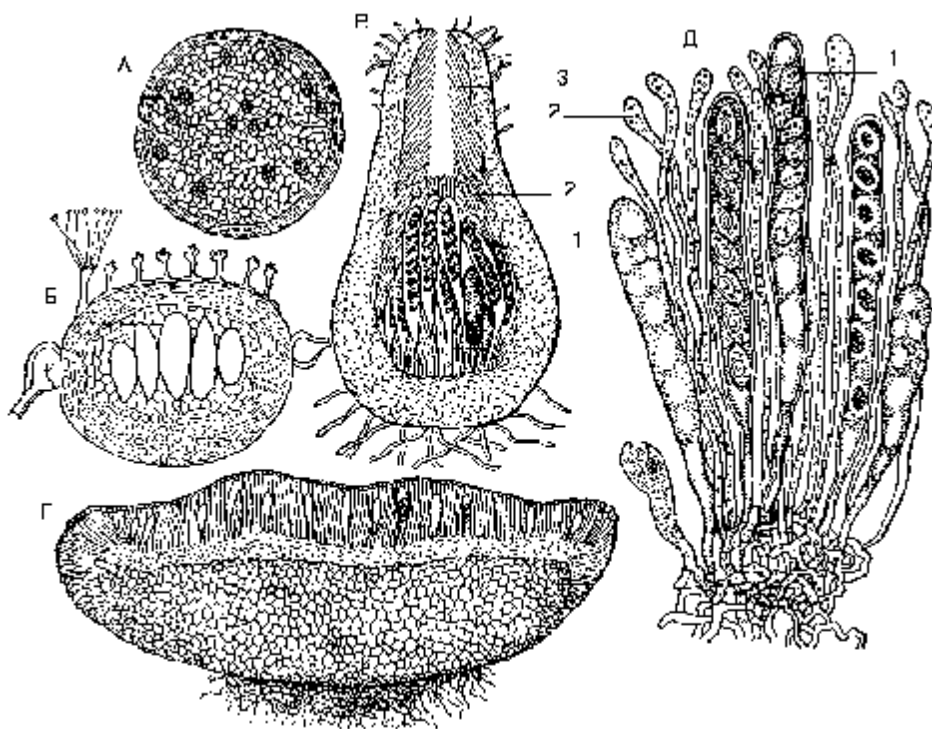


Рис. 17. Типы плодовых тел у сумчатых грибов (в разрезе):
А, Б – клейстотеций; В – перитеций; Г, Д – апотеций (1 – сумка; 2 – парафизы;
3 – перифизы)

Клейстотеций представляет собой замкнутое округлое или шаровидное плодовое тело, внутри которого формируются сумки. Они могут располагаться в нем беспорядочно или в виде пучка, прикреп-

ленного к основанию. Созревшие сумкоспоры освобождаются из клейстотеция после разрушения его оболочки (перидия) или под давлением набухающих сумок. Клейстотеции располагаются на мицелии, получая от него необходимые питательные вещества.

Перитеций – это плодовое тело шаровидной или грушевидной формы с узким отверстием на вершине. Оболочка плодового тела хорошо развита, может иметь различную окраску и консистенцию. Внутри плодового тела формируются цилиндрические или булавовидные сумки. Они прикрепляются к нижней части перитеция или к его боковым стенкам в виде пучка или сплошного слоя. Между сумками часто располагаются стерильные нитевидные элементы – парафизы. При созревании спор сумки поочередно удлиняются, достигают отверстия перитеция и выбрасывают споры на расстояние до 20 см. У других аскомицетов сумки имеют короткую ножку, которая быстро разрушается. В этом случае сумки, погруженные в слизь, находятся в полости перитеция. При набухании их внутри перитеция создается давление, и споровая масса выталкивается через выводное отверстие в виде капелек или тонких нитей. У многих эуаскомицетов перитеции образуются не по одиночке на мицелии, а погружены по несколько штук в стромы различного размера, окраски и консистенции, состоящих из переплетения гиф. При этом перитеции сохраняют свои оболочки и четко отделяются от бесплодной ткани стромы.

Апотеций – открытое при созревании плодовое тело бокаловидной или чашевидной формы. На верхней стороне его располагается слой цилиндрических или булавовидных сумок и парафиз, называемый *гимением*. Аскоспоры выбрасываются из апотеция активно, одновременно из многих сумок, что создает видимость легкого облачка выброшенных спор. Размеры апотециев варьируют в широких пределах от 0,1 мм до 15–20 см.

У определенной группы аскомицетов сумки образуются не в настоящих плодовых телах, а в особых полостях (локулах) мицелиальных стром, которые получили название *аскостром* или *псевдопечия*. Эти полости возникают за счет частичного разрушения внутренних тканей аскостромы.

Бесполое размножение у аскомицетов осуществляется с помощью конидиальных спороношений. Споры бесполого размножения – конидии образуются на гаплоидном мицелии – конидиеносцах разного строения. Эти спороношения представлены у многих групп аскомице-

тов очень разнообразно и служат для массового расселения грибов. У фитопатогенных видов бесполое спороношение (анаморфа) обычно проходит на живых растениях, в то время как сумчатая стадия (телеоморфа) образуется на отмерших органах растений и является сапротрофной.

В зависимости от типа, строения и расположения плодовых тел (аскокарпов), строения и расположения сумок, особенностей освобождения спор и по ряду других признаков класс эуаскомицеты разделяют на большое количество порядков (более 40). Последние по типу плодового тела, характеру расположения в нем сумок и другим признакам объединены в следующие группы порядков: плектомицеты, пиреномицеты и дискомицеты.

Плектомицеты, или клейстомицеты

К этой группе относятся эуаскомицеты, имеющие плодовые тела – клейстотеции или реже – перитеции. Внутри них располагаются прототуникатные сумки без особого порядка. Освобождение сумкоспор происходит пассивно, в результате разрушения оболочек сумок и плодовых тел. Наибольшее практическое значение из этой группы имеют два порядка: эвроциевые (*Eurotiales*) и офиостомовые (*Ophiostomales*).

Порядок эвроциевые (*Eurotiales*). К этому порядку относятся эуаскомицеты, образующие клейстотеции с беспорядочно расположенными сумками. Клейстотеции у них мелкие, диаметром 1–2 мм, формируются непосредственно на мицелии. Сумкоспоры освобождаются пассивно.

Большинство эвроциевых относится к сапротрофам. Они обитают в почвах, на разнообразных субстратах растительного и животного происхождения, образуя зеленые, желтоватые или красно-желтые плесени. Они могут также вызывать биоповреждения промышленных изделий и материалов (текстиль, бумага, пластмассы, резина, оптические приборы и т. п.). Отдельные виды вызывают заболевания растений и теплокровных животных. Среди них также имеются продуценты антибиотиков, ферментов, органических кислот, которые широко используются в микробиологической промышленности.

В распространении большинства эвроциевых грибов существенная роль принадлежит бесполому спороношению – конидиям. Часто у

них половое развитие вообще не наблюдается. Одну из важнейших групп этого порядка составляют грибы, конидиальные стадии которых относятся к родам *Aspergillus* и *Penicillium*.

Для грибов рода *Aspergillus* характерны простые конидиеносцы, вздутые на вершине в виде пузыря различной формы. На нем располагаются короткие продолговатые клетки – фиалиды, образующие цепочки одноклеточных конидий. У некоторых аспергиллов фиалиды находятся не на самом пузыре, а на специальных клетках профилидах (рис. 18 А).

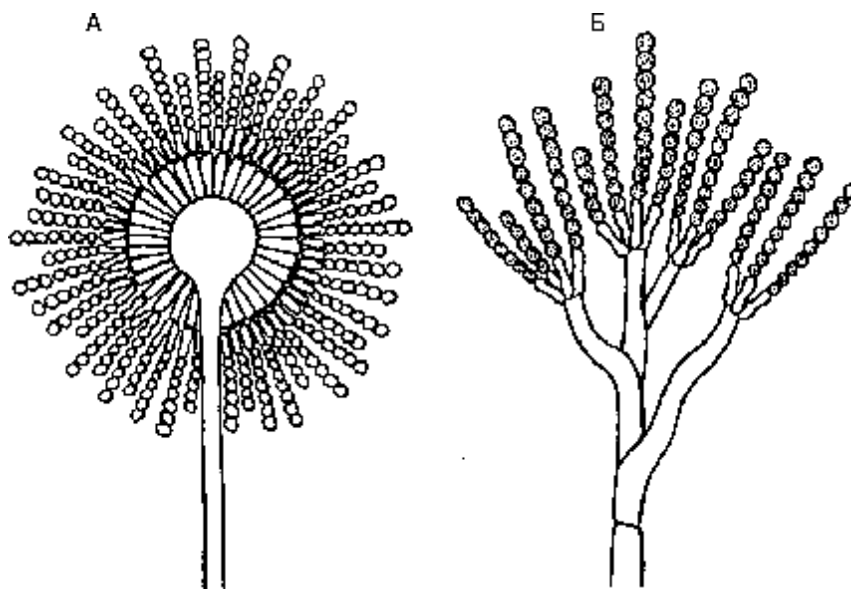


Рис. 18. Конидиальное спороношение у грибов из рода *Aspergillus* (А) и *Penicillium* (Б)

Конидиальное спороношение грибов рода *Penicillium* имеет вид кисточки, откуда этот род получил название грибы-кистевика. Конидиеносец у них прямостоящий, имеет разветвления только в верхней части в виде одного, двух или трех ярусов мутовок (рис. 18 Б).

Пенициллы и аспергиллы широко используются в микробиологической промышленности – в производстве органических кислот (лимонной, фумаровой, глюконовой и др.), ферментов (протеиназ, амилаз и др.) и антибиотиков (пенициллина, гризеофульвина, фумагиллина и др.). Некоторые представители этих родов поражают плоды и семена в период их хранения.

Пиреномицеты

Пиреномицеты включает грибы, у которых плодовые тела представлены перитециями или клейстотециями. Перитеции развиваются одиночно или группами на мицелии, на поверхности субстрата или погружены в него. Часто мицелий уплотняется в компактную подушечку, образуя строму, в которой развиваются перитеции, погруженные в нее. Перитеции могут иметь разнообразную форму – от шаровидной до грушевидной или бутыльчатой. Верхушка перитеция часто имеет выводной канал, заканчивающийся отверстием, через которое аскоспоры выбрасываются наружу.

Сумки унитарные обычно имеют булавовидную или цилиндрическую форму и располагаются внутри перитеция пучком или слоем. Верхушка сумки содержит специальный аппарат, который играет важную роль при выбрасывании спор. Сумчатая стадия (телеоморфа) чаще развивается на отмерших частях растений и служит для перезимовки патогена.

Конициальное спороношение (анаморфа) широко представлено у пиреномицетов и играет важную роль в массовом размножении и распространении их в природе. У фитопатогенных видов оно развивается на живых растениях в период их вегетации и причиняет им основной вред.

Преобладающее большинство пиреномицетов – сапротрофы, развивающиеся на различных частях отмерших растений (на валеже, отмерших ветвях деревьев, сухостое), в почве, на бумаге и других материалах. Значительная часть видов представлена патогенами, вызывающими болезни растений, в том числе древесных пород.

Практическое значение среди пиреномицетов имеют представители порядков эризифовые, или настоящие мучнисторосяные, сферейные, диапортовые, микроасковые и гипокрейные.

Порядок эризифовые, или настоящие мучнисторосяные (*Erysiphales*). Данный порядок объединяет группу облигатных паразитов растений, вызывающих заболевание под названием мучнистая роса. Они образуют плодовые тела – клейстотеции, формирующиеся непосредственно на мицелии. Внутри их располагаются сумки правильным пучком или слоем.

Мицелий мучнисторосяных грибов развивается на поверхности пораженных растений, прикрепляясь к ней с помощью специальных присосок – аппрессорий. От них отходят тонкие гифы – гаустории, проникающие в живые клетки растения-хозяина. Через несколько

дней после заражения на поверхности пораженных органов развивается светлоокрашенная грибница, а на ней конидиальная стадия в виде коротких кониденосцев, несущих цепочки спор. Конидии распространяются воздушными течениями, они способны быстро прорасти и снова заразить растения. При благоприятных условиях в летний период образуется несколько поколений конидий.

Сумчатая стадия (телеоморфа) у мучнисторосяных грибов развивается в конце периода вегетации. На мицелии образуются плодовые тела – клейстотеции. Они крепятся к грибнице с помощью нитевидных придатков – аппендиксов, имеющих различную форму. Форма придатков и количество сумок в клейстотеции являются важными диагностическими признаками при определении родов этого порядка. На рис. 19 изображены клейстотеции с придатками, характерные для наиболее распространенных родов мучнисторосяных грибов.

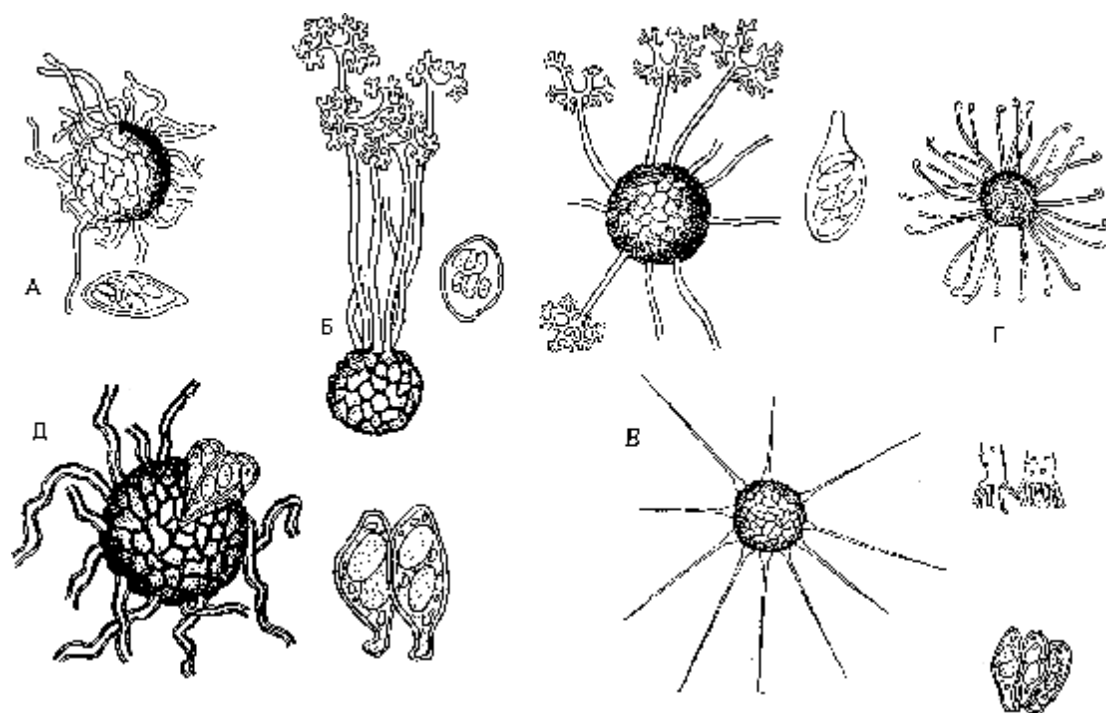


Рис. 19. Плодовые тела мучнисторосяных грибов:

А – *Sphaerotheca*; Б – *Podosphaera*; В – *Microsphaera*; Г – *Uncinula*; Д – *Erysiphe*; Е – *Phyllactinia*

Клейстотеции являются зимующей стадией мучнисторосяных грибов и служат для сохранения вида в течение неблагоприятного периода года. Весной сумки с созревшими аскоспорами набухают и разрывают оболочку клейстотеция. Дальнейшее набухание сумок вызы-

ваит разрыв их оболочек, и аскоспоры активно разбрасываются во всех направлениях.

Мучнисторосые грибы паразитируют на многих древесных и кустарниковых породах. Среди них наиболее распространены *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. (вызывает мучнистую росу на листьях дуба), *Uncinula aceris* DC. (поражает листья клена), *Phyllactinia suffulta* Sacc. (развивается на листьях бука, ясеня, лещины, граба, ильма) и др.

Порядок ксилариевые, или сферейные (*Xylariales*). Представители этого порядка имеют кувшиновидные перитеции с хорошо развитой темноокрашенной оболочкой. Они образуются одиночно на мицелии или на стромах различного строения. В перитециях формируются булавовидные или цилиндрические сумки, разделенные бесплодными парафизами. Большинство ксилариевых грибов – сапротрофы, поселяющиеся на валежной древесине, отмерших стволах и ветвях многих лиственных пород. Среди них имеются паразиты растений, в том числе древесных пород, относящиеся к роду *Rosellinia*.

Гриб *Rosellinia quercina* Hart. (дубовый корнедушителъ) поражает корни сеянцев и саженцев дуба. Грибница распространяется в живых паренхимных клетках коры, образуя на поверхности корней нежные нитевидные ветвящиеся тяжи, с помощью которых гриб распространяется от одного растения к другому. На корнях отмерших дубков осенью образуются мелкие черные шарики величиной с булавоочную головку – склероции. Весной они дают начало паутинистому мицелию, который часто распространяется по поверхности почвы, особенно в дождливую погоду. На нем в летний период формируются конидиеносцы с конидиями. Перитеции в виде мелких шариков образуются осенью у корневой шейки отмерших дубков.

Гриб *Nummularia bulliardii* Tub. обычно поселяется на нижних отмирающих ветвях дуба и некоторых лиственных породах. Он формирует плоские, нередко эллиптические черные матовые стромы, достигающие 5 см в длину. В них погружены перитеции (диаметром до 0,5 мм) с едва заметным устьицем. В ослабленных различными неблагоприятными факторами насаждениях этот гриб может вызывать преждевременное отмирание живых нижних ветвей в кроне растущих деревьев.

Представители родов *Hypoxylon* и *Daldinia* являются типичными разрушителями древесины отмерших ветвей и валежа. У них на по-

верхности пораженной древесины формируются темноокрашенные полушаровидные или подушковидные стромы, состоящие только из сплетения гиф. В поверхностном слое их погружены перитеции, выходящие наружу в виде едва заметных бугорков.

Порядок диапортовые (*Diaporthales*). Грибы этого порядка формируют темноокрашенные кожистой консистенции перитеции, погруженные в ткань питающего растения или в строму. В них размещаются цилиндрические или булавовидные сумки с короткими ножками, которые обычно растворяются при созревании спор. Парафизы у них отсутствуют. Поэтому в зрелом перитеции сумки свободно погружены в слизь. При набухании плодового тела аскоспоры через длинное выводное отверстие выходят из устья в виде тонких извитых нитей или капель.

Большинство видов этого порядка представлено сапротрофами, поселяющимися на отмерших ветвях и стволах древесных и кустарниковых пород, на опавших листьях и стеблях деревьев и травянистых растений.

Среди диапортовых имеется также много фитопатогенных грибов. У них хорошо развита анаморфа (конидиальная стадия). Она, как правило, образуется на живых растениях, вызывая у них такие заболевания, как некрозы коры, пятнистости листьев, рак стволов, гнили желудей. У многих видов конидиальная стадия имеет самостоятельные названия, которые используются при описании вызываемых ими болезней. Сумчатые спороношения (перитеции) у них формируются на отмерших ветвях или стволах древесных пород.

Значительный ущерб лесному хозяйству причиняют такие болезни, как бурый цитоспоровый некроз тополей, вызываемый грибом *Cytospora chrysosperma* (сумчатая стадия *Valsa sordida*), усыхание, или цитоспороз косточковых пород (возбудитель *Cytospora leucostoma*), рак каштана съедобного (возбудитель *Endothia parasitica*), бурая пятнистость листьев дуба и антракноз желудей дуба (возбудитель *Gnomonia quercina*), рак яблони и груши (возбудитель *Diaporthe perniciosa*) и другие.

Порядок микроасковые грибы (*Microascales*). Небольшой по числу видов порядок, объединяющий грибы с мелкими темноокрашенными перитециями, содержащими беспорядочно расположенные прототуникатные сумки. Перитеции шаровидные, часто с длинным

хоботком, в несколько раз превышающим по длине диаметр перитеция. Располагаются они одиночно или группами на поверхности субстрата или погружены в него основаниями. Оболочки сумок быстро разрушаются, и зрелые перитеции содержат массу аскоспор, погруженных в слизь. При их набухании споры вместе со слизью выходят из плодового тела в виде слизистых капель.

У представителей порядка в цикле развития преобладает несколько типов конидиального спороношения, которые различаются по своему строению. Большинство видов является патогенами растущих деревьев и вызывает у них опасные заболевания.

Цератоцистис вязовый (*Ceratocystis ulmi*) является одним из наиболее изученных представителей данного порядка. Он выступает возбудителем голландской болезни вяза, широко распространенной в лесах многих стран. Болезнь характеризуется пожелтением и засыханием листьев и отдельных ветвей в кроне растущих деревьев. При острой форме заболевания деревья усыхают в течение вегетационного периода. На поперечных срезах пораженных ветвей хорошо заметно потемнение сосудов ранней зоны наружных годичных слоев. Под отставшей корой зараженных деревьев в большом количестве формируются конидиальные спороношения в виде темноокрашенных коремий типа графитум. Их можно также найти на порубочных остатках и пнях. Перитеции гриба образуются в трещинах коры, на поверхности заболонной древесины, иногда в ходах короедов. Но они менее обильны, чем конидиальные спороношения. К этому порядку относится также *цератоцистис буковый* (*Ceratocystis fagacearum*), вызывающий сосудистый микоз, или вилт, дуба, причиняющий большой ущерб дубравам многих стран.

Среди микроасковых грибов имеются виды, которые поселяются на свежезаготовленных лесоматериалах и вызывают синюю или серовато-синюю окраску заболонной древесины хвойных и лиственных пород.

Порядок гипокрейные (*Hypocreales*). Для грибов этого порядка характерно формирование светлых или яркоокрашенных перитециев мягкой консистенции с хорошо развитой оболочкой. Они образуются поодиночке или группами непосредственно на мицелии на поверхности или внутри субстрата либо погружены в строму. Стромы у гипокрейных подразделяют на два типа: базальные и компактные. *Базальные* стромы чаще всего бывают более мелкими (диаметром до 1 см),

имеют подушковидную или полушаровидную форму. Они несут поверхностные перитеции (в строуму погружено только их основание). В основном встречаются у представителей рода *Nectria*. *Компактные строумы* имеют более крупные размеры (до 5–6 см) и разнообразную форму (распростертые, подушковидные, булавовидные и др.) характерны для грибов рода *Hypocrea*. Перитеции погружены в них полностью; на поверхность выходят только их устья. Сумки цилиндрические или веретеновидные, отходят от нижней или боковых стенок перитеция. Споры разнообразны по форме, одноклеточные или с несколькими перегородками. В цикле развития гипокрейных часто преобладает конидиальная стадия, играющая большую роль в распространении грибов.

Многие виды гипокрейных являются сапротрофами. Они обитают на отмершей древесине ветвей и стволов древесных пород, на лесной подстилке, растительных субстратах, на плодовых телах съедобных и трутовых грибов. Среди них также имеются фитопатогенные грибы, паразитирующие на древесных, плодовых и цветочных растениях. Большинство патогенов древесных пород относится к роду *Nectria*. Наибольшее хозяйственное значение имеет *нектрия галлообразующая* – *N. galligena*, вызывающая так называемый обыкновенный, или ступенчатый, рак. Он поражает многие лиственные (дуб, клен, бук, граб и др.) и плодовые породы (яблоню, грушу, вишню и черешню). При его развитии на стволах и ветвях древесных пород появляются открытые многоступенчатые язвы, окруженные наплывами.

Другим распространенным видом является *нектрия кинобарно-красная* (*N. cinnabarina*), встречающаяся повсеместно на отмерших ветвях лиственных пород и кустарников. Однако при наличии на стволах механических повреждений данный гриб может развиваться и как раневой паразит. В летне-осенний период на пораженных ветвях чаще по краям ран образуется конидиальное спороношение в виде мелких оранжево-розовых подушечек, на которых располагается слой слабо ветвящихся конидиеносцев с конидиями. Позднее, осенью или весной следующего года на тех же стромах или рядом с ними закладываются скопления темно-красных перитециев (до 30 шт.). Созревание и рассеивание сумкоспор происходит весной.

Дискомицеты

Для данной группы грибов характерно формирование дисковидных или чашевидных плодовых тел – апотециев. У типичных плодовых тел, формирующихся на поверхности питающего субстрата, можно выделить шляпку и ножку. На верхней стороне шляпки располагается слой сумок с нитевидными стерильными нитями – парафизами, называемый *гимением*. У других дискомицетов апотеции погружены в субстрат и выходят на его поверхность, открываясь в виде продольной щели только к моменту созревания аскоспор. Сумки чаще булавовидные или цилиндрические унитарного строения. Зрелые споры выбрасываются из сумок активно, образуя облачко пыли. Плодовые тела имеют различную окраску (светлые, желтоватые либо яркоокрашенные, коричневые или черные), мясистой или кожистой консистенции.

В цикл развития дискомицетов, кроме сумчатой стадии, входит конидиальная, которая у фитопатогенных видов развивается на живых растениях, вызывая у них опасные заболевания хвои, листьев, раковые болезни ветвей и столов, гнили плодов и семян древесных пород.

В группу дискомицетов входят несколько порядков. Из них наибольшее значение для лесного хозяйства представляют два порядка – гелоциевые, или леоциевые, и ритизмовые.

Порядок гелоциевые, или леоциевые (*Helotiales*). Грибы этого порядка образуют апотеции в виде чашечек, воронок или дисков на ножке. Они чаще располагаются на поверхности субстрата, имеют мягкую или мясистую консистенцию и яркую или темную окраску. У ряда видов апотеции образуются при прорастании склероциев или склероциальных стром после периода покоя. Сумки располагаются открыто на вогнутой поверхности апотеция. В зрелом состоянии у них в верхней части возникает трещина или пора, через которую выходят наружу аскоспоры.

Основная масса представителей гелоциевых является сапротрофами. Они обитают на валежной древесине, на опавших ветвях и листьях, лесной подстилке, принимая активное участие в разложении растительного опада.

Немало среди гелоциевых и фитопатогенных видов, вызывающих болезни древесных пород. Например, *Stromatinia pseudotuberosa* Rehm. поражает желуди дуба чаще во время зимнего их хранения. Пораженные желуди обильно пронизываются мицелием патогена и превращаются в склероциальную строму (мумию), которая служит для перенесения жаркого летнего периода. Осенью на строме формирует-

ся апотеций в виде шляпки, сидящей на ножке. Другими близкими представителями являются *Sclerotinia betulae* Woron., вызывающий мумификацию семян березы и *Sclerotinia graminearum* Elen. – возбудитель выпревания семян хвойных пород. У них формируются склероции, служащие для сохранения гриба в летний период. Они прорастают и образуют плодовые тела. К этому порядку относится и гриб *Lachnellula willkommii* Rehm., вызывающий рак стволов лиственницы. Он поражает лиственницу как в молодом, так и более старшем возрасте. Образует апотеции в виде мелких чашечек диаметром 1–3 мм, сидящих на короткой ножке. Их оранжевый гимений открывается лишь во влажную погоду. В сухую погоду края апотеция, покрытые белыми волосками, загибаются и плодовое тело закрывается. Таким образом обеспечивается выбрасывание спор при наиболее оптимальных для прорастания условиях погоды.

Порядок ритизмовые грибы (*Rhytismatales*). У представителей этого порядка плодовые тела долгое время имеют вид замкнутого вместилища, внутри которого располагается слой сумок и парафиз, отходящих от плоского его основания. Они линейные или округлые, по внешнему виду похожие на перитеции.

У фитопатогенных видов апотеции обычно погружены в субстрат или в поверхностные слои склероциальной стромы. К моменту созревания они выходят на поверхность субстрата, разрывают покровные ткани пораженного органа и раскрываются щелевидным или лопастеобразным разрывом, через который аскоспоры выбрасываются наружу. Сумки, образующиеся в апотециях, цилиндрические или булавовидные. Они содержат бесцветные, одноклеточные, нитевидные или булавовидные аскоспоры.

Среди ритизмиальных грибов имеется много возбудителей широко распространенных болезней древесных пород. Это представители родов лофодермиум (*Lophodermium*), фацидиум (*Phacidium*), ритисма (*Rhytisma*), клитрис (*Clithris*) и др. Так, грибы рода лофодермиум поражают хвою большинства хвойных пород. Болезнь характеризуется пожелтением и засыханием хвои. На сосне обыкновенной она получила название обыкновенного шютте. Особую опасность представляет для семян в питомниках и молодых культур в возрасте до 6–8 лет. Кроме этого, пожелтение и засыхание хвои сосны может вызывать другой представитель этого порядка – гриб *Phacidium infestans* Karst.

Болезнь, вызываемая этим патогенном, получила название фацидиоза, или снежного шютте.

Среди патогенов, поражающих листья древесных пород, следует отметить гриб *Rhytisma acerinum* Fr. Он является возбудителем черной пятнистости клена остролистного. На нижних отмирающих ветвях дуба часто поселяется другой представитель этого порядка – гриб *Clithris quercina* (Pers.) Rehm. Он вызывает отмирание и разрушение отмерших ветвей. Однако при ослаблении деревьев разными причинами этот гриб может переходить на паразитный образ жизни и поражать живые ветви в корне дерева.

Класс локулоаскомицеты, или полосносумчатые (*Loculascomycetes*)

В эту группу порядков входят грибы, у которых образуются не настоящие плодовые тела, а аскостромы. Они представляют переплетение вегетативных гиф мицелия. Внутри этой аскостромы образуются полости (локулы) в результате частичного разрушения ее тканей или вытеснения их разрастающимися сумками. Локулы имеют вид округлых или овальных полостей без четко выраженных оболочек (перидия), в связи с чем их часто называют *псевдотециями*. У большинства полосносумчатых грибов в локулах образуется несколько сумок, разделенных между собой нитями мицелия (псевдопарафизами). Сумки у них битуникатные, имеют хорошо развитые двухслойные оболочки. Аскоспоры освобождаются из сумок активно.

Многие представители этой группы порядков обитают сапротрофно на растительных остатках: отмерших ветвях и листьях древесных и травянистых растений, на гнилой и валежной древесине, принимая активное участие в минерализации растительных остатков. Большое значение среди них имеют паразиты культурных растений, в том числе и древесных пород.

В зависимости от строения псевдотеция, числа и расположения локул и количества сумок в них группа локулоаскомицетов включает несколько порядков. Фитопатогенные виды, вызывающие болезни древесных пород, относятся в основном к двум порядкам этого класса: дотидейным и плеоспоровым.

Порядок дотидейные грибы (*Dothideales*). У большинства представителей порядка псевдотеции мелкие, шаровидной или груше-

видной формы, вначале погружены в ткань растения-хозяина. Впоследствии они выступают наружу своей верхней частью и при созревании спор открываются округлой порой. Псевдотеции содержат одну или несколько локул, в которых сумки располагаются компактной группой в виде пучка или слоя, занимая в них центральное положение. В результате чего ткань, расположенная в центре локул, полностью разрушается. Сумки булавовидной или почти яйцевидной формы. У многих видов, кроме сумчатой стадии, в цикле развития представлена анаморфа, или конидиальная стадия. Фитопатогенные виды, встречающиеся на плодовых и кустарниковых породах, относятся к роду микосферелла (*Mycosphaerella*). Они вызывают болезнь типа белой пятнистости листьев.

В качестве примера можно указать гриб *M. ribis*, который является возбудителем белой пятнистости листьев крыжовника и смородины. На пораженных листьях появляются округлые или угловатые пятна. Вначале они темные, впоследствии становятся почти белыми, окружены бурой каймой. В центре пятен образуются конидиальные спороношения гриба в виде мелких точек. Осенью на листьях формируется телеоморфа. Гриб зимует на отмерших листьях растения-хозяина в виде псевдотециев. Сумкоспоры в них созревают в конце мая – начале июня. Массовое летнее распространение болезни осуществляется за счет развития конидиальной стадии гриба, известного под названием *Septoria ribis*.

Порядок плеоспоровые (*Pleosporales*). У многих представителей этого порядка псевдотеции шаровидной или приплюснутой формы, мелкие, черного цвета. В верхней части их к моменту созревания спор образуется небольшое сосковидное устье открывающееся порой. Сумки булавовидные или цилиндрические. Форма и строение аскоспор очень разнообразны и имеют большое значение при определении представителей порядка. Многие фитопатогенные виды имеют анаморфу (конидиальное спороношение), которая развивается на живых растениях и является основной вредящей стадией гриба.

Наибольшее количество патогенов древесных и плодовых пород относится к роду вентурия (*Venturia*). Вызываемое ими заболевание часто называют *паршой*. В качестве примера можно отметить гриб *V. tremulae*. Он поражает молодые листья и побеги осины. На пораженных листьях в начале лета образуются фиолетово-бурые пятна разных размеров, на которых появляется бархатистый оливкового цвета налет,

представляющий конидиальное спороношение возбудителя. Оно в литературе известно под самостоятельным названием *Pollacia radiosa* (*Lid.*) *Bold.* Конидиальная стадия гриба развивается в течение всего вегетационного периода и осуществляет многократные заражения листьев и побегов. Псевдотеции гриба образуются только осенью на опавших листьях. Они черные, мелкие, почти шаровидные, диаметром 150–250 мкм, с бурыми щетинками. Гриб зимует в стадии псевдотециев. Весной в плодовых телах созревают аскоспоры, которые и заражают молодые листья и побеги. Ряд грибов из рода хистерографиум (*Hysterographium*) поселяются на отмирающих ветвях древесных пород, способствуя более быстрому очищению стволов растущих деревьев от сучьев.

2.5.5. Отдел базидиомикота (*Basidiomycota*)

Это многочисленный отдел, объединяющий более 30 тыс. видов высших грибов. Вегетативное тело у них представлено хорошо развитым мицелием, состоящим из очень тонких ветвящихся септированных гиф. В цикле своего развития мицелий проходит две фазы: гаплоидную и дикариотическую. Гаплоидный, или первичный, мицелий развивается из прорастающих половых спор. В его клетках содержится по одному ядру. Эта фаза развития мицелия у большинства видов отдела кратковременна. Формирование дикариотического мицелия происходит путем слияния двух концевых клеток гаплоидного мицелия. При слиянии этих клеток возникает одна клетка, внутри которой ядра не сливаются, а располагаются на определенном расстоянии друг от друга, образуя так называемый *дикарион*. Такая клетка дает начало развитию дикариотического мицелия. У многих видов дикариотический мицелий имеет особые клетки-пряжки, располагающиеся у поперечных перегородок клеток грибных нитей. Пряжки связаны с синхронным делением двух ядер концевых клеток дикариотических гиф. Они принимают участие в восстановлении двуядерности вновь образующихся клеток. Дикариотический мицелий преобладает в цикле развития базидиальных грибов.

На концах дикариотических гиф из двухъядерных клеток образуются базидии, которые являются репродуктивным органом, подобно сумке у аскомицетов. В базидии завершается половой процесс: сливаются ядра дикариона, происходит редукционное деление диплоидного

ядра. На базидии формируются две или четыре базидиоспоры. Они располагаются на особых выростах базидии – стеригмах. У разных представителей этого отдела базидии существенно различаются по своей форме и строению. Их подразделяют на три типа – голобазидии, гетеробазидии и телиобазидии (рис. 20).

Голобазидии – одноклеточные (без перегородок) цилиндрические или булавовидные клетки. У большинства видов базидиоспоры располагаются на верхушке этих клеток на одном уровне и отделяются активно.

Гетеробазидии представляют собой клеточные структуры, разделенные поперечными или продольными перегородками, на четыре или большее количество клеток, каждая из которых несет по одной базидиоспоре.

Телиобазидии образуются при прорастании толстостенной покоящейся споры – телиоспоры. Часто они представляют клетки, разделенные поперечными перегородками на четыре части, по бокам которых формируются базидиоспоры.

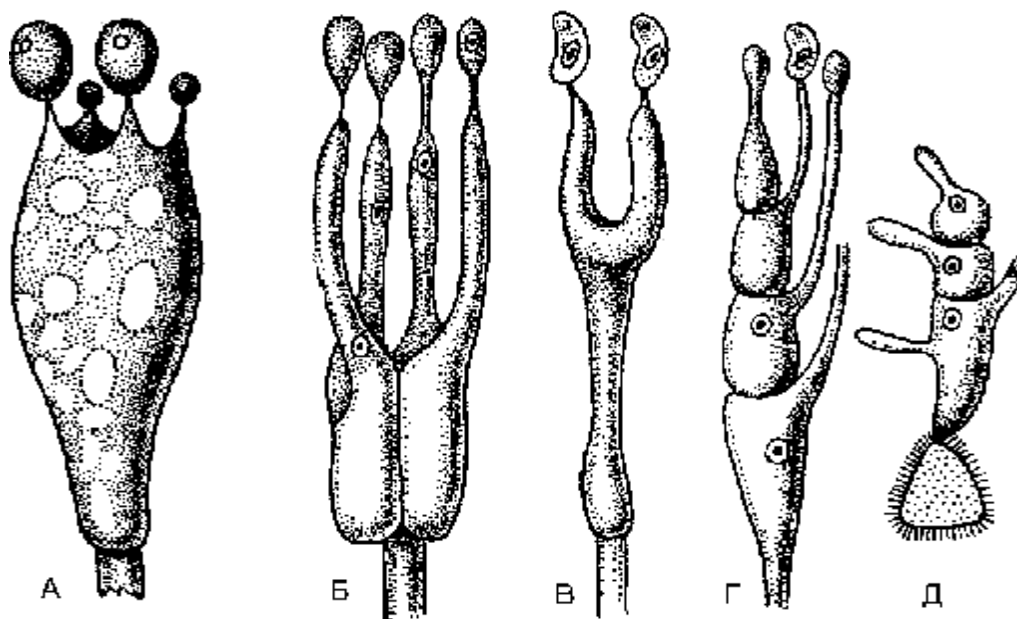


Рис. 20. Типы базидий:

А – голобазидия; Б, В, Г – гетеробазидия; Д – телиобазидия или фрагмобазидия

По типу развития и строению базидии отдел базидиомицота подразделяют на три класса: класс базидиомицеты, класс урединомицеты и класс устилягиномицеты.

Класс базидиомицеты (*Basidiomycetes*)

У представителей этого класса базидии формируются двух типов: одноклеточные булавовидной или цилиндрической формы (голобазидии) и многоклеточные, разделенные на части (гетеробазидию). В соответствии с этим признаком класс базидиомицетов подразделяется на два подкласса – гомобазидиомицеты и гетеробазидиомицеты. Из них наибольшее хозяйственное значение имеют гомобазидиомицеты.

Подкласс гомобазидиомицеты (*Homobasidiomycetidae*)

Грибы этого подкласса имеют булавовидную или цилиндрическую, урновидную или вильчатую голобазидию. Они развиваются непосредственно на мицелии или на плодовых телах. У подавляющего большинства гомобазидиомицетов образуются плодовые тела, на которых формируются базидиоспоры. В соответствии с прежней классификацией этот подкласс включал две группы порядков: гименомицеты и гастеромицеты.

Гименомицеты

К гименомицетам относят грибы, у которых формируются довольно крупные плодовые тела – базидиомы. Они могут иметь разнообразную форму в виде распростертых тонких пленок или подушечек, различной формы выростов, приподнимающихся над субстратом, копытообразных тел, располагающихся одиночно или черепицеобразно друг над другом, либо шляпок, сидящих на ножке.

На поверхности плодовых тел располагается плодородный слой – *гимений*, состоящий из базидий с базидиоспорами и стерильных клеток. Базидии имеют форму цилиндрических или слегка булавовидных клеток, в верхней части которых образуются базидиоспоры, сидящие на тонких выростах – стеригмах. Между базидиями располагаются стерильные двухъядерные клетки – парафизы, не образующие базидиоспор. Они придают упругость всему гимению и отделяют базидии друг от друга, предохраняя от слипания сидящие на них базидиоспоры. Кроме парафиз в гимении многих гименомицетов присутствуют *цистиды*, имеющие вид более крупных клеток, возвышающиеся над гимением и играющие защитную роль.

Поверхность плодового тела, несущая гимений, называется *гименофором*. Он у распростертых плодовых тел располагается на верх-

ней стороне, а у копытообразных и шляпковидных тел – на нижней. Гименофор может быть трубчатым, пластинчатым, в виде шипов, складок, лабиринтоподобным либо гладким. На поверхности гименофора во время вегетации формируется большое количество базидиоспор, которые рассеиваются воздушными потоками.

Гименомицеты широко распространены в природе. Большинство из них представлено сапротрофами. Они растут в лесу, обитают на мертвой древесине, на лесном опаде и на почве, разлагая растительные остатки. Многие из этой группы являются ценными съедобными грибами и входят в группу шляпочных грибов. Среди них многие образуют с корнями древесных пород микоризу. Среди гименомицетов имеются виды, поселяющиеся на живых деревьях и вызывающие у них стволовые и корневые гнили.

Группа гименомицеты по прежней классификации объединяла два порядка – афиллофороидные и агарикоидные грибы.

Группа афиллофороидных гименомицетов в своем развитии связана с древесным субстратом. Они поселяются на древесине разного состояния, вызывая ее разрушение. На пораженной древесине формируются плодовые тела (базидиомы). Базидиомы существенно различаются по форме, консистенции, строению ткани плодового тела и другим признакам. По форме они могут быть распростертыми, распростерто-отогнутыми, булавовидными, копытообразными, подушковидными (прикрепляться к субстрату боковой стороной), шляпковидными с зачаточной или боковой ножкой (рис. 21).

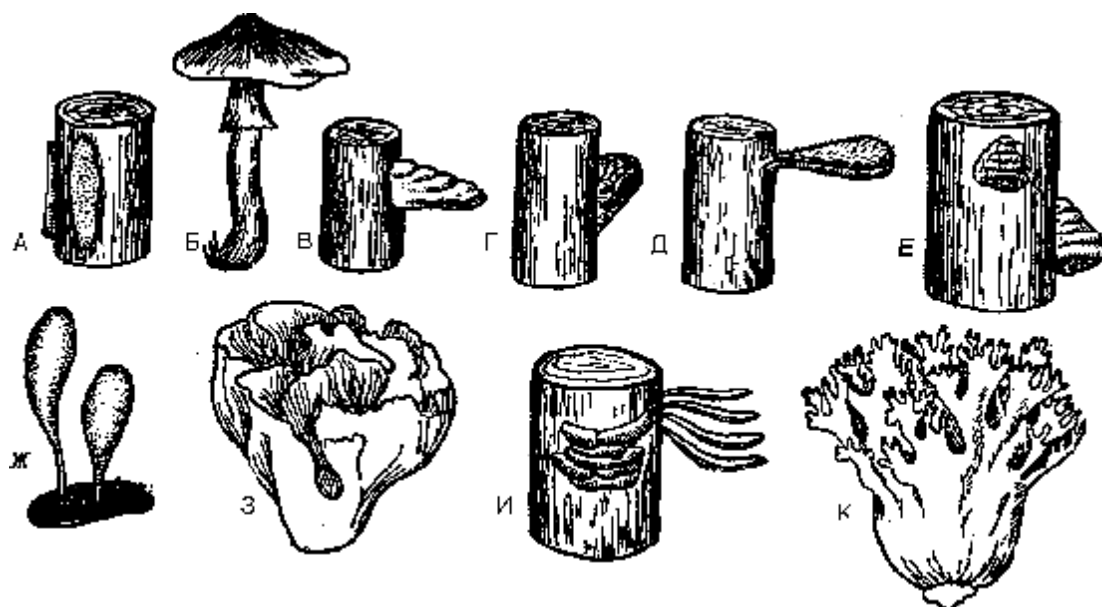
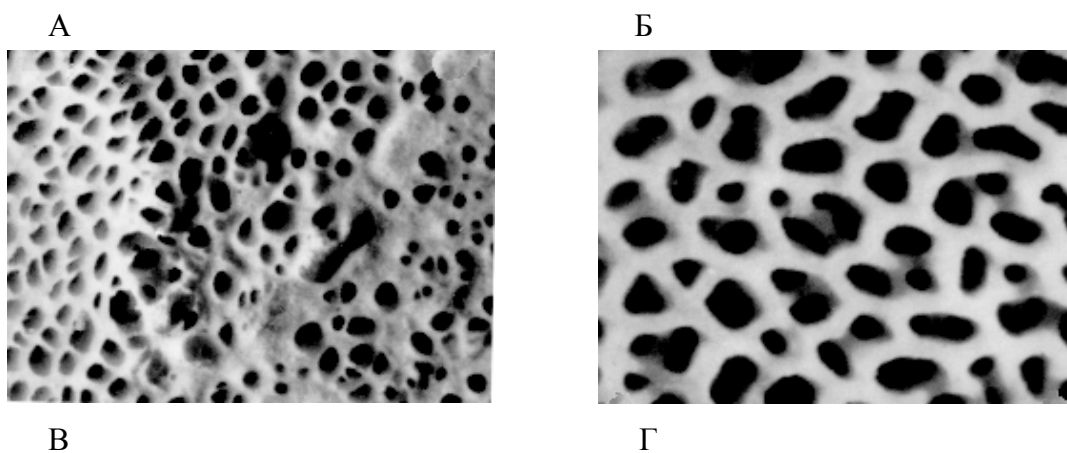


Рис. 21. Типы плодовых тел у афиллофороидных грибов:

А – распростертые; Б – в виде шляпки на ножке; В – в виде боковой шляпки;
Г – желвакообразные; Д – языкообразные; Е – копытообразные; Ж – булавовидные; З – раковинобразные; И – шляпки, расположенные черепитчатыми группами; К – коралловидные

Консистенция ткани (трамы) плодовых тел бывает мяскомясистой, рыхло- или плотной, пленчатой, волокнистой, кожистой, пробковой и деревянистой. У ряда представителей трама окрашена в различные оттенки бурого или рыжеватого-бурого цвета. Базидиомы у афиллофороидных грибов могут быть однолетними, когда они существуют один вегетационный период, и многолетними, функционирующие 3–4 года и более. Гименофор бывает гладкий, складчатый, сетчатый, шиповидный, лабиринтовидный, трубчатый. Форма базидиоспор варьирует от шаровидной или эллипсоидной до веретеновидной или узкоцилиндрической (рис. 22).

Конициальное спороношение у многих афиллофороидных грибов встречается в природе очень редко и не имеет практического значения в распространении данной группы грибов. Большинство афиллофороидных грибов является сапротрофами, обитающими в основном на отмершей древесине, на лесном опаде, реже на почве.



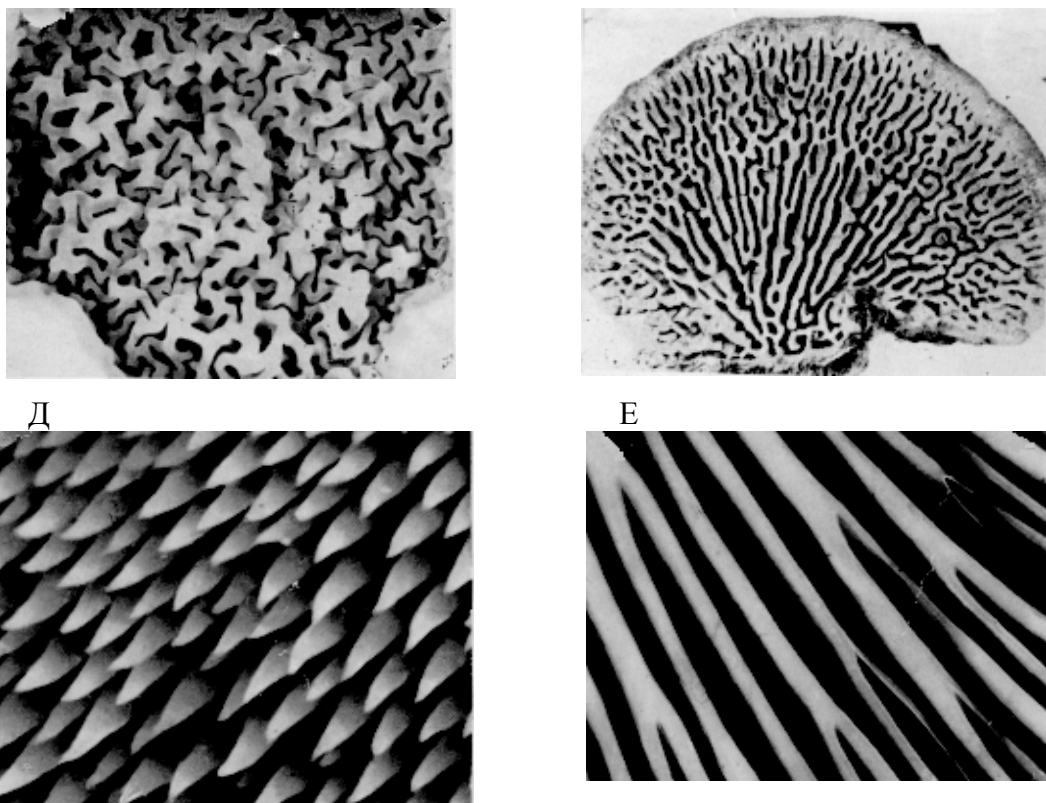


Рис. 22. Типы гименофора у афиллофороидных гименомицетов:
 А, Б – трубчатый; В – ячеистый; Г – дедалевидный; Д – игольчатый; Е – пластинчатый

Среди них имеется группа трутовых грибов, развивающихся на растущих деревьях многих древесных пород. Они разрушают древесину стволов и корней, вызывают образование корневых и стволовых гнилей, чем причиняют большой ущерб лесному хозяйству. В эту группу входят многие трутовики, разрушающие древесину заготовленных лесоматериалов на складах и деревянных конструкции в постройках и сооружениях.

В настоящее время порядок афиллофороидных грибов рассматривается как обширная группа грибов, включающая большое количество порядков. Согласно новой системе, предложенной Пармисто Э.Х., группа афиллофороидных гименомицетов включает следующие основные порядки: пориевые (*Poriales*), гименохетовые (*Hymenochaetales*), телефоровые (*Thelephorales*), кантареллоидные (*Cantharellales*), полипориевые (*Polyporales*), фистулиновые (*Fistulinales*) и бондарцевиевые (*Bondarzewiales*). Ниже приводится краткая характеристика родов афиллофороидных грибов, к которым относятся наибо-

лее распространенные виды, поселяющиеся на растущих деревьях и вызывающие у них стволовые и комлевые гнили.

Род инонотус (*Inonotus*). Плодовые тела однолетние, изредка зимующие. Имеют форму копытообразных или жевлакообразных тел, иногда располагаются черепитчато. Молодые базидиомы водянистые, мягкие. С возрастом ткань плодового тела становится волокнистой либо пробковатой, ржаво-коричневой. Гименофор трубчатый однослойный с мелкими или средними по размерам порами. В качестве представителей этого рода служат:

дубравный трутовик (*Inonotus dryadeus Murr.*), вызывающий белую волокнистую комлевою гниль дуба и других пород;

дуболюбивый трутовик (*Inonotus dryophilus Murr.*), который вызывает пеструю ядровую гниль дуба;

щетиноволосый трутовик (*Inonotus hispidus Karst.*), вызывающий белую трещиноватую ядровую гниль у многих лиственных пород;

скошенный трутовик (*Inonotus obliquus Pil.*), который служит причиной образования белой ядровой гнили березы. Часто образует бесплодные темноокрашенные выросты, известные под названием *чага*.

Род феллинус (*Phellinus*) характеризуется формированием чаще многолетних в виде копытообразных или шляпкообразных плодовых тел. Они имеют деревянистую или пробковато-деревянистую консистенцию. Поверхность плодового тела темно-бурая или черная. Гименофор слоистый трубчатый. К этому роду относится большое количество видов, вызывающих стволовые гнили у хвойных и лиственных пород:

сосновая губка (*Phellinus pini Pil.*) вызывает пеструю ядровую гниль у сосны;

еловая губка (*Ph. chrysoloma Donk.*) служит причиной пестрой ядровой гнили ели;

ложный трутовик (*Ph. igniarius Quel.*) вызывает белую полосатую гниль стволов у многих лиственных пород;

ложный осиновый трутовик (*Ph. tremulae Bond. et Boriss.*) служит причиной образования белой полосатой ядровой гнили осины;

ложный дубовый трутовик (*Ph. robustus Bourd. et Galz.*) вызывает белую полосатую гниль у дуба.

Род полипорус (*Polyporus*). Грибы этого рода имеют плодовые тела в виде шляпок с боковой ножкой. Они кожисто-мясистые или мясисто пробковатые. Сверху покрыты кожицей, иногда с чешуйками. Ткань плодового тела белая или буроватая. Гименофор трубчатый с округлыми или угловатыми порами. В качестве представителя этого рода можно привести чешуйчатый трутовик (*Polyporus squamosus Fr.*), являющийся причиной развития белой ядровой гнили стволов лиственных пород.

Род летипорус (*Laetiporus*) характеризуется формированием од-нолетних плодовых тел. Они имеют форму плоских шляпок, развивающихся часто на общем основании и располагающихся черепитчато. Ткань плодового тела мясисто-пробковатая, гименофор трубчатый с округлыми или угловатыми порами. Сюда относится серно-желтый трутовик [*Laetiporus sulphureus (Bull.) Bond. et Sing.*], вызывающий бурю ядровую гниль стволов у дуба и других древесных пород.

Род фомес (*Fomes*) Плодовые тела у них чаще копытообразные, деревянистые или пробковатые, сверху покрыты твердой коркой. Ткань бурая, войлочная. Плодовые тела многолетние, гименофор трубчатый с округлыми порами. Представителем этого рода является широко распространенный вид – настоящий трутовик (*Fomes fomentarius Kickx.*), являющийся причиной образования белой мраморовидной гнили древесины лиственных пород.

Род гетеробазидион (*Heterobasidion*) характеризуется образованием распростертых или распростерто-отогнутых плодовых тел. Верхняя поверхность их шоколадного или коричневого цвета. Ткань белая или буроватая. Гименофор трубчатый с округлыми или угловатыми порами. К этому роду относятся виды корневой губки, вызывающие загнивание корней у растущих деревьев хвойных пород и формирование комлевой гнили.

Род фомитопсис (*Fomitopsis*) характеризуется формированием многолетних, чаще копытообразных или подушковидных плодовых тел. Верхняя сторона их светло-желтая или киноварно-красная, покрыта твердой глянцевой коркой. Ткань светло желтая, пробковато-деревянистая. На нижней стороне плодового тела располагается гименофор, состоящий из трубочек. Поры у них округлые средней величины. Представителями этого рода являются:

лиственничная губка (*Fomitopsis officinalis* Bond. et Sing.), вызывающая бурую ядровую гниль лиственницы и других хвойных;

окаймленный трутовик (*F. pinicola* Karst.), который служит причиной развития бурой ядрово-заболонной гнили многих хвойных и лиственных пород.

Группа агарикоидные гименомицеты объединяет грибы, имеющие однолетние плодовые тела в виде шляпки, сидящей на ножке. Шляпки у них различаются по размерам, окраске, характеру поверхности и другим признакам. В процессе развития гриба форма шляпки существенно изменяется. Вначале она может быть шарообразной, но по мере созревания уплощается или даже становится воронкообразной. Поверхность шляпки может быть гладкой, волнистой, желобчатой, покрытой толстым или тонким слоем слизи. Диаметр шляпки у разных видов агарикоидных грибов варьирует от нескольких миллиметров до десятков сантиметров. Шляпки грибов имеют разнообразную окраску: белую, желтую, зеленоватую, фиолетовую, красную и т. д. С возрастом цвет их меняется. Мякоть шляпки может быть тонкой, толстой, рыхлой, ломкой. На нижней стороне шляпки располагается плодоносный слой – *гимений*. Он покрывает поверхности радиально расходящихся пластинок, образующих *гименофор*. Гимениальный слой состоит из базидий, несущих базидиоспоры, между ними иногда располагаются бесплодные клетки – цистиды.

У многих агарикоидных грибов плодоносный слой в начале формирования плодового тела прикрыт тонкой пленкой – *покрывалом*, которое к моменту созревания спор разрывается и остается в виде кольца на ножке. У большинства шляпочных грибов преобладают цилиндрическая и обратнобулавовидная формы ножки. Она поднимает шляпку над поверхностью субстрата и способствует лучшему рассеиванию спор. Споры агарикоидных грибов также очень разнообразны и отличаются формой, размерами и окраской. Они играют большую роль при идентификации шляпочных грибов.

Большинство агарикоидных грибов является сапротрофами. Обитают они на почве, лесном опаде, на древесине. К ним относятся такие широко известные съедобные грибы, как шампиньоны, грузди, лисички, сыроежки, волнушки, рядовки и др. Встречаются среди них и ядовитые грибы (бледная поганка, мухоморы, свинушка тонкая и др.). Многие из них являются микоризообразователями.

Среди агарикоидных грибов имеются фитопатогенные виды, которые поселяются на растущих деревьях, вызывая у них разрушение древесины. Это грибы рода *Armillaria* (опенок осенний), являющиеся опасными возбудителями заболонной гнили корней хвойных и лиственных пород, жирная чешуйчатка – *Pholiota adiposa* Fr., вызывающая бурую ямчатую гниль хвойных пород, струпьевидная чешуйчатка – *Pholiota squarrosa* Fr., развивающаяся на стволах лиственных пород. На валежной древесине и пнях часто встречаются такие виды, как летний опенок – *Kuehneromyces mutabilis* (Fr.) Sing. et Smith., зимний гриб – *Flammulina velutipes* (Curt. et Fr.) Sing., вешенка обыкновенная – *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. и др. Некоторые из них широко культивируют во многих странах мира.

К подклассу гомобазидиомицеты относится группа порядков *гастеромицеты*. Это грибы, имеющие замкнутые плодовые тела, внутри которых формируется гимений, несущий базидии с базидиоспорами. Базидиомы в зрелом состоянии могут быть шаровидной, грушевидной, бокаловидной, блюдцевидной или звездообразной формы. Диаметр их у разных видов варьирует от нескольких миллиметров до 50 см и более. Вначале плодовые тела имеют клубневидную форму, могут частично или полностью погружаться в почву либо целиком располагаться на ее поверхности. Ткань его, называемая *глебой*, в молодом возрасте бывает рыхлой, однородной, белой или сероватой. С возрастом в ней образуются полости – камеры различной формы, в которых закладываются и созревают базидии с базидиоспорами. Со временем ткань базидиомы темнеет и приобретает оливковую, оливково-бурую, коричневую или другую окраску. Споры освобождаются в результате местного или общего разрушения оболочки (перидия) базидиомы.

Гастеромицеты в основном почвенные сапротрофы. Их мицелий сильно разветвлен, хорошо развит и обильно пронизывает субстрат, в который он погружен. Значительная часть гастеромицетов поселяется на валежной древесине, древесных полуразрушенных остатках и вызывает их деструкцию. Некоторые из них обитают на почве под пологом леса, образуя с корнями древесных пород микоризу. Основная масса гастеромицетов приурочена к открытым пространствам теплых районов земного шара (тропические леса, саванны, пустыни, полупустыни).

Класс урениномицеты (*Urediniomycetes*)

Общим для грибов этого класса является формирование толсто-стенной покоящейся клетки – *телиоспоры*, которая после определенного периода прорастает и образует базидиоспору, разделенную поперечными перегородками на четыре клетки, каждая из которых несет по одной споре. Плодовые тела (базидиомы) у урениномицетов не образуются. Класс объединяет облигатных паразитов растений и насекомых. Виды, поражающие растения, относятся к порядку ржавчинные грибы.

Порядок ржавчинные (*Uredinales*). Грибы этого порядка паразитируют на многих лесных породах и сельскохозяйственных культурах, вызывая у них заболевание под общим названием *ржавчина*. Мицелий ржавчинных грибов содержит в клетках и спорах оранжево-желтый пигмент, который придает пораженным органам растения характерную оранжево-бурую окраску.

Ржавчинные грибы характеризуются сложным циклом развития. Они образуют в строго определенной последовательности несколько типов спороношений (рис. 23).

Полный цикл развития ржавчинного гриба состоит из следующих пяти спороношений, условно обозначаемых римскими цифрами:

спермогонии со спермациями – 0;

эциоспороношение с эциоспорами, или весенними спорами, – I;

урениноспороношение с урениноспорами, или летними спорами, – II;

телиоспороношение с телиоспорами, или осенними спорами, – III;

базидиоспороношение с базидиоспорами – IV.

Спороношения 0, I и IV чаще образуются весной и называются “весенними”, соответственно II – летом (“летние”) и III – осенью (“осенние”).

Ржавчинные грибы, образующие все пять типов спороношений, относятся к видам с полным циклом развития, а те, у которых какие-то стадии исключаются, – к видам с неполным циклом развития. У многих ржавчинных грибов весь цикл развития проходит на растениях двух различных семейств. Подобные виды относятся к *разнохозяйным* (*разнодомным*) формам ржавчинных грибов. У других видов весь

цикл развития проходит на одном растении-хозяине. Их называют *однохозяйными (однодомными) видами*.

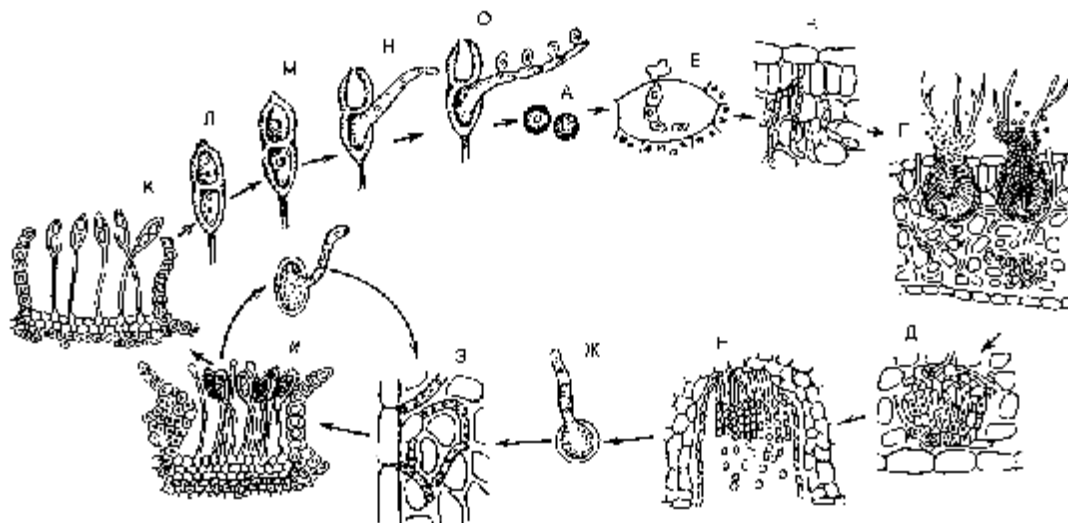


Рис. 23. Цикл развития ржавчинного гриба:

А – базидиоспоры; Б – заражение промежуточного хозяина; В – образование гаплоидного мицелия; Г – спермогоний; Д – образование базальных клеток; Е – эций; Ж – прорастание эциоспоры; З – развитие мицелия в тканях основного растения-хозяина; И – урединиоспороношение гриба; К – телиоспороношение; Л, М – телиоспоры; Н – прорастание телиоспоры и образование базидии; О – образование базидиоспор

Развитие ржавчинных грибов с полным циклом начинается с прорастания зимующих телиоспор, образующих базидии с базидиоспорами. Базидиоспоры ржавчинных грибов раздельнополюе. На базидии образуется по две базидиоспоры разных половых знаков. Последние рассеиваются воздушными потоками и, попадая на восприимчивое растение, их заражают. Первичные гаплоидные гифы, образующиеся при прорастании базидиоспор определенного полового знака, проникают внутрь тканей растения-хозяина. Они образуют плотное округлое сплетение, которое затем преобразуется в маленький кувшинообразный спермогоний, расположенный под эпидермисом листа. В нем формируются очень мелкие споры – *спермации*. Они выделяются наружу через отверстие, находящееся в верхней части спермогония. Спермации не вызывают заражения растений, но играют важную роль в половом процессе. Гаплоидные спермации противоположных знаков копулируют и дают начало дикариотичному мицелию. Дикариотичный мицелий может возникать и при срастании гиф разных половых

знаков. На этом мицелии формируются *эциии*. Они имеют форму корзиночек, или бокальчиков, внутри которых цепочками располагаются *эциоспоры*, или весенние споры. Эциоспоры окрашены в оранжевый или золотисто-желтый цвет. К моменту их созревания эциии раскрываются и споры разносятся потоками воздуха.

Эциоспоры обладают избирательной способностью и могут заражать только определенный круг восприимчивых растений (так называемых промежуточных хозяев). С заражения этих растений начинается развитие *урединоспорония*, или летнего спорония. Прорастающие споры проникают через устьица внутрь тканей растения, формируя мицелий, который распространяется по межклетникам. В дальнейшем под эпидермисом образуется плоское сплетение гиф, на котором появляются овальные оранжевые споры – *урединоспоры*. Они выходят на поверхность пораженного органа в виде продолговатых буровато-оранжевых подушечек и представляют урединопустулы. На них в течение одного вегетационного периода образуется несколько поколений урединоспор (при благоприятных условиях для развития патогена до 8 поколений). Они способствуют широкому расселению патогена и многократному заражению растений.

К концу лета на месте урединоспор на тех же пустулах образуются двухклеточные с толстой темноокрашенной оболочкой – *телиоспоры*, или осенние споры. Они образуют на поверхности пораженного растения телиопустулы в виде черных подушечек или плоских корочек. Последние зимуют, оставаясь жизнеспособными. После перезимовки телиоспоры прорастают, образуют росток, на верхнем конце которого формируется четырехклеточная базидия. Каждая клетка базидии дает по одной базидиоспоре, сидящей на короткой ножке, – стеригме. Базидиоспоры осуществляют первичное весеннее заражение растений.

Порядок ржавчинных грибов делится на два семейства: мелампсоровые и пукциниевые. Для представителей семейства мелампсоровые (*Melampsoraceae*) характерны телиоспоры без ножек, собранные в подушечки или колонки. Они располагаются под эпидермисом либо на поверхности пораженных органов. Основная масса возбудителей болезней древесных пород из порядка ржавчинных грибов относится к семейству мелампсоровые. Это преимущественно разнохозяинные ржавчинники, у которых эциальное спороние образуется на

хвойных породах, а уредино- и телиоспороношения – на покрытосеменных.

Наиболее распространенными патогенами древесных пород являются следующие ржавчинные грибы.

Thecopsora padi Kleb. вызывает ржавчину шишек ели. Эциальная стадия у него образуется на кроющих чешуйках шишек. Эции имеют вид темно-коричневых округлых вздутый диаметром 2–3 мм. Уредино- и телиоспороношения формируются на листьях черемухи.

Melampsora pinitorqua Braun. является возбудителем болезни под названием сосновый вертун, поражающий сеянцы в лесных питомниках и молодые культуры сосны. Вызывает деформацию однолетних неодревесневших побегов, на которых образуется эциоспороношение патогена. Оно имеет вид продолговатых оранжевых подушечек. Промежуточным хозяином у этого гриба служат листья осины и белого тополя, на которых развиваются уредино- и телиоспороношения.

Peridermium pini Kleb. является одним из возбудителей смоляного рака (серянки) сосны. Он вызывает образование открытых просмоленных раковых язв на стволах и ветвях растущих деревьев сосны. Данный гриб относится к ржавчинным грибам с неполным циклом развития. У него формируется только эциальное спороношение в виде желтоватых пузырей, выступающих на коре пораженных ветвей.

К семейству пукциниевых (*Pucciniaceae*) относятся преимущественно облигатные паразиты, вызывающие ряд опасных болезней сельскохозяйственных культур (линейная стеблевая ржавчина злаковых, бурая ржавчина пшеницы, желтая ржавчина злаковых и др.). Телиоспоры у них формируются на ножках, часто образуют плотные или рыхлые подушечки (пустулы) либо телиокучки.

Среди представителей этого семейства имеются виды, паразитирующие на древесных и цветочных культурах. Среди них *Gymnosporangium juniperum* Mart. (вызывает засыхание хвои можжевельника), *Phragmidium disciflorum* Jams. (возбудитель ржавчины роз), *Uromyces caryophyllinus* Wint. (является возбудителем ржавчины гвоздики и других цветочных растений).

Класс устилягиномицеты (*Ustilaginomycetes*)

У грибов этого класса базидии образуются при прорастании характерных толстостенных головневых спор (устилягоспор), разви-

вающихся внутри или на концах дикариотичных гиф мицелия. Плодовые тела не образуют. К данному классу относится многочисленный порядок головневых грибов, представленный патогенами различных сельскохозяйственных культур. Они поражают цветки, завязи, листья, стебли. В результате их деятельности пораженные органы выглядят как обугленные и покрытые сажей, в связи с чем такие заболевания растений, вызываемые головневыми грибами, носят название *головни*. Образующаяся в пораженных органах темная пылящаяся масса, сходная с сажей, представляет скопление спор головневых грибов. Такие скопления спор обычно замещают пораженные части растения и носят название *сорусов*, а споры, находящиеся в них, именуют устиягоспорами. Они имеют плотную оболочку, окрашены в темный цвет и способны переносить неблагоприятные условия внешней среды. Цикл развития головневых грибов складывается из чередования различных фаз, представленных мицелием, устиягоспорами, затем базидиями, несущими базидиоспоры.

В зависимости от строения и типа соруса различают пыльную, твердую, пузырчатую, стеблевую и другие виды головни. Головневые грибы наносят большой ущерб сельскому хозяйству. Наиболее часто встречаются такие болезни, как пыльная головня пшеницы (возбудитель *Ustilago tritici* Jens.), пыльная головня ячменя (возбудитель *U. nuda* Rostr.), твердая головня пшеницы (возбудитель *Tilletia caries* Tul.) и др. Среди головневых грибов возбудителей болезней древесных пород не отмечено.

2.5.6. Отдел анаморфные, несовершенные, или митоспоровые грибы (Deuteromycota)

Отдел анаморфные, или несовершенные грибы, объединяет грибы, имеющие хорошо развитый септированный мицелий, состоящий из многоядерных клеток. Половые стадии развития у них отсутствуют, в связи с чем весь жизненный цикл у них проходит в гаплоидной стадии, без смены ядерных фаз. Большинство несовершенных грибов размножается только при помощи спор бесполого размножения – конидий, образующихся на гаплоидном мицелии. Конидиальные спороношения у них отличаются большим разнообразием (рис. 24).

Конидии могут формироваться непосредственно на мицелии или на специализированных ответвлениях гиф – конидиеносцах, различающихся по форме и характеру ветвления.

Конидиеносцы располагаются поодиночке, группами в виде пучков (*коремий*) либо сплошного слоя на округлых или плоских подушечках. У многих видов они заключены в специальные шаровидные или кувшиновидные вместилища – *пикниды*, имеющие на верхушке выводное отверстие (устьице). Короткие конидиеносцы сплошным слоем покрывают внутренние стенки пикниды либо располагаются пучком, прикрепленным к ее основанию. Зрелые конидии, отделившиеся от конидиеносцев, скапливаются в полости пикниды. Они часто погружены в слизистое вещество и выдавливаются из пикнид в виде тонких нитей или отдельных капель. Конидии у дейтеромицетов могут быть светлые или темноокрашенные, одно- или многоклеточные, шаровидной, эллипсовидной или нитчатой формы. У немногих представителей отдела конидиальные спороношения отсутствуют. Такие грибы развиваются только в виде мицелия (стерильные мицелии). При наступлении неблагоприятных условий они часто образуют склероции.

Для многих видов дейтеромицетов установлены половые спороношения (сумчатые или значительно реже базидиальные). Однако их по-прежнему относят к отделу анаморфных грибов, так как конидиальная стадия у них проходит на живых растениях, причиняя основной вред больным растениям, в то время как половые спороношения у них, как правило, формируются на отмерших частях и не имеют существенного значения в развитии патогена и вызываемого им заболевания.

Дейтеромицеты широко распространены в природе. Многие из них обитают как сапротрофы в почве на различных растительных остатках и принимают активное участие в разложении органических веществ и в почвообразовательном процессе. Некоторые из них являются продуцентами биологически активных веществ. Они используются при производстве антибиотиков, ферментов и органических кислот. Значительная группа дейтеромицетов паразитирует на древесных породах, вызывая у них различные заболевания, нанося тем самым большой ущерб лесному хозяйству.

Отдел дейтеромицетов включает три класса: гифомицеты, целомицеты и агонимицеты (стерильные мицелии).

Класс гифомицеты (*Hyphomycetes*)

Это наиболее обширный и разнообразный в морфологическом и экологическом отношении класс анаморфных грибов. В него входят

виды, образующие одиночные конидиеносцы либо конидиеносцы, собранные в пучки (*коремии*) или в подушечки (*спородохии*). У большинства гифомицетов конидиеносцы выходят на поверхность субстрата через устья или разрывы покровных тканей. Они могут быть простыми в виде коротких вытянутых клеток или различным способом разветвленные.

Гифомицеты широко распространены в природе и имеют большое хозяйственное значение в жизни человека. Среди них встречается много фитопатогенных грибов, вызывающих опасные болезни древесных пород. Гифомицеты подразделяются на ряд порядков, семейств и большое количество родов. Кратко рассмотрим несколько родов, в состав которых входят патогены древесных пород.

Род ботритис (*Botrytis*). Представители этого рода образуют обильный серый налет, состоящий из мицелия и древовидно разветвленных конидиеносцев, на которых формируются одноклеточные конидии. Среди них наибольшее распространение имеет *ботритис серый* (*Botrytis cinerae Pers.*). Он является возбудителем серой гнили многих растений, в том числе сеянцев древесных пород. Особенно большой ущерб причиняет сеянцам, выращиваемым в теплицах или под полиэтиленовой пленкой при нарушении режима проветривания и полива.

Род графийум (*Graphium*). Конидиеносцы у грибов этого рода собраны в вертикальные пучки (*коремии*), в верхней части которой образуются конидии. Его виды представляют конидиальные споронии сумчатых грибов из порядка микроасковые. Они вызывают сосудистые болезни у лиственных пород. Типичным представителем этого рода является аскомицет *цератоцистис вязовый* (*Ceratocystis ulmi*), являющийся возбудителем голландской болезни ильмовых пород. Развитие этого гриба в основном проходит в конидиальной стадии, от которой он получил самостоятельное название *Graphium ulmi*.

Род вертициллиум (*Verticillium*). Для грибов этого рода характерны мутовчато разветвленные конидиеносцы, на которых формируются одноклеточные мелкие конидии. Некоторые виды вызывают увядание овощных, ягодных, плодовых культур, также усыхание многих лиственных пород. Так, *V. dahliae* является причиной вертициллезного усыхания (вилта) клена, липы и других лиственных пород.

Род кладоспориум (*Cladosporium*). Конидиеносцы у грибов этого рода слабо разветвленные в виде пучков, выходящих через устьица на поверхность пораженных органов. Конидии одноклеточные или с одной-двумя перегородками. Из фитопатогенных видов следует указать *кладоспориум темно-оливковый* (*C. herbarum*). Он поселяется на ослабленных сеянцах древесных пород и вызывает у них темно-оливковую плесень.

Род фузариум (*Fusarium*). Грибы этого рода образуют два типа конидий – макро- и микроконидии. Макроконидии имеют характерную серповидно изогнутую форму с несколькими поперечными перегородками. Многие из них являются возбудителями болезней растений. Так, *фузариум остроспоровый* (*F. oxysporum*) вызывает массовое поражение молодых всходов древесных и кустарниковых пород в питомниках под названием *полегание сеянцев*.

Род туберкулярия (*Tubercularia*). Для грибов этого рода характерно формирование ярко-красных подушечек, на поверхности которых располагаются простые конидиеносцы, несущие одноклеточные конидии. Из них представляет интерес *T. vulgaris*, вызывающий усыхание побегов и ветвей у многих древесных пород.

Среди гифомицетов имеются виды, обладающие высокой антагонистической активностью по отношению ко многим возбудителям болезней сельскохозяйственных культур и древесных пород. Например, грибы из рода *Trichoderma* и *Trichothecium*. Биопрепараты, созданные на базе этих грибов, используют для защиты культивируемых растений от многих болезней.

Класс целомицеты (*Coelomycetes*)

Грибы этого класса характеризуются формированием конидиальных спороношений типа ложе и пикнида. Они подразделяются на два порядка: меланкониальные и сферопсидальные грибы.

Порядок меланкониальные (*Melanconiales*). К этому порядку относятся грибы, у которых конидиеносцы собраны на плоском или дискообразном сплетении гиф мицелия в виде плотного палисадного слоя. Такой тип конидиального спороношения принято называть *ложе*. У фитопатогенных видов оно вначале погружено в субстрат и сверху прикрыто слоем эпидермиса, кутикулы или перидермы расте-

ния-хозяина. К моменту созревания конидий прикрытие разрывается и они, часто погруженные в слизь, выходят наружу.

Паразитные меланкониальные грибы вызывают у растений чаще всего заболевания типа пятнистости и антракнозы, характеризующиеся изъязвлением тканей. Наиболее распространенные возбудители болезней древесных пород из этого порядка относятся к следующим родам.

Род глеоспориум (*Gloeosporium*). Для рода характерны яйцевидные, светлые, одноклеточные конидии, ложе без щетинок. Представители рода вызывают антракнозы смородины, малины, желудей дуба. Так, *G. quercinum* West. поражает желуди дуба во время их зимнего хранения. На них вначале образуются мелкие желтовато-бурые подушечки мицелия, на которых формируются скопления конидий. При сильном поражении на поверхности семядолей появляются мелкие язвочки, а затем желуди ссыхаются и теряют всхожесть.

Род марсонина (*Marssonina*). У представителей этого рода конидии состоят из двух клеток, формируют темнокрашенные ложе, выступающие на поверхность пораженных органов. Среди них встречаются грибы, вызывающие бурую пятнистость листьев древесных пород. Например, *M. betulae* при развитии на листьях березы вызывает появление темно-коричневых округлых пятен диаметром до 4–5 мм. При сильном развитии болезни происходит преждевременное засыхание и опадение листьев.

Род цилиндроспориум (*Cylindrosporium*). Конидии у грибов этого рода нитевидные, бесцветные. Среди представителей рода имеются возбудители опасных болезней плодовых деревьев и кустарников. Так, *C. hiemale* Higg. вызывает опасное заболевание косточковых пород – коккомикоз вишни и черешни. Это конидиальная стадия сумчатого гриба – *Coccomyces hiemalis* Higg.

C. ulmi Vassil. при своем развитии образует бурую пятнистость листьев вяза.

Порядок сферопсидальные, или пикнидиальные, грибы (*Sphaeropsidales, Pycnidiales*). В этом порядке объединены анаморфные грибы, у которых конидиеносцы располагаются в особых споровместилищах – пикнидах. Пикниды могут быть различной консистенции и окраски, шаровидной или грушевидной формы, иногда приплюснутые. Располагаются они поодиночке либо группами в стромах

гриба или ткани растения-хозяина. Конидии, образующиеся в пикнидах, обычно погружены в слизь, наружу выходят через отверстие в верхней части при набухании плодового тела. Многие пикнидиальные грибы являются сапротрофами (обитают на растительных остатках, в почве), некоторые могут вызывать повреждения различных древесных материалов и промышленных изделий. Значительная часть из них представлена патогенами высших растений, в том числе и древесных пород. Наиболее распространенными заболеваниями, вызываемыми пикнидиальными грибами, являются пятнистости, некрозы, гнили и др.

Фитопатогенные виды древесных пород относятся к следующим родам.

Род цитоспора (*Cytospora*). Пикниды у грибов этого рода образуются по несколько штук в стромах погруженных в ткань пораженных органов. Конидии одноклеточные, мелкие, слегка изогнутые. Виды рода цитоспора представляют собой конидиальные стадии сумчатых грибов семейства вальсовыые. Они вызывают ряд болезней древесных пород. Так, *C. chrysosperma* является возбудителем широко распространенной болезни – бурого некроза ветвей и стволов тополя; *C. intermedia* Sacc. поражает желуди дуба во время их зимнего хранения.

Род септория (*Septoria*). Характеризуется формированием шаровидных или приплюснутых пикнид, в которых образуются веретеновидные или нитевидные конидии с поперечными перегородками. Большинство видов этого рода является патогенами растений, вызывающими у них пятнистости листьев, плодов, побегов (так называемые септориозы). Например, *S. quercina* Desmoz. выступает в качестве возбудителя бурой пятнистости листьев дуба и т.д.

Род сферопсис (*Sphaeropsis*). Грибы этого рода имеют шаровидные пикниды, в которых формируются яйцевидные темноокрашенные конидии. К этому роду относится возбудитель черного рака плодовых деревьев (*S. malorum* Peck.). На листьях яблони он вызывает образование коричневых пятен, на которых к осени образуются пикниды. Гриб кроме листьев также поражает плоды, скелетные ветви и стволики. На них со временем появляются вдавленные красно-бурые пятна. Кора в этих местах отмирает, отделяется от древесины, последняя приобретает темную окраску. Зараженные деревья погибают через несколько лет после заражения.

Класс агонимицеты, или стерильные мицелии (*Agonomycetes, Mycelia sterilia*)

Грибы этого класса отличаются тем, что в жизненном цикле их отсутствуют спороношения, а все развитие протекает в стадии мицелия и склероция. Образование склероциев на пораженных частях растений является типичным признаком болезней, вызываемых грибами этого класса.

Класс включает два рода: склероциум и ризоктония.

Род склероциум (*Sclerotium*) характеризуется наличием хорошо развитого светлоокрашенного мицелия, склероции мелкие, округлые. Виды этого рода паразитируют на многих сельскохозяйственных и цветочных культурах. Они часто вызывают гнили растительных тканей. Пораженные части растений становятся серовато-черными от обильного образования черных мелких склероциев.

Род ризоктония (*Rhizoctonia*). Грибы этого рода формируют темноокрашенный мицелий и темные неправильной формы склероции. Некоторые виды рода *Rhizoctonia* (например, *Rh. solani*) могут вызывать такие распространенные болезни, как черную ножку, паршу картофеля, полегание сеянцев и корневые гнили у многих культурных растений.

Глава 3. БАКТЕРИИ, ВИРУСЫ, МИКОПЛАЗМЫ, ВЫСШИЕ ЦВЕТКОВЫЕ РАСТЕНИЯ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Возбудителями инфекционных болезней древесных пород, кроме фитопатогенных грибов, могут быть бактерии, вирусы, микоплазмы, фитонематоды и высшие цветковые растения. Болезни древесных пород, вызываемые этими организмами, менее многочисленны в лесных насаждениях и причиняют меньший хозяйственный вред лесному хозяйству.

3.1. Фитопатогенные бактерии

3.1.1. Морфология и систематика бактерий

Бактерии по таксономическому положению относятся к царству дробянки (*Mychota*), надцарству прокариоты (*Procariota*). Они являются типичными прокариотами, не содержащими настоящего ядра. Ядерное вещество у них рассеянно по всей цитоплазме клетки диффузно или в виде мелких зерен. В клетках также отсутствуют вакуоли, митохондрии. Клеточные стенки бактерий по строению существенно отличаются от грибов. Они не содержат хитина и целлюлозы, опорный каркас их представлен гликопептидом *муреин*. Кроме того, в клеточной стенке присутствуют аминокислоты, которые не встречаются у других организмов. Клеточная стенка у бактерий проницаема, через нее осмотическим путем происходит поступление питательных веществ внутрь клетки. По форме бактерии подразделяются на кокки (шаровидные или сферические), палочки (цилиндрические), спириллы (спиралевидные), вибрионы (в виде запятой) и другие виды (рис. 25).

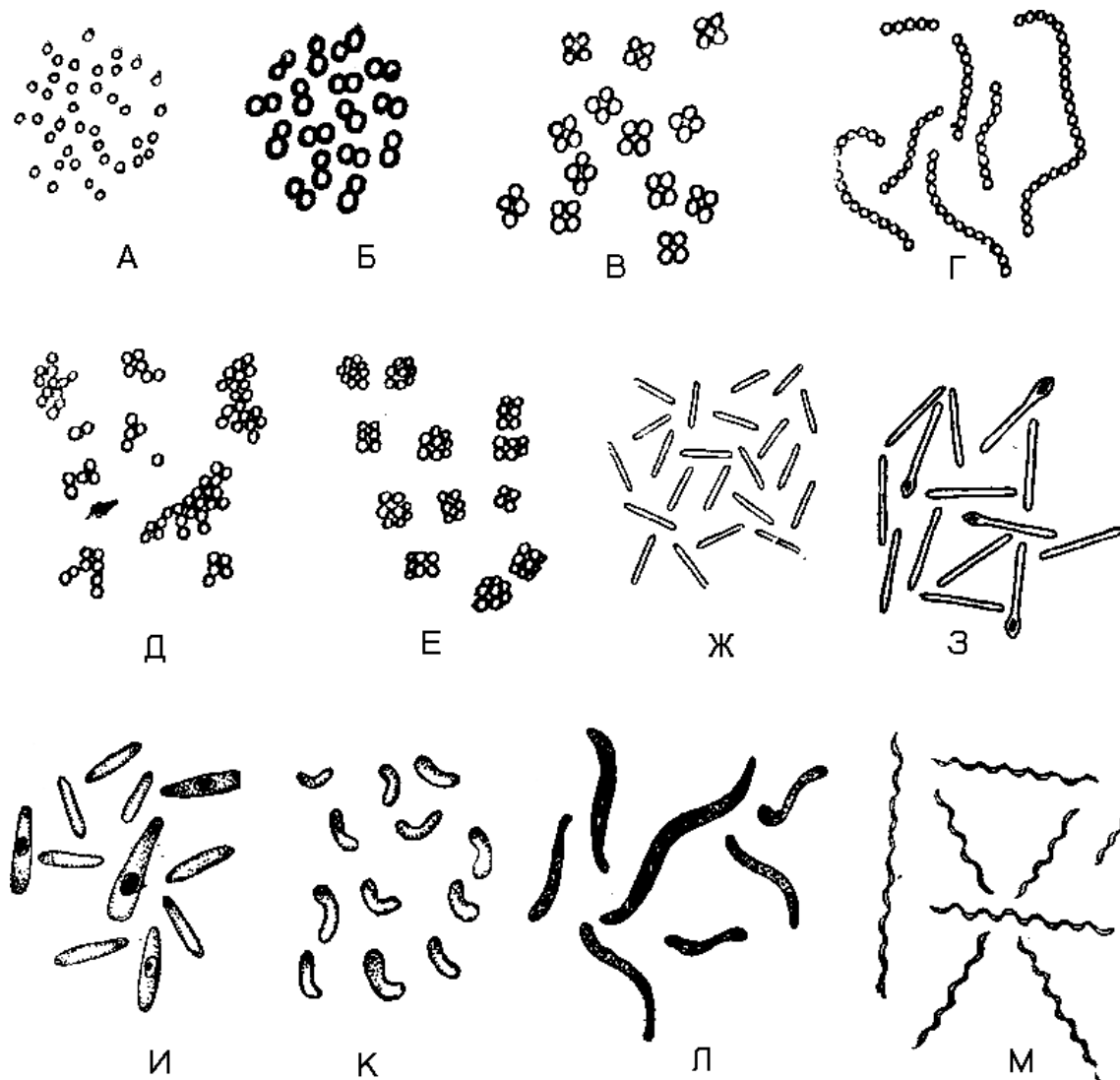


Рис. 25. Различные формы бактерий:

А – микрококки; Б – диплококки; В – тетракокки; Г – стрептококки; Д – стафилококки; Е – сарцины; Ж – бактерии; З – бациллы со спорами на концах; И – бациллы со спорами в середине; К – вибрионы; Л – спириллы; М – спирохеты

Бактерии – это мельчайшие, в основном одноклеточные живые организмы. Их можно увидеть только под микроскопом при сильном увеличении. Длина бактериальных клеток у большинства фитопатогенных видов колеблется от 1 до 3 мкм, ширина 0,3–0,6 мкм. Почти все патогены древесных пород имеют палочковидную форму, чаще всего палочки прямые с закругленным концом, реже встречаются слегка изогнутые с булавовидными вздутиями на концах.

Благодаря микроскопическим размерам бактерии легко проникают в ткани растущих деревьев через различные естественные отвер-

ствия, а также через мельчайшие механические повреждения покровных тканей. Большая часть фитопатогенных бактерий подвижна. Они активно передвигаются с помощью особых выростов – *жгутиков* или *ресничек*, имеющих вид тонких нитей. Их длина равна длине клетки, а нередко превышает ее в несколько раз. Подвижные бактерии могут иметь один или несколько жгутиков. В зависимости от места расположения жгутиков они подразделяются на *монотрихи* (имеют один полярный жгутик), *лофотрихи* (несколько жгутиков в виде пучка располагаются на одном конце) и *перитрихи* (жгутики располагаются по всей клетке). У большинства подвижных фитопатогенных бактерий жгутики располагаются на концах клеток (полярно), реже встречается перитрихальное расположение жгутиков.

У некоторых фитопатогенных бактерий оболочка покрыта тонким слизистым слоем, который обладает способностью разбухать, в результате чего на поверхности бактериальной клетки образуется желатиноподобный чехол или капсула. Слизистая капсула играет большую роль при выживании бактерий в неблагоприятных условиях: они становятся более выносливыми к неблагоприятным факторам внешней среды. Кроме того, слизистое вещество у ряда бактерий (представители родов псевдомонас и ксантомонас) содержит токсины, определяющие их патогенность – способность поражать живые растения. Благодаря слизистой оболочке во влажную погоду бактериальные клетки выходят на поверхность пораженных растений в виде экссудата или скоплений слизи.

По способности окрашиваться бактерии делятся на грамположительные и грамотрицательные. Бактериальные клетки окрашивают раствором генцианвиолета или йода, а затем обесцвечивают этиловым спиртом. После такой обработки у одних видов краситель вымывается из стенок, и они обесцвечиваются, а у других прочно связывается, и они остаются синими. Бактерии, удерживающие краситель, называют *грамположительными*, а обесцвечивающиеся – *грамотрицательными*. Почти все фитопатогенные бактерии грамотрицательные, лишь несколько видов рода квалибактер грамположительные.

По характеру питания фитопатогенные бактерии – гетеротрофы. Они питаются готовыми органическими веществами и нередко приурочены к определенному субстрату. Среди них нет облигатных паразитов, способных развиваться только в живых тканях растения-хозяина. Все известные возбудители бактериальных болезней расте-

ний могут расти и размножаться на питательных средах. На твердых питательных средах они образуют типичные по окраске и форме для данного вида колонии.

По степени паразитической активности фитопатогенные бактерии делятся на факультативные сапротрофы и факультативные паразиты, или полусапротрофы.

К *факультативным сапротрофам* относятся бактерии, приспособившиеся к паразитированию на живых растениях, но способные в тех или иных условиях развиваться вне живого организма. Примером такого факультативного сапротрофа может служить возбудитель корневого рака древесных и плодовых пород – *Agrobacterium tumefaciens*.

К *факультативным паразитам, или полусапротрофам*, относятся бактерии, обычно ведущие сапротрофный образ жизни, но при определенных условиях способные поселяться на живых растениях и вызывать у них заболевания. К ним относятся различные расы *Pseudomonas fluorescens*, обуславливающие развитие мягкой гнили ряда растений (желудей дуба, картофеля, капусты и др.).

Патогенные свойства бактерий связаны с активностью их гидролитических ферментов и токсинов. Большинство фитопатогенных бактерий, вызывающих гнили, способны синтезировать экзоферменты, растворяющие срединные пластинки клеточных стенок – пектиназы, протопектиназы, полигалактуроназы. С помощью этих ферментов пораженные ткани растения подвергаются разложению. Патогенные бактерии могут выделять в окружающую среду токсины, последние, воздействуя на ткани растения, вызывают их отмирание и увядание пораженных органов.

У большинства фитопатогенных бактерий преобладает бесполое размножение путем простого деления. При этом содержимое клетки разделяется на две равные части, между которыми формируется клеточная стенка. В результате образуются две дочерние клетки. Часто они не отделяются друг от друга, развиваются попарно или небольшими цепочками. Иногда наблюдается дробление материнской клетки на несколько дочерних и размножение почкованием. При оптимальных условиях размножение бактерий идет очень быстро: примерно через 20–30 мин их число удваивается. На искусственных питательных средах они образуют крупные скопления (колонии), чаще округлой формы с ровными краями. Окраска колоний зависит от типа синтези-

руемых водонерастворимых пигментов. Например, колонии ксантомонас имеют желтое окрашивание.

Фитопатогенным бактериям свойственна высокая изменчивость. У них постоянно возникают новые формы и биотипы, обладающие различной патогенностью по отношению к растению-хозяину. Наследственные изменения происходят в результате спонтанных мутаций и рекомбинаций генов или другими путями.

Условия окружающей среды оказывают большое влияние на рост и развитие фитопатогенных бактерий. Они начинают расти и размножаться при 5–10°C, оптимальная температура находится в пределах 25–30°C, прекращается развитие бактерий при 35–40°C. Большинство бактерий развивается при высокой влажности среды (80–100%). Для их развития наиболее благоприятна нейтральная или слабощелочная среда субстрата. По отношению к кислороду все фитопатогенные бактерии являются типичными аэробами. Свет неблагоприятно действует на большинство бактерий. Прямые солнечные лучи вызывают их отмирание. Поэтому солнечное освещение является одним из факторов, ограничивающих развитие и распространение бактерий в природе.

Согласно современной и общепринятой номенклатуре, все фитопатогенные бактерии относятся к классу *Eu-bacteriae*, порядку *Eu-bacteriales*. Этот порядок включает несколько семейств, групп и родов. Большинство фитопатогенных бактерий, вызывающих бактериозы древесных и кустарниковых пород, относятся к родам *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Agrobacterium*, *Erwinia* и др.

Род псевдомонады (*Pseudomonas*) объединяет неспорообразующие бактерии с одним или несколько полярно расположенными жгутиками (иногда без них). Они способны синтезировать желтовато-зеленый пигмент (флуоресцин). Большинство представителей этого рода вызывает образование наростов, вздутий, другие – поражение сосудистой системы надземных органов растений.

Род ксантомонады (*Xanthomonas*) включает грамотрицательные, неспорообразующие бактерии с одним полярно расположенным жгутиком. Они способны синтезировать желтый нерастворимый в воде пигмент. Многие виды этого рода вызывают паренхиматозные и сосудистые некрозы растений.

Род агробактерии (*Agrobacterium*) объединяет граммотрицательные неспорообразующие подвижные палочки с одним-четырьмя перитрихальными жгутиками. Многие из них обитают в почве, заражают корни или подземные части растений, вызывая разрастание тканей, образование опухолей на пораженных растениях.

Род эрвиния (*Erwinia*) включает неспорообразующие подвижные бактерии с перитрихальными жгутиками. Большинство из них вызывают некрозы или мокрые гнили различных растений.

Фитопатогенные бактерии проникают внутрь растения через мельчайшие естественные отверстия (устьица, чечевички, нектарники и др.), а также через всевозможные повреждения покровных тканей (раны, градобоины, повреждения, вызываемые насекомыми, грызунами, животными, человеком и т. д.). Проникая внутрь растения, они вызывают различные типы бактериальных болезней (бактериозов).

3.1.2. Типы бактериозов и методы их диагностики

По внешним признакам поражения и характеру патологического процесса выделяют три основных типа бактериозов древесных и кустарниковых пород: паренхиматозные, гиперпластические и сосудистые.

1. Паренхиматозные бактериозы характеризуются поражением паренхимных тканей различных органов древесных растений. Они, как правило, сопровождаются отмиранием молодых тканей и чаще носят местный характер. К ним относятся пятнистости, ожоги, гнили.

Пятнистости возникают при поражении паренхимных тканей листьев, побегов, плодов. От пятнистостей грибного происхождения они отличаются наличием светлого, бледно-зеленого окаймления и тем, что их возбудители не образуют наружных бактериальных скоплений. Бактерии, проникнув в межклеточные пространства, размножаются и своими токсинами вызывают отмирание (некроз) тканей пораженного органа. При благоприятных условиях, особенно в дождливую погоду, некрозы распространяются от места заражения, захватывая новые участки. Некротические участки часто сливаются, образуя обширные некрозы, приводящие к отмиранию пораженных органов. Примерами бактериальных пятнистостей могут служить: пятнистость

листьев и плодов ореха грецкого (возбудитель – *Xanthomonas juglandis* *Pierse*), дырчатая пятнистость косточковых (*X. pruni* (*Sm.*) *Dowson*), пятнистость листьев смородины (*X. heterocea* *Gorl.*) и др.

Ожоги могут быть на различных надземных органах древесных пород. При этом заболевании происходит быстрое отмирание и почернение цветочных и листовых почек, цветов, молодых листьев и побегов, а иногда и стволиков. Из пораженных органов может вытекать мутная жидкость (экссудат, содержащий множество бактерий). Она впоследствии застывает в виде отдельных капель и подтеков. Среди болезней этой группы наиболее часто встречаются бактериальный ожог шелковицы (возбудитель – *Pseudomonas mori* *Stevens*), ожог сирени (*P. syringae* *van Hall.*), бактериальный ожог груши (*P. piri* *Gorl.*) и др.

Гнили возникают при поражении органов, богатых питательными веществами (плоды, клубни, луковицы, корни). Бактерии, являющиеся возбудителями гнилей, выделяют пектолитические ферменты, разрушающие срединные пластинки клеточных стенок. Под действием их пораженные органы превращаются в бесформенную слизистую массу, часто с неприятным запахом. Примером такого рода гнилей может служить поражение желудей дуба, вызываемое бактериями из рода *Erwinia*.

2. Гиперпластические бактериозы характеризуются образованием на различных органах древесных пород наростов – опухолей различной формы и размеров. Они формируются в результате усиленного беспорядочного деления клеток под действием токсинов патогена. Важнейшими заболеваниями этого типа являются поперечный опухолевидный рак дуба (возбудитель – *P. quercus* *Schem.*), опухолевидный рак стволов ясеня (*P. fraxini* *Vuill.*), корневой рак древесных и плодовых пород (*Agrobacterium tumefaciens* *Conn.*), бактериальный рак тополя (*P. remifaciens* *Koning.*), бугорчатый рак сосны (*P. pini* *Vuill.*).

3. Сосудистые бактериозы обычно вызывают общее поражение растений и их увядание. При этом типе заболевания бактерии размножаются в проводящих тканях, заполняют полости сосудов густой слизистой массой, препятствуют нормальному транспорту воды от корней к наземным органам растения. Токсины бактерий также вызывают отмирание паренхимных клеток, расположенных вокруг сосудов. Эти нарушения приводят к быстрому отмиранию пораженных органов и

всего растения. Сосудистым бактериозам преимущественно подвергаются сельскохозяйственные и цветочные культуры. На древесных породах встречается бактериальная водянка, вызываемая фитопатогенными бактериями из рода *Erwinia*. В качестве примера можно привести сосудистое увядание ивы, вызываемое бактерией *Erwinia salicis* Chester.

Среди сапротрофных бактерий встречаются виды, которые способны поселяться на грибнице и спороношениях фитопатогенных грибов и вызывать их лизис и отмирание. Эта группа так называемых *миколитических бактерий* используется в лесном и сельском хозяйстве для защиты культивируемых растений от ряда грибных болезней (мучнистой росы дуба и др.).

Диагностика бактериальных болезней осуществляется несколькими методами: тщательным анализом внешних симптомов пораженного растения, микроскопическим анализом пораженных тканей, изоляцией, подробным изучением и диагностикой возбудителя. Чаще всего для установления причины заболевания используют комплекс симптомов поражения с микроскопическим анализом свежих пораженных тканей. Приготовленные препараты окрашивают специальными красителями для лучшей видимости бактериальных клеток в ткани растения-хозяина. В отдельных случаях выделяют возбудителя из пораженных частей растения в чистую культуру. На основе изучения морфологических и физиолого-биохимических признаков устанавливают его таксономическое положение и проверяют патогенность путем искусственного инфицирования исследуемого растения.

Высокая достоверность обеспечивается при использовании для диагностики бактериозов растений серологического метода. Он основан на свойствах кровяной сыворотки животных, которые она приобретает после введения в нее чистых культур какого-либо вида бактерий, – давать специфическую реакцию в присутствии тех же или близких видов. При использовании этого метода смешивание капли специфической сыворотки с чистой культурой бактерий производится на предметном стекле. В случае положительной реакции ясно заметно выпадение осадка.

Меры борьбы с фитопатогенными бактериями в основном сводятся к профилактическим и истребительным мероприятиям: созда-

нию оптимальных условий для роста и развития лесных насаждений, использованию здорового посадочного материала, уничтожению источников инфекции, переносчиков фитопатогенных бактерий.

3.2. Фитопатогенные вирусы

3.2.1. Строение и биология вирусов

Фитопатогенные вирусы представляют обширную группу мельчайших (субмикроскопических) возбудителей болезней растений. Для них характерны ультрамикроскопические размеры, способность развиваться только в живых клетках растения-хозяина (облигатный паразитизм), отсутствие клеточного строения, своеобразное строение вирусных частиц (вирионов).

Вирион представляют собой одиночную или двойную нить нуклеиновой кислоты, окруженную белковой оболочкой (капсидом). Большинство фитопатогенных вирусов в качестве инфекционного начала содержат рибонуклеиновую кислоту (РНК). Ее содержание в вирионах изменяется в широких пределах (от 1 до 45% массы). Остальная часть вириона у большинства растительных вирусов представлена белком, который в виде оболочки защищает нуклеиновую кислоту. Оболочка состоит из белковых субъединиц, которые часто располагаются по спирали. В молекуле белка содержатся до 20 различных аминокислот. Вид, число и последовательность аминокислот определяют первичную структуру белков. Тонкая структура белковых оболочек вирионов используется при диагностике вирусных болезней растений. Форма вирионов определяется строением белковой оболочки.

По форме фитопатогенные вирусы подразделяются на четыре группы: палочковидные, нитевидные, сферические и бациллоподобные. При этом каждый вирус имеет характерную для данного вида форму и размеры. Чаще встречаются вирусы, имеющие сферическую или палочкообразную форму (рис. 26), реже изогнуто-нитевидную. Размеры вирионов, как уже отмечалось, очень малы. Они проходят через бактериальные фильтры и недоступны для наблюдения даже при самых сильных увеличениях световых микроскопов. Лишь с появлением электронных микроскопов, увеличивающих объекты исследования в десятки тысяч раз, было начато изучение и измерение вирионов. Ус-

тановлено, что для каждого вида вируса характерны соответствующие размеры. Так, диаметр у изометрических вирусов, имеющих сферическую форму, колеблется в пределах от 17 до 75 нм. Палочковидные и нитевидные вирусы имеют длину от нескольких десятков до 2000 нм при диаметре 3–10 нм.

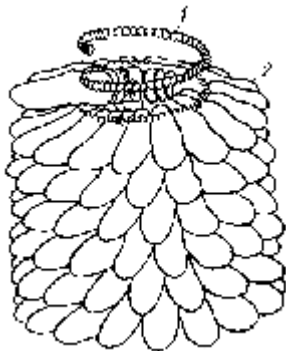


Рис. 26. Схема вируса табачной мозаики (ВТМ):

1 – цепь рибонуклеиновой кислоты; 2 – белковый каркас

и нуклеиновой кислоты. Вновь синтезированная нуклеиновая кислота (РНК) и вирусный белок идут на построение новых вибрионов. Этот процесс в живых клетках растения-хозяина протекает с колоссальной быстротой. Например, через четыре недели после заражения табака вирусом табачной мозаики количество вирусных частиц в этом растении увеличивается в миллион раз.

Вирусы в живых клетках растения-хозяина проходят две качественно различные фазы развития: *вегетативную* и *фазу покоя*. В *вегетативной фазе* вибрионы распадаются на свои основные части (нуклеиновую кислоту и вирусный белок). В этот период в пораженных клетках происходит изолированно синтез новых порций РНК и белковых молекул. В результате их последующего взаимодействия образуются зрелые вибрионы, у которых молекулы РНК окружены белковой оболочкой. В этом состоянии они приобретают способность сохраняться и распространяться в природе. В *фазе покоя* вирионы в зараженных клетках образуют скопления в виде аморфных тел (Х-тел) или кристаллов. Вирусные кристаллы могут иметь форму восьмигранников, шестиугольных пластинок, веретена, тонких игл. Они представляют скопления, состоящие из десятка миллионов вирусных частиц.

Перемещение вирусов из клетки в клетку происходит по плазмменным тязам – плазмодесмам, а внутри органов – с током питатель-

ных веществ по сосудам, чаще от верхних частей к нижним (по флоэме с нисходящим током). Большинство фитопатогенных вирусов сохраняет жизнеспособность только в живых клетках растения-хозяина, но некоторые не утрачивают ее, находясь длительное время в отмерших тканях растений. Например, вирус табачной мозаики сохраняет активность в сухих листьях и стеблях пораженных растений в течение 3–4 лет. Ряд вирусов может сохранять инфекционность в выжатом соке растений в течение нескольких минут.

Устойчивость к действию факторов внешней среды у фитопатогенных вирусов неодинакова. По этому признаку их делят на стойкие и нестойкие. Стойкие вирусы выдерживают температуру до 90°C (оптимальная для большинства видов 16–25°C), слегка кислую среду, воздействие света и различных химических веществ. Большинство нестойких вирусов погибает при 60–75°C, некоторые – при 37–50°C. Все они быстро инактивируются при воздействии неблагоприятных факторов среды (например, при pH свыше 8,0).

Распространение вирусов в природе может происходить механическим способом (при контакте больных растений со здоровыми, под действием антропоических факторов, ветра), при вегетативном размножении инфицированных растений (размножение растений клубнями, корневищами, луковичками; при различного рода прививках), а также с помощью насекомых, клещей, нематод, грибов. Среди насекомых важную роль в распространении вирусов играют сосущие насекомые (тли, цикадки), белокрылки, трипсы, жуки. Кроме того, переносчиками вирусов могут быть клещи, нематоды и другие беспозвоночные животные. В зависимости от времени, в течение которого вирус сохраняется в переносчике, и некоторых других особенностей его взаимоотношения с переносчиком различают неперсистентные, полуперсистентные и персистентные вирусы и соответствующие им способы передачи.

Неперсистентные вирусы (как правило, их передача осуществляется механически) передаются переносчиками непосредственно после непродолжительного (в течение нескольких минут) питания на больном или на здоровом растении. Переносчики быстро (через несколько минут) теряют способность к инфицированию, если они перестают питаться на больном растении.

Персистентные вирусы, в отличие от неперсистентных, передаются переносчиком не сразу после приобретения их на больном рас-

тении, а только после латентного периода определенной продолжительности (от нескольких часов до нескольких суток), причем переносчик сохраняет способность передавать вирус в течение длительного времени.

Полуперсистентные вирусы представляют собой промежуточную группу. Они способны передаваться переносчиком сразу после его питания на больном растении. После прекращения питания способность к инфицированию сохраняется в течение 3–4 суток. Латентный период отсутствует.

Способ передачи вирусов служит одной из характеристик, которая учитывается при идентификации вирусов и их классификации.

3.2.2. Типы вирусных болезней растений

Классификация вирусов растений основывается на изучении свойств конкретных вирусных изолятов и их сравнении со свойствами других изолятов. Для классификации вирусов были использованы следующие наиболее генетически стабильные признаки: тип и особенности строения нуклеиновой кислоты, количество и молекулярная масса полипептида вириона, его размеры, форма и тип симметрии, способы передачи и отношение к переносчикам, круг растений-хозяев и симптомы их поражения.

Согласно современной классификации, разработанной Международным комитетом по таксономии вирусов, вирусы подразделяются на 26 групп, называемых по начальным слогам английского названия их типичного представителя. Фитопатогенные вирусы, вызывающие заболевания древесных пород, относятся к следующим таксономическим группам: карлевирусы (*Carlevirus*), потексвирусы (*Potexvirus*), потивирусы (*Potyvirus*), тебревирусы (*Tebrevirus*), комовирусы (*Comovirus*), кукумовирусы (*Cucumovirus*), томбусвирусы (*Tombusvirus*) и неповирусы (*Nepovirus*). Наибольшее распространение получила номенклатура, согласно которой название вируса дается (на английском языке с точным переводом на русский) по внешним симптомам поражения с указанием растения-хозяина, например, *tabacco mosaic virus* (вирус табачной мозаики).

Вирусы могут вызывать у растений разнообразные патологические изменения в виде нарушения окраски (пожелтения, хлороза, мозаичности), отмирания тканей (некроза), деформации пораженных ор-

ганов (разного рода опухолей, выростов, кустистости побегов, изменения формы листьев и плодов и т. п.). У древесных растений вирусы чаще всего вызывают различного рода мозаики и крапчатость листьев.

Мозаики характеризуются неравномерной расцветкой пораженных органов (чаще листьев), при которой участки с нормальной зеленой окраской чередуются со светлоокрашенными пятнами разной величины и формы. Такую мозаичную расцветку листа хорошо наблюдать при прохождении через него света или на фоне белой бумаги. Кроме изменения окраски при мозаичных заболеваниях наблюдается изменение формы листовой пластинки: появляется морщинистость, курчавость, а также происходит уменьшение размеров листа (мелколистность). Часто при мозаичных болезнях происходит снижение содержания хлорофилла, поражение палисадной ткани, что приводит к задержке роста и развития пораженных растений.

Пораженные листья приобретают желтоватую или светло-зеленую окраску, часто наблюдается деформация отдельных органов или всего растения, связанная либо с угнетением или, наоборот, активизацией ростовых процессов. При угнетении ростовых процессов формируется карликовость растений, появляются различные отклонения (уродства) пораженных органов. При стимуляции ростовых процессов происходит разрастание тканей, приводящее к образованию опухолей и галлов, формированию ведьминых метел, к утолщению и скручиванию листьев.

Симптомы вирусных болезней могут изменяться по мере развития патологического процесса, для некоторых вирозов характерно появление нескольких симптомов: мозаики и задержки роста, мозаики и деформации листьев и т. д.

Следует отметить, что вирусные болезни у древесных растений изучены недостаточно полно. Согласно имеющимся данным (И.И. Минкевич, 1984), в наших лесах в незначительных количествах встречаются следующие вирусные болезни: хлороз листьев белой акации, мозаика листьев береста, кольцевая мозаика листьев вяза, мелколистность липы, мозаика листьев клена, тополей, ясеня, розеточная болезнь ясеня американского. Отсутствуют данные о размерах ущерба, наносимого вирусными болезнями лесному хозяйству.

3.4. Микоплазмы

Микоплазмы относятся к царству прокариот и представляют собой одноклеточные организмы. Их клетки имеют округлую, овальную, нитевидную либо спиральную форму, лишены клеточной оболочки и окружены только трехслойной мембраной, состоящей из двух электронно-плотных и одного электронно-прозрачного слоя. Размер клеток колеблется от 300 до 800 нм. Поэтому они, подобно вирусам, не обнаруживаются с помощью светового микроскопа. Микоплазмы, в отличие от других прокариот, очень устойчивы к пенициллину и его аналогам и чувствительны к тетрациклину. Кроме того, они способны расти на специальных питательных средах.

Фитопатогенные микоплазмы, как и вирусы, могут существовать только в клетках растения-хозяина. Чаще они поселяются в ситовидных элементах, реже в паренхимных клетках флоемы, иногда в ксилеме или корнях.

Клетки микоплазм, как правило, неподвижны, но некоторые способны к скользящему движению по влажным поверхностям или же к ротационному, что характерно для клеток со спиральной формой. Таким путем они могут перемещаться через ситовидные поры и плазмодесмы из одной клетки в другую. Цикл развития микоплазм в растительной клетке состоит из нескольких стадий, которые можно рассматривать как способы репродукции: это бинарное деление, почкование, разделение нитчатых форм на цепочки дочерних клеток округлой или овальной формы, отмирание и разрушение материнской клетки и освобождение “внутреннего тела”, способного дать начало новой генерации микоплазм.

По существующей классификации микоплазмы относят к дробянкам (*Mychota*) и выделяют в класс микоплазмы (*Mollicutes*) с одним порядком (*Mycoplasmales*). В состав этого порядка входят три семейства: микоплазмовые, ахлеплазмовые и спироплазмовые. Наибольшее количество фитопатогенных видов относится к первым двум семействам.

Микоплазменные болезни растений встречаются в основном в регионах с теплым и умеренным климатом, где имеются благоприятные условия для развития сосущих насекомых – основных переносчиков микоплазм. Среди микоплазменных болезней наиболее распространены: **желтуха** (проявляется удлинением междоузлий и пожелтением листьев); **столбур** (вызывает недоразвитие верхушки побегов, и

как следствие – **карликовость** растений, а также **скручивание** листьев, искривление вегетативных органов и **позеленение** цветков); “**ведьмины метлы**” (обуславливает чрезмерное развитие пазушных и дополнительных побегов, недоразвитие верхушки больного растения) и **вырождение** (вызывает угнетение роста и общее увядание).

В природе одно растение обычно бывает поражено комплексом этих заболеваний, поскольку один возбудитель может вызывать микоплазмы разного типа. Поэтому идентифицировать его по внешним симптомам заболевания на растении очень трудно. Вид возбудителя микоплазмозов можно установить только с помощью электронной микроскопии ультратонких срезов тканей больного растения или с помощью растений индикаторов. Наиболее простым способом диагностики микоплазмозов является обработка растений антибиотиками тетрациклинового ряда. Если после этого растения выздоравливают, значит, болезнь вызывали микоплазмы. Однако этот способ диагностики неэффективен для растений, находящихся в последних фазах вегетации.

Главную роль в распространении микоплазменных болезней растений играют цикадки. Кроме того, микоплазмы могут передаваться механически (при использовании больного прививочного материала, путем прививок, паразитическими растениями рода повилика).

Значительный экономический ущерб народному хозяйству наносят микоплазмы зерновых, пасленовых культур, винограда. Из микоплазменных болезней плодовых древесных пород следует отметить отмирание груши, мелкоплодность черешни, ямчатость древесины вишни и персика, карликовость шелковицы, израстание яблони и айвы, махровость смородины и др. Микоплазмозы лесных древесных и кустарниковых пород изучены очень слабо.

3.5. Паразитические цветковые растения

Среди высших цветковых растений имеется небольшое количество видов, которые приспособились к частичному или полному паразитированию на других растениях. Развиваясь на древесных породах и других культурных растениях, цветковые паразиты в результате своей жизнедеятельности вызывают у питающих растений патологические процессы и заболевания с определенными симптомами. В зависимо-

сти от способности к автотрофному питанию цветковые паразиты подразделяются на две группы: *зеленые полупаразиты* (автотрофно питающиеся) и *бесхлорофилльные паразиты* (гетеротрофно питающиеся).

Зеленые полупаразиты имеют частично редуцированную корневую систему и нормально развитые листья, способные вырабатывать органические вещества. В большинстве случаев они получают от растения-хозяина воду и минеральные вещества, проявляя при этом различную степень паразитизма к автотрофному растению. Примером зеленых полупаразитов древесных пород могут служить различные виды омелы – *Viscum*, вызывающие усыхание ветвей лесных и плодовых пород, а также погребок, очанка, марьянник, паразитирующие на многих луговых травах.

Бесхлорофилльные паразиты в процессе эволюции полностью утратили хлорофилл и не способны питаться самостоятельно. Все вещества, как органические, так и минеральные, они получают от питающего растения. Их часто называют полными паразитами. К ним относятся такие широко распространенные и очень опасные паразиты сельскохозяйственных и технических культур, как повилики – *Cuscuta*, заразихи – *Orobanche*, петров крест – *Lathracea* и др., вызывающие угнетение в результате изъятия у них большего количества воды, минеральных и органических веществ. Это приводит к ослаблению и последующему отмиранию растений.

По месту прикрепления к растению-хозяину цветковые паразиты делятся на надземные и корневые. *Надземные паразиты* – это виды, которые прикрепляются к ветвям, стеблям и другим надземным органам питающего растения. Примером надземных паразитов может быть омела, растущая на ветвях древесных пород и повилика, обвивающая стебли многих растений (люцерны, клевера, льна и др.).

Корневые, или подземные, паразиты прикрепляются к корням и извлекают из них воду и питательные вещества. Примером корневых паразитов являются заразихи, паразитирующие на корнях различных технических культур (подсолнечника, табака и др.). Наибольшее распространение на древесных породах получили омела белая и повилики.

Омела белая (*Viscum album L.*) – это цветковый паразит с вечнозелеными кожистыми листьями. Стебель у нее зеленый дихотомически ветвящийся, листья продолговатые, плотные, плод – ягода. Семе-

на созревают зимой. Их распространяют птицы, главным образом дрозды и свиристели. Семена покрыты клейкой слизью – висцином, при помощи которой они приклеиваются к различным органам птиц (ногам, клюву, перьям) и переносятся ими на другие деревья. Часть семян попадает на ветви с экскрементами птиц.

Весной с наступлением теплой погоды, приклеенные висцином к поверхности ветвей семена омелы прорастают, образуя “корешки”, которые растут в сторону коры дерева. Кончик “корешка” достигает коры, прилипает к ней и, разрастаясь, образует пластинку – аппрессорий. Из середины пластинки вырастает тонкий отросток, пробуравливающий кору растения-хозяина. Он распространяется в коре и достигает древесины. Такой отросток называют *гаусторием* или *присоской*. В следующем году у гаустория образуются боковые корешки – *ризоиды*, растущие в толще коры, параллельно ее поверхности. Ежегодно у ризоидов появляется по одной новой присоске, растущей в сторону древесины. В результате многолетнего развития омела формирует своеобразную корневую систему, состоящую из первичных и вторичных гаусториев и ризоид. Они благодаря росту растения-хозяина в толщину постепенно погружаются в древесину. Если вскрыть ризоид с выросшими на нем вторичными гаусториями, можно определить, сколько лет назад появился каждый гаусторий, а по первичному гаусторию – сколько лет назад поселился на дереве данный куст омелы. Примерно через три-шесть лет после заражения на дереве омела образует стебель с зелеными листьями (рис. 27).

Со временем он приобретает форму куста, быстро разрастается и нередко достигает 1,0–1,5 м в диаметре. На внешней стороне корневых корней омелы возникают почки, из которых развиваются новые кустики цветкового паразита.

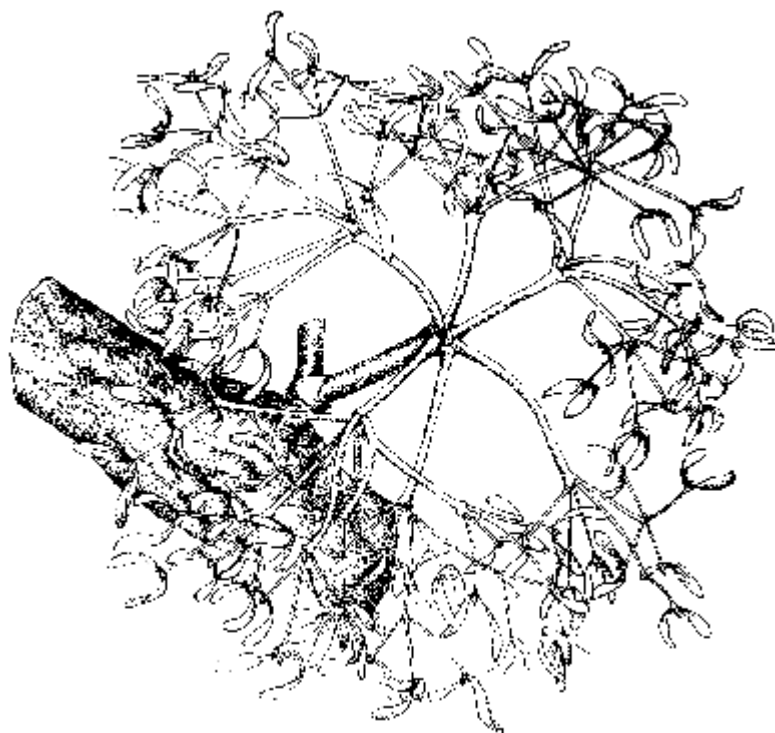


Рис. 27. Куст омелы на иве

При сильном развитии омелы часть ветки, находящейся выше ее кустов, засыхает, так как омела потребляет много воды и до вершины побега доходит недостаточное ее количество. У плодовых деревьев при сильном развитии омелы наблюдается снижение, а иногда и полное прекращение плодоношения.

Омела встречается на многих хвойных и лиственных породах. Из хвойных пород она наиболее часто поселяется на сосне и пихте. Из лиственных пород легко поражает дуб, тополь, липу, иву, белую акацию, яблоню, грушу и др. Основные меры борьбы с омелой заключаются в обрезке пораженных ветвей.

Повилика (*Cuscuta*). К этому роду относится более 30 видов повилики, поражающей сельскохозяйственные культуры и древесно-кустарниковые породы. Это облигатные надземные паразиты, не имеющие корней и настоящих листьев. Они формируют шнуровидный вьющийся желтоватый или красноватый гладкий или бородавчатый стебель с едва заметными листьями в виде чешуек. Они прикрепляются к растению-хозяину и питаются при помощи присосок – гаусториев, образующихся в местах соприкосновения с ним и глубоко внедряющихся в его ткань. Поглощение питательных веществ происходит за

счет более высокого осмотического давления клеточного сока паразита. Пораженные повиликой растения угнетаются, плохо плодоносят, а часто полностью отмирают. По мере роста основной стебель повилики начинает ветвиться. Вновь появляющиеся ветви обвиваются вокруг рядом растущих растений, образуя густое плотное сплетение диаметром до 6 м. На отдельных стеблях начинают появляться цветы в виде розоватых клубочков, а затем и плоды с семенами. Плоды повилики (коробочки) содержат от двух до пяти мелких семян, покрытых твердой оболочкой. Они образуются в больших количествах: каждое растение может дать до 2000 семян. Размножаются повилики семенами, которые могут сохранять всхожесть в течение нескольких лет.

Проращение семян происходит на следующий год. При набухании семени спирально закрученный зародыш распрямляется и врастает в почву, поглощая из нее воду. Противоположный конец проростка освобождается от семенной кожуры, поднимается вертикально и начинает совершать вращательные движения по часовой стрелке в поисках питающего растения. В начальный период развития проростки получают питательные вещества за счет запасов семени. Длина проростка может достигать 30 см. Если паразит не встретит подходящее для заражения растение, он погибает.

Прикрепление паразита к хозяину и его питание происходит при помощи гаусториев, которые образуются на нитевидном стебле повилики со стороны, примыкающей к стеблю растения-хозяина. Выделяемые присосками вещества размягчают эпидермис, что облегчает проникновение паразита в ткани питающего растения. Внутренняя часть присосок разрастается и образует клиновидное сосальце. Оно глубоко внедряется и, дойдя до древесины, начинает получать от растения-хозяина воду и питательные вещества. После того как повилика присосется к питающему растению, ее связь с почвой нарушается. Она начинает жить за счет питательных веществ, извлекаемых из растения-хозяина.

На древесных породах и кустарниках наиболее часто встречается одностолбиковая повилика (*Cuscuta monogyna Vahl.*) и повилика европейская (*C. europaea L.*). Повилики могут причинить значительный вред молодым древесным растениям, на которые они обычно переходят с травянистой растительности. Особенно вредоносны повилики на молодых посадках, в частности на ивовых плантациях.

В борьбе с повиликой большое значение отводится профилактическим мероприятиям. Посев проводят очищенными от повилики семенами. Очистку пахотного горизонта от паразита осуществляют путем заделки семян повилики на большую глубину при помощи вспашки плугами с предплужниками либо стимулированием их прорастания с последующим уничтожением всходов поверхностной обработкой.

3.6. Фитопатогенные нематоды

Кроме грибов, бактерий, вирусов и других микроорганизмов, возбудителями болезней многих сельскохозяйственных растений, плодовых и древесных пород могут быть также микроскопические черви – *фитонематоды* (фитогельминты). Они вызывают обособленную группу болезней под названием нематодных, или фитогельминтозов. По систематическому положению они относятся к типу круглых червей к порядкам *Tylenchida* и *Dorylaimida*. Они широко распространены в природе, встречаются в различных средах, особенно они многочисленны в почве. Их численность может достигать несколько тысяч особей в 100 м³ верхнего слоя почвы.

Фитонематоды имеют нитевидное или веретеновидное тело длиной от 0,5 до 3,5 мм и толщиной от 0,01 до 0,6 мм (рис. 28).

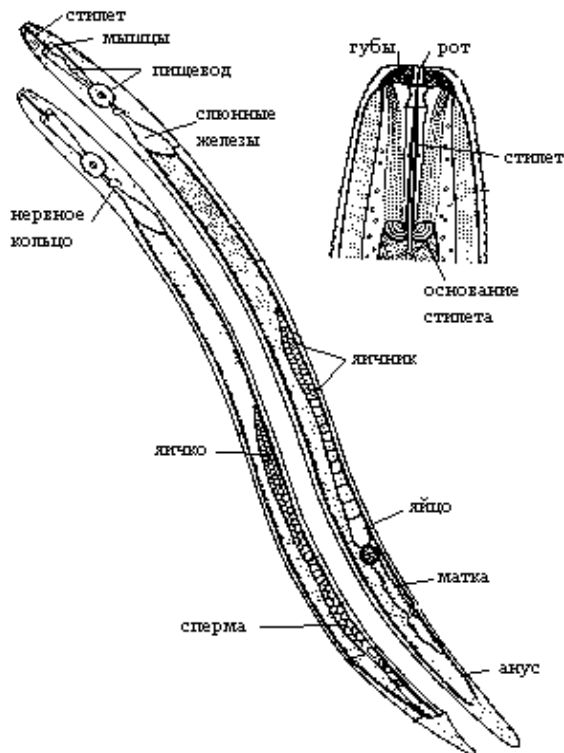


Рис. 28. Строение нематоды

опухолей (галлов) или к формированию многочисленных боковых корней или появлению других патологических изменений.

При помощи стилета и своеобразного расширения пищевода – *бульбуса*, играющего роль насоса, нематоды высасывают содержимое клеток, которыми они питаются. Размножаются нематоды яйцами, которые самки откладывают в субстрате в свободном виде или в клейком желеобразном мешке. Яйца могут также сохраняться в теле погибшей к этому времени самки, которое превращается в цисту. Большинство фитопатогенных нематод часть своего жизненного цикла проводят в почве. Отрождающиеся из яиц личинки заражают растения, внедряясь в мелкие корни или молодые проростки семян. При этом корневые нематоды продолжают развиваться в корнях пораженного растения до взрослой стадии, а стеблевые нематоды передвигаются из корней вверх по растению в пленке воды и поражают надземные органы (стебли, листья, цветки, семена).

На развитие и распространение фитонематод большое влияние оказывают такие факторы окружающей среды, как влажность и температура почвы, ее кислотность и механический состав. Наиболее интенсивное развитие фитонематод, вызывающих болезни сеянцев хвой-

Оно покрыто гладкой либо с чешуйками оболочкой (кутикулой). На переднем конце тела располагается колюще-сосущий ротовой аппарат – *стилел*, представляющий тонкую трубку, способную прокалывать растительные ткани. Через этот аппарат фитонематоды вводят в растительные ткани ферменты и токсины, которые вызывают растворение стенок клеток и некроз пораженных тканей, в других случаях в поврежденных местах наблюдается стимулирование деления клеток, это приводит к образованию

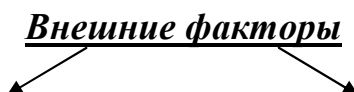
ных пород, наблюдается в питомниках, расположенных на легких песчаных и супесчаных влажных почвах при их температуре 18–20°C и влажности 18–28%, особенно в годы с теплым дождливым летом. Периодическое пересыхание почв задерживает развитие нематод, иногда они переходят в покоящиеся стадии, в которых могут сохраняться длительное время. Большинство нематод зимует в почве, некоторые – в корнях, галлах, клубнях, луковицах. Они, как правило, приурочены к ограниченному кругу растений-хозяев, вызывая у них определенные заболевания. Среди них также встречаются и полифаги, способные поражать большое количество видов растений.

Нематодные болезни древесных пород могут встречаться в питомниках, лесных культурах и естественных насаждениях разного возраста. Однако большинство из них в Беларуси слабо изучены и являются объектами внешнего карантина. К их числу относится опасное заболевание сосны (бурсафеленхоз), вызываемое нематодой *Bursaphelenchus xylophilus Steiner et Buhner*. Это заболевание широко распространено в Японии и Китае, где приобрело характер эпифитотии. Широко распространены и причиняют большой вред фитонематоды цветочным культурам, вызывая у них тяжелые заболевания в виде образования галлов, опухолевидного разрастания тканей корней, карликовости растений, потери декоративности и т. д.

Нематоды, кроме непосредственного вреда, повреждая покровные ткани, способствуют проникновению внутрь растений грибной, бактериальной и вирусной инфекций.

Глава 4. ПАТОГЕНЕЗ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ. ПОНЯТИЕ ОБ ЭПИФИТОТИЯХ

Патогенезом называют процесс возникновения и развития болезни. Развитие инфекционных болезней может происходить только при наличии трех основных факторов: патогенного организма – возбудителя болезни, восприимчивого растения-хозяина и благоприятных условий внешней среды для развития патогена. Как видно из приведенной схемы, условия внешней среды оказывают влияние как на патоген, так и на растение-хозяина.



Патоген \longleftrightarrow Растение-хозяин

Они могут понижать устойчивость растения к тем или иным болезням, а также влиять на жизнеспособность патогена, усиливая или ослабляя его агрессивность. Характер этих взаимоотношений может меняться в ту или иную сторону и оказывать влияние на интенсивность развития болезни.

4.1. Свойства патогенов

Среди факторов, определяющих возникновение и развитие болезней, ведущая роль принадлежит патогену, который поселяется на растении, получает от него необходимые питательные вещества и вызывает в нем патологический процесс, сопровождающийся определенными симптомами. Важнейшими свойствами возбудителей болезней, от которых зависит интенсивность их развития, являются патогенность, вирулентность и агрессивность.

Патогенность – это свойство патогена вызывать в растении-хозяине патологический процесс, т. е. заболевание. Она характеризует способность вида вести паразитический образ жизни, возможность распространяться и размножаться в тканях растения-хозяина, получать от него необходимое питание. Патогенность возбудителей болезней определяется умением выводить из строя защитные механизмы растения хозяина, изменять в нем обменные процессы, приспособлявая их для своего развития. В качестве основных средств воздействия патогенных организмов на растения служат ферменты, токсины, регуляторы роста и другие биологически активные вещества. От способности патогена синтезировать эти вещества в значительной степени зависит его патогенность по отношению к определенным древесным породам.

Вирулентность – это качественная мера патогенности. Она характеризует способность патогена проявлять паразитические свойства по отношению к определенному виду или сорту растения. Например, возбудитель сосудистого микоза ильмовых пород – гриб *Ceratocystis ulmi* – может поражать многие виды ильмовых. Но наибольший вред в наших условиях он причиняет вязу гладкому и меньшую патогенность проявляет по отношению к ильму горному и бересту. Следовательно, этот гриб характеризуется повышенной вирулентностью к вязу гладкому и пониженной к остальным видам ильмовых.

У многих фитопатогенных грибов выделяют специализированные формы по способности заражать те или виды растений. К примеру, в свое время у ложного трутовика были выделены специализированные формы патогена в зависимости от вида древесной породы (осиновая, дубовая и др.), которые позже были переведены в ранг самостоятельных видов. Аналогичная ситуация произошла за последние годы с корневой губкой. Вместо одного сборного вида она разделена на три формы: сосновая, еловая и пихтовая. Специализированные формы патогенов (наиболее часто у сельскохозяйственных и плодовых культур), в свою очередь, подразделяются на физиологические расы, способные паразитировать только на определенных сортах растений. В лесном хозяйстве такие расы выделяются для патогенов, паразитирующих на различных сортах и гибридах тополей. Они обозначаются определенными символами (порядковыми номерами, буквами по названию питающего растения или географического происхождения). Так, у возбудителя линейной ржавчины злаковых – *Puccinia graminis* выделено более 10 физиологических рас.

Кроме видовой и сортовой специализации фитопатогенные организмы характеризуются определенной органотропной приуроченностью. Развитие одних патогенов происходит на корнях (например, гриба *Rosellinia quercina* на корнях дуба), других – на стволах и ветвях (например, трутовики – на стволах, а возбудители некрозных болезней – на ветвях древесных пород), третьи – только на листьях или плодах (например, возбудители мучнистой росы или пятнистостей листьев и плодов).

Агрессивность – это способность патогена проникать внутрь растения-хозяина, получать от него питательные вещества и размножаться в его тканях или на его поверхности. От степени агрессивности патогена в значительной мере зависит характер и интенсивность развития болезни: чем выше агрессивность патогена, тем меньшее количество инфекционного начала требуется для возникновения болезни, тем короче период заражения и инкубации, тем сильнее поражаются растения и быстрее распространяется патоген по площади участка. К числу наиболее агрессивных патогенов растений следует отнести ржавчинные и мучнисторосяные грибы. Они имеют короткий инкубационный период, споры у них образуются на поверхности пораженных органов, в течение вегетации дают несколько генераций и легко переносятся воздушными потоками на большие расстояния. Другие фито-

патогены менее агрессивны. Агрессивность патогена может изменяться в широких пределах, поскольку на нее оказывают влияние многие факторы (условия среды, состояние растения-хозяина и др.). Таким образом, возникновение болезни определяется вирулентностью патогена, а последующее развитие зависит от его агрессивности.

4.2. Устойчивость растений к болезням

Практика лесовыращивания дает многочисленные примеры неодинаковой восприимчивости деревьев одной древесной породы ко многим инфекционным болезням. Часть деревьев, произрастающих в одинаковых условиях, поражается возбудителями болезней в большей степени, другая – в меньшей. Различную степень устойчивости можно наблюдать у деревьев одной породы, выращиваемых в разных условиях произрастания. Отмечено, что степень устойчивости растений – от высокой до самой низкой, может изменяться в широких пределах в зависимости от многих факторов.

Способность растения оставаться невосприимчивым к какой-либо инфекционной болезни при контакте с ее возбудителем и наличии необходимых условий для его заражения получила название **иммунитета**. Таким образом, под иммунитетом следует понимать наивысшую степень устойчивости растений по отношению к какой-либо болезни.

По степени устойчивости к патогенным организмам древесные растения делятся на следующие категории:

1) *иммунные* – высокоустойчивые экотипы, разновидности и виды древесных растений, не поражающиеся патогенами ни при каких условиях;

2) *устойчивые* – относительно высокоустойчивые растения, способные в определенной мере противостоять различным патогенным организмам;

3) *восприимчивые* – слабоустойчивые растения, легко поражающиеся патогенами в сильной степени, что приводит их к угнетению или гибели.

В отдельных случаях, несмотря на поражение деревьев болезнями, у них сохраняются на относительно высоком уровне ростовые процессы, способность формировать урожай семян, общая продуктив-

ность. Такие деревья часто называют *выносливыми* или *толерантными*.

Различают два типа иммунитета растений: врожденный (естественный) и приобретенный (искусственный).

Врожденный иммунитет – это свойство растений не поражаться тем или иным патогеном. Данное свойство обусловлено генетическими факторами растения и передается по наследству. Врожденный иммунитет является типичным видовым признаком, сформировавшимся в результате длительной направленной эволюции определенного вида растения, и он слабо изменяется под воздействием факторов внешней среды и патогенного организма. Врожденный иммунитет бывает пассивным и активным.

Пассивный иммунитет (аксения) представляет способность растения препятствовать внедрению в него патогена. Его обуславливают определенные анатомо-морфологические особенности растения (развитие покровных тканей, количество устьиц, опушение, наличие воскового налета и др.), обеспечивающие так называемый механический иммунитет и некоторые физиолого-биохимические свойства (химический состав и кислотность клеточного сока, осмотическое давление, содержание различных ингибирующих веществ и др.). Эти особенности обеспечивают так называемую "механическую" защиту и проявляются независимо от наличия контакта патогена с растением.

Анатомо-морфологические особенности препятствуют проникновению патогенных организмов внутрь растения. Они играют роль на начальных этапах патологического процесса, к примеру, при прорастании спор и внедрении ростковых трубочек гриба в ткани растения. Как известно, для прорастания спор необходимо наличие капельно-жидкой влаги на поверхности вегетативных органов растения. Поэтому растения, у которых листья и плоды покрыты восковым налетом, в меньшей степени подвергаются заражению болезнями, поскольку с них скатываются капли воды со спорами патогена. Кроме того, восковый налет выполняет роль механической преграды для прорастания спор и проникновения возбудителя внутрь растения-хозяина. Так, хвоя сизых форм хвойных пород, покрытая восковым налетом, более устойчива к ржавчине и болезням типа шютте. Растения с сильно опушенными листьями менее доступны для заражения их некоторыми вирусами и микоплазмами.

Очень важное значение при проникновении патогенов в растение имеют строение и степень развития его покровных тканей. Понятно, что кора, покрывающая сплошным слоем ствол и ветви дерева, надежно защищает его от возбудителей многих болезней. Аналогичную роль выполняет и кутикула. К примеру, молодые листья дуба легко поражаются мучнистой росой, в то время как листья старше 1,5 месяцев практически устойчивы к ее возбудителю. К этому времени кутикула у них достаточно развита, стенки клеток эпидермиса утолщаются, и патоген не в состоянии их преодолеть. Содержащиеся в кутикуле кутин и воск обладают ясно выраженными фунгицидными свойствами по отношению к возбудителю болезни. Более высокой устойчивостью отличаются древесные породы с мощно развитой склеренхимой молодых побегов. На таких видах древесных пород возбудители некротических болезней развиваются слабее и часто не дают спороношений.

Возможность заражения растений зависит также от количества и строения устьиц и чечевичек, через которые патогены проникают внутрь растения. Так, сорта многих злаковых культур слабее поражаются ржавчиной, чем меньшее количество устьиц у них приходится на единицу площади листа. Из приведенных примеров видно, что анатомо-морфологические особенности играют пассивную роль в обеспечении устойчивости растений к инфекционным болезням.

Более надежную защиту обеспечивают физиолого-биохимические процессы, протекающие в растении, а также различные химические вещества (углеводы, белки и продукты их распада, фитонциды, алкалоиды, фенольные соединения, пигменты и др.), содержащиеся в тканях растения. К примеру, установлено, что в семенах при их зимнем хранении постепенно активизируются гидролитические процессы, приводящие к повышению в них содержания растворимых сахаров, что благоприятно сказывается на развитии многих факультативных паразитов, вызывающих плесневение и гниль семян древесных пород.

Устойчивость растения к болезни может быть связана с неблагоприятным характером его углеводного и белкового обмена. Она, в свою очередь, зависит от типа питания патогена и степени его паразитической активности. В растениях, пораженных облигатными паразитами (ржавчинные и мучнисторосяные грибы), часто активируются фотосинтетические процессы (особенно в начальный период болезни), обуславливающие повышение содержания углеводов в тканях зара-

женного растения, что благоприятствует развитию многих патогенов. Поэтому многие растения, произрастающие на свету, поражаются сильнее, чем при слабом освещении. Такая закономерность отмечена при поражении дуба мучнистой росой.

Растения, устойчивые к факультативным паразитам и факультативным сапротрофам, обычно характеризуются более высоким содержанием углеводов по сравнению с восприимчивыми. К примеру, в листьях сравнительно устойчивых сортов хлопчатника содержится больше крахмала по сравнению с листьями восприимчивых сортов. У последних отмечена повышенная активность гидролитических ферментов, приводящая к расщеплению запасных сложных углеводов (крахмала).

Фактором устойчивости к инфекционным болезням может служить содержание в тканях растения продуктов распада белковых соединений – аммиака и мочевины, токсичных для многих возбудителей болезней.

Определенную роль в обеспечении растению пассивного иммунитета к инфекционным болезням играют фитогормоны и биологически активные вещества. Среди них большое значение имеют фенолы, эфирные масла, алкалоиды, дубильные и другие вещества, подавляющие развитие многих патогенов. Особенно велика роль фитонцидов при защите растений от микроорганизмов, занимающих по типу питания промежуточное положение между паразитами и сапротрофами, а также от патогенов, не специфичных для данного растения. Что касается защиты от облигатных паразитов, то здесь на первый план выступает не фитонцидность растения, а его сопротивляемость, которая не всегда бывает эффективной.

Активным иммунитетом называется способность растений противостоять, противодействовать внедрению патогенного организма путем проявления защитных реакций. Эти реакции возникают в ответ на инфицирование и направлены на подавление возбудителя болезни или обезвреживание его токсических соединений.

К факторам активного врожденного иммунитета относят: образование защитных некрозов (реакцию сверхчувствительности), активизацию и перестройку деятельности ферментных систем, образование фитоалексинов, проявление фагоцитоза.

Наиболее часто защитной реакцией растений на внедрение патогенных организмов является образование очагов некроза, возникаю-

щих в местах их внедрения. Площадь некрозов обычно ограничивается пределами очагов поражения. Такая защитная реакция часто называется *реакцией сверхчувствительности*. Она эффективна в отношении биотрофов, способных паразитировать только на живых клетках. Появление зоны отмерших клеток вокруг патогена приводит к его голоданию и гибели. У устойчивых видов древесных пород (например, у тополя волосистоплодного) некрозы бывают выражены более четко, чем у восприимчивых (например, у тополя бальзамического). У последних спороношение ржавчинного гриба может появиться даже внутри некротизированных участков, у высокоустойчивых оно вообще не развивается – у них хорошо заметны небольшие точечные некрозы, благодаря чему инфекция не распространяется за их пределы.

Важной защитной реакцией растения является перестройка ферментных систем и, в первую очередь, активация деятельности окислительных ферментов, направленных на нейтрализацию токсинов возбудителей болезней. В результате такой деятельности в растении усиливаются процессы восстановления нарушенных патогеном клеточных структур и нормализации процессов жизнедеятельности. Эти защитные процессы наглядно проявляются в стволах древесных пород при развитии раневых гнилей. Согласно теории, разработанной американским фитопатологом А. Шиго (1985), вокруг повреждения ствола возникает несколько защитных зон, ограничивающих распространение инфекции в продольном и поперечном направлениях, а также по окружности ствола.

Сразу же после повреждения ствола в прилегающем здоровом слое древесины изменяются биохимические процессы и синтезируются фенольные соединения. Они оказывают антимикробное действие и окрашивают окружающую древесину в буроватый, красноватый, зеленоватый либо синеватый цвет, что зависит от особенностей химических превращений. Внедрению инфекции вглубь ствола в радиальном направлении препятствуют ряды уплотненных толстостенных клеток, располагающихся по периметру годичных слоев, а продвижение инфекции по окружности ствола – сердцевинные лучи, разделяющие древесину на множество секторов.

У большинства поврежденных проводящих элементов древесины (сосуды, ранние трахеиды) в полостях клеток образуются тиллы, представляющие выросты соседних паренхимных клеток. Иногда в проводящих сосудах возникают пузырьки воздуха, блокирующие дви-

жение жидкостей. Это в определенной мере препятствует распространению инфекции в продольном направлении ствола.

В последующие годы вокруг повреждения соседние живые клетки камбия откладывают барьерную зону, состоящую преимущественно из паренхимных клеток. Они мельче обычных и устойчивее к микроорганизмам. Защитная зона постепенно изолирует рану от живых тканей дерева.

У многих безъядровых лиственных пород (осина, липа, ольха и др.) при развитии ядровой гнили в стволе вокруг пораженной древесины формируется раневое ядро. Оно обычно имеет более темную окраску и, согласно результатам последних исследований, содержит суберин, придающий устойчивость древесине к патогенным организмам. У косточковых плодовых пород защитную функцию часто выполняют камеди, образующиеся в местах внедрения патогенных организмов в ткани ствола.

В последнее время установлено, что многие растения при различных повреждениях способны синтезировать особые защитные вещества – *фитоалексины*. Это низкомолекулярные антимикробные соединения, накапливающиеся в растительной ткани, как правило в местах повреждений, под влиянием грибов, бактерий, вирусов, а также различных химических веществ и физических факторов. К примеру, в комлевой древесине сосны, пораженной корневой губкой, образуется пиносильвин, повышающий ее устойчивость к патогену.

У ряда древесных пород защитную функцию выполняет *фагоцитоз*. Он заключается в том, что инфекционное начало в растении подавляется с помощью специализированных клеток-фагоцитов. Они растворяют инфекционное начало своими ферментами. Это явление широко распространено у животных. Однако, в отличие от них, у растений отсутствуют специализированные подвижные фагоциты, но имеются клетки, способные к внутриклеточному перевариванию, при котором происходят активные плазматические реакции, действующие в направлении ослабления, локализации и уничтожения внедрившегося патогена. Такие реакции происходят при эндотрофной микоризе, представляющей сожительство корней древесных пород с грибами (при этом мицелий гриба проникает в живые поверхностные клетки тонких корней и начинает питаться за их счет). Под влиянием защитных реакций клеток корней гифы гриба либо собираются в клубки, либо разветвляются на концах. Обычно внутриклеточные клубки гиф

постепенно перевариваются, а рост разветвленных гиф приостанавливается, в результате чего распространение гриба прекращается. Следует отметить, что гифы большинства микоризных грибов не проникают в клетки корней, в которых происходят активные физиологические процессы.

У некоторых хвойных пород (можжевельник, туя и др.) фагоцитарную функцию могут выполнять только отдельные клетки. А в корнях клена фагоцитоз наступает только после довольно продолжительного периода сожительства гриба и клеток корня. Естественный иммунитет, как правило, передается по наследству и широко используется в селекционной работе при выведении устойчивых форм и видов древесных пород.

Искусственный, или приобретенный, иммунитет – это свойство противостоять воздействию того или иного возбудителя заболевания, вырабатываемое растением в процессе его развития под влиянием внешних факторов. Поэтому его уровень можно повысить путем изменения условий выращивания растений (обработка почвы, внесение удобрений, изменения сроков и интенсивности рубок ухода и т. д.). Примером искусственного иммунитета может служить устойчивость сосны к возбудителю соснового вертуна (поражает однолетние побеги в начале их формирования, когда они еще полностью не одревеснели). Внесение калийно-фосфорных удобрений ускоряет процесс одревеснения побегов и повышает устойчивость их к патогенам.

Приобретенный иммунитет может быть *инфекционным* и *неинфекционным*. Первый вырабатывается после перенесения инфекционного заболевания, второй – в результате иммунизации либо вакцинации растений или семян, иногда с помощью различных специальных агроприемов. Неинфекционный приобретенный иммунитет имеет большое значение в практике сельского и лесного хозяйства, так как проявляется вследствие повышения жизнедеятельности растений под влиянием различных условий существования и деятельности человека.

Чаще всего устойчивость растения к инфекционным болезням повышается путем его иммунизации различными химическими веществами, так называемыми *химическими иммунизаторами* и *антиметаболитами*. Они проникают в клетки растения, ассимилируются ими и оказывают стимулирующее влияние на их обмен веществ. В результате устойчивость растения к патогену существенно возрастает. Хи-

мическими иммунизаторами служат удобрения, микроэлементы, антиметаболиты.

Способы иммунизации растений самые различные: внесение в почву удобрений и микроэлементов, обработка семян микроэлементами, внекорневые опрыскивания растений иммунизаторами, введение их непосредственно в растение. Удобрения, прежде всего калийные, фосфорные и ряд других, являются довольно мощным стимулятором иммунизации растений. Калийные удобрения повышают вязкость цитоплазмы, активность дыхательных ферментов, задерживают распад органических веществ, обеспечивают более интенсивное развитие механических элементов в ткани и утолщение клеточных стенок эпидермиса. Все это повышает устойчивость многих цветочных растений к мучнистой росе и ржавчине, сосны и ели – к корневой губке, смородины – к вирусным болезням.

Фосфорные удобрения усиливают синтез хлорофилла, повышают интенсивность дыхания и обмен веществ, что положительно сказывается на устойчивости растений ко многим заболеваниям. При совместном применении калийных и фосфорных удобрений повышается устойчивость сеянцев хвойных пород к возбудителям болезни типа шютте и дуба – к мучнистой росе.

Микроэлементы служат важным фактором иммунизации растений. Они способствуют усилению образования механических барьеров на пути патогена, повышают активность защитных реакций растения-хозяина путем изменения взаимоотношений между ним и патогеном, в результате чего усиливается жизнедеятельность растительного организма и повышается его сопротивляемость к возбудителям болезней. При иммунизации микроэлементы либо вносят в почву для внекорневых подкормок, либо в их растворах намачивают посадочный материал. Действие микроэлементов зависит от их комбинации с основными минеральными удобрениями, от доз и сроков обработки растений.

Для повышения устойчивости сеянцев древесных пород к инфекционному полеганию семена перед их высевом в почву обрабатывают водными растворами сернокислых солей – цинка, марганца, кобальта, меди или их смесью. Устойчивость хлопчатника у вертициллезному усыханию (вилту) повышается на 10–20% при опрыскивании растений сернокислой медью и борной кислотой.

В качестве средств, повышающих устойчивость растений к заболеваниям, могут употребляться антиметаболиты – органические со-

единения, структурная формула которых сходна с веществами, играющими большую роль в обмене веществ растения (метаболитами). Они, как правило, легко проникают внутрь растения и разносятся по всем его тканям и органам. Попадая в организм, они вследствие сходности в строении занимают место, предназначенное для нормального метаболита, и тем самым нарушают естественное течение обмена веществ. В результате этого антиметаболиты вызывают снижение агрессивности или гибель патогена и тем самым повышают сопротивляемость растения. К ним относится препарат родан. При обработке им семян древесных растений повышение устойчивости к заболеваниям наблюдается не только в год обработки, но и в последующие годы. Действие родана, как показали исследования, связано с активизацией деятельности ферментов и накоплением дубильных веществ в растениях. Из других веществ следует указать гидрохинон. Он повышает сопротивляемость деревьев вяза к голландской болезни (сосудистому микозу).

Иммунизаторами растений могут служить также микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, в результате применения которых повышается устойчивость растений ко многим болезням. Этот способ получил название *биологической иммунизации* и предусматривает использование вакцин и антибиотиков.

Вакцинация как способ биологической иммунизации представляет искусственную обработку растений вакцинами, в результате чего они становятся невосприимчивыми к заболеванию. В качестве вакцин могут применяться ослабленные культуры патогенных организмов, продукты их жизнедеятельности, экстракты (вытяжки) из паразитических организмов и др. Вакцинация имеет специфический характер: после обработки вакцинами растение приобретает иммунитет только к тем патогенным организмам, из которых изготовлены вакцины. Продолжительность действия вакцин в растении может быть различной, но обычно ограничивается небольшим отрезком времени. Наиболее часто вакцинацию применяют при обработке семян, а также при опрыскивании растений экстрактами из культур патогенных организмов или зараженного материала. Этот прием повышения устойчивости растений к заболеваниям пока получил распространение только в сельском хозяйстве.

Повышение устойчивости растений можно достичь путем использования антибиотиков в качестве биологических иммунизаторов.

Они проникают в растения через листья, стебли и корни. В связи с этим способы иммунизации антибиотиками могут быть различны: обработка семян, опрыскивание молодых и взрослых растений, введение их в ствол дерева. Период действия антибиотиков в тканях растений может достигать несколько суток. Однако следует учитывать, что для каждого отдельного антибиотика время действия в растении специфично. Исследования показали, что антибиотики оказывают системное защитное действие. Так, при обработке семян или опрыскивании ими растений повышается устойчивость растений к тем или иным возбудителям болезней.

Устойчивость лесных насаждений может быть повышена в результате применения комплекса лесохозяйственных мероприятий и лесокультурных приемов. Важное значение имеет использование семян высокого качества и здорового посадочного материала, правильная посадка и своевременный уход за насаждениями, а также профилактика механических повреждений деревьев, регулирование сомкнутости насаждений, рекреационных нагрузок и т. п.

4.3. Инфекционный процесс

Период взаимодействия патогенного организма с растением-хозяином, сопровождающийся инфекционным процессом, подразделяют на несколько этапов, последовательно сменяющих друг друга: заражение, инкубационный период, начало и кульминация болезни, заключительный этап.

Процесс заражения растения условно делят на развитие патогенного организма до проникновения в ткани растения, период проникновения и развитие патогена в растении. Начальный период заражения включает попадание патогена на поверхность растения и прорастание инфекционного начала на его поверхности. Споры большинства фитопатогенных грибов, играющие роль основных источников инфекции, распространяются в природе, как было показано выше, с помощью воздушных течений, воды, насекомых, человека и другими путями. Этот процесс не специализирован и происходит стихийно: на поверхность растения могут попасть споры многих грибов как патогенных, так и сапротрофов.

Прорастание спор и процесс внедрения патогена в растение протекают при наличии благоприятных факторов внешней среды, из ко-

торых наиболее важными являются влажность и температура. Споры большинства грибов прорастают при наличии водяной пленки или мелких капель воды на поверхности растения. Менее требовательны к влажности среды ржавчинные, некоторые сумчатые и анаморфные грибы, споры которых могут прорасти без капель воды, но при высокой влажности воздуха (90–95%). Наименее требовательны к влажности конидии мучнисторосяных грибов, они способны выйти из состояния покоя при относительной влажности воздуха 60–70%.

Прорастание спор многих фитопатогенных грибов может протекать в широком температурном диапазоне: от 5 до 25°C, а споры теплолюбивых грибов могут прорасти при температуре около 40°C. На интенсивность развития проростковых гиф патогена оказывают влияние и растворенные в воде органические и минеральные вещества, выделяемые растением. При оптимальных условиях свежесозревшие споры многих патогенов дают росток через 2–3 ч или даже раньше после первого контакта с растением. Молодой росток споры при соприкосновении с поверхностью растения формирует аппрессорий, плотно прилегающий и удерживающий его на растении. С этого момента начинается процесс проникновения патогена в ткани растения-хозяина.

Проникать в ткани растения патогены могут различными путями – через естественные ходы, раны или путем непосредственного внедрения через покровные ткани. Причем некоторые патогены проникают только каким-либо одним путем, другие – различными способами. Способ проникновения патогена в ткани зависит от его биологических особенностей и часто служит характерным признаком возбудителя. Например, ростковые инфекционные гифы аскоспор многих сумчатых грибов (возбудители болезней хвои типа шютте и др.), урединиоспоры ржавчинных грибов внедряются в растение через естественные отверстия (устьица, чечевички, гидатоды, рыльца пестиков), а также через молодые органы растений, не покрытые кутикулой (например, корневые волоски). Большинство факультативных паразитов и факультативных сапротрофов способны заражать растения только через какие-либо повреждения кутикулы, коры или через отмершие части. К таким грибам относятся возбудители некрозно-раковых, сосудистых и гнилевых болезней древесных пород.

Ростковые гифы спор ржавчинных грибов, конидии мучнисторосяных и некоторых других фитопатогенных грибов пробуравливают с помощью экзоферментов кутикулу и стенки клеток эпидермиса и та-

ким образом проникают внутрь тканей растения. Заражение считается состоявшимся с того момента, когда внедрившийся патоген начинает развиваться в тканях растения и переходит на паразитический образ жизни.

Таким образом, под периодом заражения следует считать время между началом прорастания споры и уже состоявшимся заражением. Продолжительность этого периода зависит от агрессивности патогена: чем выше агрессивность, тем меньше продолжительность заражения растения. У многих возбудителей болезней растений период заражения колеблется в пределах 12–24 ч и редко превышает 2 сут.

Инкубационный период болезни. После проникновения внутрь патоген начинает распространяться в тканях растения, вступает с ним в непосредственные взаимоотношения и вызывает инфекционный процесс. Однако внешние признаки (симптомы) этого процесса проявляются на растении не сразу, а спустя некоторое время. Промежуток времени с момента заражения растения до появления на нем первых внешних симптомов болезни получил название *инкубационного периода*, или *инкубации*.

Механизмы паразитирования фитопатогенных организмов весьма разнообразны, в связи с чем и продолжительность инкубационного периода различных заболеваний разная. Она зависит от агрессивности и вирулентности патогена, степени устойчивости растения-хозяина, а также от ряда внешних факторов, в первую очередь от температуры и влажности воздуха. При высокой агрессивности патогена и оптимальных для его развития условиях инкубационный период болезни будет короче, при повышенной же устойчивости растений и неблагоприятных условиях для развития патогена он удлиняется. На продолжительность инкубационного периода оказывает влияние и способ заражения растения. При непосредственном внедрении патогена через стенки клеток растения-хозяина инкубационный период обычно короче, при проникновении через естественные отверстия – более длинный. Так, у мучнисторосяных грибов, внедряющихся через стенки живых клеток, инкубационный период при благоприятных условиях составляет всего несколько дней. У возбудителя шютте лиственницы он продолжается 15–20 дней, у обыкновенного шютте сосны – 2,0–2,5 месяца, а у пузырчатой ржавчины сосны веймутовой – около двух лет.

Кульминация развития болезни. Началом развития болезни считают момент появления на растении-хозяине первых симптомов. В ходе патологического процесса взаимодействие патогена с растением достигает наивысшего уровня, когда он вступает в стадию спороношения. С этого момента пораженное растение становится источником инфекции для окружающих здоровых растений. Длительность периода спороношения сильно варьирует у разных патогенов. У некоторых фитопатогенных грибов спороношение наступает уже через несколько дней после появления у растения симптомов болезни (например, у мучнисторосяных грибов). У других грибов, в том числе у некоторых сумчатых, спороношение начинается лишь через несколько недель, поэтому вызываемые ими болезни распространяются медленнее. Например, у грибов, вызывающих пузырчатую ржавчину хвои сосны, эциальная стадия образуется через две-три недели после заражения. Трутовики, поселяющиеся на стволах древесных пород, формируют плодовые тела, в которых в большом количестве образуются базидиоспоры, спустя два-три года после заражения.

Характер развития и продолжительность болезни в сильной степени зависят от свойств патогена, устойчивости растения и факторов внешней среды. В условиях, благоприятных для развития патогена, болезнь причиняет растению наибольший ущерб.

Заключительный этап болезни. Болезнь чаще всего завершается отмиранием пораженных органов или всего растения. Выздоровление больных растений происходит значительно реже. Это может случиться вследствие резкого изменения внешних условий, подавляющих жизнедеятельность патогена, к примеру в результате изменения условий минерального питания растений, своевременного проведения системы защитных или лечебных мероприятий (обрезки пораженных ветвей, опрыскивания химическими либо биологическими препаратами, зачистки и дезинфекции раковых ран и др.). Однако лечебные мероприятия в лесных насаждениях, ввиду их экономической нецелесообразности, проводятся в исключительных случаях. Основу лесозащитных мероприятий составляют профилактические, направленные на предупреждение заражения и развития болезней древесных пород.

4.4. Влияние факторов внешней среды на развитие инфекционных болезней древесных пород

Интенсивность развития и степень распространенности инфекционных болезней растений в значительной мере зависят от факторов внешней среды. Среди сложного комплекса факторов, входящих в понятие внешней среды, решающая роль в развитии болезней растений принадлежит климатическим условиям. Они определяют интенсивность прохождения патологического процесса и степень влияния болезни на состояние и продуктивность возделываемых культур. В большинстве случаев климатические факторы воздействуют на растения не изолированно, а в комплексе, при этом роль отдельных факторов может меняться в зависимости от уровня их напряженности и экспозиции. На каждом этапе патологического процесса значимость отдельных климатических факторов может меняться в зависимости от вида древесной породы и биологии патогена. Основными климатическими факторами, определяющими появление, распространение и развитие инфекционных болезней растений, являются влажность воздуха и наличие капельно-жидкой влаги, температура и освещенность. Они оказывают непосредственное влияние на развитие патогенных организмов и ход патологического процесса.

Для большинства инфекционных болезней растений благоприятна влажная погода с обильным выпадением осадков в течение вегетационного периода. Повышенная влагообеспеченность среды в значительной степени определяет продолжительность сохранения жизнеспособности патогена и играет решающую роль в процессе заражения растения. Влажность почвы благоприятно сказывается на развитии корневых гнилей, поскольку она влияет на рост корней, почвенную микрофлору и на самого патогена, находящегося в почве.

Облигатные паразиты, развивающиеся внутри живых тканей, получают воду в необходимых количествах от растения-хозяина и в меньшей степени зависят от влажности окружающей среды. Большинство дереворазрушающих грибов, вызывающих ствольные и комлевые гнили древесных пород, могут развиваться при влажности древесины в пределах от 30 до 80%. При этой влажности в полостях анатомических элементов древесины находится достаточное количество влаги и кислорода воздуха, также необходимого для их жизнедеятельности.

Температура, как и влажность, важна для развития и распространения инфекционных болезней. Распространение и развитие большинства болезней происходит в относительно широком интервале

температур (от 5 до 25°C). Вне этого интервала развитие замедляется и, в конце концов, может полностью прекратиться. Большинство болезней древесных пород развивается при определенном сочетании температуры и относительной влажности воздуха. Имеются в этом отношении и исключения. Так, развитие снежного шютте происходит при низких температурах (около 0°C). В основном поражаются ветви, которые бывают погружены в снежный покров. У возбудителя соснового вертуна прорастание телиоспор на опавших листьях осины и заражение молодых побегов сосны происходит при 14–16°C и относительной влажности воздуха 80–97%. Время появления первых признаков заражения сосны (образование эциев на побегах) зависит от температуры воздуха. При 18–21°C этот период составляет 9 дней, а при 12–14°C возрастает до 14 дней и более.

Начало периода споруляции возбудителя обыкновенного шютте сосны также зависит от температуры и влажности воздуха. Наиболее активное выбрасывание аскоспор из плодовых тел (апотециев) происходит при 12–16°C и относительной влажности воздуха 100%. В сухое и жаркое лето обыкновенное шютте в течение вегетации практически не проявляется; усыхание хвои начинается только вначале следующего года. В то время как мучнистая роса дуба, наоборот, интенсивно распространяется при высоких температурах. Оптимальные условия, при которых происходит максимальное рассеивание спор возбудителя мучнистой росы дуба, создаются при температуре воздуха 20°C и влажности воздуха 60%. Прогрессирование болезни отмечается с середины июля до третьей декады августа.

На развитие многих инфекционных болезней древесных растений очень часто оказывают влияние погодные условия предыдущего периода или даже года. Так, И.И. Минкевич (1986) отмечает, что очаги сосудистого микоза дуба в Воронежской области появляются после периода высоких температур и дефицита влаги. Эта закономерность при развитии сосудистого микоза дуба наблюдалась также в Башкортостане, в Волгоградской и Ростовской областях. От погодных условий текущего и предыдущего года зависит развитие ряда раковых болезней стволов древесных пород. К примеру, в Швейцарии массовое усыхание бука, пораженного ступенчатым раком, отмечалось в летние сезоны, которым предшествовали суровые зимы, когда температура воздуха падала до -35°C. Развитию ступенчатого рака стволов и ветвей

лиственницы благоприятствуют поздние заморозки и сырая, прохладная погода.

Немаловажное значение в развитии и распространении болезней растений играет и освещенность. Многие фитопатогенные грибы лучше развиваются при рассеянном освещении. Прямой солнечный свет подавляет развитие большинства факультативных паразитов и, наоборот, стимулирует развитие ряда облигатных паразитов. Так, ступенчатый рак лиственницы чаще встречается в высокополнотных насаждениях, сеянцы хвойных пород интенсивнее выпревают в пасмурную погоду, плодовые тела корневой губки чаще формируются в затененных местах, в то время как возбудители смоляного рака сосны, ржавчинного рака пихты поражают преимущественно более освещенные деревья. Высокая интенсивность света и длинный световой день, как правило, стимулируют развитие ржавчины у многих растений. Вместе с тем многие мучнисторосяные грибы индифферентно относятся к освещенности и в одинаковой мере поражают листья древесных пород, расположенных как на прямом солнечном свете, так и в условиях затенения.

Определенную роль в распространении болезней древесных пород играет ветер. У большинства фитопатогенных грибов споры, выбрасываемые в окружающую среду, переносятся воздушными течениями в горизонтальном положении на различные расстояния. Дальность разлета спор зависит от их размеров, силы ветра, выпадающих осадков и от других погодных условий. Так, согласно исследованиям Ц. Ингольда (1957), споры ряда возбудителей болезней древесных пород разносятся на сравнительно небольшие расстояния – от 0,5 до 20 м. К примеру, споры возбудителя снежного шютте сосны, отличающиеся крупными размерами, преодолевают расстояние не более 0,5 м и обычно оседают вблизи источника инфекции. Основная масса спор корневой губки сосны (около 70%) оседает на расстоянии 1,5–2,0 м от источника инфекции, поскольку ее плодовые тела, как правило, располагаются у поверхности почвы. На 10–20 м разносятся споры возбудителей парши и сосудистого микоза ильмовых пород, пятнистостей листьев древесных пород.

Споры же других возбудителей болезней могут разноситься на значительные расстояния. К примеру, базидиоспоры возбудителя соснового вертуна могут преодолевать расстояние 75–100 м, а при сильном ветре – до 250 м от источника инфекции. П.Г. Трошанин (1952)

установил, что зараженность сосен вертуном зависит от расстояния места их произрастания до источника инфекции (поросли осины). Например, если оно равно 10–25 м, зараженность сосны составляет 100%, при удалении от источника на 100 м зараженность падает до 62%, на 200 м – 14%. Споры многих трутовых грибов могут переноситься на значительно большие расстояния (несколько километров). Кроме того, ветер оказывает механическое воздействие на деревья, в результате чего они часто повреждаются, что также содействует распространению инфекции.

4.5. Эпифитотии

Степень поражения отдельных древесных пород и размеры охваченных болезнями лесных насаждений в различные годы могут изменяться в широких пределах. Массовое распространение какой-либо болезни на определенном участке лесного насаждения, сочетающееся с высокой вредоносностью, получило название *эпифитотии* (в медицине подобные вспышки болезни называют эпидемией). Для возникновения и эпифитотического развития болезней растений необходим определенный комплекс условий. Они возникают, когда восприимчивые растения, произрастающие на больших площадях, подвергаются нападению жизнеспособного вирулентного патогена при внешних условиях, благоприятных для заражения и распространения инфекции. При отсутствии какого-либо фактора или задержки его воздействия эпифитотия не достигает большой силы и вредоносности.

В процессе развития каждой эпифитотии принято выделять три последовательные стадии: предэпифитотическую, или подготовительную, эпифитотию в собственном смысле слова и стадию депрессии, или угасания эпифитотии. В типичных случаях в эпифитотии периоды нарастания болезни сменяются периодами ее спада, т. е. она имеет начало, достигает кульминационного пункта и заканчивается депрессией.

По характеру и динамике развития эпифитотии разделяют на тардивные и эксплозивные. При **тардивных, или медленно развивающихся, эпифитотиях** степень нарастания зараженности деревьев каким-либо заболеванием отмечается в течение нескольких лет и по достижении максимума вновь постепенно снижается до хозяйственно

минимального уровня. Тардивные эпифитотии чаще наблюдаются при поражении древесных пород такими заболеваниями, как сосудистый микоз дуба и ильма, обыкновенное шютте сосны, полегание сеянцев в лесных питомниках и др.

Эксплозивные, или быстро развивающиеся, эпифитотии обычно вызываются патогенами, которые отличаются высокой скоростью размножения и чаще распространяются с помощью ветра. Такие эпифитотии очень быстро возникают и также быстро могут затухать. Динамика их развития в значительной степени определяется факторами внешней среды и нередко носит сезонный характер. К эксплозивным эпифитотиям относятся ржавчина хвои и листьев, мучнистая роса листьев дуба и другие болезни, периодически возникающие в отдельных районах нашей республики. Между этими двумя видами эпифитотий существуют и промежуточные.

Эпифитотии по распространенности могут быть местные, прогрессирующие и повсеместные. При **местных эпифитотиях (энфитотиях)** растения определенной породы поражены болезнью в сильной степени на сравнительно ограниченной территории. Они обычно вызываются патогенами, распространяющимися с небольшой скоростью инфекции и в основном представлены обособленными очагами. Инфекция в таких случаях медленно накапливается на одном участке в течение нескольких лет. Примером такой эпифитотии могут служить вспышки обыкновенного шютте в сосновых культурах и питомниках.

Прогрессирующие эпифитотии представляют собой местные эпифитотии, распространившиеся при благоприятных условиях далеко за пределы первоначального очага. Одной из причин возникновения прогрессирующих эпифитотий может быть завоз возбудителя болезни в новые для него районы, где значительные площади заняты восприимчивыми к нему видами растений. Формируются они в течение нескольких лет по мере накопления инфекции возбудителя и постепенного распространения его на обширной территории. Причем чем больше был инфекционный запас первичного очага, тем интенсивнее развивается болезнь в течение следующего вегетационного периода. Чем короче инкубационный период болезни, тем больше генераций дает ее возбудитель в течение вегетации, тем скорее он накапливается на данном участке и быстрее выходит за его пределы. Примером прогрессирующей эпифитотии может служить эпифитотийное распро-

странение пузырчатой ржавчины сосны веймутовой в США, охватившей в первой половине XX века большие площади, занятые этой породой, после ввоза возбудителя из Европы. В настоящее время отмечено прогрессирующее распространение сосудистого микоза дуба в лесостепных и степных районах России, а в лесах скандинавских стран, Эстонии и Карелии – побегового рака хвойных пород.

Повсеместные эпифитотии (панфитотии) представляют собой массовое развитие болезни одновременно на огромных территориях нескольких стран или всего континента. Это случается сравнительно редко, один раз в несколько десятков лет. Существует мнение, что одной из причин панфитотий является возникновение новых более агрессивных рас патогенов. Растения оказываются более восприимчивы к ним, т. е. патоген обладает высокой вирулентностью. Значит для заражения больших площадей насаждений необходимо небольшое количество инфекционного начала. Поэтому при оптимальных внешних условиях он значительно быстрее накапливается и оказывает на растение более сильное отрицательное воздействие. Решающую роль в возникновении панфитотии служит наличие огромного количества восприимчивых растений, произрастающих на больших площадях (посевы картофеля, чистые культуры сосны), а также благоприятные погодные условия для патогена на всех этапах развития болезни.

Примером панфитотии может служить необычно сильное развитие фитофтороза картофеля в Европе в середине XIX века, гибель посадок крыжовника от сферетеки и поражение дуба мучнистой росой в начале XX века. Во второй половине XX века возникла панфитотия корневой гнили в хвойных насаждениях Европы, в том числе и в Беларуси.

Согласно данным Э.Стэкмена и Дж. Харрера (1959), для эпифитотического развития грибных болезней растений требуются следующие оптимальные условия:

- 1) наличие около растения-хозяина в начале его вегетации большого количества жизнеспособного инфекционного материала (инокулюма) патогена;
- 2) обильное своевременное созревание и отделение инокулюма;
- 3) наличие в составе инокулюма вирулентных рас патогена;
- 4) быстрое и широкое распространение инфекционного материала;

- 5) наличие многочисленной популяции восприимчивых растений, период максимальной восприимчивости которых совпадает с периодом распространения инфекции;
- 6) оптимальные температура и влажность среды для быстрого и обильного прорастания спор, проникновения и развития патогена в растении-хозяине с последующим его интенсивным плодоношением.

Следует отметить, что такой комплекс условий в природе встречается очень редко. Поэтому для развития эпифитотии необходимо обычно несколько вегетационных периодов, в течение которых указанные условия повторяются в надлежащей последовательности и в соответствующие сроки. Изучение факторов, обуславливающих эпифитотии, позволяет прогнозировать сроки их возникновения, ход развития и своевременно проводить лесозащитные мероприятия.

4.6. Прогноз инфекционных болезней древесных пород

Пораженность растений болезнями изменяется из года в год в зависимости от количества инфекционного начала, условий окружающей среды и других факторов, влияющих на развитие и распространение патогенов. В годы интенсивного развития болезней необходимо применять эффективные меры защиты, чтобы снизить причиняемый ими ущерб, тогда как в годы слабого развития их проведение не обязательно. В связи с этим надежный и своевременный прогноз болезней может помочь вовремя принять меры для защиты растений от опасных болезней или воздержаться от таких мер, если они не нужны.

Прогноз инфекционных болезней – это предвидение возможного развития болезни, сроков появления, характера ее распространения и размера ожидаемого от нее вреда на определенный период времени для конкретного региона. Прогноз появления болезней растений основан на знании причин болезней растений, биологических особенностей их возбудителей, зависимости развития патологического процесса больного растения и патогенов от метеорологических данных конкретного участка.

Различают прогнозы краткосрочные (текущие), долгосрочные (сезонные) и многолетние.

Краткосрочный прогноз – предвидение сроков появления отдельных симптомов заболевания и вспышки болезней растений за относительно короткий период времени в пределах конкретного региона. Его составляют на период вегетации, и он ограничивается установлением возможных сроков появления первичных и вторичных источников инфекции патогена и даты проведения первых защитных химических мероприятий. Такие краткосрочные прогнозы даты первого опрыскивания посевов сосны в лесных питомниках против обыкновенного и снежного шютте разработаны для условий Беларуси и средней полосы России. Для составления краткосрочного прогноза обыкновенного шютте сосны необходимо иметь данные суммы выпавших осадков в миллиметрах за период с 1 мая по 16 июля текущего года и сумму среднесуточных температур воздуха за период с даты схода снежного покрова в питомнике по 16 июля. В сумму среднесуточных температур включают только ту часть значений, которая превышает 15°C. Имея полученные данные, дату первого опрыскивания семян сосны в питомнике определяют по специальной монограмме. Время весеннего опрыскивания посевов сосны второго года выращивания устанавливают путем улавливания аскоспор из плодовых тел (апотециев) на предметные стекла.

Долгосрочный прогноз болезней позволяет предвидеть возможное появление и развитие заболеваний на более или менее продолжительный срок (обычно на вегетационный период следующего года). Система долгосрочного прогноза основана на знании факторов, влияющих на появление и последующее распространение патогена. Необходимо хорошо знать жизненный цикл возбудителя болезни, условия и способы его перезимовки, пути и способы распространения и заражения растений, а также изменение восприимчивости растения на разных этапах его развития под влиянием непостоянных метеорологических условий. При прогнозе некоторых болезней следует также учитывать развитие насекомых-переносчиков инфекции (сосудистые болезни), скорость роста молодых побегов и наличие промежуточных растений-хозяев (сосновый вертун и другие болезни, вызываемые ржавчинниками), сроки появления новых молодых листьев (мучнистая роса дуба), сочетание температуры и относительной влажности воздуха, число дней с осадками и т. д.

На основании детального анализа влияния отдельных факторов на развитие возбудителя болезни и состояние растения-хозяина разрабатываются прогностические модели распространенности и развития отдельных болезней древесных пород. В настоящее время такие модели прогноза разработаны для обыкновенного и снежного шютте, соснового вертуна, мучнистой росы дуба и др. Так, такую модель для долгосрочного прогноза шютте обыкновенного составил Н.М. Ведерников (1985). Она имеет вид уравнений регрессии, отражающих количественную зависимость проявления и развития шютте от некоторых факторов погоды.

Распространенность болезни определяется по следующему уравнению:

$$Y_1 = 78,5 - 4,19 X_1 + 0,22 X_2 + 1863. \quad (1)$$

Развитие болезни рассчитывается по уравнению

$$Y_2 = 119,5 - 5,57 X_1 + 0,18 X_2 + 21,7, \quad (2)$$

где X_1 – средняя температура воздуха за июль-август, °С;

X_2 – сумма осадков за июнь – август предшествующего года, мм.

Применяя эти формулы можно поставить прогноз за семь месяцев вперед. Эти формулы разработаны для Среднего Поволжья, но они могут быть использованы с определенными коррективами и в других районах лесной зоны.

Многолетний прогноз дает возможность предвидеть развитие болезней на несколько лет вперед. Он базируется на знании биологических особенностей возбудителей болезней, устойчивости древесных пород в различных экологических условиях (типах леса), агротехники выращивания лесных культур и динамики изменений многолетних циклов климатических условий. Так, при создании чистых сосновых культур на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования в свежих типах леса, можно предсказать, что через 15–25 лет при невыполнении профилактических лесозащитных мероприятий в них сформируются действующие очаги корневой губки. Чистые культуры сосны и ели, посаженные на свежих лесосеках на относительно плодородных почвах, после вырубki лиственных насаждений через 5–8 лет будут поражены опенком осенним. Наличие на свежих лесосеках молодой поросли осины является одним из факторов ожидаемого поражения сосновых культур 5–10-летнего возраста сосновым вертуном.

Отмечено, что развитие ряда болезней древесных пород находится в определенной зависимости от уровня солнечной активности. При этом массовое поражение древесных пород болезнями, сопровождающееся их усыханием на больших площадях, приходится чаще на годы спада активности Солнца. Многолетний прогноз болезней древесных пород по изменению солнечной активности может быть использован при наличии данных о развитии болезней за более или менее продолжительный срок (не менее 25–30 лет).

Следует отметить, что долгосрочные и многолетние прогнозы болезней древесных пород разработаны пока слабо. Появившиеся за последнее время возможности использования космической информации о состоянии лесных насаждений и ГИС-технологии в лесном хозяйстве открывают новые перспективы в разработке долгосрочных и многолетних прогнозов наиболее опасных болезней древесных пород.

РАЗДЕЛ II. БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

На древесных породах развивается большое количество болезней, повреждающих разные органы растущих деревьев. Они, прежде всего, подразделены на неинфекционные, вызванные абиотическими факторами внешней среды, и инфекционные, обусловленные развитием патогенных организмов. Последние, в соответствии с общепринятой органотропной классификацией, разбиты на следующие группы: болезни плодов и семян, болезни всходов и сеянцев, болезни хвои и листьев, некрозные, раковые и сосудистые болезни стволов и ветвей.

Глава 5. НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

С ухудшением экологической обстановки на Европейском континенте и интенсификацией лесохозяйственного производства неинфекционные болезни получили широкое распространение в лесах многих Европейских стран, в том числе и в Беларуси. Они причиняют значительный ущерб лесному хозяйству этих стран.

Эта группа болезней, вызываемая различными абиотическими факторами, в отличие от инфекционных болезней, не распространяется от дерева к дереву. Особенно широкое распространение они имеют в насаждениях, подверженных вредному воздействию многих факторов неживой природы.

Индивидуальные причины неинфекционных болезней или повреждений могут действовать на древесные породы быстро (молния или пожар), либо в течение одного или нескольких сезонов (экстремальные температуры или водный дефицит), либо непрерывно на протяжении всей жизни дерева (неблагоприятные почвенные условия и т. п.). Абиотические факторы могут оказывать воздействие на древесную растительность изолированно (каждый в отдельности) либо одновременно или в определенной последовательности друг за другом.

Доказательством неинфекционных болезней или повреждений, вызванных абиотическими факторами, является наличие определенных симптомов на хвое, побегах, ветвях, стволах или корнях древесных пород в сочетании с анализом условий их произрастания в данной местности за определенный отрезок времени. Этот анализ должен включать изменения метеорологических показателей, в особенности

экстремальных температур, дефицита осадков, почвенно-грунтовых условий, содержания вредных примесей в атмосфере, применения пестицидов, хозяйственной деятельности и других условий, характерных для данного участка.

Особенно широкое распространение неинфекционные болезни имеют в насаждениях, подверженных вредному воздействию многих факторов неживой природы. Существует большое количество стрессовых факторов, оказывающих отрицательное влияние на состояние растущих деревьев и вызывающих у них многочисленные неинфекционные болезни и повреждения.

В зависимости от характера и вида абиотических факторов неинфекционные болезни древесных пород подразделяются на следующие основные группы:

- 1) болезни, вызываемые действием неблагоприятных метеорологических факторов;
- 2) болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными условиями;
- 3) болезни, вызываемые вредными примесями в воздухе (промышленные эмиссии).

Стрессовые состояния окружающей среды чаще всего проявляются в виде экстремальных температурных факторов или неблагоприятных почвенно-грунтовых условий произрастания, которые препятствуют нормальному росту и развитию древесной растительности. Часто в природе происходит совместное воздействие нескольких неблагоприятных абиотических факторов, которые в сильной степени ослабляют растущие деревья и создают благоприятные условия для развития инфекционных болезней и нападения вредных насекомых.

5.1. Болезни, вызываемые неблагоприятными метеорологическими факторами

Метеорологические факторы играют важную роль в жизнедеятельности древесных растений. Они обеспечивают состояние окружающей среды, в которой осуществляются процессы роста и развития деревьев в лесных насаждениях. Каждый из этих факторов, в зависимости от его интенсивности, может оказывать либо положительное, либо отрицательное действие на растительный организм. Из метеорологических факторов, оказывающих вредное влияние на древесную

растительность, следует указать: действие низких и высоких температур, резкие их колебания, отрицательное действие ветра, осадков в виде снега, града, ожеледи, грозových явлений и т. п.

5.1.1. Повреждения, вызываемые низкими температурами

Повреждения деревьев, вызванные низкими температурами, могут проявляться в ранне-весенний или позднее-осенний периоды, а также зимой во время их зимнего покоя.

Пониженная устойчивость к заморозкам наблюдается у древесных растений ранней весной и достигает наиболее низкого уровня в период весеннего паводка. Это наиболее уязвимое время для повреждения растений заморозками. По данным ряда авторов, наиболее чувствительными к заморозкам являются следующие виды древесных пород: ясень, дуб, пихта, ель, клен, сосна, осина.

Повреждения весенними заморозками происходит преимущественно ночью, когда воздух неподвижен и на небе отсутствуют облака. Деревья быстро охлаждаются, и у поверхности почвы начинает скапливаться слой холодного воздуха толщиной до нескольких метров. Такое охлаждение может продолжаться, пока температура воздуха не снизится до точки замерзания воды и ниже.

Это наиболее часто наблюдается на ровных участках или в понижениях (морозобойных ямах). Характер и интенсивность повреждения от весенних заморозков зависит от стадии роста растений и от уровня понижения температуры. Если заморозки проявляются в начале вегетации, то это приводит к отмиранию почек, кончиков хвой или периферийных частей листьев. При сильном понижении температуры происходит полностью отмирание хвой и листьев, а также молодых побегов. При этом побеги свисают вниз и принимают характерный вид.

При заморозках свободная вода выходит из клеток в межклеточные пространства и замерзает, образуя кристаллы льда. Этот процесс сопровождается обезвоживанием тканей и разрушением клеточных структур, приводящими к необратимым изменениям и отмиранию пораженных органов. При этом поврежденность растений заморозками зависит от содержания в их клетках сахаров и солей. При высокой концентрации данных веществ в тканях они являются менее повреждаемыми.

Среди основных повреждений, вызываемых низкими температурами, следует отметить: пожелтение и опадение хвои, засыхание листьев, цветов и завязей; выжимание сеянцев и др.

Пожелтение и опадение хвои у 1–5-летних растений обычно наступает ранней весной после малоснежной зимы, когда ясные теплые дни сменяются холодными ночами. В этот период почва недостаточно прогревается (около 4°C), а температура воздуха днем достигает 15–18°C. При этом корни проявляют слабую деятельность, в то время как интенсивность испарения ассимиляционного аппарата довольно высокая. В результате у растений нарушается водный баланс, и хвоя начинает желтеть и опадать (чаще всего это явление наблюдается в молодых культурах на открытых местах и в питомниках). Чем больше разница между температурой почвы и воздуха в первые весенние месяцы, чем моложе хвоя, тем сильнее растение страдает от весенних заморозков.

Засыхание листьев, цветов и завязей у лиственных пород происходит при поздних весенних заморозках (чаще у пород с рано распускающимися листьями). Поврежденные листья становятся сухими и ломкими, бурют и увядают. У рано распускающейся формы летнего дуба поздние весенние заморозки, кроме листьев, часто повреждают женские соцветия, располагающиеся на верхних частях побегов. Это служит одной из основных причин слабого плодоношения дуба в отдельные годы. Поздние заморозки в некоторые годы повреждают не только листья, но и тронувшиеся в рост молодые побеги. Они прекращают развитие, чернеют и засыхают.

Выжимание сеянцев бывает на переувлажненных торфяных и глинистых почвах при накоплении в их верхних слоях избыточной влаги и медленном понижении температуры воздуха ниже точки замерзания воды. Дело в том, что при снижении температуры воздуха верхние слои почвы охлаждаются сильнее нижних. В результате в верхних слоях накапливается большое количество воды, которая начинает замерзать и превращается в иговидные кристаллы льда. Последние отсасывают воду из нижележащих слоев. Толщина ледяного слоя постепенно возрастает снизу (может достигать до 15 см), приподнимая верхние слои почвы. Вместе с ней выжимаются и сеянцы, у которых при этом повреждается корневая система. После таяния льда почва оседает до прежнего уровня, а сеянцы остаются приподнятыми

на поверхности почвы. В летний период они, как правило, засыхают. Для борьбы с выжиманием сеянцев следует проводить осушение слабо дренированных почв или посыпать поверхность глинистой почвы слоем песка в 8–10 см.

Повреждения от низких температур могут происходить не только во время вегетационного периода, но и во время зимнего покоя. Древесные породы в конце сезона вегетации по мере понижения температуры прекращают свою активность и вступают в стадию покоя. При этом уровень содержания воды в цитоплазме их клеток падает, и они сравнительно легко переносят отрицательные температуры (до $-20\dots-40^{\circ}\text{C}$), особенно когда снижение температуры происходит медленно. Это, в первую очередь, касается взрослых деревьев. Молодые же растения (сеянцы и саженцы) более чувствительны к низким температурам даже в зимний период. Следует отличать повреждения, вызванные осенними и весенними заморозками, от повреждений, происходящих в результате воздействия зимних холодов.

Из повреждений древесных пород, вызванных зимними морозами, следует отметить вымерзание сеянцев и саженцев, зимние солнечные ожоги коры, морозобойные трещины, отлупы, морозные кольца.

Вымерзание сеянцев и саженцев происходит преимущественно в малоснежные суровые зимы преимущественно в северных регионах республики на участках с ровным рельефом или в пониженных местах (морозобойных ямах). Сильными ветрами снег сносится в понижения, и молодые растения оказываются слабо защищенными. У них при заморозках повреждаются молодые побеги и почки, а сами они часто подвергаются иссушению и вымерзанию. Во время вегетации поврежденные побеги чернеют и засыхают. Для предупреждения вымерзания сеянцев необходимо в питомниках и в культурах устанавливать деревянные щиты для задержания снега.

У древесных пород с тонкой корой низкие температуры могут вызывать **зимние солнечные ожоги коры**. Это происходит вследствие сильного нагревания ее солнечными лучами днем, когда температура коры и камбия, прогретой солнцем, может превышать 15°C , в то время как температура затененной части коры едва достигает 0°C . Этот нагрев выводит ткани коры из состояния покоя. Они становятся слабо устойчивыми и в результате последующего резкого понижения температуры в ночное время отмирают. Кора в поврежденных местах тем-

неет, подсыхает и отстает от ствола, обнажая древесину. От ожогов страдают крупные ветви и стволы с южной и юго-западной стороны.

У ели обыкновенной и других тонкокорых хвойных пород в результате подкорового повреждения камбия при нагревании отдельных участков ствола солнечными лучами в морозный период формируются в древесине ствола *кармашки*. Они представляют собой полости внутри или между годичными слоями, заполненные смолой или камедью. На поперечных разрезах они имеют вид дугообразных трещин – луночек, плоской стороной обращенных к центру ствола, а выпуклой – к его периферии. Такие повреждения чаще всего встречаются у деревьев, произрастающих на опушках, вдоль дорог, т. е. в местах, открытых действию солнечных лучей. По данным ряда авторов, мелкие кармашки могут образовываться и от повреждения ствола насекомыми.

При резком снижении температуры наружные слои заболонной древесины охлаждаются и сжимаются сильнее, чем внутренние, поскольку древесина плохо проводит тепло. В связи с этим возникают внутренние напряжения, вызывающие разрыв коры и заболонной древесины. В результате на стволах деревьев (чаще на кольцесосудистых лиственных породах) образуются **морозные трещины – морозобоины** (рис. 29).

Они представляют собой наружные продольные разрывы тканей ствола в виде длинных открытых трещин, ограниченных валиками разросшейся древесины и коры. При сильном и неоднократном повреждении морозобоины могут достигать сердцевины ствола, постепенно суживаясь по направлению к ней. Пораженность деревьев морозобоинами в значительной степени зависит от анатомического строения древесины и содержания влаги в заболони ствола. Наиболее часто морозобоины встречаются у пород, древесина которых содержит широкие сердцевинные лучи. Количество и размеры сердцевинных лучей определяют способность древесины выдерживать внутренние растягивающие напряжения поперек волокон в тангенциальном направлении. С увеличением размеров и количества сердцевинных лучей прочностные показатели древесины на растяжение сни-



Рис. 29. Морозобойная трещина на стволе дуба

жаются. Образование морозобойных трещин также зависит от содержания воды в стволах растущих деревьев. При повышенном содержании воды в заболонной части ствола вероятность возникновения трещин возрастает. Так, у дуба в пойменных типах леса, характеризующегося более высокой влажностью древесины и более интенсивным развитием сердцевинных лучей, пораженность деревьев морозобоинами выше, чем в плакорных условиях. Морозобоины чаще встречаются в годы, когда суровые зимние морозы чередуются с оттепелями. Особенно страдает от них дуб в спелых древостоях. Так, в спелых и перестойных дубравах национального парка "Беловежская пуца" поврежденность деревьев морозобойными трещинами составляет от 24 до 40%. Повреждение стволов чаще происходит ночью. Морозобоины обычно имеют вертикальное расположение, но иногда тянутся по спирали вдоль ствола. Они начинаются вблизи основания ствола и идут вверх, часто захватывая его значительную часть. Залечивание трещин у поврежденных деревьев сопровождается ростом каллюсной ткани, образующей вертикальный выступающий вперед гребень, называемый иногда "морозным шрамом". При систематическом повреждении дерева морозами на месте морозобойной трещины образуется раковая язва, разрастающаяся из года в год. Поврежденные деревья легко подвергаются поражению дереворазрушающими грибами.

У ряда лиственных кольцесосудистых пород (дуба, ясеня, ильмовых) в результате резких перепадов зимних температур (оттепелей и морозов) нарушается нормальная деятельность камбиальных клеток. Откладываемые анатомические элементы древесины формируют впоследствии так называемые **морозные кольца**, которые отличаются от обычной древесины более светлой окраской и пониженной прочностью. Такие кольца хорошо видны на поперечных разрезах ствола в зоне ядра в виде светлых концентрических полос, охватывающих несколько годичных слоев древесины. Согласно ГОСТ 2140 "Пороки древесины" такие повреждения получили название *внутренняя заболонь*. Она, как и нормальная заболонь, имеет значительно меньшую стойкость против гниения, чем ядро, обладает повышенной водопроницаемостью. Морозные кольца довольно часто встречаются в приспевающих и спелых дубовых насаждениях в Беларуси и являются одной из причин, снижающих качество фанерных кряжей.

При резком повышении температуры после сильных морозов внутри ствола, особенно у тонкокорых деревьев, появляются концен-

трические разрывы тканей – **отлупные трещины**. Они образуются в результате более сильного нагрева и расширения наружных слоев древесины по сравнению с внутренними. При этом между годовыми слоями возникает кольцевая или дугообразная трещина. Она чаще появляется в нижней части ствола в местах резкого перехода мелкослойной древесины в крупнослойную и распространяется вверх на несколько метров. Отлупная трещина нарушает целостность древесины и снижает выход высококачественных сортиментов.

Исключительные по суровости зимние морозы в отдельные годы (например, суровые зимы 1928–1929 и 1939–1940 годов) могут вызывать значительные повреждения растущих деревьев многих древесных пород. Изучение этих повреждений показали, что наиболее сильно страдают молодняки 20–30-летнего возраста, хорошо развитые деревья, выступающие над пологом насаждения, опушечные деревья, а также насаждения, произрастающие на уплотненных почвах. Последствиями сильного повреждения могут быть снижение прироста по высоте и диаметру ствола, отмирание верхних побегов, появление боковых развилки либо формирование укороченных многочисленных побегов, покраснение и последующее опадение хвои. Деревья, потерявшие более 60% хвои, могут в ближайшее лето или на следующий год погибнуть или иметь пониженный прирост в течение трех лет.

5.1.2. Повреждения, вызываемые высокими температурами

В умеренной климатической зоне довольно редко во время вегетации температура воздуха превышает 40°C. Растения регулируют температуру своих тканей путем рассеивания части поглощенной энергии, предотвращая таким образом возможную гибель из-за перегрева. Наиболее чувствительны к высоким температурам молодые формирующиеся органы растений. В связи с этим при длительном воздействии высокой температуры (50°C и выше) молодые деревья (сеянцы и саженцы) погибают, а у взрослых деревьев может наблюдаться повреждение отдельных органов. Это происходит потому, что поврежденные части теряют тургор, становятся дряблыми; растения в итоге постепенно увядают и засыхают. Высокие температуры подавляют деятельность ферментов, катализирующих биохимические реакции (особенно фотосинтез, дыхание), блокируют транспирацию, проницаемость мембран, снижают растворимость двуокиси углерода и

кислорода в клетках, вызывая их гибель. Эти процессы, как правило, проявляются в период вегетации. Среди повреждений, вызываемых высокими температурами, следует отметить солнечные ожоги листьев, опал корневой шейки, увядание побегов и хвои, ожоги коры.

Солнечные ожоги листьев возникают вследствие сильного освещения их прямыми лучами солнца при большой сухости почвы и воздуха. В результате температура тканей листьев достигает 55°C и более. При этом листья буреют, часто сворачиваются в трубочку и отмирают. Иногда, во время дождей, под действием сильного ветра листья (особенно у видов, имеющих крупные листовые пластинки) поворачиваются нижней стороной вверх и, когда погода быстро меняется, попадают в таком положении под прямые солнечные лучи, перегреваются, кожица их отстает от мякоти и под нее проникает воздух. Такие листья приобретают серебристый оттенок, а их поврежденные участки постепенно истончаются, белеют или буреют и в дальнейшем отмирают. Это чаще происходит в пониженных местах. На возвышенных же участках листья отмирают очень быстро, поскольку здесь при проливном дожде с ветром крупные капли с силой ударяются о пластинку листа и в ткань проникает вода, вследствие чего перенасыщенные ею участки листа в солнечную погоду становятся белесоватыми и отмирают. Кроме того, задержавшиеся в местах разветвления жилок капли воды служат своего рода линзой, концентрирующей солнечные лучи. В таких местах ткань перегревается, покрывается угловатыми или округлыми пятнами и быстро отмирает.

Но чаще при ожогах наступает более или менее постепенное преждевременное отмирание тканей. В таких случаях по краям листьев и между боковыми жилками появляются крупные неправильной формы пятна и вскоре начинают отмирать сначала нижние, затем средние и даже верхние ярусы кроны. Это обычно происходит, когда транспирационные расходы воды не в полной мере восполняются запасами влаги, поступающей из корней растущих деревьев.

Опал корневой шейки встречается чаще всего у сеянцев хвойных и лиственных пород в питомниках, расположенных на тяжелых сухих либо песчаных почвах. В особо жаркие солнечные дни, когда поверхность почвы нагревается до температуры 54°C и выше, у молодых недревесневших сеянцев может наступить коллапс мягких тканей. В результате на стебельке у поверхности почвы образуется коль-

цевая перетяжка. Стебелек вскоре белеет (прежде всего с солнечной стороны), затем надламывается и падает в южном направлении. Успевшие одревеснеть поврежденные сеянцы остаются в вертикальном положении, но они становятся хлоротичными из-за нарушения поступления питательных веществ и воды в надземную часть и вскоре отмирают.

Тепловая критическая температура, при достижении которой погибает большинство активных клеток у сеянцев, находится в пределах от 50 до 60°C. Однако, согласно данным ряда авторов, "смертельная" температура неодинакова для разных растений и зависит от возраста тканей, состояния растения и времени воздействия высоких температур. Установлено, что ткани сеянцев хвойных пород (сосны и ели) погибали за 30 мин при температуре от 57 до 59°C, а температуры воздуха от 65 до 69°C вызывали отмирание живых тканей в течение одной минуты.

Увядание побегов и хвои. Молодые формирующиеся побеги и хвоя особенно чувствительны к резким повышениям температуры в мае или начале июня. Вершинки побегов и кончики хвоинок увядают, становятся красновато-коричневыми, а затем разрушаются. Повышенные температуры воздуха сопровождаются интенсивной транспирацией хвои. В этот период расход воды на испарение будет превышать поглощение ее корнями. Недостаток влаги является одной из причин снижения тургора тканей и увядание молодой хвои. При длительном воздействии этих факторов происходит отмирание молодых побегов и прошлогодней хвои.

В отдельных случаях при высоких температурах воздуха (более 40°C) на юго-западной стороне стволиков молодых деревьев ели и других тонкокорых древесных пород отмечается **ожог коры**. В местах повреждения кора приобретает желтовато-красноватый оттенок, слегка утончается. Несколько позднее она засыхает, в ней появляются продольные глубокие трещины, и начинается ее отслаивание, в результате которого заболонь оголяется. Поврежденные участки ствола плохо заживают, часто инфицируются патогенными организмами. Они являются местом последующего развития раковых язв. Формирование раковых образований обычно сопровождается обильным выделением смолы (живицы), которая видна на поверхности ствола в виде желва-

ков различной формы и размеров. Чаще всего от ожога страдают деревья, внезапно выставленные на свет.

Косвенное влияние высоких температур проявляется в том, что после достижения критической температуры фотосинтез начинает быстро уменьшаться, дыхание же обычно продолжает повышаться. Поэтому высокие температуры могут вызвать снижение роста из-за потери на дыхание большего количества углеводов, которое при обычных условиях расходовалось бы на рост. Плохое развитие сеянцев в питомниках при высоких температурах частично объясняется этими причинами. Высокие температуры также могут уменьшить рост деревьев путем обезвоживания листьев из-за очень высокой интенсивности транспирации.

5.1.3. Повреждения, вызываемые пожарами и молнией

Пожары причиняют лесу серьезный ущерб, нарушая жизнедеятельность растущих деревьев, а также непосредственно их разрушая. Хвойные породы являются наиболее восприимчивыми к повреждениям пожаром в начальный период активного роста. Пожары, вызывая ослабление деревьев, усиливают ветровалы, способствуют нападению вредных насекомых на ослабленные деревья и повреждению их патогенными грибами. Вследствие этого, а также из-за гибели во время пожара насекомоядных птиц ухудшается санитарное и лесопатологическое состояние лесных насаждений.

Основным фактором выживаемости деревьев служит количество отмершей хвои, почек и ветвей, а также коры и камбия. Повышенное повреждение хвои может привести к отмиранию почек и ветвей. Потеря хвои при пожаре в мае или июне более опасна, чем ее потеря в начале весны. Деревья, потерявшие хвою, могут выжить, если высокие температуры не повредили камбий на стволе и крупных ветвях.

Низовые пожары часто убивают участки коры и камбия по всей окружности ствола, образуя повреждения в виде колец. Такие повреждения нарушают передвижение питательных веществ и уменьшают рост деревьев, а также ухудшают качество заготавливаемых лесоматериалов. Степень повреждения пожаром живой флоэмы и камбия часто зависит от защитных свойств коры: старые деревья с толстой корой менее подвержены повреждениям, чем молодые с тонкой.

Для оценки степени поврежденности растущих деревьев и вероятности их выживания рекомендуется использовать следующие показатели. Количество ветвей с сохранившейся хвоей, расположенной на противоположной движению огня стороне (ветви, имеющие хвою с зеленым основанием, можно считать выжившими). Другим важным показателем выживаемости деревьев является высота обжига ствола и глубина повреждения коры. Наблюдения показали, что спустя несколько лет после пожара на выживших деревьях почти полностью обновляется кора. Более толстая кора надежно защищает камбий от повреждения огнем. В связи с этим молодые насаждения в большей степени страдают от пожаров, чем приспевающие и спелые.

Другими факторами, определяющими повреждаемость деревьев пожарами, служат: способность формировать глубокую корневую систему, высота прикрепления нижних живых ветвей, густота ветвей в кроне. Повреждение камбия на стороне относительно направления движения огня является наиболее опасным для дерева. Наибольшие по размерам и интенсивности поврежденные участки коры и камбия располагаются у основания дерева, вверх по стволу они уменьшаются. В отдельных случаях тепловое повреждение камбия при пожаре может происходить без типичного обугливания коры в результате ее сильного иссушения.

Электрические разряды во время грозы могут поражать растущие деревья. Более часто повреждаются хорошо развитые деревья или деревья, растущие по опушкам. Вред от молнии может быть различным: от полного разрушения и сгорания всего дерева до минимального повреждения ствола или корней. Однако она чаще повреждает деревья частично, разрывая на протяжении нескольких метров только покровные ткани и поверхностные слои ствола либо поражая лишь отдельные ветки. Вокруг разрывов со временем на поверхности ствола появляются наплывы коры и древесины в виде выступающих валиков. Это отражается на качестве древесины и выходе промышленных сортов. Разрывы (трещины) от молнии имеют более острые края и легко отличаются от трещин, вызванных морозом или засухой. Кроме того, в местах повреждения могут быть следы от обугливания коры. При этом раны, вызванные разрядами молний, служат потенциальными местами для развития многих патогенных организмов – возбудителей раковых и гнилевых болезней растущих деревьев. Если же молнией повреждаются только ветви, то в этом случае происходит частичное

или полное отмирание кроны, и тогда создается впечатление, что у дерева спилена верхушка, или отмечается суховершинность. Во многих случаях, когда на стволе наблюдаются незначительные повреждения, можно предположить, что наиболее сильно пострадала от молнии корневая система растущего дерева. Значительно реже молнией поражаются целые группы деревьев (до 10 и более), в результате чего в насаждении образуется прогалина. Некоторые деревья, пораженные молнией, несмотря на значительные повреждения, выживают. Часто молнии могут служить причиной возникновения лесных пожаров.

5.1.4. Повреждения, вызываемые ветром

Сильные бури, ураганы, при которых скорость ветра превышает 60 км/ч, причиняют лесным насаждениям большой вред в виде массового бурелома и ветровала. Наиболее сильно страдают от ветра участки леса, расположенные на ветроударных склонах, насаждения, пораженные корневыми и комлевыми гнилями, а также древостои, произрастающие на влажных плохо дренированных почвах. Бурелому и ветровалу чаще подвержены деревья, имеющие большую высоту при небольшом диаметре ствола в нижней его части. Насаждения, пострадавшие от бурелома и ветровала, являются потенциальными очагами массового размножения стволовых вредителей (короедов, усачей и др.), а также представляют большую опасность в пожарном отношении. Несвоевременная разделка поврежденных деревьев и вывозка заготовленных лесоматериалов из насаждений часто приводит к обесцеливанию древесины.

Интенсивные ветровалы и буреломы в лесах Беларуси наблюдались в летние периоды 1997 и 1998 годов. По данным Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, в эти годы в сильной степени пострадали лесные насаждения на площади более 40 тыс. га. Наибольшие площади поврежденных ветровалом и буреломом насаждений были сосредоточены в Гомельской и Брестской областях.

Бурелом деревьев происходит в том случае, когда они прочно связаны с почвой, а изгибающий момент, создаваемый силой ветра превышает сопротивление ствола изгибу. Дерево при этом ломается, обычно в нижней части (на высоте 2–5 м). От бурелома чаще страдают деревья с рыхлой древесиной, а также пораженные стволовыми гнилями и раковыми болезнями. Излом ствола при сильных ветровых на-

грузках, как правило, происходит в месте максимального развития ядровой гнили, либо в центре раковой язвы, или какого-то механического повреждения.

Устойчивость к бурелому зависит от породы деревьев и их возраста. Наименее устойчивы к бурелому такие древесные породы как ель, пихта, осина, а также спелые и перестойные насаждения, у которых, пораженность гнилями с возрастом, как правило, возрастает. Сосна очень часто страдает от бурелома и в неповрежденном состоянии.

Ветровал деревьев происходит в том случае, когда изгибающие напряжения, создаваемые ветром, превосходят силу сцепления корней с почвой. Ветровалу подвержены, в первую очередь, деревья со слабо развитой поверхностной корневой системой, а также деревья, пораженные корневыми и комлевыми гнилями. Из хвойных пород менее устойчива ель, среди лиственных – береза, бук. Чаще всего от ветровала страдают насаждения, произрастающие на мелких, рыхлых переувлажненных почвах, где сила сцепления корней с почвой ниже силы ветровых воздействий на деревья. Чаще ветровалы отмечаются в регионах с хорошо выраженным рельефом, преимущественно на ветродарных склонах. Несвоевременное удаление поврежденных деревьев из насаждений приводит к массовому размножению в них стволовых вредителей, гнилей и обесцениванию деловой древесины.

5.1.5. Повреждения от града, снега и льда

Сильный град наносит большой вред прежде всего молодым деревьям. Выпадение осадков в виде града вызывает повреждения почек, побегов и молодой листвы. Повреждение от града чаще встречается на верхних ветвях деревьев, расположенных с наветренной стороны. Сразу же после выпадения града молодые побеги и листья, будучи сильно поврежденными, опадают на землю. В результате преждевременной потери листьев, хвои у деревьев снижается интенсивность ростовых процессов. Через поврежденные участки (градобоины) в растения проникают патогенные организмы и вызывают развитие многих инфекционных болезней. Наиболее очевидными доказательствами поврежденности деревьев при штормовом граде спустя несколько лет могут служить отмершие вершины либо одностороннее развитие кроны.

Снег, скапливающийся на деревьях в большом количестве, вызывает их **снеголомы** (стволы или вершины деревьев ломаются под тяжестью снега), **снеговалы** (деревья выворачиваются с корнями). Скоплению снега на деревьях благоприятствует частая и резкая смена температур. При быстром потеплении, когда температура деревьев остается ниже 0°C, снег, падая крупными влажными хлопьями, примерзает к стволу, ветвям и накапливается в кроне в большом количестве.

Больше всего страдают от повала снегом сосна, ель, береза и другие лиственные породы. У сосны и ели чаще наблюдаются снеголомы, у дуба и березы – изгибы ствола. Несломанные сильно изогнутые стволы постепенно в течение нескольких лет выпрямляются. Однако у них после повреждения наблюдается снижение роста в высоту. Деревья в высокополнотных насаждениях более восприимчивы к повреждениям, чем деревья, произрастающие в сильно разреженных насаждениях или на свободе. Особенно чувствительны к снеголому и снеговалу молодые деревья, произрастающие во втором ярусе. Повреждение их может происходить при падении тяжелых плотных слоев снега с рядом стоящих взрослых деревьев. Участки снеголомов и снеговалов нередко становятся очагами стволовых вредителей, ускоряющих усыхание деревьев.

Зимой при резкой смене погоды в случае выпадения дождя на деревьях появляется **ожеледь** (лед в виде корки). Она покрывает деревья сплошным ледяным налетом. При толстом слое льда ветви не выдерживают нагрузки и часто ломаются. Как правило, такие повреждения обычно встречаются у деревьев с хорошо развитой кроной. Больше всего от ожеледи страдают хвойные деревья, особенно в высокополнотных насаждениях, а также ясень, вяз и дуб.

5.2. Болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными условиями

Почва является средой обитания корневых систем древесных пород. Она обеспечивает растения необходимыми минеральными веществами и водой, а также создает другие благоприятные условия для функционирования корневых систем растущих деревьев, от которых зависит рост и продуктивность лесных насаждений. Недостаток или

избыток питательных веществ, воды или других эдафических факторов даже на короткий срок ведет к нарушению физиологических функций и развитию у деревьев неинфекционных болезней. Наиболее распространенными являются повреждения древесных пород, вызываемые недостатком и избытком воды, а также минеральных веществ в почве.

5.2.1. Болезни от недостатка почвенной влаги

Важными факторами развития древесной растительности являются сумма и сезонное распределение общего количества выпадающих годовых осадков. Местные древесные породы, произрастающие в умеренной климатической зоне, приспособлены к сезонным и годовым колебаниям запасов воды в почве. Поэтому только необычайно суровая засуха может вызвать заметные повреждения древесных пород, произрастающих в естественных условиях. Примером таких экстремальных засушливых условий можно привести летние засухи 1992–1994 годов, послужившие одной из причин массового усыхания ели в лесах Беларуси, Литвы и других регионов Восточной Европы.

Дефицит влаги (воды) в почве, когда потери на транспирацию превышают скорость всасывания корнями воды, проявляется в растениях как обычный процесс и может наблюдаться ежедневно во время вегетационного периода. Как правило, дефицит влаги компенсируется ночью или во время дождей либо во время образования росы, когда транспирация снижается до минимальных размеров.

При продолжительной летней засухе почва высыхает, корни, расположенные в ней, теряют способность всасывать больше воды, чем было потеряно, и у деревьев начинает проявляться физиологический водный стресс. Если данный процесс усиливается, это приводит к существенному нарушению водного режима, в результате которого ткани и органы растения теряют тургор, постепенно ослабляются и увядают. При этом молодые растения (сеянцы и саженцы) страдают от засухи в большей мере, чем взрослые деревья. У них корни располагаются в верхнем слое почвы, который высыхает быстрее, и при отсутствии внутренних запасов влаги они увядают.

Сильный кратковременный водный стресс может проявляться у молодых листьев, подвергающихся высыханию во время солнечной жаркой ветряной погоды в начале лета. Одним из характерных сим-

птомов засухи является *ожог листьев*. Он характеризуется окрашиванием в коричневый цвет краев листа или отдельных его участков, при этом участки отмершей ткани не пересекают жилки в листьях, а располагаются между ними (так называемый междужильный некроз листьев). Повреждение листьев от засухи чаще наблюдается на верхних ветвях, а при развитии грибных пятнистостей чаще начинают поражаться листья, расположенные в нижней части кроны деревьев.

У хвойных пород в результате водного дефицита в летний период хвоинки изгибаются и свисают вниз, затем они увядают, становятся красновато бурыми или остаются зелеными и вскоре опадают.

Более тяжелые повреждения наблюдаются после повторяющихся засух в течение ряда лет. У поврежденных засухой деревьев начинается отмирание побегов и ветвей, появляется суховершинность, далее усыхание охватывает всю крону дерева. Симптомы повреждения от засухи у взрослых деревьев прогрессируют в направлении от вершины дерева вниз и от наружной части кроны внутрь.

Первыми доказательствами повреждения деревьев от засухи является пониженный радиальный прирост древесины, сопровождающийся ослаблением роста ствола и ветвей, хорошо наблюдаемый на верхних мутовках дерева. Старая хвоя усыхает, молодая формируется короткой и вскоре также опадает. На поврежденных стволах появляются смоляные потеки, и деревья отмирают. Часто отмирание деревьев, пострадавших от засухи, происходит в результате заселения их стволовыми вредителями, преимущественно короедами. Повреждение от засухи обычно появляется на деревьях, растущих группами, потому что они растут в одинаковых почвенно-грунтовых условиях, в которых функционируют корневые системы. Такой характер расположения усыхающих деревьев также связан с особенностями развития стволовых вредителей (короедов) в лесных насаждениях.

5.2.2. Болезни от избытка почвенной влаги

Повреждения, вызванные избытком почвенной влаги, наблюдаются на определенных участках, на которых происходит повышение уровня грунтовых вод в результате проводимых работ по созданию новых водохранилищ, либо вблизи высоко насыпанных участков шоссейных или железных дорог. Излишек водообеспечения представляет более серьезную опасность для насаждений искусственного происхо-

ждения, произрастающих на плохо дренированных и недостаточно аэрируемых тяжелых почвах. Во всех случаях повреждение вызвано нарушением снабжения корневой системы растущих деревьев кислородом. Известно, что нормальная жизнедеятельность корней у растущих деревьев протекает при концентрации кислорода в почве свыше 10%. При концентрации кислорода ниже этой цифры происходит нарушение основных функций корневой системы, в частности прекращается рост корней. Отмирание корней начинается при содержании кислорода в почве ниже 3%. Когда вода полностью затопляет корни или когда почва длительное время находится в переувлажненном состоянии, происходит задохление и быстрое отмирание корней.

Степень повреждения деревьев от избытка почвенной влаги зависит от продолжительности переувлажнения почвы, ее дренажа и других условий. При слабом повреждении у деревьев по всей кроне наблюдается изменение цвета хвои или листьев от светло-зеленого до коричневого. При сильном повреждении происходит отмирание большинства ветвей или всего дерева. При избытке почвенной влаги на усыхающих деревьях часто наблюдается развитие плесневых почвенных грибов, вызывающих загнивание отмерших корней.

Различные древесные породы характеризуются неодинаковой устойчивостью к избыточному почвенному увлажнению. Влаголюбивые древесные породы (ольха, ива) приспособлены к жизни в условиях с высоким уровнем грунтовых вод, но при чрезмерном длительном затоплении даже черная ольха погибает. Отдельные древесные породы (ива, дуб, тополь) сравнительно легко переносят временное затопление в поймах рек. Например, у ивы в условиях временного затопления и у елей, произрастающих на почвах, подверженных процессам заболачивания, иногда формируются дополнительные корни, расположенные выше корневой шейки, компенсирующие недостаток кислорода в почве и способствующие их выживанию.

5.2.3. Болезни от недостатка минеральных веществ (голодание растений)

Для нормального роста и развития древесной растительности необходимо определенное количество основных минеральных веществ и микроэлементов, содержащихся в почве. Большинство лесных почв содержит адекватный баланс этих составляющих элементов. Однако в

отдельных случаях имеются участки, на которых почвенное плодородие является недостаточным для успешного произрастания древесных пород. Это, в первую очередь, касается почв, ранее использованных для выращивания различных сельскохозяйственных культур, в том числе зерновых и овощных.

Минеральные вещества, характеризующие плодородие почв, подразделяются на две группы: макроэлементы и микроэлементы. Макроэлементы являются более изученной группой веществ и включают все основные компоненты плодородия почв – азот (N), фосфор (P) и калий (K). При характеристике плодородия обычно указывают соотношение N–P–K. Такие компоненты, как сера (S), магний (Mg) и кальций (Ca) также входят в группу макроэлементов. Однако дисбаланс макроэлементов в почве более часто связывают с N, P и K.

Существует несколько микроэлементов, необходимых для роста растений – марганец (Mn), железо (Fe), бор (B), медь (Cu), цинк (Zn) и молибден (Mo). Дисбаланс микроэлементов в почве происходит значительно реже, чем макроэлементов. Определение дисбаланса как макро-, так и микроэлементов представляет сложную процедуру.

В зависимости от того, каких минеральных элементов питания недостает, различают целый ряд болезней, называемых *голоданием* растений. Чаще всего недостаток минеральных веществ выражается в снижении ростовых процессов, но наиболее явными симптомами голодания является пожелтение (хлороз) листьев, уменьшение их размеров и формы, отмирание отдельных участков листовой пластинки. Появление внешних симптомов часто не может служить диагностическим признаком, так как в большинстве случаев недостаток разных элементов вызывает одинаковый эффект на деревьях.

Одной из наиболее часто используемых методик установления причин голодания растений служит анализ почвенных образцов, взятых в местах ненормального развития растений. В идеальном случае почвенные исследования предполагают определение как физических, так и химических свойств почвы. При химическом анализе определяется концентрация веществ в почве. Анализ физических параметров (содержание гумуса, физической глины, а также характеристика почвенного разреза по горизонтам) помогает выявить доступность отдельных веществ для роста корней.

Известно, что в отдельных случаях вещества в почве могут находиться в недоступных для корней химических соединениях. В этом

случае результаты почвенных анализов могут показать, что в почве содержится достаточное количество минеральных элементов питания. Однако не все количество этих веществ доступно для корней растений. Поэтому в дополнение к почвенным исследованиям желательно проводить лиственный анализ для количественного определения основных веществ в дереве. Такие обследования почв и растущих деревьев необходимо проводить на участках, когда есть подозрение на дисбаланс минеральных веществ, вызывающих голодание растений.

Выявлено большое количество нарушений функций древесных пород, связанных с голоданием растений. Среди них наиболее часто встречаются и представляют практический интерес следующие.

Азотное голодание. Среди всех других элементов минерального питания особое место в жизни растений принадлежит азоту. Он является обязательным компонентом всех белковых веществ, составляющих химическую основу цитоплазмы. Содержание азота в них достигает 16–18%. Азот также входит в состав хлорофилла, нуклеиновых кислот, ряда фосфатидов и многих других органических веществ растений. Содержание азота в различных органах древесных растений неодинаково: азота больше всего в листьях (около 50%), чем в любой другой части дерева, за исключением молодых корней. В ветвях и стволе содержание азота составляет до 30%, остальная часть приходится на корни. С увеличением возраста древесины содержание азота уменьшается. Так, в зрелой древесине сосны оно составляет всего 0,7–0,8%. Источником азотного питания растений являются соли аммония и соли азотной кислоты (селитры).

Азотное голодание проявляется отставанием роста растений, а также развитием бледно- или желтовато-зеленых листьев (хвои). При продолжительном азотном голодании у ряда древесных пород формируются тонкие укороченные побеги и мелкие листья (хвоя). Иногда в листьях накапливается красноватый пигмент, и они преждевременно опадают. Недостаток азота сильно сказывается на растениях, произрастающих на переувлажненных почвах, особенно после ливневых дождей, когда легкорастворимые соединения его уносятся в более глубокие слои почвы.

Фосфорное голодание. Фосфор в растительных клетках является обязательным компонентом нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), а также входит в состав фосфолипидов, жироподобных веществ, кото-

рые играют существенную роль в структуре мембран. Одно из центральных мест принадлежит фосфорной кислоте в процессах дыхания и фотосинтеза, в процессах окислительного и фотосинтетического фосфорилирования. Этот элемент непосредственно участвует во всех этапах переноса энергии в клетках, в процессах обмена веществ. Фосфор воспринимается растениями в виде иона ортофосфорной кислоты. Кроме минеральных фосфатов, растения могут использовать также и некоторые фосфорорганические соединения (фосфорные эфиры различных сахаров и др.).

Фосфорное голодание вызывает задержку роста растений и изменение окраски ассимилирующих органов. В частности, хвоя сеянцев при недостатке фосфора осенью окрашивается в фиолетовый цвет, листья, например, яблони вначале темнеют (на нижней стороне побега приобретают сине-зеленую окраску), становятся мельче и располагаются под более острым углом к побегу, затем буреют. При остром фосфорном голодании в нижней части побега листья опадают, а в верхней образуют розетку. У плодовых деревьев при недостатке фосфора весной наблюдается задержка в разворачивании почек, формировании листьев и цветов. У цветочных культур происходит укорачивание стеблей, побурение и отмирание листьев. Иногда растения при длительном фосфорном голодании отмирают. Фосфорное голодание приводит к преобладанию процессов распада полимерных соединений в тканях растений. Недостаток фосфора чаще всего пагубно действует на растения, произрастающие на черноземах.

Калийное голодание. Калий входит в состав ряда почвенных минералов (силикатов и алюмосиликатов), а также находится в состоянии, способном к обмену. Эта форма доступна для питания растений. Калий повышает гидрофильность цитоплазмы и увеличивает ее водоудерживающую способность. Повышенная оводненность коллоидов благоприятствует сохранению нормального состояния и тургора клеток, содействует формированию механических тканей, играющих важную роль в устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды.

Недостаток калия сопровождается отмиранием отдельных органов и тканей, в первую очередь более старых листьев. Листья вначале становятся темно-зелеными с голубоватым оттенком, края их постепенно бледнеют, в центре листовой пластинки появляются темно-коричневые пятна, При отмирании ткани лист буреет. На черешке его

также появляются темно-бурые пятна. В целом у большинства деревьев недостаток калия вызывает угнетение роста, сопровождающееся более слабым развитием побегов (вследствие этого они часто искривляются) и образованием морщинистых листьев. Калийное голодание вызывает также слабое развитие механических тканей и элементов древесины в связи с уменьшением толщины их клеточных стенок. При сильном калийном голодании растения менее устойчивы к болезням и вредителям. Так, например, при недостатке калия в почве молодые сосновые культуры чаще поражаются корневой губкой. Калийное голодание характерно для растений, произрастающих на легких песчаных, супесчаных и торфяных почвах.

Кальциевое голодание. Кальций является необходимой составной частью цитоплазматических структур, участвует в связывании нуклеотидов, формировании срединной пластинки клеточных стенок, а также выполняет важную роль в регуляции избирательной проницаемости клеточных мембран.

Кальциевое голодание вызывает отмирание верхушечных почек, образование мелких листьев – они постепенно становятся хлоротичными, края их покрываются бледными полосами и закручиваются кверху. При хроническом недостатке кальция подавляется развитие корневой системы, у косточковых пород наступает камедетечение. Признаки кальциевого голодания сначала появляются на молодых частях растений – почках, листьях, побегах.

Хлороз от недостатка железа. Железо в щелочных почвах часто находится в недоступной для корней форме. Такое явление отмечается чаще на почвах с высоким содержанием кальция и называется "хлороз, вызванный известью". Деревья, произрастающие на таких почвах, часто страдают от недостатка железа. Растения в этих условиях не могут синтезировать (образовывать) хлорофилл, играющий важную роль в процессах фотосинтеза.

Первым видимым симптомом хлороза от недостатка железа является пожелтение листьев (хвои). Исследования показали, что более интенсивное пожелтение наблюдается в межжилковой ткани листьев. Нормальный зеленый цвет будет оставаться только в участках листа, расположенных вдоль жилок. Хлороз может проявляться по цвету от желтовато-зеленого до лимонно-желтого и почти белого. Интенсивность изменения окраски зависит от степени недостатка железа.

На ранней стадии развития болезни листья могут иметь нормальные как цвет, так и размеры листовых пластинок. Молодые листочки, образованные на верхушках побегов, подвергаются более сильному пожелтению в течение вегетационного периода. В последующие годы на больных деревьях формируются хлоротичные более мелкие по размерам листья. Рост побегов также замедляется. Междужилковый некроз листьев может также встречаться при недостатке воды в течение вегетации. В результате недостатка железа у больных деревьев снижается интенсивность ростовых процессов и постепенно начинается процесс отмирания вначале тонких, а затем и толстых ветвей в кроне дерева. Полное отмирание деревьев наступает через несколько лет. К хлорозу от недостатка железа восприимчивы следующие древесные породы: клен, тополь, каштан конский, дуб, сосна и др.

Хлороз может быть вылечен путем изменения почвенной среды (корректировки дисбаланса веществ), или путем введения соединений железа в пораженные деревья, либо путем нанесения на молодые листочки растворов сульфатов железа или искусственных соединений железа.

Магниевое голодание. Магний участвует в построении пектиновых веществ клеточной стенки, в обмене веществ клетки, в частности обмене углеводов и органических кислот, а также в синтезе молекул хлорофилла.

Недостаток магния вызывает нарушение синтеза хлорофилла, поэтому у растений развивается так называемый пятнистый хлороз. Обычно он проявляется в середине лета на сеянцах древесных пород. При этом на нижних листьях образуются светло-зеленые пятна, которые затем желтеют. Такие листья вскоре опадают. Характерный признак магниевое голодания – развитие межжилкового некроза, при котором участки листа, примыкающие к жилкам, длительное время сохраняют зеленую окраску. Магниевое голодание чаще испытывают растения, произрастающие на легких песчаных почвах.

Токсичность меди. Древесные растения могут быть подвержены токсическому воздействию меди в результате воздушных загрязнений, внесения медьсодержащих фунгицидов и лечения препаратами, в составе которых присутствуют соли меди. Повторяющееся опрыскивание бордоской жидкостью и другими медьсодержащими фунгицидами может привести к накоплению в почве меди, что в конечном ито-

ге может оказаться токсичным для растений. Повышенное содержание меди в почве сопровождается ее выщелачиванием. Сульфат меди, применяемый для борьбы с водорослями в прудах и озерах, в высоких концентрациях также токсичен для деревьев.

Симптомы токсического воздействия меди схожи со многими нарушениями жизнедеятельности деревьев, такими, как хлороз от недостатка железа и другими неинфекционными болезнями. Листья имеют междужилковый некроз, и растения в основном снижают прирост. При этом развитие корневой системы угнетается, в частности, при росте главных корней наблюдается ослабление роста боковых, на которых часто появляются некротические пятна. Степень ухудшения состояния растений в значительной мере зависит от концентрации меди в почве. При высокой концентрации деревья, как правило, отмирают. Иногда повреждение деревьев, вызванное повышенным содержанием меди в почве, неправильно диагностируют как хлороз от недостатка железа. Но в этом случае деревья не поддаются лечению путем введения железа, так как у них повреждены корни. Исследования ряда авторов показали, что при концентрации в почве ионов меди от 1 до 50 мг/м³ наблюдались хронические симптомы на ряде древесных пород (клене, липе, тополе).

Токсичность меди также зависит от физических свойств почвы. На легких песчаных почвах она ниже, а на тяжелых суглинистых с высоким содержанием органических веществ – выше. Анализ тканей пораженных деревьев дает лучшую диагностику токсичности меди. Для анализа могут быть использованы корни, стволы и листья (хвоя), но все же лучшим индикатором является содержание меди в корнях.

Повреждение деревьев от повышенного содержания меди может быть устранено путем проведения мероприятий, предотвращающих накопление ее в почве. В качестве лечебных мероприятий рекомендуется внесение удобрений с высоким содержанием фосфатов, а также регулярный полив почвы.

Токсичность бора. Бор является неотделимым элементом почвы, который может принести вред растениям, когда его концентрация достигает высоких величин. Высокая концентрация бора присутствует в дезинфицирующих средствах. Если сточная вода, содержащая такие средства, постоянно омывает почву вокруг дерева, то может вызвать его повреждение в результате повышенного содержания его в почве. Токсичность от бора у сосновых деревьев часто проявляется в отмира-

нии их вершинок. В некоторых случаях хвоинки имеют цвет от зеленого у основания до желтого, а затем коричневого – к вершинке. Хвоя в конечном итоге отмирает и опадает. Если источники токсичности не удалены, то наступает ухудшение состояния всего дерева и последующее его отмирание.

Токсичность бора лучше определять при помощи анализа листьев (хвои), хотя и почвенные анализы также могут быть полезными. Токсичность бора может быть снижена такими же мероприятиями, как и при токсичности меди. В большинстве случаев уровень содержания бора в почве понижается до безопасного за 1–2 года. Полив и удобрения будут способствовать новому росту растений и удалению бора из почвы.

Недостаток марганца. На почвах с высоким уровнем кислотности марганец часто не доступен для корней, и растения могут испытывать его недостаток. Это наиболее часто наблюдается при произрастании клена и называется кленовым хлорозом из-за схожести с хлорозом от недостатка железа, который также отмечается на щелочных почвах.

Симптомы недостатка марганца такие же, как и при недостатке железа, то есть хлороз листьев, как тканевый, так и междужильный, а также усыхание ветвей в верхней части кроны. Интенсивность хлороза обычно возрастает к концу вегетационного периода, и к осени листья приобретают разноцветную окраску. Деревья при большом недостатке этого элемента отстают в росте и усыхают, если не проводить лечебные мероприятия. Почвенные анализы могут показать нормальный уровень марганца, однако при высоких значениях pH почвы марганец не будет усваиваться корнями. Для более тщательного определения недостаточности марганца необходимо дополнительно провести листовую анализ.

Недостаток марганца устраняется опрыскиванием листьев сульфатом марганца или его соединений либо введением непосредственно в ствол дерева. Проводятся два опрыскивания листьев каждый сезон. Стволовые инъекции осуществляются путем просверливания отверстий и вставления в них капсул, так же как и при недостатке железа.

Токсичность гербицидов. Применение химических гербицидов связано преимущественно с уничтожением нежелательной травянистой растительности в лесных питомниках. Повреждение полезной растительности обычно вызывается в результате случайной их обра-

ботки или сносом распыливаемых капель жидкого пестицида на листья и поглощением корнями гербицида, который попал на землю во время обработки.

Симптомы гербицидного повреждения у хвойных сеянцев не так хорошо известны, как у растений, против которых они применяются. Среди них отмечаются искривления хвои и побегов, а также некрозы хвоинок. При повышенных дозах гербицидов группы триазинов (атразина и анизина), поглощенных корнями сеянцев, могут наблюдаться хлорозы и некрозы надземных органов сеянцев. Повреждения сеянцев хвойных пород, вызванные гербицидами, не являются долгосрочными и спустя несколько месяцев проходят. Наиболее тяжелую форму повреждения принимают в том случае, когда гербициды поступают в сеянцы через корни. В этих случаях они могут вызывать отмирание или сильное угнетение, продолжающееся длительное время. Гербициды типа симазина обычно вызывают повреждение сеянцев сосны, произрастающей на песчаных почвах. При неравномерном внесении гербицидов, при котором они поглощаются корнями на одной стороне дерева в значительно больших количествах чем на другой, повреждению подвергается хвоя, которая обеспечивается минеральным питанием этими корнями.

5.3. Повреждения древесных пород, вызываемые вредными примесями в воздухе

Одним из распространенных стрессовых воздействий на лесные насаждения является загрязнение атмосферы различными примесями. Примеси в атмосфере, оказывающие вредное влияние на лес, могут встречаться в трех формах: твердые частицы (дыма, пепла, дорожной пыли), газообразные поллютанты и аэрозоли. Загрязнение воздуха не ограничено только городскими и пригородными зонами, оно может распространяться на большие расстояния в зависимости от вида и источника загрязнения и многих других факторов. Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются электростанции, химические и металлургические предприятия, автомобильный транспорт и другие.

Мельчайшие твердые частицы в виде сажи, пепла, пыли от цементных заводов и другие, переносимые воздушными потоками, могут причинять существенный вред лесным насаждениям. Они оседают и покрывают тонким пылевидным слоем хвою, ветви и ствол растущих

деревьев. Пылевидные частицы препятствуют нормальному поглощению солнечного света, закупоривают устьица и чечевички, что приводит к нарушению многих физиологических процессов (фотосинтеза, дыхания, транспирации, накопления органических веществ). В некоторых случаях цементная пыль и другие пылевидные частицы содержат токсические компоненты, которые непосредственно повреждают ткани хвои или листьев. Оба эти фактора приводят к преждевременной дефолиации деревьев.

Наибольший вред от пылевидных частиц в атмосфере наблюдается в насаждениях, произрастающих в непосредственной близости от источника загрязнения, так как основная масса пылевидных частиц оседает на расстоянии от него до 1,5-2 км, в то время как газообразные поллютанты рассеиваются на более далекие расстояния, чем пылевидные частицы. Они проникают в листья через устьица и вступают во взаимодействие с внутренними тканями. В результате этого ингибируются процессы фотосинтеза, нарушаются другие физиологические функции, которые приводят листья к преждевременной дефолиации.

Все повреждения, вызываемые вредными примесями в атмосфере, можно классифицировать по двум категориям: хронические и острые. *Хронические повреждения* возникают в результате длительного воздействия (в течение нескольких лет) сравнительно небольших уровней токсических веществ на чувствительные виды или средних уровней токсических веществ на более устойчивые виды древесной растительности. *Острые повреждения* проявляются в результате кратковременного воздействия (в течение нескольких часов или дней) высоких концентраций загрязняющих (токсических) веществ на древесную растительность. Подобные повреждения возникают чаще при случайных утечках газов или разливе летучих жидкостей.

Хронические повреждения довольно трудно поддаются диагностированию, потому что симптомы повреждения на листьях или хвое просматриваются слабо или вообще отсутствуют и отмирание деревьев происходит в течение ряда лет. При этом следует отметить, что внешние симптомы повреждений (реакции дерева на воздействие атмосферных загрязнителей) имеют много общего с симптомами, которые могут вызываться у деревьев другими абиотическими (засуха, недостаток минеральных веществ, высокие температуры) и биотическими (грибы, бактерии, насекомые) факторами. При острых поврежде-

ниях симптомы на листьях или хвое бывают выражены более четко. Однако диагностика специфической реакции дерева на опасное загрязнение воздуха требует большой осторожности и детального анализа всех факторов окружающей среды.

Степень реакции древесных пород на токсическое воздействие загрязняющих веществ во многом зависит от концентрации последних в атмосфере. Слабое воздействие токсических веществ при их невысокой концентрации, как правило, подавляется буферными механизмами лесной экосистемы и практически не оказывает влияния на состояние деревьев. Незначительное повышение уровня воздействия может вызвать общий сдвиг средних значений диагностических признаков, характерных для конкретной экосистемы, в ту или иную сторону без нарушения ее структуры и функций.

Дальнейшее повышение концентрации вредных примесей в атмосфере вызывает серьезные изменения в жизнедеятельности деревьев и общей продуктивности насаждений, в особенности у высокочувствительных видов древесных пород. Эти изменения чаще выражаются в нарушении баланса и обмена питательных веществ, в снижении устойчивости их к вредным насекомым и возбудителям инфекционных болезней.

Достаточно высокие дозы атмосферных примесей непосредственно вызывают видимые повреждения лесных насаждений. Интенсивное накопление атмосферных загрязнителей в виде твердых частиц на поверхности листьев и ветвей или продолжительное усвоение газообразных примесей через устьица в конце концов приводит к массовому отмиранию тканей, резкому снижению продуктивности и устойчивости поврежденных деревьев и их отмиранию.

Источники, загрязняющие атмосферу вредными примесями, подразделяют на две большие группы: точечные и диффузные. Точечными источниками загрязнения атмосферы являются стационарные источники в виде дымовой трубы химических предприятий, горящих факелов нефтяных вышек и т. д. Диффузные источники располагаются на большой территории, на которой в результате различных химических реакций выделяются токсические вещества, оказывающие вредное влияние на древесную растительность (свалки отходов химических предприятий, автомобильные дороги с интенсивным движением и т. п.).

В естественных условиях деревья могут подвергаться одновременному или поочередному воздействию нескольких атмосферных примесей. Установлено, что примеси могут взаимодействовать между собой и вызывать специфическую ответную реакцию у растений. При этом характер совместных воздействий может носить аддитивный, синергический либо антагонистический эффект. Перемещение воздушных масс воздуха, содержащих вредные примеси, обуславливается многочисленными метеорологическими факторами, а именно направлением и скоростью ветра, температурой, относительной влажностью и осадками, а также рельефом местности. Интенсивность повреждения снижается по мере уменьшения концентрации загрязняющего вещества в атмосфере как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Метеорологические условия являются наиболее ответственными за концентрацию вредных примесей в атмосфере.

Каждое загрязняющее вещество вызывает различную картину повреждений на листьях древесных пород. Основными газообразными веществами, загрязняющими атмосферу, являются двуокись серы, окислы азота, фториды, озон, редкие металлы, кислые дожди. Рассмотрим характер их воздействия на древесные породы.

Диоксид серы. Диоксид серы обычно представляет серьезную опасность на территориях, где в качестве топлива используется уголь или нефть, содержащие серу, или осуществляется обработка руды с участием меди, цинка и железа. У хвойных пород диоксид вызывает красновато-коричневое окрашивание, которое часто не охватывает целиком всю хвоинку, а проявляется полосами, начиная с их кончиков. Средневозрастная и старая хвоя отмирает в первую очередь. При длительном воздействии начинается отмирание нижних ветвей, далее этот процесс распространяется вверх по кроне дерева. Повреждение деревьев может происходить в течение всего года, даже в период зимнего покоя. Менее опасные дозы диоксида серы вызывают хлороз и преждевременное опадение старой хвои.

Повреждение от диоксида серы характеризуется более интенсивной красновато-коричневой окраской хвои по всей ее длине, по сравнению с хвоей, поврежденной зимними морозами или летней засухой. При этом от засухи вначале отмирает хвоя текущего года, расположенная в верхней части кроны. Сильные зимние морозы повреждают также хорошо развитую старую хвою, но по всей кроне дерева.

У лиственных пород первыми симптомами повреждения листьев диоксидом серы является образование на них периферийных и междужилковых некротических темно-зеленых или тусклых (кажущихся мокрыми) участков. Затем эти некротические зоны постепенно иссушаются и бледнеют на свету, приобретая белый или стекловидно-прозрачный цвет. Некротические участки распространяются по листу и становятся хорошо заметными как на верхней, так и на нижней их стороне. Наиболее чувствительны к поражению молодые формирующиеся листья (до момента полного разворачивания листовой пластинки). Более старые листья менее чувствительны к повреждению диоксидом серы.

При длительном воздействии диоксида серы у твердолиственных пород отмечаются формирование мелких листьев, ранняя потеря ими зеленой, прогрессирующее отмирание тонких ветвей, ведущее к изреживанию кроны, появлению "волчков" на стволе деревьев.

Для точного диагноза хронического повреждения деревьев диоксидом серы требуется определение концентрации серы в воздухе насаждения. Со временем сера накапливается в листьях или хвое, и листовой анализ тканей может подтвердить это воздушное отравление.

Фториды. Газообразные соединения, содержащие фториды, оказывают токсическое воздействие на древесную растительность. Эти соединения выбрасываются в атмосферу рядом предприятий строительных материалов (при производстве стеклянной и глиняной посуды, кафеля, цемента, кирпича, а также при производстве фосфорных удобрений и алюминия).

Деревья аккумулируют фториды через устьица, кутикулу и другие покровные ткани. Проникая внутрь листовых тканей, фториды вызывают нарушения метаболических процессов, приводящие к отмиранию листовых тканей. Наиболее типичным первоначальным симптомом повреждения хвойных пород фторидами является некроз кончиков хвоинок. Постепенно некроз распространяется вдоль хвоинок. Отмершие ткани вначале желтеют, со временем они становятся желтовато-коричневыми и затем красно-коричневыми. Между отмершими и живыми частями хвои проходит хорошо различимая граница. Приграничная зона становится темно-коричневой, более темной, чем отмерший кончик хвоинки.

Повреждения лиственных пород начинаются с хлороза периферийных участков листьев. Он распространяется от периферии листа к

середине вдоль средней жилки. При продолжающемся воздействии хлоротичные участки листа отмирают и приобретают красновато-коричневый оттенок. Они обычно резко отделяются от здоровых тканей. К сожалению, вышеуказанные симптомы могут вызвать и ряд других стрессовых воздействий на деревья.

Более чувствительными к повреждению газообразными фторидами являются молодые листья. В связи с этим острые повреждения, вызванные фторидами, чаще встречаются в начале вегетационного периода. В целом фториды значительно фитотоксичнее по сравнению с двуокисью серы и озоном.

Умеренно чувствительные или толерантные породы (сосна, ель, пихта, клен, липа и другие) способны выдерживать концентрацию фторидов в тканях листьев (хвои), превышающую 200 мкг/г, не проявляя видимых симптомов повреждения. Но у многих деревьев симптомы повреждения фторидами проявляются при ежедневном воздействии последних в течение нескольких часов на протяжении 10 и более суток в дозах от 1 до 50 мкг/м³.

Озон относится к числу опасных воздушных загрязнителей, повреждающих древесные породы. Он является естественным компонентом атмосферы, и невысокие концентрации озона всегда присутствуют в воздухе. В верхних слоях атмосферы озон выполняет важную функцию, фильтруя опасные высокоэнергетические излучения солнца и космоса. Небольшие количества озона также образуются при разрядах молнии. Однако эти природные источники почти не приносят вреда растениям, в то время как высокие концентрации, связанные с образованием побочных продуктов в выхлопных газах автомобилей, могут стать причиной сильных повреждений древесной растительности. Легковые и грузовые автомобили и другие виды транспорта с двигателями внутреннего сгорания выделяют оксиды азота и углеводороды в своих выхлопных газах. Тепловые электростанции, на которых сжигают ископаемые виды топлива, также являются источником оксидов азота. Эти химические вещества вступают в атмосфере с помощью солнечного света во взаимодействие с кислородом и приводят к образованию озона, пероксиацетилнитрата и других многочисленных соединений. Как озон, так и пероксиацетилнитрат, фитотоксичны, но выделения озона представляют значительно большую опасность для древесной растительности. Повреждения от озона чаще встречаются на хвойных и лиственных породах, произрастающих вокруг крупных

промышленных центров. Деревья, поврежденные озоном, как правило, располагаются в зоне действия господствующих ветров с преобладанием летних направлений на расстоянии до 100 км.

У хвойных пород отмечается, в первую очередь, появление хлоротичных пятен на хвое, когда маленькие участки желтой или бурой ткани перемеживаются зелеными здоровыми тканями. Такие повреждения наблюдаются на хвое, расположенной в верхней части кроны дерева. Поврежденная хвоя преждевременно засыхает и опадает. При длительном воздействии поллютанта происходит снижение ростовых процессов, отмирание нижних и среднерасположенных в кроне ветвей, формирование флагообразной кроны.

У лиственных пород часто появляются некротические красно-пурпурные мелкие пятна на верхней стороне листьев (их часто называют зернистостью или крапчатостью). Из-за слияния пятен постепенно вся верхняя поверхность листа обесцвечивается. При воздействии высоких доз озона на листьях могут появиться темные мокнувшие пятна.

Кислотные осадки. Загрязняющие атмосферу вещества могут вступать в реакцию с осадками, изменяя их химические свойства. Такие соединения, как двуокись серы, фториды и хлориды, вступая в реакцию с осадками, образуют так называемые "*кислотные дожди*". Капли дождя с очень низким рН (менее 3,0 рН) могут вызвать появление некротической пятнистости на листьях деревьев. Точная природа последствий от кислотных дождей для древесных растений изучена недостаточно полно. Кислотные дожди могут быть источником хронических стрессов растений, вызванных как повреждением листьев, так и изменениями в почве.

Глава 6. БОЛЕЗНИ СЕМЯН И ПЛОДОВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Успешное восстановление лесов невозможно без качественного, с хорошими наследственными свойствами семенного материала. Качество семян играет важную роль при выращивании сеянцев и саженцев в лесных питомниках, создании высокопродуктивных устойчивых насаждений. Оно имеет также большое значение в естественном возобновлении леса на вырубках и в появлении благонадежного подроста под пологом материнского древостоя.

Качество семян часто снижается вследствие поражения их патогенными организмами, наиболее часто грибами. Они могут поражать растущие деревья во время их цветения, препятствуя нормальному процессу формирования полноценных семян, или во время сбора и зимнего их хранения. Из болезней семян, развивающихся на растущих деревьях, наиболее распространены: ржавчина шишек ели, мумификация семян березы и деформация плодов косточковых и древесных пород.

6.1. Болезни семян, развивающиеся на растущих деревьях

6.1.1. Ржавчина шишек ели

На шишках ели встречается два вида ржавчины: черемуховая и грушанковая. Оба вида ржавчины могут поражать шишки различных видов ели.

Черемуховая ржавчина. Ее возбудителем является ржавчинный гриб с полным циклом развития: *Thekopsora areolata* (Fr.) Magn. [= *Thekopsora padi* Kleb.]. Заражение шишек происходит весной. На внешней стороне кроющих чешуй образуются слабозаметные плоские подушечки (спермогонии), а спустя некоторое время на их внутренней стороне – многочисленные эции в виде темно-коричневых шариков диаметром 1–3 мм (рис. 30). Внутри них располагаются цепочками овальные или эллипсоидальные светло-бурые с бородавчатыми оболочками эциоспоры. Пораженные шишки на длинных ножках приобретают характерную темно-коричневую окраску и широко раскрываются. К этому времени эциоспоры созревают и после разрушения оболочки эция рассеиваются воздушными потоками. Такие шишки часто висят на деревьях в течение нескольких лет.

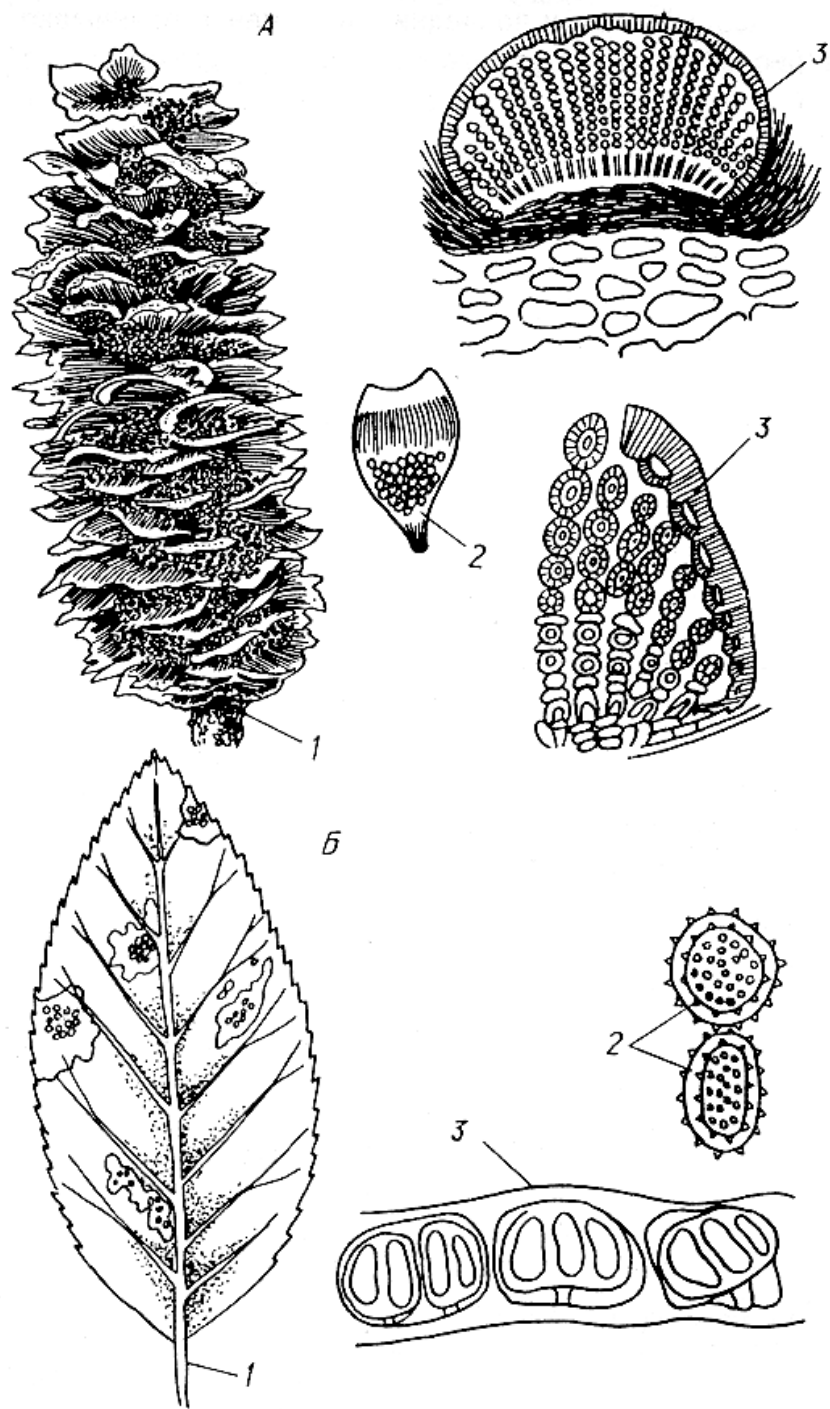


Рис. 30. Черемуховая ржавчина шишек ели:

А – поражение шишек ели (1 – общий вид пораженной шишки; 2 – кроющая чешуйка с эциями гриба; 3 – поперечный срез эция); Б – развитие гриба на промежуточном хозяине (1 – пораженный лист черемухи; 2, 3 – соответственно уредино- и телиоспоры гриба)

Дальнейшее развитие гриба происходит на промежуточном растении-хозяине – на листьях черемухи. Вначале на нижней их стороне появляются угловатые фиолетовые или буровато-красные пятна, на которых образуются мелкие оранжевые подушечки, представляющие скопления урединиоспор. В конце лета на верхней стороне зараженных листьев формируется телиоспороношение в виде темно-бурых плоских подушечек, расположенных под эпидермисом листа. Телиоспоры в них располагаются рядами. Они зимуют на опавших листьях и весной следующего года прорастают, на них образуются базидиоспоры, которые вновь заражают женские шишки ели. В зараженных шишках формируются щуплые слабообразованные семена, обладающие низкой всхожестью. При сильном поражении в зараженных шишках образование зрелых семян не происходит. Поражение шишек ели чаще наблюдается в чистых еловых древостоях, где черемуха как промежуточный хозяин гриба не встречается. Высказывается предположение, что развитие патогена может происходить по неполному циклу без участия черемухи. Гриб может поражать также молодые побеги, вызывая их искривление подобно сосновому вертуну.

Грушанковая ржавчина [возбудитель *Chrysomya pirolae* (Koern.) Wint.]. Патоген также формирует на кроющих чешуях ели спермогонии и эции. Отличительной особенностью этого гриба является то, что на внешней стороне чешуек образуются по две эции. Они имеют яркую оранжевую окраску и более крупные размеры (диаметром 3–4 мм). Оболочка их сравнительно быстро разрушается, и шишки покрываются налетом оранжевых спор.

Промежуточным хозяином данного гриба являются различные виды грушанок, широко встречающиеся в травяном покрове еловых древостоев. На их листьях летом развиваются многочисленные оранжево-красные подушечки, представляющие урединиоспороношение гриба. Осенью на их месте закладываются телиоспоры гриба. В этой стадии патоген зимует на опавших листьях. Шишки, пораженные этим грибом, не дают всхожих семян. Данный вид ржавчины в меньшей степени распространен в лесах Беларуси, но в отдельные годы пораженность ею может достигать 10% урожая шишек.

Меры защиты. Меры борьбы с ржавчиной шишек ели разработаны слабо. Заготовку шишек рекомендуется осуществлять со здоровых хорошо развитых (элитных) деревьев в оптимальные сроки. При

этом шишки ели, пораженные даже в слабой степени, необходимо отбраковывать. На лесосеменных участках и в прилегающих к ним насаждениях следует вырубать черемуху как промежуточного хозяина гриба *Th. areolata*.

6.1.2. Мумификация семян

Мумификации подвержены семена березы, ольхи, дуба и некоторых других древесных пород. Возбудителями этого типа болезни являются представители родов *Stromatinia* и *Sclerotinia*, относящиеся к отделу сумчатых грибов.

Мумификация семян березы вызывается грибом *Sclerotinia betulae* Woron. Сумкоспоры гриба образуются весной на мумифицированных семенах. Они разносятся воздушными потоками и заражают рыльца пестиков цветущих женских сережек березы. Грибница распространяется в тканях формирующихся семян. Летом на поверхности зараженных семян образуются плотные темноокрашенные подковообразные сплетения грибницы – псевдосклероции. При сильном развитии болезни женские сережки с пораженными семенами приобретают характерную черную окраску. Псевдосклероции опадают вместе с пораженными семенами и зимуют. Весной следующего года они прорастают, на них появляются плодовые тела – апотеции в виде небольших желтоватых или коричневых воронкообразных чашечек (диаметром до 4 мм), сидящих на длинных ножках (рис. 31). На поверхности плодовых тел располагаются сплошным слоем сумки, в которых формируются и созревают сумкоспоры, являющиеся основным источником инфекции.

Пораженные семена полностью теряют всхожесть, они отличаются от здоровых семян более темной окраской и меньшей массой. Их можно отделить от здоровых путем отбора или отвеивания.

Сережки березы в меньшей степени подвержены заболеваниям у деревьев, растущих вдоль опушек, дорог и на полянах. С таких деревьев рекомендуется собирать сережки для получения семян березы.

Мумификации также подвержены семена ольхи (возбудитель *Scl. alni* Maub.) и плоды рябины (возбудитель *Scl. aucupariae* Ludu.).

Мумификация желудей дуба. Заболевание вызывает сумчатый гриб *Stromatinia pseudotuberosa* Rehm. Заражение желудей дуба проис-

ходит в лесу сумкоспорами во время их созревания, опадения и заготовки, а также в период их зимнего хранения.

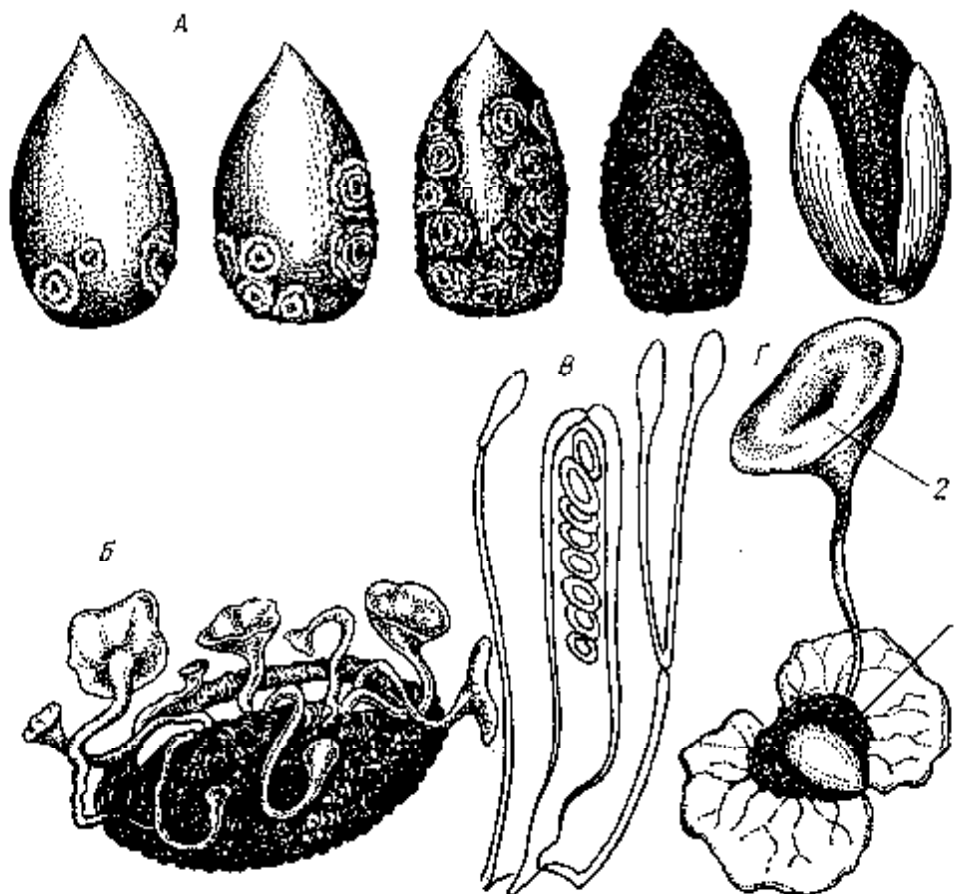


Рис. 31. Мумификация желудей дуба и семян березы:

А – различные стадии поражения желудей дуба; Б – мумифицированный желудь с апотециями гриба; В – сумки со спорами и парафизами гриба *St. pseudotuberosa*; Г – склероций (1) и плодовое тело (2) гриба *Scl. betulae*

Сумкоспоры созревают в плодовых телах, образующихся на прошлогодних мумифицированных желудях. Грибница, возникающая при прорастании спор, проникает внутрь желудя через механические повреждения покровных тканей и сосудистые пучки в местах прикрепления плюски или при контакте с мумифицированными желудями. Последняя форма заражения желудей наиболее часто проявляется во время их зимнего хранения, когда в семенохранилищах нарушается температурно-влажностный режим.

В местах развития мицелия на поверхности семядолей появляются вначале мелкие желтовато-оранжевые резко очерченные пятна, которые постепенно разрастаются и охватывают всю поверхность се-

мядоли. Рыхлая сероватая грибница со временем уплотняется, пронизывает внутренние ткани желудя и постепенно окрашивается в темный цвет. Пораженные желуди теряют всхожесть и принимают вид черной губчатой массы. В условиях повышенной влажности мумифицированные желуди разбухают, кожура растрескивается и через трещины наружу выступает желтовато-бурая грибница, переходящая на соседние здоровые желуди. На поверхностной грибнице часто образуется конидиальное спороношение, которое способствует быстрому распространению заболевания.

На мумифицированных желудях во второй половине лета формируются плодовые тела – апотеции. Они имеют вид небольших округлых чашечек диаметром 2–7 мм, сидящих на тонкой длинной ножке. Оливково-бурая поверхность чашечек со временем темнеет. На внутренней стороне чашечек в виде сплошного слоя располагаются сумки, несущие споры. Созревание и рассеивание спор чаще совпадают с периодом массового опадения желудей.

Наибольшая зараженность желудей грибом наблюдается в годы массовых заготовок при плохо организованном их зимнем хранении.

Меры защиты. Во время сбора, транспортировки и складирования желудей и других семян древесных пород необходимо избегать механических повреждений покровных тканей, загрязнения, чрезмерного увлажнения, пересушивания или подмерзания. Тару и инструмент после переработки каждой партии семян следует дезинфицировать 3%-ным раствором формалина или другими фунгицидами. Собранные семена тщательно сортируют, удаляют пораженные и с различными механическими повреждениями. Отобранные семена на зимнее хранение протравливают фунгицидами (дерозалом, топсином М или фундазолом). В семенохранилищах поддерживают определенную температуру (0–4°C) и относительную влажность (65–70%) воздуха. Складское помещение периодически проветривают, а хранящиеся семена (желуди) перелопачивают, чтобы не происходило их увлажнение.

6.1.3. Деформация плодов и семян

Наиболее часто деформация плодов встречается у косточковых плодовых пород (слива, черемуха, алыча и др.), а также у осины, тополя, ольхи. Вызывается голосумчатыми грибами из рода *Taphrina*.

Деформация плодов косточковых пород. Болезнь вызывается грибом *Taphrina pruni Tul.*

Заражение деревьев происходит весной во время их цветения сумкоспорами. Гифы, образующиеся при их прорастании, проникают через цветоножки в завязь. Под действием грибницы перикарп разрастается, плоды принимают вытянутую уродливую форму. В результате косточка и зародыш в пораженных плодах не образуются. Вместо них возникает обширная полость. На поверхности пораженных плодов со временем появляется грязновато-серый восковидный налет, представляющий сумчатое спороношение гриба. Сумки имеют булавовидную или почти цилиндрическую форму, располагаются в виде сплошного слоя. Споры, освобождаясь из сумок, обычно не вызывают заражения растений в этом году, они сохраняются на опавших пораженных плодах или в трещинах коры ветвей. Весной они почкуются, и от вторичных спор осуществляется заражение цветков. Гриб также может зимовать в виде грибницы в почках и коре тонких ветвей.

Наиболее сильно подвержены деформации плоды сливы. За сходство с раздутыми кармашками эту болезнь на сливе часто называют *кармашками* плодов или *дутыми* плодами (рис. 32).

Кроме сливы, гриб также может поражать черемуху и другие косточковые породы (вишню, алычу и др.). Развитию болезни благоприятствуют высокая влажность и умеренная температура воздуха в период цветения косточковых пород. Слабее поражаются виды и сорта косточковых пород с коротким и ранним сроком цветения.

Деформацию плодов осины и тополя вызывают следующие грибы: на осине и тополе пирамидальном – *Taphrina johansonii Sad.*, на тополе белом и других видах – *T. rhizophorus Sad.* Они поражают женские сережки. Мицелий разрастается и вызывает формирование деформи-

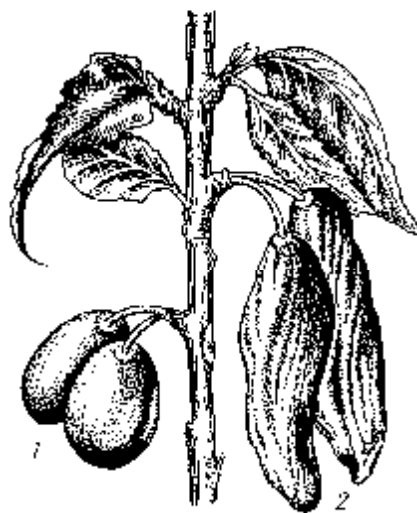


Рис. 32. Деформация плодов сливы: 1 – нормальный плод; 2 – пораженный (“дутый”) плод

рованных плодиков, в которых образование семян не происходит. Поверхность их покрывается желто-оранжевым слоем сумок со спорами. Созревшие споры рассеиваются и вызывают заражение побегов, на которых патоген зимует. Из побегов мицелий переходит в цветущие сережки.

Деформацию плодов ольхи вызывает близкий гриб *T. alni-incanae* (Kuhn.) Magn. Болезнь характеризуется разрастанием чешуек, принимающих вид удлинённых листовидных образований, и деформацией семян. На них образуются сумки со спорами. В сумках споры способны к размножению почкованием. Поражённые плоды, как правило, бесплодны.

Меры борьбы. Сбор и уничтожение поражённых плодов. Весной опрыскивание деревьев 3–4%-м раствором бордоской жидкости или 3%-ным железным купоросом до распускания почек. Вырезка поражённых однолетних побегов.

6.2. Болезни семян, развивающиеся во время их хранения

Заражение семян грибами может происходить не только во время их роста и формирования, но также и в период их сбора, транспортировки и особенно зимнего хранения. К наиболее распространённым болезням заготовленных семян при их зимнем хранении относятся плесневение и гнили. Они чаще вызываются факультативными паразитами из класса сумчатых грибов и гифомицетов. Массовое поражение семян, как правило, происходит при нарушении условий их зимнего хранения.

6.2.1. Плесневение семян и плодов

Возбудителями этой группы болезней являются грибы из родов *Penicillium*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Mucor* и др. Споры их попадают из окружающего воздуха на семена во время заготовки, транспортировки и зимнего хранения. Из них развивается мицелий вначале в виде небольших рыхлых паутинистых скоплений различной окраски и консистенции. Затем он разрастается, плотно окутывает семена, образуя грибные плёнки. На грибнице образуются в большом количестве споры. Развиваясь на покровных тканях семян, плесневые грибы не ока-

зывают существенного влияния на их посевные качества. Однако при длительном развитии они могут постепенно разрушить оболочку семян, проникнуть внутрь и вызвать частичную или полную потерю энергии прорастания семян. Этот процесс ускоряется при наличии механических повреждений семян, через которые мицелий легко проникает внутрь и вызывает их загнивание. В этом случае они становятся непригодными для посева.

В зависимости от окраски мицелия и спороношений грибов, развивающихся на семенах, различают зеленую, розовую, черную, серую и головчатую плесени.

Зеленая плесень вызывается многими видами грибов рода *Penicillium*, а также грибами *Aspergillus glaucus* Link. и *Trichoderma lignorum* Harz. На поверхности пораженных семян образуются рыхлые налеты грибницы, сначала светло-серые, затем зеленовато-синие или желтовато-зеленые, иногда голубоватые. Образующиеся на них многочисленные конидии способствуют быстрому распространению грибов во время хранения семян. Грибница разрастается довольно быстро, проникает во внутренние ткани семян, вызывает их загнивание и потерю всхожести.

Розовая плесень появляется при развитии на семенах гриба *Trichothecium roseum* Link. На поверхности зараженных семян образуются темно-коричневые, резко очерченные, слегка вдавленные пятна, покрытые порошистым налетом мицелия розового или оранжевого цвета. На нем формируются удлиненные, прямостоящие, неразветвленные конидиеносцы, несущие грушевидные, двухклеточные конидии. Они чаще располагаются на вершине слегка вздутого конидиеносца.

Розовую плесень вызывает также гриб *Fusarium oxysporum* Fr. В таком случае на семенах формируются мелкие пятна, покрытые воздушным мицелием в виде рыхлых розовых скоплений. На мицелии образуются многочисленные веретеновидно-серповидные макроконидии. Загнившие внутренние ткани приобретают красноватую окраску, и семена теряют всхожесть. Данный гриб, кроме того, может вызывать отмирание всходов и полегание сеянцев древесных пород при посеве пораженных семян в почву.

Значительно реже розовую плесень вызывает гриб *Monilia sitophila* Sacc. На семенах он образует подушковидные дерновинки, ок-

рашенные в ярко-желтый, оранжево-розовый или оранжевый цвет. Гифы гриба ветвящиеся, септированные, на них формируются собранные в цепочки яйцевидные или цилиндрические конидии. Плесневение семян, вызванное данным грибом, иногда называют *красной хлебной плесенью*.

Черная плесень наиболее часто вызывается грибами из рода *Alternaria*. Пораженные семена покрываются бархатистыми мелкими подушечками темного цвета. Гифы гриба вначале бесцветные, затем темно-оливковые или буроватые. Конидиеносцы простые или разветвленные, иногда собраны в пучки. В их верхней части формируются цепочки конидий. Виды этого рода встречаются на семенах многих древесных пород. Они снижают посевные качества семян, а также могут вызывать загнивание проростков и полегание сеянцев.

Черную плесень также может вызывать гриб *Cladosporium herbarum* Link. На семенах он образует темно-оливковый налет и бархатистые дерновинки, часто сливающиеся. Конидиеносцы обычно простые, бурые или оливковые, изредка ближе к вершине слегка разветвленные. Конидии продолговатые или цилиндрические. При высеве в почву пораженных семян гриб при благоприятных условиях может развиваться на надземных частях сеянцев и вызывать их загнивание.

Иногда черная плесень образуется при развитии гриба *Aspergillus niger* Tiegh. На семенах он формирует мелкие темные порошистые скопления мицелия и спор. Конидиеносцы в верхней части имеют шаровидное вздутие, на котором радиально располагаются стеригмы, а на них цепочки конидий. Зрелые конидии шаровидные, коричневые или бурые. Пораженные семена имеют низкую всхожесть.

Серая плесень чаще вызывается грибом *Botrytis cinerea* Pers. На семенах он образует густо переплетенный темно-серый налет воздушной грибницы. На ней формируются многочисленные лимонovidные или овальные конидии в виде мелкой сероватой пыли. При длительном развитии семена загнивают, и на них иногда образуются мелкие темноокрашенные склероции. Развитие гриба чаще происходит при повышенной влажности. Гриб может также вызывать загнивание проростков и молодых недревесневших сеянцев древесных пород в питомниках.

Головчатую плесень вызывают многие виды муконовых грибов. Это в основном сапротрофные грибы, которые обитают на самых

разнообразных субстратах, в том числе и на семенах и плодах древесных пород при их неправильном хранении. Они развиваются в условиях повышенной влажности и образуют на семенах воздушный паутинистый сероватый мицелий, несущий многочисленные спорангии в виде темных шарообразных головок. Спорангиеносцы коричневые, почти черные, часто располагаются группами. Споры округлые или яйцевидные, в массе темноокрашенные.

На семенах древесных пород наиболее часто встречаются *Rhizopus nigricans* Ehr., *Thamnidium elegans* Link., *Mucor mucedo* L., *M. racemosus* Fr. и др. На всхожесть семян оказывают незначительное влияние, но при длительном развитии могут задерживать прорастание семян.

6.2.2. Гнили семян и плодов

Загнивание плодов и семян древесных пород характеризуется нарушением структуры тканей и полным их разрушением, приводящим к потере их всхожести. Гнилями наиболее часто поражаются плоды и семена, отличающиеся повышенным содержанием влаги и запасных питательных веществ и хранящиеся в неблагоприятных условиях.

Широкое распространение в условиях Беларуси получили гнили желудей дуба. Они вызываются преимущественно грибами из родов *Gloeosporium*, *Phomopsis*, *Cytospora*, *Ceratocystis*, *Stereum*. В зависимости от поселившегося вида гриба и характера изменения пораженных тканей различают следующие гнили желудей дуба: сухую, или антракноз, белую, черную, желтую и цитоспороз.

Сухая гниль, или антракноз (рис. 33 А) вызывается анаморфным грибом *Gloeosporium quercinum* West. Развитие гнили на желудях происходит во время их зимнего хранения. При этом на пораженных семядолях появляются серовато или темно-бурые пятна неправильной формы. Они резко отличаются от здоровой ткани семядолей и постепенно превращаются в язвы, которые со временем увеличиваются в размерах.

Во влажных условиях на пораженных желудях формируется желтовато-бурая грибница, на которой появляются мелкие плоские подушечки, располагающиеся концентрическими кругами вокруг яз-

вочек. На них в большом количестве образуются конидии, погруженные в беловатую жидкость в виде мелких капель.

При сильном поражении поверхность семядолей становится мелкобугорчатой, изъязвленной, к окончанию зимнего хранения пораженные желуди приобретают обугленный вид и ссыхаются, полностью становятся непригодными для посева. Гриб *Gl. quercinum* может с желудей переходить на молодые сеянцы и вызывать у них бурую пятнистость листьев.

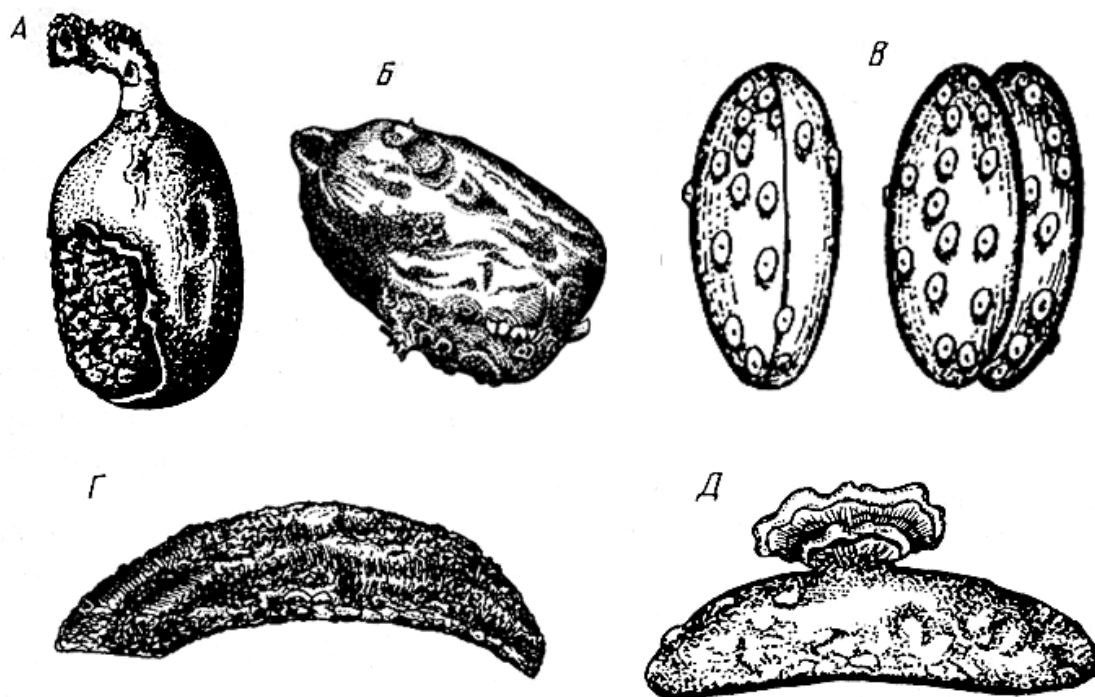


Рис. 33. Поражение желудей дуба гнилями:

А – сухая гниль; Б – белая гниль; В – цитоспороз; Г – черная гниль; Д – желтая гниль

Белая гниль желудей (рис. 33 Б) развивается под воздействием анаморфного гриба *Phomopsis quercella* (Sacc.) Died. На пораженных семядолях вначале появляется несколько мелких сероватых пятен, они разрастаются и со временем покрывают всю их поверхность. При повышенной влажности под кожурой формируется белая рыхлая грибница, которая уплотняется и образует беловато-желтую пленку. Кожура пораженного желудя в это время темнеет, становится хрупкой. В толще грибницы возникают многочисленные темноокрашенные пикниды диаметром 1–1,5 мм, состоящие часто из нескольких камер. К

моменту созревания спор они разрывают кожуру желудя и выступают наружу в виде мелких конических бугорков. Вскоре из них через звездообразные устья выделяются скопления конидий в виде тонких извилистых нитей, покрытых клейкой оранжевой жидкостью. Заражение желудей может происходить в лесу. Этот гриб также поселяется на усыхающих нижних ветвях деревьев дуба, но основной вред причиняет желудям дуба во время их зимнего хранения.

Черная гниль желудей (рис. 33 Г) вызывается грибами *Ceratocystis roboris* Georg. et Teod. и *C. valachicum* G. et Teod. При развитии заболевания на семядолях появляются черные пятна, которые постепенно покрывают всю их поверхность. Грибница пронизывает семядоли, они размягчаются, окрашиваются в темный цвет. Кожура желудей становится матовой, хрупкой, легко отделяется от семядолей и также темнеет. На пораженных желудях образуется конидиальное спороношение в виде небольших тонких выростов (коремии). К концу хранения на отмерших желудях иногда закладываются плодовые тела – перитеции. Они грушевидной формы с длинным хоботком в верхней части. Перитеции располагаются в толще семядолей и выходят наружу через разрывы покровных тканей. Эти грибы, кроме поражения желудей дуба во время зимнего хранения, представляют большую опасность для молодых и взрослых дубовых насаждений. Они являются возбудителями сосудистого микоза ветвей и стволов растущих деревьев.

Желтая гниль желудей (рис. 33 Д) развивается под воздействием базидиального гриба *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. На семядолях пораженных желудей вначале появляются светло-желтые пятна, которые покрываются светлой рыхлой грибницей, выступающей наружу через продольные разрывы кожуры. Затем семядоли бурют, грибница уплотняется и образует под кожурой желтые “замшевые” пленки. Вскоре после этого вырастают плодовые тела в виде тонких шляпок (диаметром 3–4 см), прикрепленных боковой стороной или распротертых пленок. С нижней стороны шляпки располагается гладкий, сначала светло- или охряно-желтый, затем дымчато-серый гименофор. *St. hirsutum* является типичным дереворазрушающим грибом, он часто поселяется на отмерших ветвях дуба, вызывая разрушение древесины ветвей по типу белой гнили.

Цитоспороз желудей (рис. 33 В) вызывается анаморфным грибом *Cytospora intermedia* Sacc. Относится к числу наиболее опасных болезней желудей во время зимнего хранения. На пораженных семядолях образуются темно-коричневые, покрытые ватообразной грибницей пятна, отчетливо выделяющиеся на фоне здоровой ткани. Грибница постепенно разрастается, покрывает всю поверхность семядолей, уплотняется и образует плотные пленки, окрашенные в желтоватый или оливково-бурый цвет. Вскоре в них формируются крупные оливково-черные стромы (диаметром 3–4 мм), в толще которых закладываются пикниды, несущие бесцветные, покрытые оранжевой жидкостью споры (конидии). Последние выходят наружу крупными скоплениями в виде тонких извилистых лент или нитей.

Часто поражение желудей цитоспорозом носит очаговый характер.

6.3. Мероприятия по защите плодов и семян от болезней

Мероприятия по защите плодов и семян представляют целый комплекс мер по надзору за состоянием лесосеменных плантаций, появлением и развитием опасных болезней, проведению профилактических работ, строгому соблюдению сроков и правил сбора и хранения семян и их химической защите.

Надзор за лесосеменными плантациями рекомендуется проводить два раза в год в сроки развития плодов и семян и патогенеза их опасных болезней. На плантациях и в окружающих их насаждениях строго соблюдают правила лесной санитарии, при необходимости проводят лесозащитные мероприятия, в частности вырубают черемуху, являющуюся промежуточным хозяином возбудителей ржавчины шишек ели.

Семена собирают со здоровых хорошо развитых деревьев в оптимальные сроки. При этом шишки ели, пораженные даже в слабой степени ржавиной, отбраковывают. Во время сбора, транспортировки и переработки семян нельзя допускать их механические повреждения, загрязнения, увлажнения, подмерзания или пересушивания. Тару и инструменты после переработки каждой партии семян дезинфицируют 3%-ным раствором формалина или другими фунгицидами.

Семена перед закладкой на хранение тщательно сортируют (удаляют щуплые, недозревшие, с различными механическими повре-

ждениями). Отобранные семена протравливают системными препаратами – фундазолом, топсином М, дерозалом из расчета 5–6 г на 1 кг семян. Хранилище перед загрузкой семян на хранение дезинфицируют путем сжигания серы из расчета 30 г/м³.

Заготовленные семена подвергают специальной фитопатологической экспертизе. Для этого из партии семян отбирают образцы и отправляют в лесосеменной селекционный центр. Там устанавливают степень внешней и внутренней зараженности семян грибами и дают рекомендации по предпосевному протравливанию заготовленной партии семян.

Большое значение имеет правильный режим хранения семян древесных пород. В семеновранилищах поддерживают определенные температуру (0–4°С) и влажность (65–70%) воздуха. Складское помещение периодически проветривают, а хранящиеся семена перелопачивают. Это препятствует чрезмерному их увлажнению. Для хранения семян, прежде всего желудей дуба, разработаны различные способы (в проточной воде, под снегом, в траншеях и т. д.). Предпочтение обычно отдают тому способу, который в местных условиях обеспечивает хорошую их сохранность в зимний период.

Глава 7. БОЛЕЗНИ СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Наиболее благоприятные условия для развития и распространения фитопатогенных грибов создаются в лесных питомниках. Этому способствуют большая густота посевов, пониженная устойчивость молодых растений к неблагоприятным условиям, в определенной мере обусловленная недостатком питательных веществ. При длительном выращивании посадочного материала в лесных питомниках постепенно происходит накопление инфекционного начала, что приводит в отдельные годы к возникновению вспышек массового развития (эпифитотий) опасных заболеваний.

Среди многочисленных болезней, встречающихся на сеянцах древесных пород в лесных питомниках, наиболее вредоносными и опасными являются: полегание всходов и сеянцев, серая и темно-оливковая плесени, выпревание сеянцев и другие.

7.1. Полегание всходов и сеянцев

Болезнь характеризуется загниванием семян и проростков в почве, поражением молодых корешков, полеганием и отмиранием недревесневших сеянцев. Возбудителями заболевания являются почвообитающие грибы из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Pythium*. Болезнь поражает преимущественно посевы хвойных пород (сосны, ели, лиственницы), в меньшей степени от нее страдают всходы клена, липы, вяза, тополя и других лиственных пород.

Полегание сеянцев развивается чаще всего на посевах не старше 2–3 месяцев, в связи с чем данную болезнь иногда называют "младенческой болезнью" сеянцев. При этом процесс заболевания подразделяют на две фазы: довсходовую и послевсходовую (рис. 34).

Довсходовая (скрытая) фаза развивается в первые дни прорастания высеянных семян. Под действием токсических веществ возбудителей болезни, обитающих преимущественно на органических остатках, формирующиеся корешки, ростковая трубка гипокотилия и содержащее семени загнивают, и молодой проросток отмирает, не успевая выйти на поверхность почвы. Основным внешним признаком довсходовой фазы являются редкие всходы в посевном отделении.

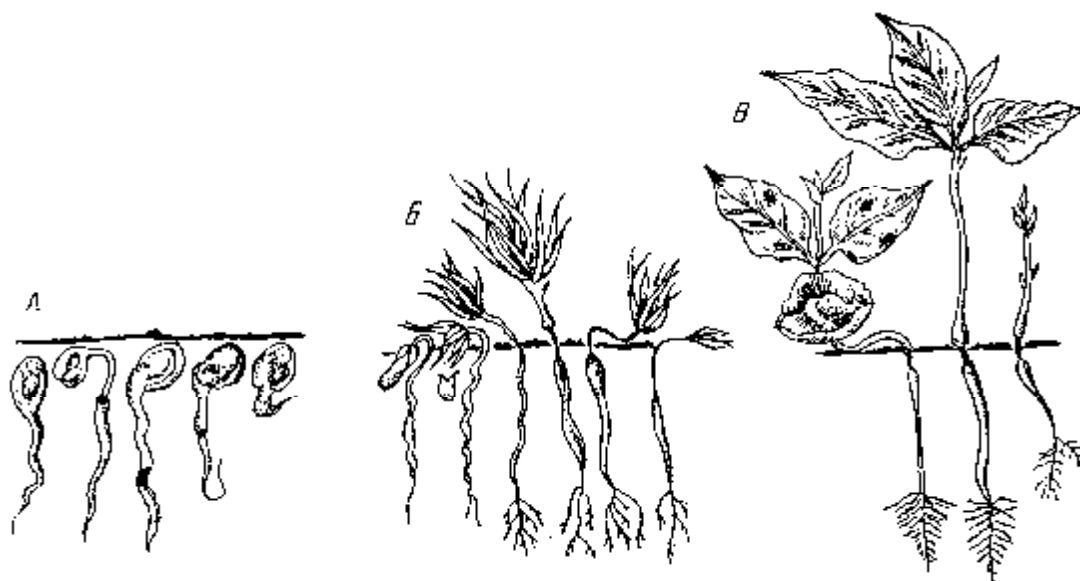


Рис. 34. Инфекционное полегание всходов и семян:

А – загнивание семян и их проростков в почве (скрытая форма); Б – полегание всходов хвойных пород; В – полегание всходов лиственных пород

Послевсходовая фаза развития проявляется на 5–20-дневных сеянцах. У них загнивают периферические (наружные) части централь-

ного корешка и основание стебелька. Стебелек у корневой шейки утончается, в этом месте образуется бурая кольцевая перетяжка, он теряет упругость, ложится на землю и отмирает. Отмершие сеянцы располагаются куртинами. Это объясняется тем, что грибница патогенов распространяется по поверхности почвы от больных растений к здоровым и наиболее часто поражает сеянцы, растущие вдоль посевных бороздок. Скорость распространения мицелия грибов, по данным И.И. Журавлева (1974), составляет 2–5 см в сутки. При благоприятных погодных условиях для развития патогенов очаги отмирания быстро увеличиваются и в случае сближения друг с другом сливаются, вызывая значительный отпад сеянцев. Наиболее интенсивно отпад сеянцев от болезни происходит в первые две-три недели после появления всходов.

Во влажную погоду у корневой шейки зараженных сеянцев можно заметить слабый паутинистый налет мицелия и спороношения гриба. Больные сеянцы легко выдергиваются из почвы вместе с осевым цилиндром корешка. Загнивание корешков у молодых сеянцев может наблюдаться и в возрасте 6–8 недель, при чем растения уже не полегают, отмирают стоя, так как к этому времени их стволыки достаточно одревесневают. Иногда у 3-месячных сеянцев может происходить увядание верхних частей. Хвоя теряет тургор и приобретает характерный как бы помятый вид.

Интенсивность развития болезни зависит от многих факторов: погодных условий весеннего периода, степени зараженности почвы патогенными грибами, времени и глубины посева семян, состояния сеянцев. Развитию болезни благоприятствуют дождливая и прохладная погода в мае-июне, глубокая заделка семян, наличие корки на поверхности почвы, загущенность посевов.

Наиболее часто полегание сеянцев вызывается грибами рода *Fusarium*. В этом случае болезнь называют *фузариозом*. Патогенность их по отношению к разным породам неодинакова. Особенно распространены и опасны виды *F. oxysporium* Sch., *F. sporotrichoides* Scharb., *F. bulgigenum* Cooke et Mass. Это факультативные паразиты, обитающие в почве на растительных остатках, в том числе и на отмерших частях сельскохозяйственных культур. На пораженных сеянцах они формируют белую с розоватым оттенком грибницу. Размножаются грибы при помощи конидиальных спороношений, образующих макро- и микроконидии (рис. 35).

Макроконидии чаще веретеносерповидные, с одной или несколькими поперечными перегородками. Верхняя и нижние клетки их сужены и закруглены. Микроконидии более мелкие, эллипсоидальные, обычно одноклеточные, реже двухклеточные. При наступлении неблагоприятных условий грибы образуют округлые хламидоспоры с хорошо развитыми оболочками. Они устойчивы к высоким и низким температурам, резкому изменению влажности и к другим неблагоприятным факторам внешней среды.

В питомниках, заложенных на суглинистых богатых органическими веществами почвах, полегание сеянцев чаще вызывают грибы из рода *Rhizoctonia*. Они образуют обильно разветвленный, светло-коричневый мицелий, пронизывающий верхний слой почвы. Он формирует хламидоспоры и склероции диаметром 3–7 мм, в стадии которых зимует.

Полегание сеянцев древесных пород в отдельных питомниках также могут вызывать грибы рода *Alternaria*. Они образуют серовато-коричневую грибницу, на которой развиваются одиночные или собранные в пучки конидиеносцы, несущие на концах лимонovidные конидии, разделенные продольными и поперечными перегородками на клетки. Патогенность этих грибов слабее по сравнению с таковой у описанных выше.

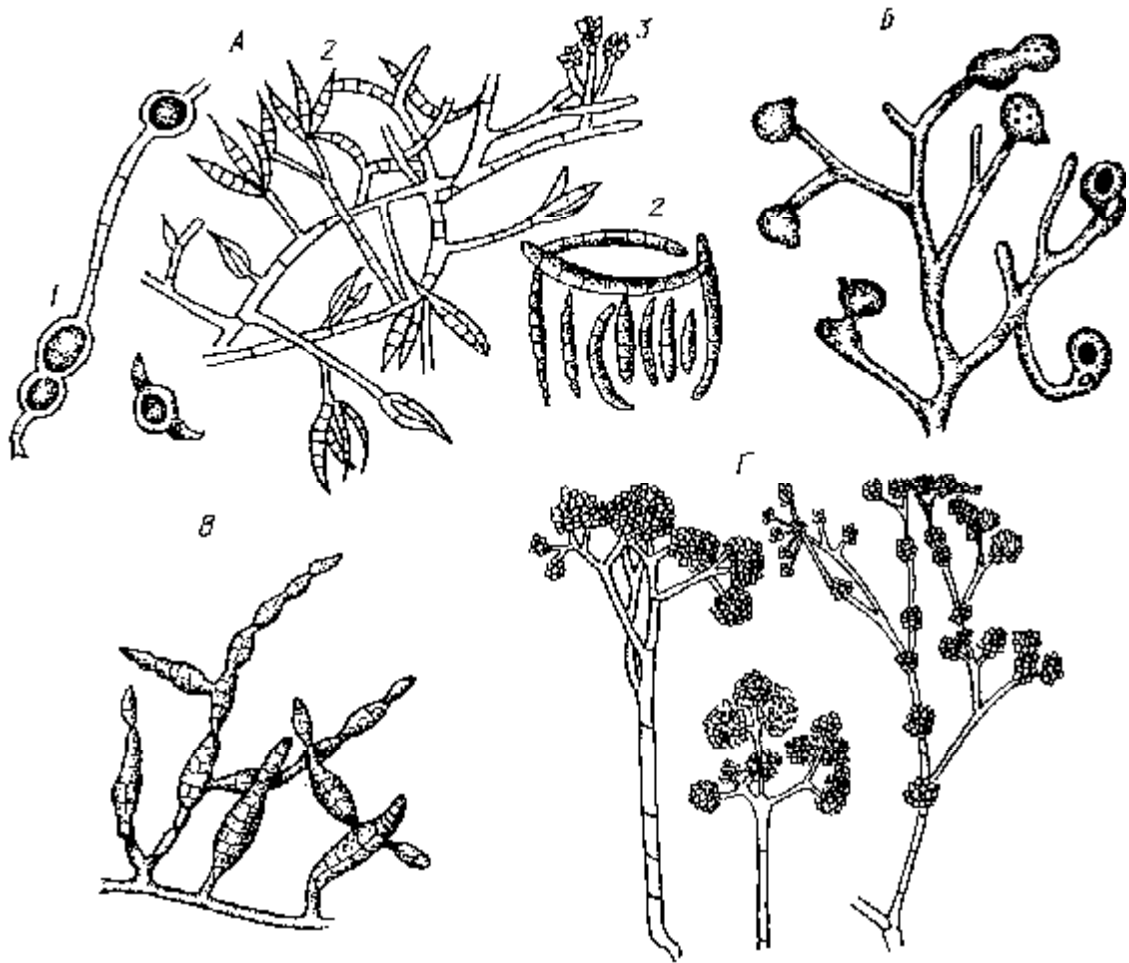


Рис. 35. Спороношения грибов-возбудителей полегания сеянцев: А – конидиеносцы с конидиями грибов рода *Fusarium* (1 – хламидоспоры; 2, 3 – макро- и микроконидии); Б – мицелий и зооспорангии гриба *Pythium debaryanum*; В, Г – конидиеносцы с конидиями грибов рода *Alternaria* и *Botrytis*

На влажных плотных почвах полегание всходов хвойных пород вызывают грибы рода *Pythium*. Они формируют бесцветный, часто разветвленный без поперечных перегородок мицелий. На окончаниях мицелиальных нитей располагаются шаровидные вздутия, представляющие бесполое спороношение (спорангии). При поражении грибом распространяется между паренхимными клетками всходов и образует в разлагающихся тканях половые споры – ооспоры. Обычно эти грибы поражают молодые проростки. Они отмирают раньше, чем достигают поверхности почвы.

Основным источником инфекции, вызывающей полегание сеянцев, являются зараженная почва (возбудители могут обитать в ней сапротрофно на органических остатках), значительно реже – семена, загрязненные спорами патогенов, и покровный материал, применяемый для укрытия посевов. Полегание не следует смешивать с опалом (солнечным ожогом) корневой шейки всходов и сеянцев, с повреждениями, вызванными почвообитающими насекомыми, засухой и механическими факторами. Для установления причины заболевания используют влажную камеру или проводят микроскопический анализ пораженных участков сеянцев по методу И.И. Журавлева.

Меры защиты. Для защиты сеянцев от инфекционного полегания применяют комплекс агротехнических мероприятий, биологические и химические методы.

Агротехнические мероприятия предусматривают строгое соблюдение правил выращивания посадочного материала древесных пород. Почвы, на которых культивируют сеянцы различных пород, должны удовлетворять их биологическим требованиям. Не рекомендуется закладывать питомники там, где в последние годы выращивались картофель, кукуруза и овощные культуры. Почва на таких участках в сильной степени заражена возбудителями полегания сеянцев. Хвойные породы следует высевать на участках, находившихся под черным паром, поскольку выращивание сеянцев на одном месте в течение нескольких лет также способствует накоплению инфекции в почве и распространению болезни.

Высев семян нужно проводить в оптимальные для каждой породы сроки, соблюдая соответствующую глубину заделки и густоту посева. Отобранные для посева семена должны быть доброкачественными и обладать высокой всхожестью. Польский фитопатолог профессор А. Гживач (1972) рекомендует использовать для посева семена хвойных пород с темной оболочкой (они более устойчивы к полеганию).

Для повышения энергии прорастания и ускорения появления всходов семена следует обрабатывать водными растворами сернокислых солей: 0,02%-ным – цинка ($ZnSO_4$) или марганца ($KMnO_4$), 0,05%-ным кобальта ($CoSO_4$), 0,03%-ным – меди ($CuSO_4$) либо их смесью. С этой целью семена замачивают в соответствующем растворе в течение 18–20 часов непосредственно перед их высевом.

Посевы необходимо мульчировать смесью торфа, обработанного фунгицидами, с древесными опилками (в соотношении 3:7), добавляя

известь (5–6 кг на каждые 100 кг смеси). Для мульчирования также пригодны свежие опилки, полученные при распиловке не только здоровых, но и пораженных белой полосатой ядровой гнилью стволов осины.

Химические и биологические методы защиты используют для предпосевного протравливания семян, локализации и подавления очагов отмирания сеянцев в начале развития заболевания. Протравливают семена топсином М, дерозалом, фундазолом, фитолавином или феразимом (при норме расхода 6 г/кг). Ю.В.Виткунас (1972) рекомендует намачивать семена сосны перед высевом в водной вытяжке из древесины осины, пораженной ложным осиновым трутовиком, в течение 2 ч. Это обеспечивает сохранность сеянцев примерно в 1,5 раза по сравнению с контролем. Предпосевное протравливание семян также проводят в 0,5%-м растворе марганцево-кислого калия или суспензии биопрепарата триходермин (из расчета 1–1,5 л воды на 100 кг семян).

При появлении первых очагов усыхания в местах отпада сеянцев почву целесообразно обрабатывать 0,5%-ной суспензией фундазола (8–12 л/м²). Во избежание ожогов сеянцев протравливать почву лучше рано утром или в вечерние часы. Из биологических средств хороший эффект дают такие препараты как фитолавин, фитобактериомицин, а также нативные биопрепараты в виде водных вытяжек из плодовых тел трутовых грибов (настоящего, ложного осинового трутовика, чаги). Двухкратная обработка почвы указанными препаратами с интервалом в 7 дней обеспечивает значительное снижение вредоносности болезни. Для местного подавления инфекции в почве также рекомендуется использовать биопрепарат триходермин-3, представляющий чистую культуру триходермы на торфе. Он вносится в почву на глубину 5–10 см.

Обработка почвы фунгицидами проводится только при сильной зараженности ее возбудителями полегания и часто является экономически нецелесообразной.

7.2. Выпревание сеянцев

Болезнь вызывается двумя видами грибов – *Sclerotinia graminearum* Elen. и *Typhula graminearum* Gul. Они поражают преимущественно 1–2-летние сеянцы сосны и ели, вызывая у них ослабление роста

вых процессов, засыхание верхушек с последующим образованием многовершинности либо полное их отмирание (рис. 36).

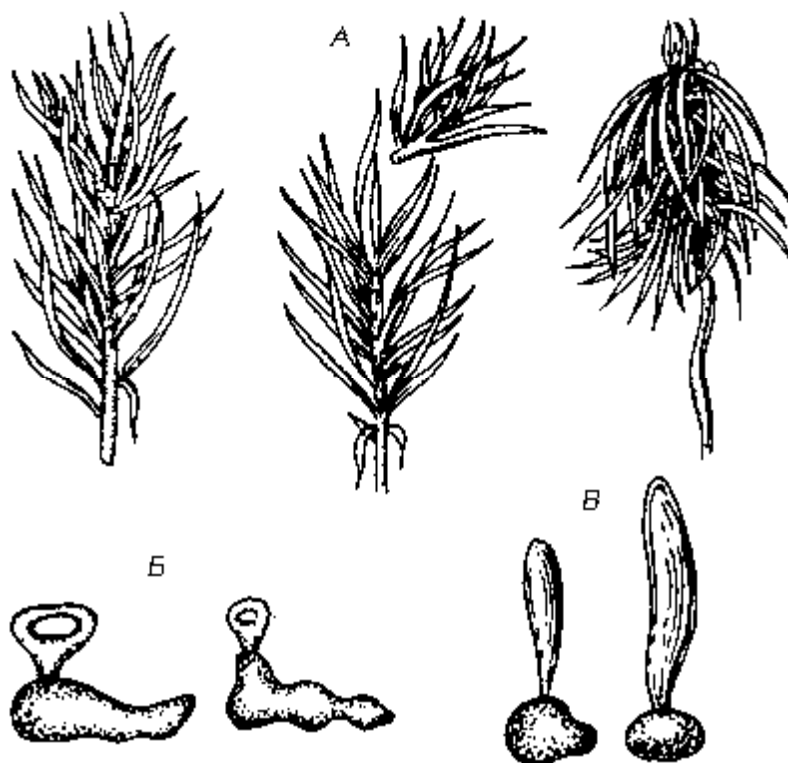


Рис. 36. Вызревание сеянцев:

А – пораженные сеянцы; Б – склероции с апотециями гриба *Scl. graminearum*;
B – склероции с плодовыми телами гриба *T. graminearum*

Заражение происходит осенью спорами, выбрасываемыми плодовыми телами. Первые внешние признаки поражения появляются в период весеннего снеготаяния. На пораженных экземплярах, располагающихся небольшими куртинами, развивается воздушный паутинистый мицелий, обволакивающий верхние части сеянцев. Под влиянием токсинов гриба хвоя становится красновато-бурой и отмирает вместе с верхушкой молодых растений. К этому времени воздушная грибница уплотняется и образует склероции, которые располагаются на стволике ниже верхушечной почки или внутри него. У гриба *Scl. graminearum* они имеют неправильную, чаще приплюснутую форму размером до 6 мм. Склероции вначале беловатые, затем темнеют и опадают вместе с пораженными частями сеянцев. Это чаще происходит в апреле–мае. Склероции гриба *T. graminearum* более мелкие, чаще округлой

формы, темноокрашенные, диаметр их не превышает 2 мм, поверхность неровная с углублениями.

Летом опавшие на землю склероции находятся в состоянии покоя, а осенью (в октябре–ноябре) прорастают и образуют плодовые тела. Плодовые тела *Scl. graminearum* – апотеции блюдцевидной формы, 2–7 мм в диаметре. Они располагаются на ножке, достигающей в длину 2–10 мм. На одном склероции обычно образуется до 3–4 апотециев.

Плодовые тела *T. graminearum* имеют вид булавовидных образований, высотой 3–17 мм. На утолщенной части их формируются бесцветные базидиоспоры. Они служат источником инфекции для сеянцев.

Интенсивному развитию болезни благоприятствует умеренно прохладная погода с частыми дождями, особенно во второй половине лета и осенью, а также мягкая многоснежная зима и затяжная весна с продолжительным периодом снеготаяния, избыток азотных удобрений. Поражение сеянцев в питомнике носит куртинный характер и чаще всего встречается в пониженных местах с застоем талых весенних вод, а также там, где отмечается обильное развитие сорной травянистой растительности. Многие представители сорной растительности (тимофеевка, овсяница, пырей, мятлик, тысячелистник и др.) могут являться переносчиками данного заболевания.

Меры защиты. Весной после таяния снега следует проводить обследования посевов. При обнаружении заболевания необходимо удалять зараженные сеянцы до опадения склероциев на почву, систематически пропалывать и уничтожать появляющиеся сорняки. Для ускорения таяния снега рекомендуется разбрасывание по его поверхности торфяной крошки или золы.

7.3. Гниль корней сеянцев дуба

Заболевание может вызываться различными почвообитающими грибами. Наиболее часто возбудителем болезни служит гриб под названием дубовый корнедушителъ (*Rosellinia quercina* Hart.). Он относится к сумчатым грибам к группе порядков пиреномицеты.

Первые внешние признаки поражения проявляются в середине лета. У пораженных дубков начинают увядать верхние листья. Постепенно процесс распространяется на все растения, и они засыхают.

Причиной отмирания сеянцев является загнивание центрального корня, на нем под корой видна беловатого цвета грибница и тонкие ветвистые темно-бурые ризоктонии. К осени на корнях усыхающих дубков, особенно в местах прикрепления боковых корешков, образуются мелкие шаровидные темного цвета склероции диаметром 1–2 мм. Они зимуют и весной следующего года прорастают, формируя беловато-серую грибницу и ризоктонии. Распространение гриба происходит с помощью ризоктоний, которые при контакте корней переходят на соседние здоровые растения, проникают в кору и распространяются в паренхимных тканях лубяной части. В местах развития грибницы наружные ткани корней загнивают и образуют отмершие участки.

У корневой шейки засохших дубков формируются, часто небольшими группами, мелкие темно-бурые шаровидные с сосковидным устьищем плодовые тела – перитеции (рис. 37). Диаметр их не превышает 1–3 мм. Внутри утолщенной части перитеция на длинных ножках располагаются цилиндрические сумки. В каждой сумке созревает по – 8 темно-бурых эллипсоидальных спор. Большую роль в их распространении играют насекомые, повреждающие корневую систему дубков и вносящие инфекцию внутрь растения. Заболевание имеет четко выраженный куртинный характер. Болезнь особенно сильно развивается в сырую теплую погоду. Поврежденные растения при благоприятных условиях могут оправиться, но гриб на корнях может продолжать свое развитие и вызывать заражение соседних дубков. Данная болезнь в условиях Беларуси встречается редко и имеет значение как объект внутреннего карантина.

Меры защиты. Для предотвращения загнивания корней дуба необходимо выполнять следующие рекомендации. Не допускать загущенности посевов дуба в питомниках и при посадке культур. При обнаружении признаков болезни уничтожать зараженные дубки вместе с корневой системой. При выкопке посадочного материала отбраковывать растения даже с незначительными поражениями корневой системы. Для локализации очагов усыхания в культурах дуба производить их окапывание.

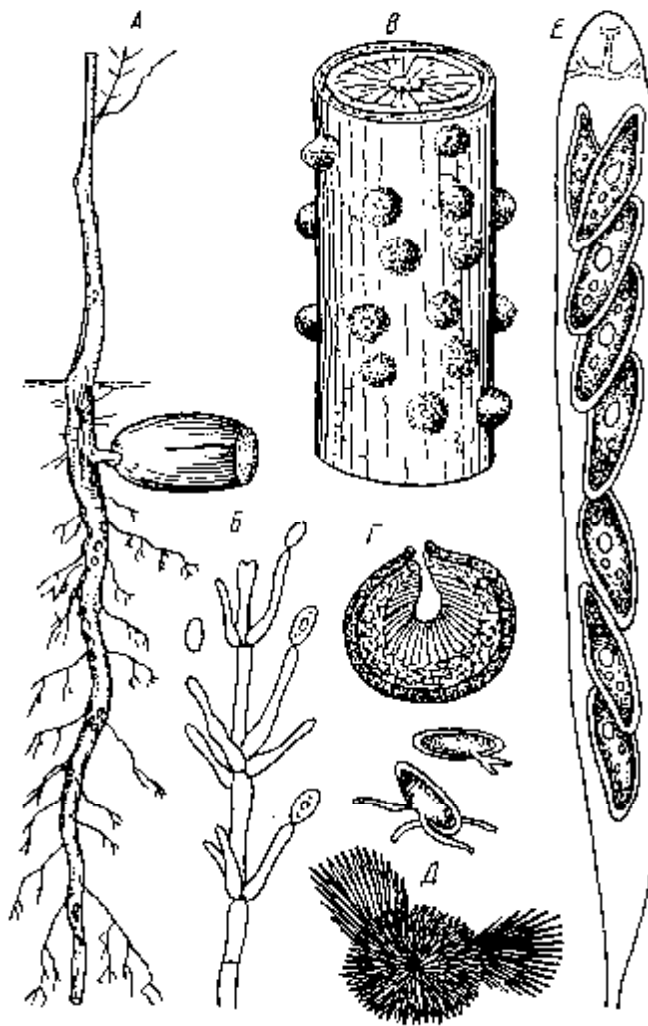


Рис. 37. Гниль корней сеянцев дуба:
 А – пораженный сеянец; Б – конидиальная стадия гриба; В – плодовые тела гриба; Г – поперечный срез перитеция; Д – прорастающие конидии и склероции; Е – зрелая сумка со спорами

7.4. Серая плесень сеянцев хвойных пород

Возбудителем болезни является анаморфный гриб *Botrytis cinerea* Pers. Заболевание характеризуется образованием на хвое и стебельках сеянцев светло-серой паутинистой грибницы (рис. 38).

Многочисленные одноклеточные конидии, образующиеся на древовидно разветвленных конидиеносцах мицелия, служат для рас-

пространения болезни. Они могут сохранять жизнеспособность в течение 1–2 лет.

Мягкие насыщенные влагой ткани сеянцев пронизываются грифами гриба и нередко загнивают. При сильном же развитии болезни сеянцы часто окутываются густой грибницей и отмирают. Однако, под действием солнечных лучей и ветра часто воздушная грибница разрушается. При наступлении неблагоприятных погодных условий, особенно осенью, на пораженных сеянцах образуются шероховатые, сначала серовато-белые, а затем чернеющие склероции диаметром 2–7 мм. Они хорошо переносят пониженные зимние температуры и весной следующего года прорастают в грибницу. Болезнь часто носит очаговый характер – пораженные сеянцы располагаются куртинами, достигающими в диаметре 0,5 м. Наиболее благоприятные условия для развития гриба создаются в загущенных посевах, в местах скопления снега и влаги, а также в годы с повышенным количеством осадков в весенний период.

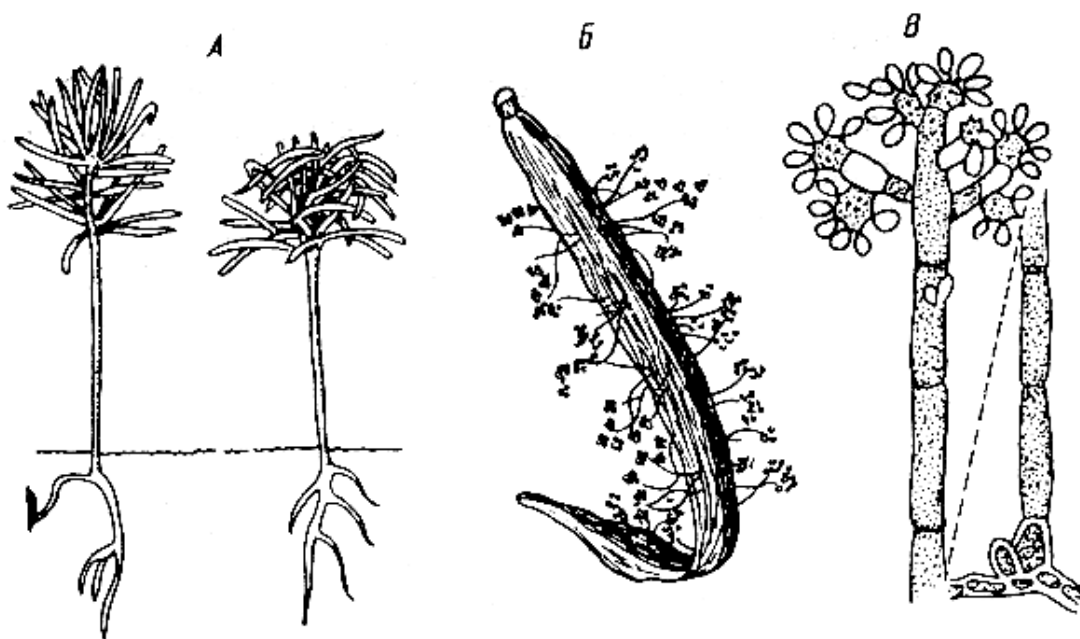


Рис. 38. Серая плесень:

А – пораженные сеянцы; Б – хвоинка сеянца с конидиальным спороношением гриба *B. cinerea*; В – конидиеносец с конидиями гриба

Возбудитель серой плесени является широко распространенным в природе грибом. Он может поселяться на многих овощных культурах (томаты, огурцы и др.), выращиваемых в теплицах, на их отмер-

ших остатках, а при благоприятных условиях переходит на сеянцы хвойных пород, культивируемых под полиэтиленовой пленкой, где нарушен режим полива и проветривания, а также в перегущенных посадках. В теплицах потери сеянцев хвойных пород могут достигать 10–20%.

Меры защиты. Не следует допускать сильной загущенности посевов. В теплицах надо периодически удалять отмершие растительные остатки, являющиеся источником инфекции, избегать переувлажнения почвы, производить регулярное проветривание. При появлении очагов куртин отмирания необходимо своевременно удалять пораженные сеянцы, а также уничтожать сорную травянистую растительность. В целях профилактики заболевания рекомендуется опрыскивание посевов в весенне-летний период системными фунгицидами.

7.5. Темно-оливковая плесень сеянцев хвойных пород

Темно-оливковую плесень вызывает анаморфный гриб *Cladosporium herbarum* Link. Он преимущественно поражает хвою ослабленных сеянцев сосны.



Рис. 39. Конидиальное спороношение гриба *Cl. herbarum*.

Заражение хвои осуществляется конидиями, которые формируются в течение всего вегетационного периода, но особенно интенсивно во время прохладной затяжной весны. Верхушки хвоинок темнеют и приобретают буровато-фиолетовый оттенок. Вскоре окраска распространяется по всей длине хвоинок, и они засыхают. На пораженной хвое образуется спороношение гриба в виде мелких пучков конидиеносцев, выходящих из устьиц хвои и несущих бесполое споры – конидии (рис. 39).

Конидии имеют яйцевидную либо цилиндрическую форму. Вначале они одноклеточные, но по мере созревания в них появляются от одной до четырех перегородок. В скоплениях конидиеносцы и споры имеют оливковый или темно-оливковый цвет, что придает пораженной хвое характерную окраску. Созревание конидий и заражение ими

сеянцев может происходить в течение всего вегетационного периода. Интенсивному развитию болезни благоприятствуют повышенная влажность воздуха и часто выпадающие осадки.

Источником инфекции в лесных питомниках могут быть также отмершие растительные остатки (опавшая хвоя и др.), на которых *Cl. herbarum* может развиваться сапротрофно длительное время. Темно-оливковая плесень чаще встречается в питомниках, где нарушается агротехника выращивания посадочного материала.

Меры защиты. При появлении признаков усыхания хвои следует удалять зараженные сеянцы и отмершие растительные остатки. Осуществлять профилактическое опрыскивание посевов сосны 1%-ной бордоской жидкостью в весенне-летний период.

7.6. Фитофтороз сеянцев

Болезнь вызывается оомицетом *Phytophthora cactorum* Schroet. Она поражает всходы и однолетние сеянцы ряда лиственных и хвойных пород. На стебельках и первых листочках молодых всходов появляются светлоокрашенные пятна, которые со временем приобретают бурый цвет (рис. 40).

Во влажную погоду инфекция быстро распространяется по растению и вызывает его загнивание. В сухую погоду пораженные ткани темнеют и приобретают вид обожженных. На поверхности пораженных органов появляется нежный беловатый налет, представляющий скопление спорангиеносцев, на которых формируются бесцветные грушевидные спорангии. Они образуются в течение всего вегетационного периода и служат для дальнейшего распространения болезни. Развитию болезни способствуют загущенные посевы в питомнике и теплая влажная погода.

Осенью внутри тканей пораженных сеянцев патоген образует половые споры – ооспоры, которые вместе с отмершими частями опадают на землю и там зимуют. Весной следующего года они прорастают и заражают молодые всходы. Споры могут сохранять свою жизнеспособность в течение нескольких лет. В условиях Беларуси болезнь встречается только в отдельные годы, поражая сеянцы клена, липы, ели и некоторых других древесных пород.

Меры защиты от фитофтороза такие же, как и при полегании сеянцев, за исключением предпосевного протравливания семян, так как через семена болезнь не передается.

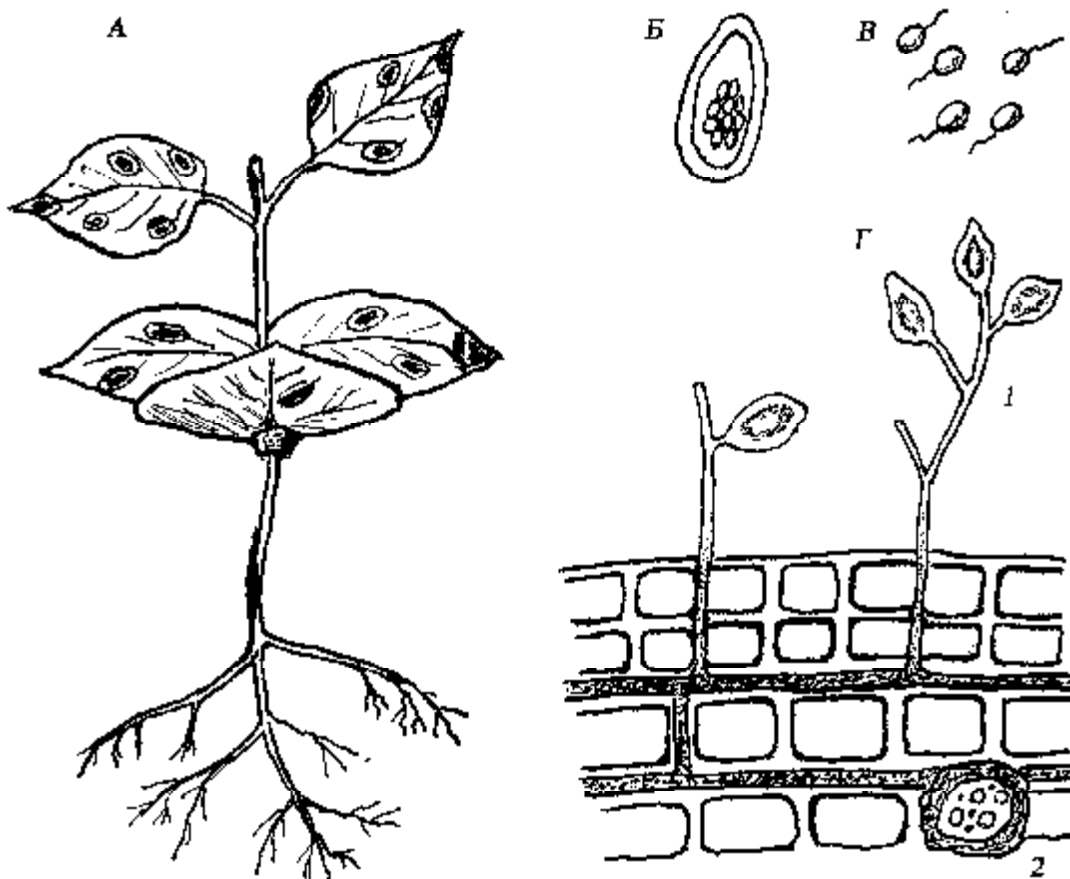


Рис. 40. Фитофтороз сеянцев:
 А – пораженный сеянец; Б – зооспорангий; В – зооспоры; Г – поперечный разрез пораженного листа (1 – спорангиеносец со спорангиями; 2 – ооспора)

7.7. Песталоциоз сеянцев

Заболевание вызывается анаморфным грибом *Pestalotia hartigii* Tul. Поражает сеянцы многих древесных пород, реже встречается в лесных культурах. Болезнь сопровождается отмиранием сеянцев в результате поражения стебельков всходов с образованием бурой кольцевой перетяжки у поверхности почвы. В местах заражения патоген об-

разует черные выпуклые подушечки, слегка выступающие через разрывы покровных тканей. В них формируются вначале беловатые, со временем темнеющие двух- или четырехклеточные конидии, на верхнем конце которых располагается от 2 до 4 ресничек (рис. 41). Распространение болезни в течение вегетации происходит при помощи конидий. Гриб зимует на отмерших частях семян. Болезнь встречается в Польше, Украине, Чехии, где причиняет существенный вред. В Беларуси она не обнаружена и представляет собой объект внутреннего карантина.

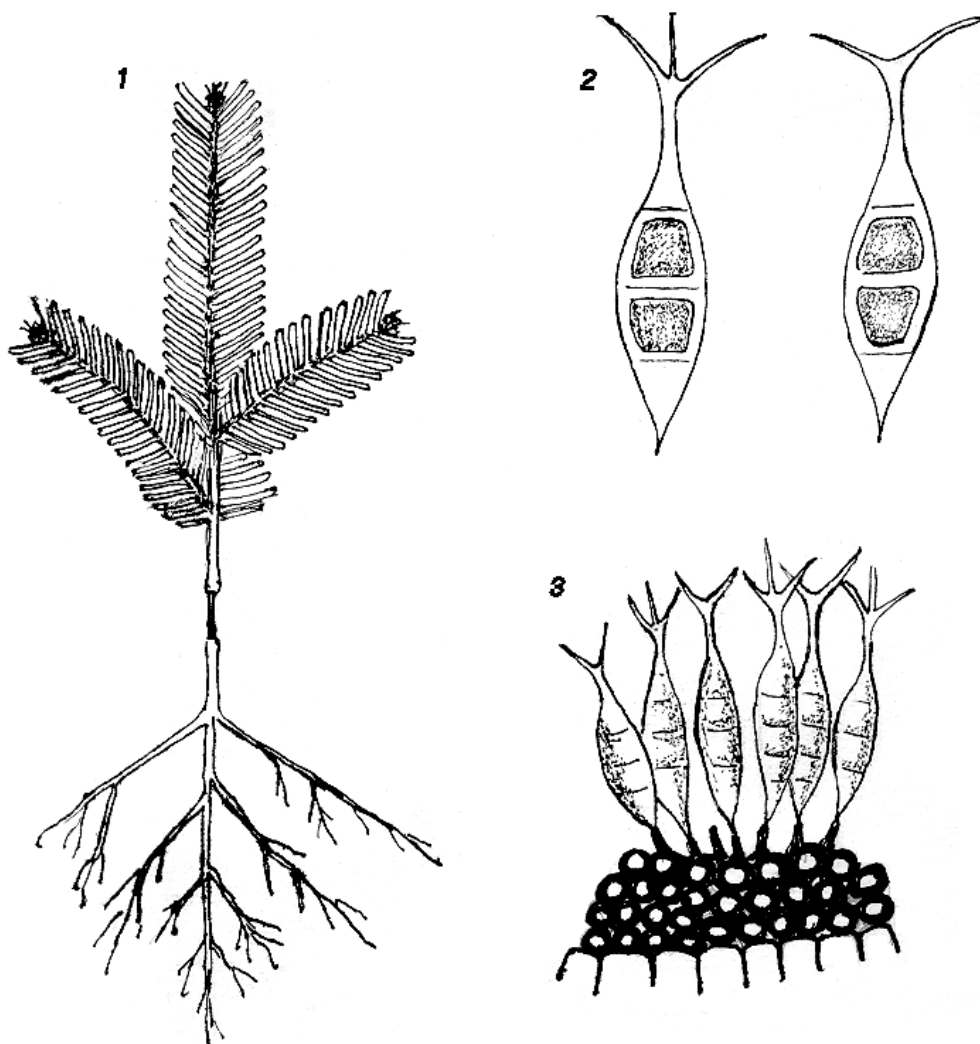


Рис. 41. Песталоциоз семян ели:
1 – пораженный сеянец; 2 – конидии с ресничками; 3 – конидиальное спороложе

7.8. Церкоспороз семян клена

Заболевание вызывается анаморфным грибом *Cercospora acerina* Hart. Поражает всходы и сеянцы клена остролистного, полевого и явора. Болезнь характеризуется образованием на листьях вначале мелких буровато-красных пятен, которые увеличиваются в размерах, и постепенно покрывают всю поверхность листа и приводят его к отмиранию. В местах поражения в летний период появляется серый налет, состоящий из разветвленных конидиеносцев, несущих длинные шиловидные конидии с 2–10 перегородками.

К осени на отмерших сеянцах грибок формирует хламидоспоры, в стадии которых он зимует. Наиболее интенсивное развитие церкоспороза наблюдается в годы с повышенным количеством выпадающих осадков. В Беларуси встречается редко. Отмечен в лесных питомниках Брестской и Гомельской областей.

7.9. Удушье сеянцев хвойных пород

Удушье сеянцев вызывает базидиальный грибок *Thelephora terrestris* Fr. Он может поселяться на сеянцах сосны, ели, реже – на растениях других древесных пород, произрастающих на песчаных почвах; в отдельных случаях встречается в сосновых культурах 3–5 летнего возраста. Примордии его плодовых тел появляются летом на поверхности почвы, часто около сеянцев. Они постепенно увеличиваются и превращаются в зрелые воронковидные плодовые тела (рис. 42).



Рис. 42. Плодовое тело гриба *Th. terrestris* на сеянце сосны

Верхняя сторона их темно-коричневая, слегка волосистая. Снизу на них располагается гладкий или несколько бугорчатый серовато-коричневый гименофор, на котором формируются одноклеточные светлые округло-угловатые базидиоспоры. Разрастаясь, плодовые тела обволакивают стебелек сеянца. При благоприятных условиях они развиваются настолько интенсивно (могут достигать в высоту 10–15 см), что полностью закрывают растущий рядом сеянец. Ткань плодового тела постепенно становится жесткокожистой и создает механическое препятствие для дальнейшего роста и развития сеянца. В итоге сеянцы отстают в росте или погибают (при полном обволакивании плодовым телом).

Чаще это случается во второй половине лета (август–сентябрь).

Меры защиты сеянцев от удущья сводятся к строгому соблюдению агротехники выращивания посадочного материала, периодическому наблюдению за формированием плодовых тел, их удалению или уничтожению в посевном отделении питомника.

7.10. Бактериальный корневой рак (зобоватость корней)

Возбудителем является фитопатогенная палочковидная бактерия *Agrobacterium tumefaciens* Smith. et Towns. Болезнь встречается на яблоне, груше, сливе, тополе, иве и других древесных и кустарниковых породах. Заболевание характеризуется образованием на корнях и корневой шейке сеянцев и саженцев опухолей различной величины с неровной бугристой поверхностью (рис. 43).

Бактерии проникают внутрь тканей растения через повреждения корней и своими токсинами вызывают усиленное разрастание паренхимных тканей лубяной части коры. Образовавшиеся опухоли обычно древеснеют. Со временем они загнивают и подвергаются разрушению. Поражение корневой системы нарушает поступление питательных веществ в надземные органы растений, ослабляет их жизнедеятельность и при сильном поражении приводит их к отмиранию, особенно в условиях дефицита влаги в почве. Источником инфекции являются пораженные растения и почва.

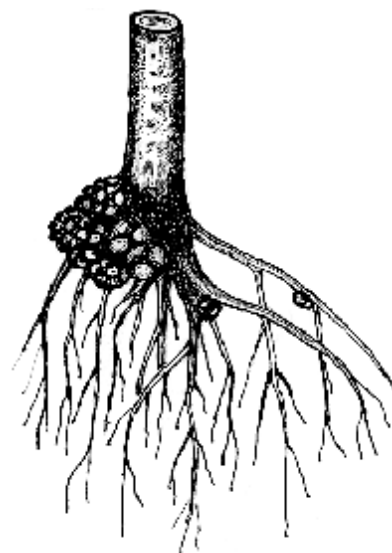


Рис. 43. Бактериальный корневой рак плодовых пород

Наибольший вред причиняет сеянцам и саженцам, у которых опухоли образуются на корневой шейке и достигают размеров куриного яйца. Болезнь чаще встречается на почвах, имеющих слабощелочную реакцию; интенсивному развитию болезни способствует плохая аэрация и переувлажнение почвы.

Меры защиты. Необходимо проводить тщательную проверку посадочного материала. Все сеянцы, у которых обнаружены вздутия на главном корне и корневой шейке, отбраковываются. Единичные опухоли на боковых корешках необходимо удалять, а корни сеянцев продезинфицировать в течение 5 мин в 1–2%-ном растворе медного купороса с последующей промывкой водой. Борьба с почвообитающими насекомыми, повреждающими корни сеянцев.

7.11. Бактериоз сеянцев сосны

Возбудителем болезни является почвообитающая бактерия *Pseudomonas fluorescens* Migula. Она поражает только однолетние сеянцы сосны обыкновенной. Болезнь впервые выявлена в Среднем Поволжье в 1975 году. Она проявляется ранней весной примерно через 10–15 дней после схода снега и характеризуется появлением угольно-черной окраски с синеватым оттенком верхних частей стволиков сеянцев. Постепенно окраска распространяется по всему стволику. Значительная часть пораженных сеянцев к осени отмирает. Выжившие се-

янцы отстают в росте, стволы у них деформируются, в результате отмирания верхушечной почки возникает многовершинность. Они становятся непригодными для лесокультурных работ. В отдельные годы распространенность бактериоза сосны в посевах может достигать 30%.

Интенсивность развития болезни зависит от температуры воздуха в июле–октябре и количества осадков в августе в год, предшествующий ее появлению. Погодные условия этого периода оказывают влияние на состояние растения-хозяина, определяя ее устойчивость. Внешние симптомы заболевания проявляются только ранней весной в первые 10–15 дней после схода снега. Наиболее интенсивно течение болезни в этот период протекает при температуре воздуха 6°C и выше.

Инфекция сохраняется в почве на отмерших растительных остатках и весной переходит на прорастающие семена и молодые всходы сосны. Переносчиками инфекции, вероятно, служат почвообитающие насекомые и нематоды.

Меры защиты. Для профилактики бактериоза сеянцев сосны в питомниках рекомендуется проводить предпосевное протравливание семян системными препаратами. При выкопке посадочного материала пораженные сеянцы следует собирать и уничтожать.

Глава 8. БОЛЕЗНИ ХВОИ И ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Хвоя и листья – основные ассимилирующие органы, которые обеспечивают деревья органическим материалом для формирования текущего прироста и осуществления различных физиолого-биохимических процессов. Эти органы имеют большую ассимиляционную поверхность и, находясь в непосредственном контакте с окружающей средой, недостаточно надежно защищены от воздействия многочисленных фитопатогенных микроорганизмов. Поэтому они чаще, чем другие органы, повреждаются и нередко преждевременно отмирают.

Болезни листьев и хвои наибольший вред болезнями причиняют молодым растениям (в возрасте до 4–5 лет). Пораженные растения при полном отмирании листьев (хвои), как правило, погибают. Более взрослые деревья даже при сильном повреждении ассимилирующих органов обычно выживают, поскольку имеют достаточно большое количество листьев. Однако если дерево в течение многих лет сильно поражаются болезнями листьев, то оно становится ослабленным, у не-

го снижается прирост и устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды.

Среди многочисленных болезней, вызываемых фитопатогенными грибами, наиболее опасными являются следующие: пожелтение и засыхание хвои (болезни типа шютте), ржавчина хвои и листьев, мучнистая роса, парша, пятнистости листьев.

8.1. Болезни хвои

Возбудителями болезней хвои наиболее часто являются сумчатые и ржавчинные грибы, реже анаморфные. Они вызывают частичное или полное ее пожелтение, отмирание и последующее опадение. При этом на поверхности хвои, как правило, формируются спороношения грибов, а внутри тканей развивается грибница. Отмирание хвои сопровождается уменьшением общей поверхности ассимиляционного аппарата, что отрицательно сказывается на процессах роста и развития дерева. На хвое древесных пород наиболее часто встречаются болезни типа шютте и ржавчина.

8.1.1. Болезни типа шютте

Болезни типа шютте характеризуются пожелтением, засыханием и опадением хвои. Встречаются на многих хвойных породах и являются наиболее распространенными и вредоносными болезнями хвои. Из них наибольшее распространение получили следующие виды шютте.

Обыкновенное шютте вызывается грибами рода *Lophodermium*. Встречается на сосне и кедре. Наибольший вред причиняет сеянцам и молодым культурам в возрасте до 6–8 лет. Заражение хвои может происходить на протяжении всего вегетационного периода, но чаще начиная с третьей декады июля по конец августа. Споры, попадающие на хвою, прорастают, грибные нити проникают в ее ткани через устьица и образуют там разветвленную грибницу. Осенью на хвоинках, в местах развития мицелия появляются и постепенно увеличиваются чаще встречающиеся у кончиков хвои желтые пятна. Гриб зимует в ее тканях в стадии вегетативной грибницы. Весной после схода снега грибница распространяется по всей хвоинке. Пораженная хвоя в результате разрушения зеленых пигментов и отмирания живых тканей приобретает красновато-бурую окраску. Под ее эпидермисом форми-

руется сначала конидиальное спороношение (анаморфа) в виде мелких черных сливающихся в цепочку пикнид размером 0,1–0,2 мм. Зрелые пикниды разрывают эпидермис и выходят на поверхность хвои. Из них выделяются конидии, которые не обладают инфекционными свойствами, а выполняют роль оплодотворяющих клеток.

В начале лета на отмершей хвое образуется половое спороношение – апотеции, имеющие вид черных овальных подушечек длиной 0,5–2,0 мм, шириной 0,3–1 мм (рис. 44). В них сплошным слоем располагаются сумки, отделяющиеся друг от друга нитевидными парафизами с утолщенными и слегка загнутыми концами. Они придают плодородному слою упругость и способствуют активному выбрасыванию спор. В каждой сумке содержится по 8 нитевидных бесцветных спор. Созревание спор в плодовых телах чаще всего происходит в конце июля–начале августа. Рассеивание их начинается при температуре воздуха свыше 15⁰С и при достаточном количестве влаги и может продолжаться до конца сентября.

В зависимости от погодных условий сроки развития болезни, формирования плодовых тел и рассеивания спор могут существенно меняться. При заражении в обычные сроки, когда метеорологические условия вегетационного периода близки к среднесезонным данным, первые признаки поражения на хвое двулетних сеянцев в виде желтых пятен появляются осенью в октябре–ноябре.

Возбудителем обыкновенного шютте до недавнего времени считался один вид – гриб *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev. Однако детальные исследования этого сборного вида, проведенные за последние годы, позволили выделить еще два близких вида, которые могут также поражать хвою сосны. Это сумчатые грибы *L. seditiosum* Minter & Staley et Miller и *L. conigenum* Hilittz.

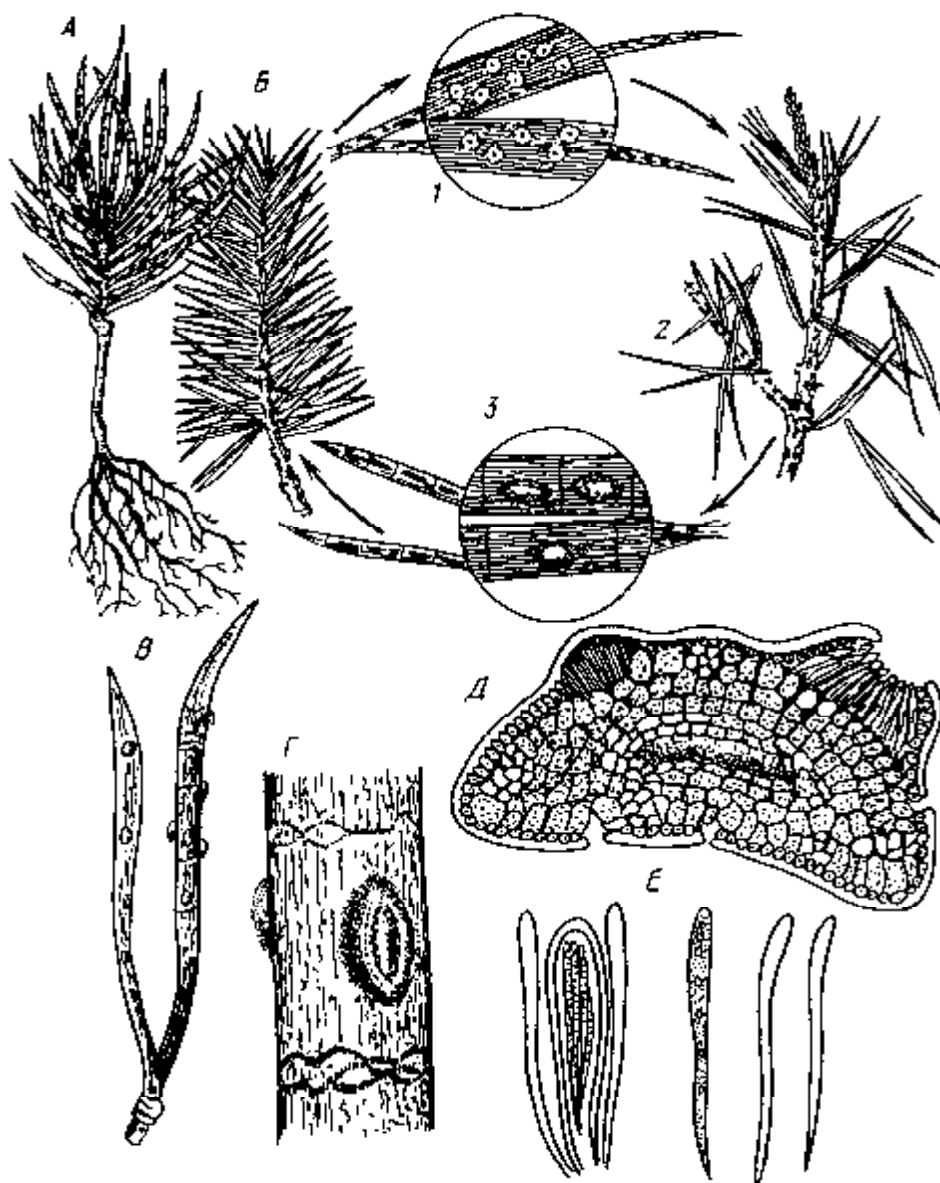


Рис. 44. Обыкновенное шютте сосны:

А – пораженная сосна; Б – цикл развития болезни: осенью (1), весной (2) и летом (3); В – пораженная хвоя; Г – апотеции на пораженной хвое; Д – поперечный срез хвои с плодовым телом гриба *L. pinastri*; Е – сумки и парафизы гриба

Патогенность их по отношению к хвое сосны различна. Наибольшей патогенностью характеризуется *L. seditiosum*. Он в настоящее время считается основным возбудителем шютте хвои сеянцев в питомниках и лесных культур до 8-летнего возраста. *L. pinastri* поселяет-

ся преимущественно на отмирающей хвое взрослых деревьев (в возрасте свыше 15 лет), а также на опавшей хвое и не оказывает существенного влияния на состояние растущих деревьев.

Обыкновенное шютте часто встречается в питомниках, расположенных в пониженных местах, а также в культурах, заросших травянистой растительностью, с плохим уходом за почвой. Развитию заболевания благоприятствует теплая погода с часто выпадающими осадками, обильные росы во второй половине лета. Нарушение водного режима растений, приводящее к снижению тургорного давления в тканях хвои, облегчает проникновение в них патогена. От степени поражения хвои зависит интенсивность ростовых процессов больных растений. При поражении хвои на 50% снижение прироста достигает 30%. При 100%-ном поражении хвои сеянцы могут погибнуть. В отдельные годы заболевание наносит значительный ущерб питомникам и молодым культурам. Пораженность сеянцев в питомниках может достигать 60–70%. По данным Н. И. Якимова (1979), распространенность обыкновенного шютте в культурах сосны разного возраста в среднем составляет: в возрасте до 7 лет – 58–85%, в 10 лет – 30 и в 15 лет – 15–20%. С возрастом культур вред от болезни снижается.

Разные виды сосны проявляют различную устойчивость к заболеванию. Более восприимчива к шютте сосна обыкновенная, слабее поражаются сосны черная и крымская. Восприимчивость сеянцев к заболеванию в определенной степени зависит от происхождения семян. Установлено, что сосна, выросшая из семян местного происхождения, более устойчива к патогену, чем сосна более южного происхождения.

Меры защиты. Для защиты сеянцев и молодых культур сосны от поражения обыкновенным шютте рекомендуется проводить комплекс агротехнических и химических мероприятий. Постоянные и временные питомники не следует закладывать около сосновых культур или молодняков до 15-летнего возраста. Посевное отделение питомника должно быть удалено от ближайшей стены сосновых молодняков или соснового подростка на расстоянии не менее 200 м. При подготовке почвы, посеве семян и уходе за сеянцами необходимо строго соблюдать правила агротехники выращивания посадочного материала. Питомники следует поддерживать в хорошем состоянии. Важно своевременно убирать опавшую хвою, уничтожать усохшие сеянцы, соблюдать севооборот.

При выкопке посадочного материала производить отбраковку пораженных сеянцев. Для посадки лесных культур не рекомендуется использовать сеянцы, у которых поражено более 25% хвои. Такие сеянцы должны уничтожаться. В годы ожидаемого эпифитотийного развития обыкновенного шютте, согласно проводимому прогнозу, рекомендуется осуществлять профилактические опрыскивания посевов сосны.

В случае ранней весны с теплой влажной погодой первое опрыскивание посевов сосны, оставляемых на доращивание, и молодых культур в возрасте до 5–6 лет необходимо проводить во второй половине мая. Его рекомендуется объединить с внекорневой подкормкой посевов минеральными удобрениями. Для этого используют 1%-ную мочевины или ее смесь с хлористым калием (по 1%) и суперфосфатом (5%). В бак опрыскивателя сначала вливают раствор минеральных удобрений, а затем добавляют фунгицид. Летом проводится вторая обработка посевов сосны, она состоит обычно из 2–3-кратных опрыскиваний с интервалом через две-три недели.

Первое летнее опрыскивание в условиях Беларуси рекомендуется проводить в конце второй – начале третьей декады июля, а в годы с засушливыми летом – в начале августа. Во избежание ожогов опрыскивание желателно осуществлять в сухую погоду и в вечернее время. Если после обработки посевов ранее чем через 8 ч прошел дождь, опрыскивание следует повторить.

Согласно каталогу пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в лесном хозяйстве в Республике Беларусь (2002 г.), для профилактического опрыскивания рекомендуются применять следующие системные фунгициды: 0,1%-ную суспензию байлетона и дерозала или 0,5%-ную суспензию топсина М и фундазола. Исследования Н.М. Ведерникова, проведенные в Татарстане, показали высокую защищающую способность против шютте обыкновенного двух новых системных фунгицидов – альто-400 и тилта в 0,2%-ной концентрации. Их можно при отсутствии вышеуказанных разрешенных препаратов использовать для опытно-промышленной проверки в условиях Беларуси. Норма расхода фунгицидов для однолетних сеянцев должна составлять не менее 400 л/га, а для двухлетних сеянцев и молодых культур до 800 л/га. Заслуживают внимания результаты проведенных исследований по повышению устойчивости посевов сосны к шютте

обыкновенному при обработке их водной вытяжкой из хвои, пораженной данным заболеванием.

Снежное шютте, или фацидиоз (рис. 45), вызывается сумчатым грибом *Phacidium infestans* Karst. Является одним из опасных заболеваний хвойных пород в первые годы их жизни. Проявляется преждевременным пожелтением и отмиранием хвои.

Встречается на сеянцах, подросте и в молодых культурах сосны. Наибольший вред причиняет сеянцам и саженцам в возрасте до 5–6 лет в многоснежные зимы, когда толщина снежного покрова превышает 40–50 см. Кроме сосны, снежное шютте встречается также на ели и можжевельнике, но последним причиняет меньший вред. В условиях Беларуси представлен европейский тип развития снежного шютте.

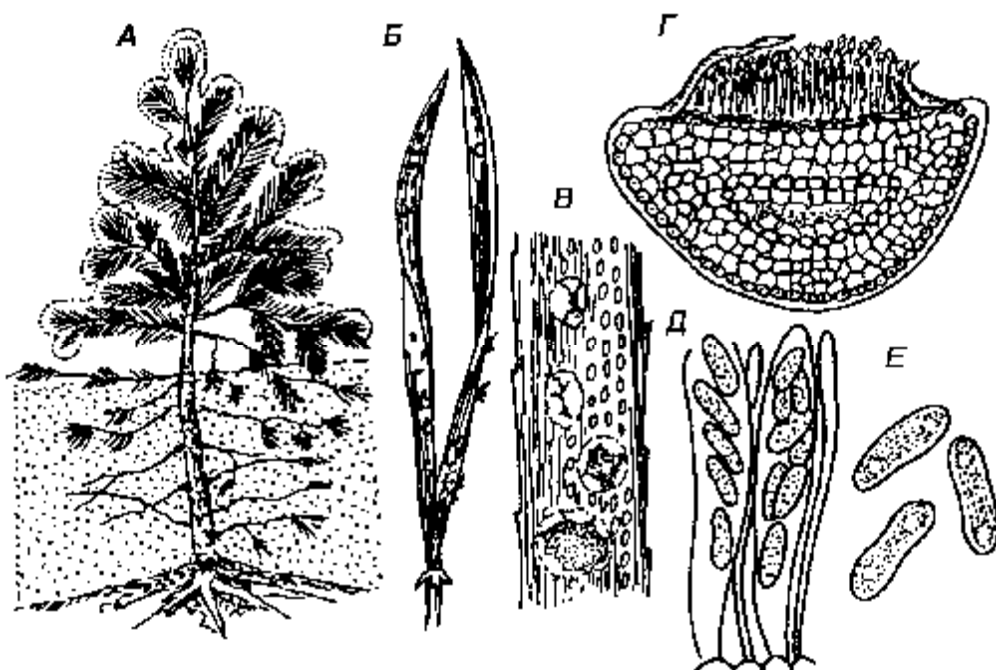


Рис. 45. Снежное шютте:

А – пораженная сосна; Б – отмершая хвоинка с плодовыми телами гриба *Ph. infestans*; В – апотеции гриба; Г – поперечный срез хвои с апотецием гриба; Д – сумки со спорами гриба; Е – сумкоспоры

Заражение сосенок осуществляется спорами в осенний период. В это время происходит созревание и рассеивание спор гриба. Отделившиеся споры при благоприятных условиях сразу же прорастают и заражают хвою. Процесс распространения спор и заражения хвои

длится до времени выпадения первого снега. В зимний период на зараженной хвое появляются светло-зеленые пятна, которые вскоре становятся желтовато-зелеными. Особенно интенсивно мицелий гриба развивается на хвое, располагающейся в рыхлом среднем по толщине слое снега. В нем образуются замкнутые пространства, которые располагаются под веточками в результате уплотнения снежного покрова.

Во время снеготаяния мицелий вначале становится паутинистым, затем, уплотняясь, образует светло-серые пленки, которые вскоре под действием солнечных лучей и ветра быстро разрушаются. Весной пораженная хвоя становится красновато-бурой, засыхает, но не опадает, а продолжительное время остается на зараженном растении. Она в середине лета приобретает пепельно-серую окраску. В этот период на ней начинают формироваться плодовые тела – апотеции в виде темно-коричневых точек, более или менее равномерно располагающихся вдоль хвоинок. При сильном развитии гриба на одной хвоинке средних размеров может сформироваться до 60–80 апотециев.

К началу осени зрелые плодовые тела выходят на поверхность хвои в виде темно-серых округлых бугорков диаметром 0,6–1,2 мм. В них располагаются сплошным слоем бесцветные булавовидные сумки, содержащие по 8 округлых или эллипсоидальных спор. При высокой влажности среды зрелые плодовые тела в верхней части разрываются, образуя округлое с рваными краями отверстие, через которое рассеиваются споры.

Процесс рассеивания спор и его продолжительность зависят от погодных условий. В условиях теплой влажной осени он часто начинается в конце сентября – начале октября и заканчивается с наступлением устойчивых заморозков. Особенно интенсивно споры рассеиваются в середине октября. При сухой осени рассеивание спор преимущественно происходит в ноябре, в период выпадающих морозящих дождей.

Степень поражения хвои снежным шютте зависит от толщины снежного покрова, продолжительности весеннего снеготаяния, от возраста и высоты лесных культур. Чем толще снежный покров, тем сильнее поражаются молодые деревья. При медленном таянии снега очаги поражения увеличиваются, часто сливаются между собой и образуют куртины усохших деревьев, хорошо заметные на зеленом фоне здоровых посадок. Развитие заболевания может происходить на одном растении в течение нескольких лет, пока оно не поднимется выше

снежного покрова. Растение при многолетнем развитии на нем патогена отстает в росте и при поражении всей однолетней хвои и верхушечной почки затем отмирает. Чаще у пораженных растений наблюдается снижение ростовых процессов. Степень ослабления их находится в прямой зависимости от количества пораженной хвои. При усыхании 40–50% однолетней хвои прирост саженцев снижается до 60%. Наиболее благоприятные условия для развития болезни складываются зимой, когда высокий снежный покров ложится на незамершую землю, при часто повторяющихся оттепелях, во время которых температура внутри снежного покрова поддерживается около 0°C.

Основным источником инфекции заболевания является пораженная хвоя, на которой формируются плодовые тела патогена. По данным Н.М. Ведерникова (1972), хвоя сеянцев и саженцев в лесных культурах может поражаться одновременно обыкновенным и снежным шютте. В таких случаях вред от пораженности культур этими болезнями существенно возрастает. Снежное шютте наиболее часто встречается в северных районах Беларуси (в лесхозах Витебской области).

Меры защиты. Для защиты сосны от поражения снежным шютте необходимо проводить следующие агротехнические и химические мероприятия. Вокруг питомников на расстоянии до 250 м рекомендуется удалять источники инфекции (зараженный сосновый подрост, порубочные остатки и др.). При создании культур на свежих вырубках нужно проводить работы по уничтожению очагов инфекции – своевременно сжигать порубочные остатки, предпочтение следует отдавать средним по густоте и смешанным по составу лесным культурам.

В лесных питомниках в многоснежные зимы рекомендуется для ускорения таяния снега проводить мульчирование поверхности снежного покрова торфяной крошкой или золой. В летний период проводить санитарные уходы по уничтожению зараженных сеянцев. При выкопке посадочного материала все зараженные сеянцы даже в слабой степени отбраковываются и сжигаются или закапываются в землю. Такие же мероприятия рекомендуется проводить в летний период в лесных культурах.

Для профилактики заболевания в лесных питомниках необходимо проводить двухкратное осеннее опрыскивание сеянцев системными фунгицидами. Первое опрыскивание проводится в начале октября в период массового разлета сумкоспор патогена. Вторую обработку по-

севов осуществляют через три-четыре недели. Ассортимент фунгицидов для опрыскивания, концентрация рабочих растворов и их расход на единицу площади такие же, что и при защите сосны от обыкновенного шютте.

Серое шютте сосны. Возбудителем заболевания является плодосумчатый гриб *Hypodermella sulcigena* (Rostr.) Tub. Заражение хвои происходит в начале лета. Верхние части хвоинок изменяют окраску на светло-желтую. При этом окрашенная часть четко отделяется от здоровой нижней части бурой полоской шириной до 2–3 мм. К осени на отмерших частях хвоинок формируются пикниды в виде мелких черных точек (диаметром 0,1–0,2 мм). Анаморфа этого гриба известна под самостоятельным названием *Hendersonia acicola* Munch. et Tub. Гриб зимует в зараженной хвое, которая не опадает, а длительное время сохраняется на дереве. Весной пораженная хвоя приобретает характерную серую окраску, и на ней образуются удлиненные, черные, слегка выступающие на ее поверхность плодовые тела – апотеции. Сумкоспоры булавовидные или веретеновидные с толстой студенистой оболочкой. Созревание спор происходит в мае–июне.

Развитию болезни благоприятствует теплое влажное лето. Болезнь поражает хвою сосны в питомниках и лесных культурах в возрасте до 10–12 лет, а также подрост, растущий вдоль дорог и на опушках. При массовом отмирании хвои у пораженных деревьев снижается прирост по высоте и диаметру.

Меры защиты. Опрыскивание посевов 1%-ной бордоской жидкостью. Сбор и сжигание усохших и пораженных сеянцев и саженцев.

Обыкновенное шютте ели вызывается грибом *Lophodermium macrosporum* (Hart.) Rehm. Заражение происходит в сентябре–октябре сумкоспорами, образующимися в плодовых телах на пораженной хвое. Внешние признаки заболевания появляются только весной следующего года. На зараженной хвое возникают вытянутые желтые пятна: ткани хвои в этих местах отмирают. При сильном развитии болезни пятна сливаются друг с другом, в результате хвоинки полностью желтеют и засыхают, но не опадают, а продолжительное время остаются на ветвях.

На хвое, чаще с ее нижней стороны, закладываются желтовато-бурые плодовые тела – апотеции, которые со временем темнеют. Летом они имеют вид продолговатых подушечек длиной до 4–5 мм, ши-

риной 1–2 мм. При созревании оболочка апотециев разрывается узкой продольной щелью, и через нее выбрасываются споры. Они формируются в булавовидных сумках, располагающихся сплошным слоем в верхней части плодового тела. В каждой сумке содержится по 8 нитевидных спор (рис. 46).

Рассеивание спор происходит осенью, особенно интенсивно – при периодически выпадающих осадках. В отдельные годы формирование плодовых тел на пораженной хвое не происходит, что затрудняет выявление причины ее преждевременного отмирания. В таких случаях с целью диагностики болезни пораженную хвою после поверхностной стерилизации на несколько дней помещают во влажную камеру для стимуляции образования апотециев.

Болезнь наиболее часто поражает прошлогоднюю хвою у деревьев в возрасте от 10 до 30 лет. Значительно реже встречается на еловом подросте, в молодых культурах и еловых молодняках естественного происхождения, а также на хвое порубочных остатков. В лесных питомниках встречается только при нарушении агротехники выращивания посадочного материала.

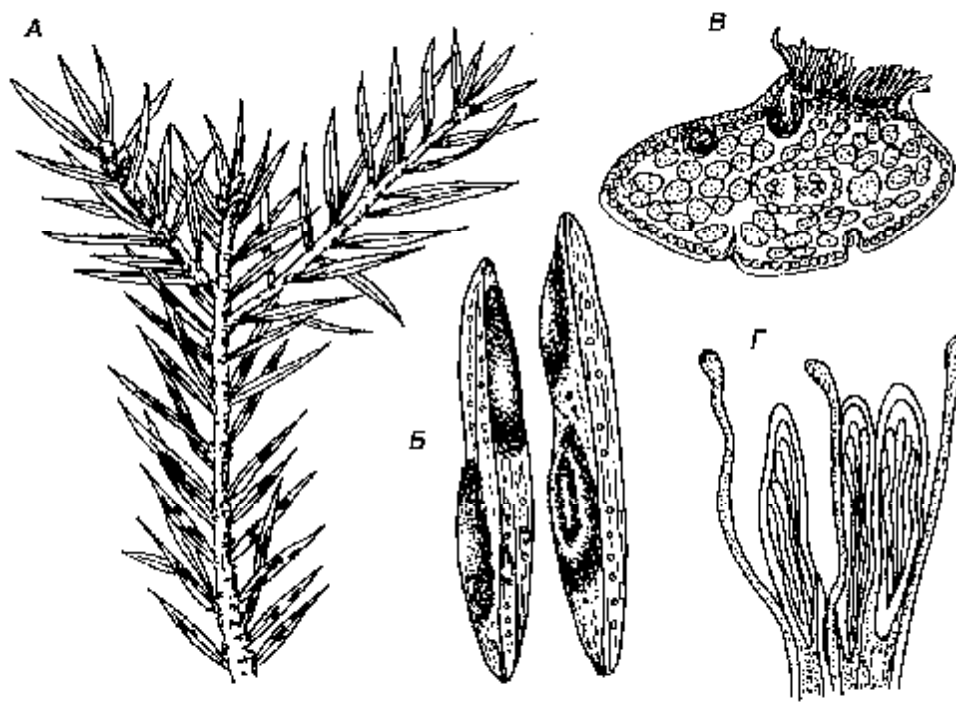


Рис. 46. Обыкновенное шютте ели:

А – пораженная хвоя; Б – плодовые тела гриба *L. macrosporum* на пораженной хвое; В – поперечный срез хвои с апотециями гриба; Г – сумки со спорами и парафизы гриба

Меры защиты. С целью профилактики заболевания в сентябре рекомендуется проводить опрыскивание сеянцев системными фунгицидами. Вокруг питомника на расстоянии до 250 м следует уничтожать зараженный еловый подрост и порубочные остатки ели. Для затенения сеянцев не рекомендуется использовать зараженный еловый лапник.

Низинное шютте ели. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Lophodermium abietis* Rostr. Встречается на ели обыкновенной, реже на других видах, а также на пихте и псевдотсуге. Характеризуется появлением на хвоинках красновато-бурых пятен или полосок, после чего пораженная хвоя бурееет и опадает. На опавшей хвое со всех сторон образуются овальной формы плодовые тела – апотеции, в них формируются сумки со спорами. На хвоинках между плодовыми телами располагаются поперечные темные черточки, как у гриба *L. pinastri*. Рассеивание спор происходит чаще во второй половине лета.

Болезнь изредка встречается в молодняках и еловых культурах первого класса возраста. Вред от этого заболевания незначительный.

Побурение хвои ели вызывается анаморфным грибом *Rhizosphaera kalkhoffii* Bub. Поражает сеянцы и молодые культуры ели. На хвое текущего года в конце лета – осенью появляются светло-желтые пятна, увеличивающиеся со временем в размерах. Они вскоре приобретают бурую окраску. Гриб зимует в зараженной хвое, которая долгое время не опадает. Весной с нижней стороны хвоинок образуются черные мелкие округлой формы пикниды диаметром около 0,1мм. В них формируются овальные бесцветные конидии. Отличительной особенностью этой болезни является наличие перетяжек на зараженных хвоинках.

Имеет незначительное распространение, отмечена в культурах и молодняках естественного происхождения, находящихся под воздействием промышленных выбросов или ослабленных другими неблагоприятными факторами.

Бурое шютте хвойных пород вызывается плодосумчатым грибом *Herpotrichia juniperi* (Duby) Petr. Поражает хвою и молодые ветви у сосны, ели, пихты, можжевельника. Заражение происходит осенью сумкоспорами, образующимися в плодовых телах на отмерших ветвях.

Внешние признаки болезни обнаруживаются весной следующего года. На пораженной хвое появляются темно-бурая паутинистая грибница. При благоприятных условиях она образует густые сплетения, окутывающие хвою и ветви. Хвоя под действием токсинов гриба становится буровато-коричневой и отмирает, но не опадает, а продолжительное время остается на ветвях. В конце лета в местах густых сплетений грибницы формируются многочисленные плодовые тела – перитеции (рис. 47).

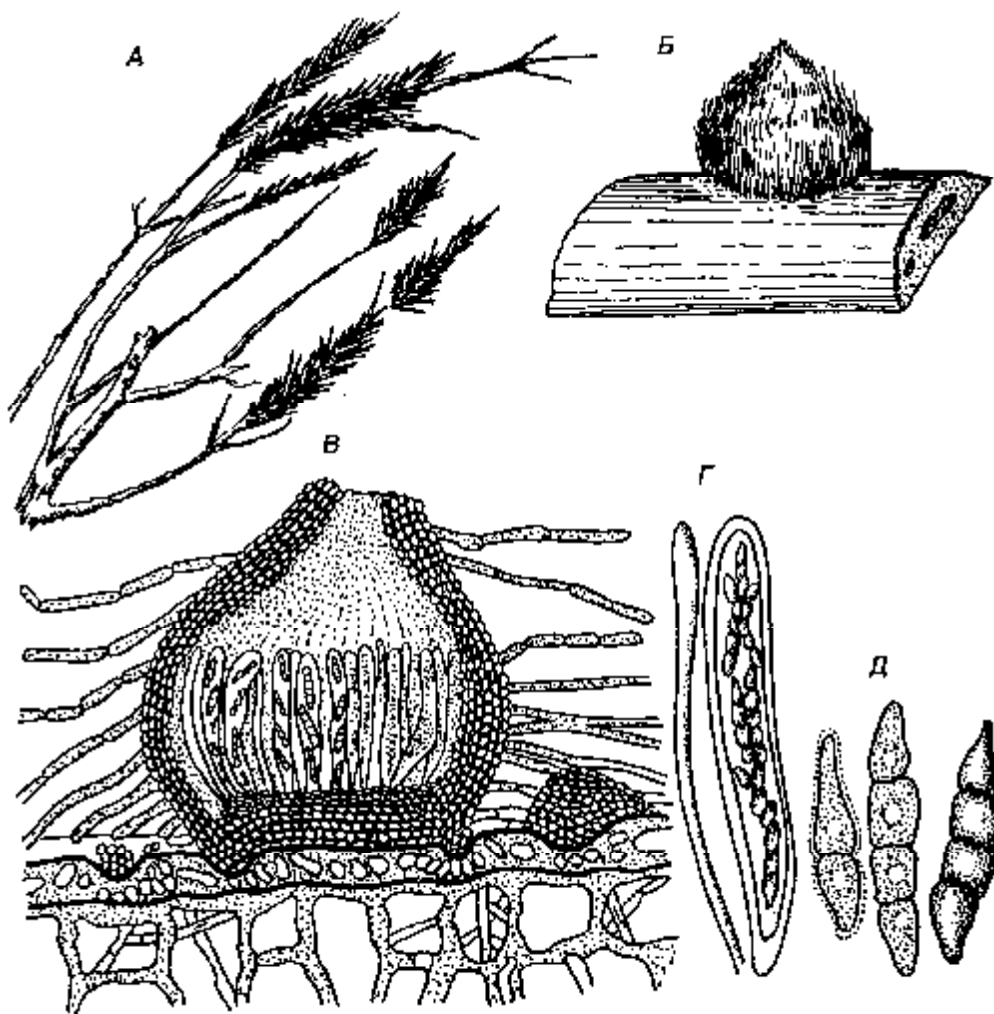


Рис. 47. Шютте бурое:

А – пораженная хвоя; Б – перитеций гриба *H. juniperi* на пораженной хвое; В – поперечный срез перитеция; Г – сумка и парафизы гриба; Д – сумкоспоры гриба

Они темноокрашенные, имеют шаровидную форму диаметром около 0,3 мм, крепятся к грибнице длинными волосистыми придатками. В плодовых телах располагаются булавовидные сумки. В каждой сумке содержится по 8 спор, собранных в два ряда. Споры вначале двухклеточные, но к моменту рассеивания становятся черырехклеточными. Рассеиваются они при повышенной влажности в сентябре–октябре.

Бурым шютте наиболее часто поражаются молодые растения, произрастающие в понижениях, где скапливается много снега и таяние его затягивается. Развитию болезни благоприятствует повышенная влажность при невысоких температурах воздуха.

Меры защиты. Для профилактики болезни не следует закладывать питомники и выращивать культуры в пониженных местах. Вокруг питомника необходимо уничтожать сильно пораженные и усохшие растения. При появлении первых признаков заболевания в культурах сосны и ели летом рекомендуется обрезать пораженные ветви и удалять сильно пораженные деревья.

Шютте, или мериоз, лиственницы. Возбудитель – анаморфный гриб *Meria laricis Vuil*. Первичное заражение осуществляется конидиями, которые образуются на опавшей хвое прошлого года. Грибница, появляющаяся при прорастании конидий, проникает через устьица в ткани молодых хвоинок, постепенно там распространяется и вызывает сначала обесцвечивание, затем побурение, отмирание и опадение хвоинок. Поражается и усыхает в первую очередь хвоя, расположенная в нижней части сеянцев или саженцев. Болезнь быстро распространяется и охватывает вскоре все растение. Распространение болезни происходит на протяжении всего вегетационного периода. Отмирание пораженной хвои наступает примерно через 15–25 дней после ее заражения. При благоприятных условиях для развития патогена в конце июля или начале августа у зараженных сеянцев полностью опадает хвоя.

Внешние признаки заболевания у двухлетних сеянцев появляются в конце мая – начале июня, у однолетних – в июле. Верхние кончики хвоинок сначала становятся светло-зелеными, а затем приобретают красновато-бурую окраску. Хвоя постепенно засыхает, и на ней формируется конидиальное спороношение в виде выступающих из устьиц пучков конидиеносцев с многочисленными конидиями (рис. 48).

Скопления конидиеносцев имеют вид светлых точек, располагающихся параллельными рядами вдоль хвоинок. Для лучшей их видимости зараженную хвою рекомендуется погружать на 20 мин в 2%-ный раствор марганцево-кислого калия. Скопления конидиеносцев окрашиваются в темно-красный цвет. Конидиеносцы несут овальные конидии, внутри которых располагаются капельки масла. По данным Т. Пиисе (1933), на одной хвоинке может за летний сезон сформироваться от 10 до 360 тыс. конидий. При благоприятных условиях они сразу же прорастают. Жизнеспособность конидий во влажных условиях сохраняется в течение нескольких месяцев, а в сухой среде резко падает. В течение вегетационного периода на пораженных растениях образуется 3–4 волны спороношений гриба, появляющиеся после обильно выпавших дождей. Гриб зимует преимущественно в виде мицелия на опавшей хвое.

Наибольший вред болезнь причиняет двухлетним сеянцам, в меньшей степени от нее страдают культуры лиственницы в возрасте до 15–20 лет. Восприимчивость разных видов лиственницы к данному заболеванию в условиях Беларуси неодинакова: наиболее восприимчивы к патогену лиственницы сибирская и даурская, в меньшей степени страдает европейская; наиболее устойчива – лиственница японская.

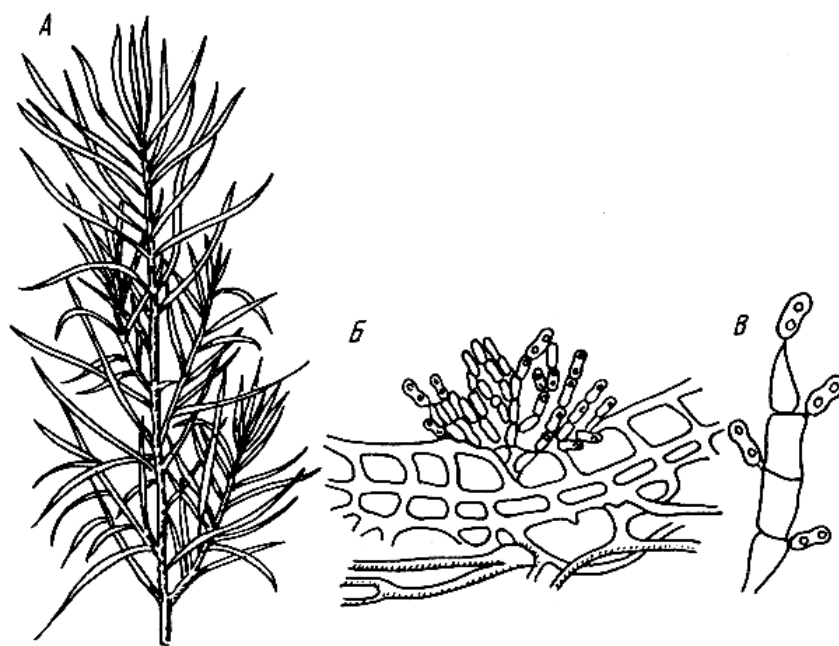


Рис. 48. Шютте лиственницы:

А – пораженный сеянец; Б – спороношение гриба *M. laricis*; В – конидиеносец с конидиями гриба

Меры защиты. Рекомендуются следующие агротехнические и химические меры защиты. Посевы должны располагаться не ближе 150 м от культур лиственницы. Для получения высокого выхода посадочного материала необходимо обязательно соблюдать агротехнику выращивания сеянцев и правильно размещать посевы в питомнике. Хорошие результаты дает пересадка однолетних сеянцев в школьное отделение и выращивание под полиэтиленовой пленкой. В лесных питомниках следует своевременно удалять опавшую хвою лиственницы осенью или ранней весной (до образования новой хвои).

Для подавления грибной инфекции рекомендуется ранней весной до формирования новой хвои опрыскивать посевы и опавшую хвою 3%-ным раствором нитрафена или 2%-ным коллоидной серы. После искореняющей обработки в летний период проводятся профилактические опрыскивания системными препаратами (байлетон, дерозал, топсин М). Однолетние посевы опрыскивают однократно в конце июня и начале июля. Двухлетние посевы лиственницы обрабатывают в течение лета четыре раза с интервалом 30 дней. Первую обработку проводят сразу же после полного охвоения сеянцев.

Шютте можжевельника. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Lophodermium juniperinum* (Fr.) de Not. Характеризуется появлением на хвое прошлого года в начале лета желтовато-бурой окраски. Хвоя отмирает, и на ней в начале июля образуются спороношения гриба – апотеции. Они окрашены в черный цвет, длиной до 2 мм, располагаются на верхней стороне хвоинок. Созревание и рассеивание спор происходит во второй половине вегетационного периода. Болезнь получила широкое распространение, наиболее сильно поражаются кусты можжевельника, растущие во влажных условиях под пологом соснового леса. При длительном развитии патогена на одном растении происходит его ослабление и отмирание. Меры борьбы с этим заболеванием не разработаны.

8.1.2. Ржавчина хвои

Данный тип болезни встречается на всех хвойных породах и вызывается преимущественно ржавчинными грибами из родов *Coleospor*

rium, Chrysomyxa, Melampsora. Наибольшее распространение в лесах Беларуси получили следующие виды ржавчины хвой.

Пузырчатая ржавчина хвой сосны. Возбудителями болезни являются разнохозяйные ржавчинные грибы с полным циклом развития из рода *Coleosporium*. У них весенние спороношения (0, I и IV) развиваются на хвое сосны, летние (II) и осенние (III) – на травянистых растениях из семейств сложноцветных и лютиковых. В Беларуси наиболее часто ржавчину хвой сосны обыкновенной вызывают следующие четыре вида: *C. tussilaginus* (Pers.) Kleb. (промежуточный хозяин – мать-и-мачеха), *C. senecionis* (Schum.) Fr. (крестовник), *C. sonchi-arvensis* (Pers.) Lev. (осот) и *C. campanulae* (колокольчик).

Заражение однолетней хвой происходит в мае базидиоспорами, образующимися на листьях вышеуказанных травянистых растений. Внешние признаки болезни проявляются через 1–2 недели после заражения. Вначале под эпидермисом хвоинок, чаще на верхней ее стороне, образуются плоскоконические спермогонии шириной 0,4–0,5 мм, длиной 0,5–1,0 мм. Затем на хвоинках появляется эциальное спороношение (рис. 49).

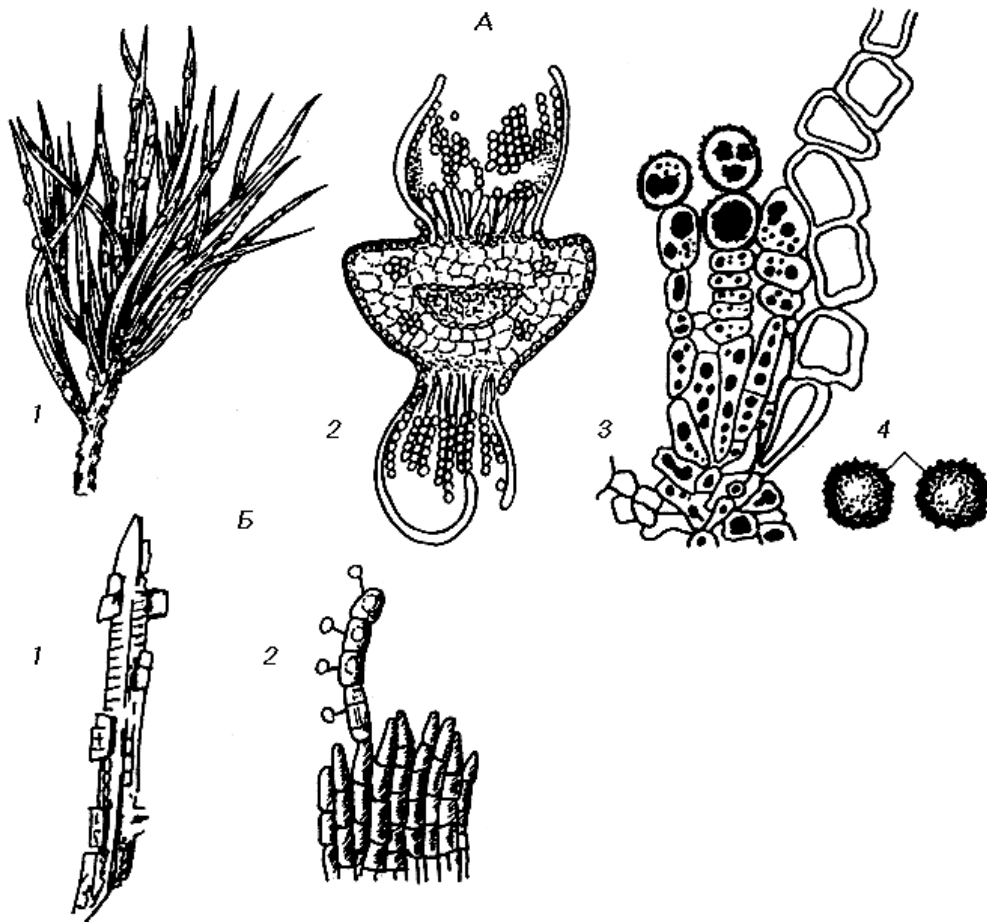


Рис. 49. Пузырчатая ржавчина хвой:

А – сосны (1 – пораженная хвоя; 2 – поперечный срез хвой с эциями гриба *C. septicionis*; 3 – эциальное спороношение; 4 – эциоспоры); Б – ели (1 – хвоя с эциями гриба *Chr. ledi*; 2 – телио- и базидиоспоры на листьях багульника)

Оно представляет собой оранжевые пузыревидные вместилища длиной 1–3 мм, шириной 0,4–0,6 мм, располагающиеся как на нижней, так и на верхней сторонах хвоинок. Внутри вздутий формируются в виде цепочек угловато-шаровидные или эллипсоидальные эциоспоры. При их созревании оболочка вздутия (эция) разрывается, и споры разносятся воздушными течениями. В местах расположения эциев ткани хвой желтеют и отмирают, хвоя приобретает пестрый вид. При сильном развитии болезни на одной хвоинке образуется более 10 эциев. Это значительно уменьшает поверхность ассимилирующей ткани растения и снижает прирост. Наиболее часто поражаются молодые деревья (в возрасте до 10–15 лет), значительно реже – сеянцы в питомнике.

Дальнейшее развитие возбудителей ржавчины хвой сосны происходит на листьях промежуточных растений-хозяев. На них в летний период формируются урединиоспороношения, а осенью – телиоспороношения. Патогены зимуют на опавших листьях в стадии телиоспор. Прорастают телиоспоры весной, образуя базидиоспоры, последние осуществляют заражение сосны.

Пузырчатая ржавчина хвой ели. Возбудителем болезни является разнохозяйный ржавчинный гриб с полным циклом развития – *Chrysomyxa ledi* (Alb. et Schw.) de By. В начале лета на нижней стороне прошлогодних хвоинок образуется весеннее спороношение гриба в виде многочисленных золотистых пузырьков (эциев) диаметром 2–3 мм, заполненных спорами. К моменту созревания спор оболочка эция разрывается и они рассеиваются воздушными потоками, оседая в виде желтоватого порошка на растущих рядом растениях. Ткани хвоинок в местах расположения эциев отмирают. При интенсивном развитии заболевания наблюдается преждевременное опадение хвои.

Дальнейшее развитие патогена происходит на багульнике. На нижней стороне его листьев в середине лета образуется урединиоспороношение. Оно представлено оранжево-красными подушечками. Весной на нижней стороне прошлогодних листьев появляется телиоспороношение в виде темно-красных плоских подушечек. Образующиеся в них телиоспоры, минуя стадию покоя, прорастают в базидиоспоры. Последние и заражают хвою ели. Болезнь наиболее часто встречается в засушливые годы в еловых насаждениях, расположенных вблизи от заболоченных участков, а также в защитных полосах вдоль железных дорог, на открытых участках. Данные о вредоносности болезни в условиях Беларуси отсутствуют. Имеются сведения, что в периоды массового рассеивания эциоспор в годы эпифитотийного развития ржавчины у лесной охраны, работающей в зараженных насаждениях, наблюдались случаи аллергических заболеваний.

Линейная золотистая ржавчина хвой ели. Возбудителем является однохозяйный гриб *Chrysomyxa abietis* Wint. Заражение молодой хвой происходит в начале лета после ее формирования базидиоспорами, образующимися на прошлогодней хвое. В июле зараженная хвоя покрывается мелкими желтоватыми пятнами. Они увеличиваются в размерах, образуя поперечные желтые зоны. При сильном развитии болезни хвоя полностью желтеет. Весной на пораженной

хвое появляется телиоспороношение в виде вытянутых воскоподобных красновато-оранжевых подушечек длиной 2–6 мм, расположенных вдоль срединной жилки. После рассеивания спор пораженная хвоя опадает.

Данный гриб чаще встречается на молодых культурах ели, еловом подросте, растущем под пологом леса. В отдельные годы наблюдается массовое его развитие, особенно в загущенных культурах. Это приводит к снижению прироста у зараженных деревьев. Болезнь получила широкое распространение в Скандинавских странах. В настоящее время защитные меры против золотистой ржавчины ели отсутствуют.

Ржавчина хвой лиственницы вызывается разнохозяйными грибами *Melampsorium betulinum* Kleb., *Melampsora larici-populina* Kleb. и *M. larici-salicina* Kleb.

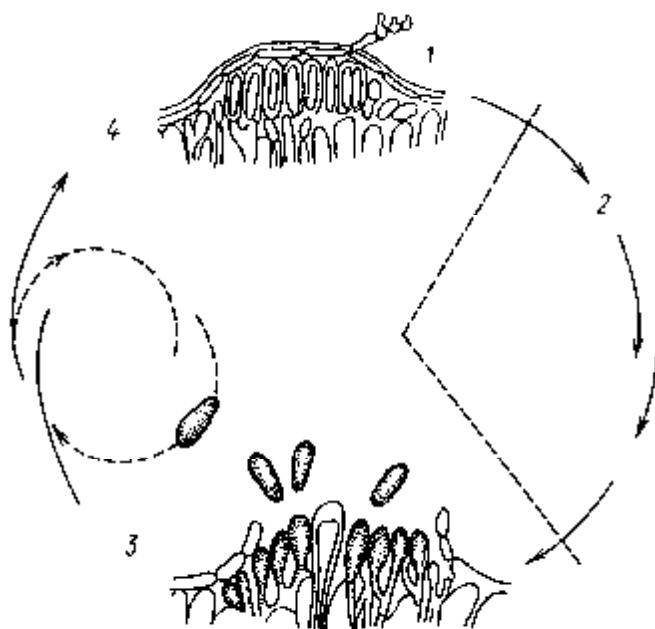


Рис. 50. Цикл развития *M. larici-populina* на хвое лиственницы (сектор, очерченный пунктиром) и листьях тополя черного (1–4 соответственно базидио-, эцио-, урединио- и телиоспоры гриба)

Заражение хвой происходит в мае базидиоспорами (рис. 50). На зараженной хвое в начале лета образуется эциальное спороношение в виде мелких желтоватых пузырьков или оранжевых подушечек, располагающихся вдоль хвоинок. Внутри эция формируются шаровидные, овальные или несколько угловатые эциоспоры с оранжевым со-

держимым. В местах развития грибов ткани хвои желтеют и отмирают. При сильном поражении на хвое появляются многочисленные эции, почти сплошь покрывающие ее поверхность. Это приводит к преждевременному отмиранию и опадению хвои. Дальнейшее развитие возбудителей ржавчины проходит на листьях березы (у гриба *M. betulinum*), тополя (*M. larici-populina*) и ивы (*M. salicina*). На них формируются уредино- и телиоспороношения, где гриб зимует на опавших зараженных листьях.

Одной из мер защиты от ржавчины является пространственная изоляция посадок лиственницы от насаждений с участием березы, тополя и ивы.

8.2. Болезни листьев

Листья у большинства древесных пород имеют хорошо развитую листовую пластинку и в молодом возрасте нежные покровные ткани, в связи с чем часто подвергаются многочисленным заболеваниям. Из них наиболее опасными являются мучнистая роса, парша, ржавчина, пятнистости. Они вызывают преждевременное засыхание и опадение листьев. Многие из них поражают не только листья, но и молодые неодревесневшие побеги, что значительно усиливает их вредоносность. Возбудителями болезней листьев являются сумчатые, ржавчинные и некоторые анаморфные грибы.

8.2.1. Мучнистая роса

Этот тип болезни характеризуется образованием на листьях беловато-серого мучнистого налета, состоящего из мицелия и многочисленных спор – конидий. Вызывается облигатными сумчатыми грибами из порядка эризифовые (*Erysiphales*). У них мицелий располагается на поверхности листьев, и только его тонкие нити – гаустории проникают внутрь живых клеток, получая там необходимые питательные вещества. В летний период на мицелии в большом количестве формируются бесполое споры (конидии), которые служат для распространения гриба на протяжении всей вегетации. Телеоморфа у мучнисторосяных грибов представлена плодовыми телами – клейстотециями, которые образуются в конце лета на зараженных листьях. В них весной следующего года созревают сумкоспоры и активно рассеиваются по-

сле разбухания и разрыва оболочки плодового тела. Они осуществляют первичное заражение молодых листьев в новом вегетационном сезоне. У некоторых представителей мучнисторосяных грибов мицелий может сохранять свою жизнеспособность, зимую на молодых побегах или верхушечных почках. Наибольший вред лесному хозяйству причиняет мучнистая роса дубу.

Мучнистая роса дуба вызывается сумчатым грибом *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. Он поражает многие виды дуба, а также бук и каштан. Существенный вред причиняет дубу черешчатому и зимнему. Первичное заражение листьев происходит в начале лета сумкоспорами. Они формируются в плодовых телах – клейстотециях. Созревание и рассеивание спор происходит после выпадения осадков при среднесуточной температуре воздуха 8–10°C. Сумкоспоры попадают на поверхность листьев первого прироста и формируют эпифитный мицелий.

Время появления первых мицелиальных колоний на листьях дуба зависит от погодных условий и в Беларуси наблюдается во второй декаде июня – начале июля. На листовой пластинке чаще с верхней стороны формируется рыхлый паутинистый налет грибницы в виде мелких округлых пятен, который постепенно разрастается. Гифы мицелия, плотно прилегающие к листу, образуют плоские пластинки (аппрессории), с помощью которых грибок удерживается на листьях. Из их центра отходят тонкие нити грибницы, пронизывающие кутикулу листьев и внедряющиеся в живые клетки листа. Они на концах вздуваются и превращаются в специализированные органы питания патогенна – гаустории. Со временем грибной налет разрастается и при интенсивном развитии покрывает не только всю верхнюю поверхность листа, а часто переходит на нижнюю и неодревесневшие молодые побеги.

В летний период на мицелии формируется бесполое спороношение (конидии), которое придает ему порошистый вид. По данным А.А. Власов, конидии образуются и распространяются при 18–25°C, а прорастают при 20–22°C и при хорошем освещении. Продолжительность инкубационного периода болезни 6–8 дней (при неблагоприятных условиях – до 10–12). В течение вегетационного периода образуется несколько поколений конидий. Зрелые конидии отделяются от конидиеносцев и разносятся ветром. Как показали исследования, максимальная дальность их разлета – до 100 м, но уже на расстоянии 40–

50 м от источника инфекции количество оседающих конидий уменьшается в 2–3 раза. Они играют основную роль в распространении болезни в летний период.

В конце лета образование конидий прекращается. Налет на листьях становится войлочным. Листья часто деформируются, на них появляются темно-бурые пятна отмершей ткани, и начинается процесс образования телеоморфы гриба. Она представлена плодовыми телами (клейстотециями) в виде мелких шарообразных вместилищ диаметром 0,10–0,15 мм (рис. 51).

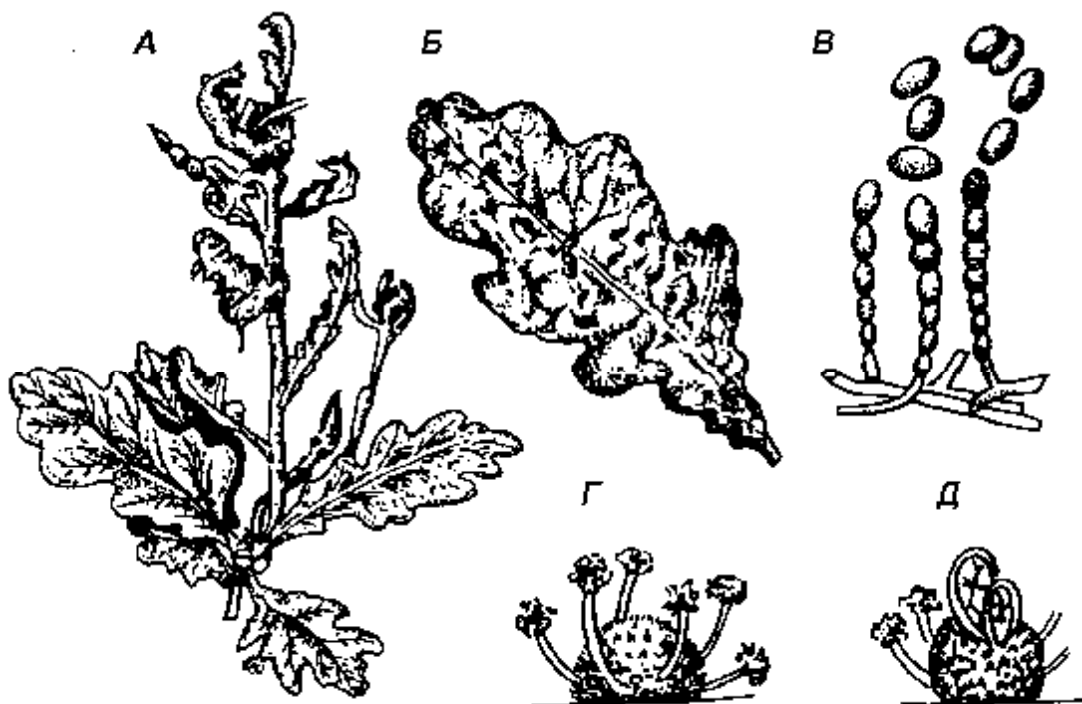


Рис. 51. Мучнистая роса листьев дуба:

А – пораженные листья однолетнего побега; Б – развитие грибницы на молодом листе; В – конидиеносцы с конидиями гриба *M. alphitoides*; Г – клейстотеций гриба; Д – разрыв плодового тела и выход сумок со спорами

Вначале они красновато-коричневые, затем становятся темно-коричневыми. Внутри их размещаются по 6–15 эллипсоидальных сумок с сумкоспорами, а на поверхности – придатки в виде белых нитей, дихотомически разветвленных на концах (в виде рогов оленя). Плодовые тела являются зимующей стадией патогена. Созревание и рассеивание сумкоспор происходит весной следующего года.

При развитии мучнистой росы в пораженных листьях разрушается хлорофилл, снижаются энергия фотосинтеза, содержание воды,

нарушаются обменные процессы, что приводит к преждевременному их засыханию и опадению. Молодые побеги, пораженные грибом, не успевают одревеснеть и повреждаются ранними осенними заморозками. Развитие болезни может происходить на одном растении в течение ряда лет. Вследствие этого молодые деревья отстают в росте и принимают кустообразную форму. Преимущественно поражаются грибом молодая поросль и побеги, образующиеся во второй половине лета.

На развитие мучнистой росы большое влияние оказывают погодные условия. Интенсивность развития болезни определяется режимом влажности в июле: оптимальное количество осадков от 70 до 80 мм обуславливает эпифитотийное развитие болезни. Засушливые условия при интенсивном освещении ингибируют рост мицелия и, тем самым, тормозят развитие болезни. При наступлении жаркой сухой погоды нежный мицелий на молодых листьях деградирует в течение 3 дней, старый мицелий – через 1,5–2 недели.

Различные виды и разновидности дуба проявляют неодинаковую устойчивость к мучнистой росе. По данным И.И. Минкевича и М.С. Микоберидзе (1983), сильнее поражаются дуб зимний, слабее – дуб пушистый, дуб красный (северный), монгольский, восточный и пробковый считаются относительно устойчивыми. Восприимчивость листьев к мучнистой росе также зависит от их возраста и состояния. Более восприимчивы к патогену молодые листья, в то время как листья старше одного месяца почти не поражаются патогеном.

Меры защиты. Для защиты сеянцев и молодых культур дуба от мучнистой росы проводят следующие мероприятия. Ежегодно осуществляют надзор за состоянием посевов дуба, распространением и развитием болезни. Для защиты сеянцев вокруг питомника следует создавать защитную полосу из древесных пород, не восприимчивых к мучнистой росе. Поросль дуба, произрастающую вокруг питомника на расстоянии до 200 м, вырубает. С целью повышения устойчивости сеянцев дуба к мучнистой росе желуди высевают осенью или ранней весной, соблюдая оптимальную глубину их заделки в почву. Это способствует появлению более ранних всходов и быстрому формированию листьев, когда грибок еще не развился. Для подкормки сеянцев применяют только фосфорно-калийные удобрения. Они ускоряют процессы формирования листьев и одревеснение побегов. Опавшие листья следует уничтожать осенью непосредственно после их опадения. Весной, до распускания листьев, в посевах второго года выращи-

вания и старше целесообразно проводить тщательную культивацию почвы для заделки опавших клейстотециев патогена и удержания влаги. В лесных культурах следует своевременно проводить мероприятия по борьбе с листогрызущими насекомыми. В междурядьях рекомендуется высевать люпин многолетний, что дает боковое освещение и оказывает тем самым благоприятное влияние на рост дуба.

Химическая защита осуществляется в летний период при появлении первых белых пятен на листьях. В Беларуси и средней полосе европейской части России это наблюдается примерно в середине июня. Для опрыскивания сеянцев используют байлетон в 0,3%-ной концентрации, а также коллоидную серу в виде 1,5–2,0%-ной водной суспензии. Кратность химических обработок зависит от погодных условий и интенсивности развития болезни. Обычно рекомендуется 3–4-кратное опрыскивание с интервалом 2–3 недели. Последнюю обработку проводят не позднее начала августа с целью подавления развития телеоморфы патогена.

Мучнистая роса – широко распространенное заболевание, встречающееся на многих древесных и кустарниковых породах. Список грибов, вызывающих мучнистую росу на древесных и кустарниковых породах, и их распространение приведены в табл. 2.

Таблица 2

Мучнисторосые грибы на древесных и кустарниковых породах

Вид мучнисторосяного гриба	Растение-хозяин	Распространение
<i>Microsphaera alphitoides</i> <i>Griff. et Maubl.</i>	Дуб	Беларусь, Украина, европейская часть России
<i>M. betulae</i> Magn.	Береза	Беларусь, европейская часть России
<i>M. berberidis</i> Lev.	Барбарис	Беларусь, европейская часть России
<i>M. penicillata</i> (Wallr.) Lev.	Ольха, жестер, сирень, калина	Беларусь, европейская часть России
<i>M. lonicera</i> Wint.	Жимолость	Беларусь, европейская часть России
<i>M. syringae</i> (Schwein.) Magnus	Сирень	Беларусь, европейская часть России
<i>M. vanbruntiana</i> Gerard.	Бузина	Беларусь, европейская часть России
<i>M. viburni</i> (Duby) Blum.	Калина	Беларусь, европейская часть России

Окончание табл. 2.

Вид мучнисторосяного гриба	Растение-хозяин	Распространение
<i>M. grossulariae</i> (Walbr.) Lev.	Смородина	Беларусь, европейская часть России
<i>Uncinula aceris</i> Sacc.	Клен	Беларусь, европейская часть России
<i>U. salicis</i> Wint.	Тополь, ива	Беларусь, европейская часть России
<i>U. fraxini</i> Miyake	Ясень	Беларусь, европейская часть России
<i>U. clandestina</i> Schroet.	Ильм	Беларусь, европейская часть России
<i>Phyllactinia suffulta</i> (Rabh.) Sacc.	Ольха, береза, лещина, ясень, рябина, ильм	Беларусь, европейская часть России
<i>Podospaera oxyacanthae</i> de Bary	Боярышник, черемуха, рябина	Беларусь, европейская часть России
<i>Trichocladia caraganae</i> Magn.	Акация желтая	Беларусь, европейская часть России
<i>T. enonymi</i> Neger	Бересклет	Беларусь, европейская часть России
<i>Sphaerotheca pannosa</i> (Wallr.) Lev.	Роза, шиповник	Беларусь, европейская часть России

8.2.2. Парша листьев

Этот тип болезни характеризуется поражением и отмиранием листьев и молодых побегов. Вызывается сумчатыми грибами из рода *Venturia*. Заражение растений происходит в начале вегетационного сезона сумкоспорами, а позднее на протяжении всего лета – конидиями. На пораженных листьях появляются бурые пятна с темным бархатистым налетом, состоящим из конидиеносцев и конидий. При интенсивном поражении парша вызывает преждевременное засыхание и опадение листьев, а также отмирание молодых побегов. Осенью на опавших листьях формируется сумчатое спороношение в виде мелких плодовых тел (перитециев), где возбудители болезни зимуют. Интенсивному развитию парши благоприятствуют обильные осадки в первой половине вегетационного периода. Заболевание встречается на

многих лиственных породах (разных видах тополей, осине, березе, ивах и др.).

Парша листьев тополя и осины. Возбудителем парши листьев тополя является сумчатый гриб *Venturia tremulae* Aderh. (анаморфа – *Pollacia radiosia* Bald.), а листьев осины – близкий вид *Venturia populina* (Vuill.) Farb. (анаморфа – *Pollacia elegans* Serv.). Первичное заражение листьев происходит спорами в начале лета. На молодых листочках появляются фиолетово-бурые пятна разных размеров и очертаний, на которых с верхней стороны формируется конидиальное спороношение в виде бархатистого оливкового налета спор. Распространение болезни в летний период происходит при помощи конидий. Со временем пятна приобретают светло-бурую окраску. При сильном развитии болезни листья засыхают и опадают, гриб переходит на молодые побеги, они постепенно чернеют, засыхают и свисают вниз, а иногда надламываются и опадают. Развитию болезни благоприятствуют затяжные дожди и частые росы. Гриб часто встречается на молодых отпрысках осины, особенно в первой половине лета.

В условиях Беларуси и европейской части России парша встречается на разных видах белого тополя и осины в маточных плантациях, школах, культурах, в защитных посадках вдоль дорог, а также в зеленых насаждениях населенных мест. Зимует гриб в виде мицелия на опавших листьях или в пораженных побегах. Весной он прорастает и образует конидиеносцы с конидиями. Последние осуществляют первичное заражение листьев. Сумчатое спороношение формируется в редких случаях.

Меры защиты. Для защиты от парши в маточных плантациях и школах до распускания листьев проводят опрыскивание 2–3%-ной бордоской жидкостью. В начале лета в период формирования листьев их обрабатывают 2%-ной суспензией коллоидной серы, 0,2%-ной суспензией байлетона или 1,0%-ной суспензией хлорокиси меди. Для уничтожения зимующей инфекции осенью опавшую листву следует собирать и сжигать.

Парша ивы вызывается сумчатым грибом *Venturia chlorospora* (Ces.) Wint. (анаморфа – *Fusicladium saliciperdom* Lind.). Заражение листьев происходит весной аскоспорами. Первые внешние признаки болезни проявляются в июне: листья чернеют и со временем отмирают. Инфекция постепенно переходит на побеги, они также чернеют, а за-

тем деформируются и свисают вниз. На пораженных органах образуется конидиальное спороношение в виде выпуклых скоплений спор. Конидии желтоватые, овальные или цилиндрические, иногда грушевидные, состоят из двух или трех клеток. В течение вегетационного периода образуется несколько генераций спор. Гриб зимует на побегах и опавших листьях. На последних весной появляется сумчатое спороношение в виде перитециев.

Интенсивному развитию болезни способствует влажная теплая погода в весенне-летний период. Парша поражает многие виды ив, особенно корзиночные (на плантациях), а также плакучие формы (в парках и городских посадках). Меры борьбы с ней такие же, как и при парше тополя и осины.

Парша листьев березы вызывается сумчатым грибом *Venturia ditricha* Fr. (анаморфа – *Fusicladium betulinum* Aderh.). При ее развитии на листьях в начале лета появляются мелкие желтовато-зеленые пятна. Они постепенно увеличиваются и вскоре покрывают почти всю поверхность листа. Пораженные участки темнеют, на верхней стороне пятен образуется конидиальное спороношение в виде бархатистого налета. При благоприятных условиях в течение лета формируется несколько генераций спор. Пораженные листья преждевременно опадают. Гриб зимует на опавших пораженных листьях. Весной в тканях опавших листьев формируется телеоморфа в виде мелких округлых щетинистых выростов высотой до 50 мкм. В них располагаются сумки со спорами. Они созревают в начале лета и рассеиваются.

Болезнь чаще поражает молодые растения. Особенно интенсивное развитие парша получает в дождливое теплое лето. Меры борьбы с ней такие же, как и при парше тополя и осины.

8.2.3. Ржавчина листьев

Данный тип болезни вызывается преимущественно разнохозяйными ржавчинными грибами из рода *Melampsora*. У них первые два типа спороношений – спермогонии (0) и эции (I стадия) развиваются на хвойных породах или на некоторых травянистых растениях. На листьях древесных пород формируются уредино- и телиоспороношения (II и III стадии) в виде желтоватых и желтовато-коричневых до темно-коричневых коростинок. Большинство ржавчинных грибов зимует в

стадии телиоспор на опавших листьях. В условиях Беларуси ржавчина встречается на листьях тополя, осины, березы и ивы.

Ржавчина листьев тополя и осины вызывается разнохозяйными грибами из рода *Melampsora*. На листьях черного и бальзамического тополей это заболевание вызывают грибы *M. alli-populina* Kleb. и *M. larici-populina* Kleb. Спермогонии и эции (0 и I) у них развиваются соответственно на разных видах лука и хвое лиственницы. Ржавчину листьев белого тополя и осины вызывают – *M. larici-tremulae* Kleb. и *M. pinitorqua* (de Bary) Rostr. У первого вида весенние спороношения (спермогонии и эции) образуются на хвое лиственницы, а у второго – на однолетних неодревесневших побегах сеянцев сосны обыкновенной.

На листьях тополей и осины признаки развития ржавчины обнаруживаются в конце июня – начале июля. В это время на листьях развивается урединиоспороношение (II – летнее спороношение) в виде мелких оранжево-желтых порошащих подушечек. При сильном развитии они сплошь покрывают нижнюю поверхность листьев. В течение лета образующиеся на них урединиоспоры рассеиваются и многократно производят заражение листьев. Развитие заболевания продолжается до конца вегетации. Пораженные листья преждевременно засыхают и опадают. В конце вегетации на них формируется телиоспороношение (III – осеннее спороношение) в виде коричневых, а затем черных коростинков. Телиоспоры зимуют на опавших листьях, а весной прорастают в базидиоспоры. Последние заражают хвою лиственницы или листья травянистых растений, являющихся промежуточными хозяевами этих грибов.

Ржавчина ослабляет ростовые процессы зараженных растений, задерживает одревеснение однолетних побегов. Особенно большой вред она причиняет в годы эпифитотийного развития сеянцам в питомниках, саженцам в маточных и школьных отделениях. Различные виды и гибриды тополей проявляют неодинаковую устойчивость к заболеванию. Отмечено, что часто развитие тополевой ржавчины происходит по укороченному типу (без участия лиственницы и травянистых растений). Вполне вероятно, что урединиоспоры сохраняют свою жизнеспособность в зимний период и вновь заражают листья тополей.

Меры защиты. Для предупреждения заболевания следует избегать закладывать маточные плантации и школы в непосредственной

близости с посадками лиственницы и культурами тополей, поздней осенью необходимо сгребать и уничтожать опавшие листья на питомнике и маточных плантациях. Весной желательно проводить перепахку междурядий для уничтожения грибной инфекции. В период вегетации следует проводить профилактическое опрыскивание 1%-ной бордоской жидкостью или хлорокисью меди при появлении на листьях тополя первых урениопустул патогена.

Ржавчина листьев березы вызывается разнохозяйным грибом *Melampsorium betulinum* Arth. Весенние спороношения (0 и I стадии) образуются на хвое лиственницы. Заражение листьев происходит летом. На верхней стороне листьев появляются мелкие желтовато-коричневые пятна, сливающиеся друг с другом, а на нижней – многочисленные мелкие оранжевые подушечки (урениопустулы), представляющие скопления урениоспор гриба (рис. 52).

Они удлиненные, иногда булабовидные. В течение лета образуется несколько поколений урениоспор (II стадия). Споры рассеиваются и служат для многократного заражения листьев.

При оптимальных условиях для развития патогена урениопустулы полностью покрывают всю поверхность зараженных листьев. Такие листья преждевременно засыхают и опадают. Осенью под эпидермисом листьев формируется телиоспороношение (III стадия). Оно имеет вид мелких выпуклых темно-коричневых подушечек, состоящих из скоплений призматических телиоспор. Гриб зимует на опавших листьях. Весной телиоспоры прорастают в базидиоспоры, последние рассеиваются воздушными потоками, заражая хвою лиственницы.

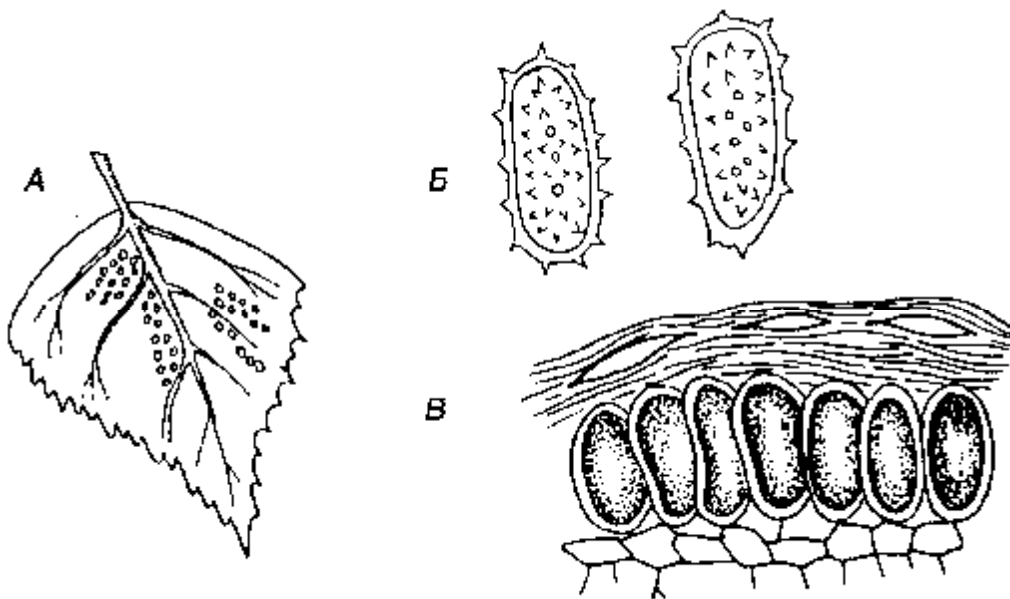


Рис. 52. Ржавчина листьев березы:

А – пораженный лист; Б, В – соответственно урединио- и телиоспоры гриба *M. betulinum*

При отсутствии лиственницы гриб может развиваться по сокращенному циклу, образуя только урединиоспоры. Они зимуют и вновь заражают листья березы. Болезнь часто встречается на молодых деревьях березы и при неоднократном поражении листьев в течение нескольких лет может вызывать их ослабление.

Меры защиты березы от ржавчины такие же, как и при ржавчине листьев тополя.

Ржавчина листьев ивы вызывается разнохозяйными грибами из рода *Melampsora*. Весенние спороношения (0, I) у них развиваются на хвое лиственницы, бересклета и смородины. Первые признаки поражения листьев ивы ржавчиной проявляются в июле. На верхней стороне листьев образуются желтоватые пятна, а на нижней – мелкие плоские оранжевые подушечки (урединиопустулы), представляющие скопления продолговатых урединиоспор. При сильном поражении листья покрываются многочисленными подушечками, часто деформируются и преждевременно опадают.

Осенью на зараженных листьях появляются мелкие темно-коричневые выпуклые подушечки, располагающиеся между кутикулой и эпидермисом. Они состоят из плотных скоплений призматических

телиоспор, зимующих на опавших листьях и прорастающих весной в базидиоспоры. В условиях Беларуси наиболее часто ржавчину листьев ивы вызывают следующие виды: *M. larici-caprearum* Kleb., *M. evonymi-caprearum* Rleb. и *M. ribesii-viminalis* Kleb.

Наибольший вред болезнь причиняет молодым растениям, в частности корзиночным видам ив. Меры борьбы с ней такие же, как и при ржавчине листьев тополей.

8.2.4. Пятнистости листьев

Широко распространенный тип болезней, встречающийся на большинстве лиственных пород. Он характеризуется появлением на листовых пластинках пятен различных цветов, размеров и конфигураций. По способу образования выделяют два типа пятнистостей: *припухлые (строматические)* и *плоские (некротические)*. Припухлые пятнистости чаще вызываются сумчатыми грибами. В местах их развития мицелий формирует подушечку (строму), которая выступает над поверхностью листа. На ней во время вегетации образуются конидии, служащие для распространения болезни. Строма со временем окрашивается в черный цвет и служит для перезимовки гриба. Весной в ней образуются плодовые тела – апотеции. Такие пятнистости наиболее часто встречаются на клене, иве, ильмовых, березе.

Некротические (плоские) вызываются чаще анаморфными грибами. В этом случае пятно образуется в результате отмирания тканей листа. Лист в этом месте утончается. В пораженной части листа образуются спороношения гриба. Окраска пятен может быть различной от белой, светло-бурой, коричневой до темно-бурой и часто служит для характеристики вида заболевания. Среди припухлых наиболее часто встречаются черные пятнистости. Иногда отмершие ткани листьев выпадают и образуется так называемая дырчатая пятнистость, встречающаяся преимущественно у косточковых плодовых пород.

При сильном развитии болезни наблюдается преждевременная дефолиация листьев, что отрицательно сказывается на текущем приросте. Молодые побеги под действием патогена не вызревают и погибают ранними осенними заморозками. При развитии пятнистостей на деревьях, произрастающих в лесопарках и уличных посадках, ухудшаются их декоративные качества. Многие пятнистости листьев носят названия по бесполой стадии их возбудителей. Ниже приведено

описание наиболее распространенных строматических и некротических пятнистостей листьев древесных пород.

Черная пятнистость листьев клена остролистного вызывается сумчатым грибом *Rhytisma acerinum* Fr. Заражение листьев осуществляется летом спорами. На их верхней стороне вначале образуются мелкие многочисленные светло-желтые пятна. Они постепенно увеличиваются и вскоре на них формируются мелкие бугорчатые черные подушечки, впоследствии сливающиеся между собой и образующие строму гриба (рис. 53). Она отграничивается от здоровой части листа светло-зеленой каймой. Летом в стромах закладываются пикниды в виде небольших полостей, где формируются одноклеточные конидии. Они служат для дальнейшего распространения болезни в летний период.

Осенью на опавших листьях в местах расположения стром формируются плодовые тела – апотеции. Они зимуют на этих листьях. Весной в плодовых телах образуются вытянутые булавовидные сумки, между которыми располагаются тонкие нитевидные бесцветные паразиты, загнутые в верхней части. Созревание сумкоспор в плодовых телах завершается в мае–июне следующего года. При этом в оболочке плодового тела появляются разрывы в виде неправильных щелей, через которые выбрасываются сумки со спорами. В каждой сумке находится по 8 спор. Они бесцветные, нитевидные, покрыты тонким слоем слизистой жидкости (для лучшего прилипания к листьям).

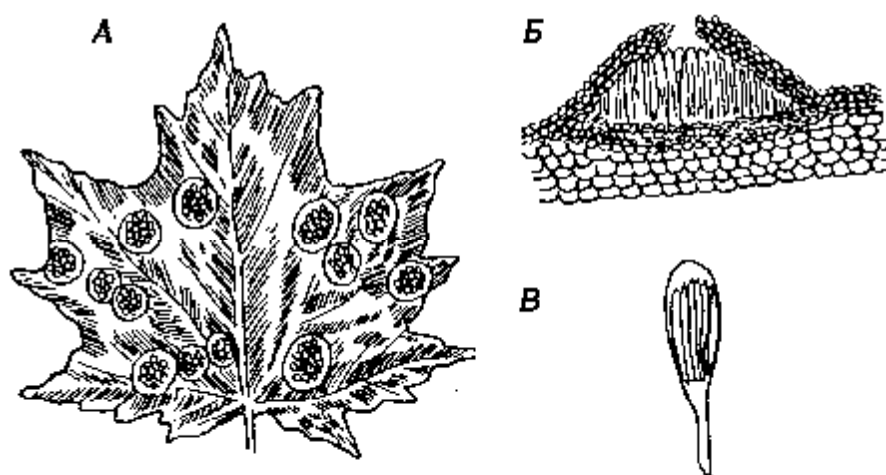


Рис. 53. Черная пятнистость листьев клена остролистного:

А – пораженный лист; Б – поперечный срез листа с апотециями гриба *Rh. acerinum*; В – сумка со спорами

Болезнь распространена довольно широко и, прежде всего, среди зеленых насаждений и посадок вдоль дорог. Представляет определенную опасность для сеянцев в питомниках и молодых культурах. Кроме клена обыкновенного, черная пятнистость встречается на клене татарском (вызывается грибом *Rh. punctatum* Fr.), полевым (возбудитель пятнистости – *Rh. acerinum* f. *campestris* Mill.), яворе (возбудитель – *Rh. pseudoplatanus* K.M.).

Меры защиты. В питомниках, парках и скверах осенью необходимо собирать и сжигать опавшие листья. В период вегетации в качестве профилактики листья опрыскивают 1%-ным раствором хлорокиси меди или 1%-ной бордоской жидкостью, начиная с момента появления первых пятен.

Черная пятнистость листьев ивы вызывается грибом *Rhytisma salicinum* Fr. Заражение листьев происходит в июне–июле спорами. Они прорастают на поверхности листа в грибницу, проникающую через устьица в его ткани. В местах поражения постепенно появляются черные выпуклые блестящие пятна диаметром от 4 до 15 мм. Это стромы гриба. В них летом формируются пикниды, где в большом количестве образуются цилиндрические, слегка изогнутые конидии. Они служат для дальнейшего перезаражения листьев в летний период.

Пораженные листья преждевременно засыхают и опадают. Болезнь причиняет незначительный ущерб. Меры борьбы с ней в лесных насаждениях не проводятся.

Черная пятнистость листьев березы и вяза вызывается сумчатыми грибами *Dothidella betulina* (Fr.) Sacc. и *D. ulmi* (Duv.) Wint. Болезнь характеризуется появлением на пораженных листьях мелких темноокрашенных округлых выпуклых подушечек диаметром от 0,5 до 2,0 мм. Внутри подушечек (стром гриба) образуются бесполое спороношения патогенов. Они продуцируют большое количество спор, с помощью которых происходит распространение болезни в летний период. При интенсивном развитии болезни пятна покрывают значительную часть листьев. Пораженные листья преждевременно засыхают и опадают. Вред от болезни незначителен.

Среди некротических пятнистостей листьев наибольшее распространение на древесных породах имеют бурые пятнистости.

Бурая пятнистость (антракноз) листьев дуба. Возбудителем болезни является анаморфный гриб *Gloeosporium quercinum* West. При его развитии на листьях появляются вначале желтовато-зеленые пятна, которые затем становятся коричнево-бурыми. Они быстро увеличиваются, сливаются между собой и в годы эпифитотий покрывают большую часть листа. Пораженные ткани засыхают и отмирают. На них формируются спороношения гриба в виде желтовато-оранжевых подушечек, представляющих скопления одноклеточных бесцветных конидий. Болезнь встречается в молодых культурах дуба и дубовых молодняках, ослабленных различными причинами. При интенсивном развитии может поражать молодые побеги.

Бурая пятнистость (септориоз) листьев дуба вызывается анаморфным грибом *Septoria quercina* Desm. Во второй половине лета на листьях появляются мелкие округлые серовато-коричневые пятна, окруженные темным ободком. Их диаметр не превышает 2–3 мм. Ткани листа в этих местах отмирают, и в них формируются слабо заметные округлые образования – пикниды, содержащие бесцветные нитевидные конидии. Они выделяются из плодового тела в виде мелких капель. Гриб зимует на опавших листьях.

Бурая пятнистость (антракноз) листьев березы. Возбудителем болезни является анаморфный гриб *Gloeosporium betulinum* West. В первой половине лета листья покрываются округлыми красновато- или оливково-бурыми нечетко очерченными пятнами диаметром до 10 мм. На нижней стороне листьев в местах поражения образуются плоские красновато-желтые подушечки, представляющие скопления бесцветных цилиндрических конидий. Пораженные листья буреют и засыхают. В отдельные годы пятнистость листьев получает широкое распространение.

Бурая пятнистость (филлостиктоз) листьев ясеня обыкновенного вызывается анаморфным грибом *Phyllosticta fraxini* Ell. et Mart. На листьях образуются округлые коричневые пятна, окруженные темно-красной каймой. Их диаметр колеблется от 5 до 10 мм. В летний период на верхней стороне пораженных листьев формируются мелкие коричневые пикниды, погруженные в ткань листа. В них образуются бесцветные эллиптические конидии с 1–2 каплями масла. Вызывает преждевременное опадение листьев.

Бурая пятнистость (церкоспороз) листьев клена. Возбудитель болезни анаморфный гриб *Cercospora acerina* Hart. На пораженных листьях появляются вначале мелкие темно-красные пятна, которые со временем увеличиваются и постепенно охватывают весь лист и вызывают его засыхание. На поверхности пятен и вокруг них патоген образует рыхлый серый налет, состоящий из разветвленных конидиеносцев и вытянутых (шиловидных) конидий. Болезнь причиняет большой вред сеянцам в питомниках, особенно во влажную погоду. Гриб зимует на опавших листьях в стадии хламидоспор, которые образуются из межклеточного мицелия.

Бурая пятнистость (марссониоз) листьев тополя. Возбудитель болезни – анаморфный гриб *Marssonina populi* Kleb. Листья заражаются в начале лета спорами, перезимовавшими на опавших листьях. В местах поражения образуются бурые, неправильной формы округлые пятна диаметром до 4 мм. При интенсивном развитии пятна многочисленные, часто сливаются друг с другом, занимая значительную часть листа. Листья преждевременно засыхают и опадают. Первичное их заражение чаще наблюдается на нижних ветвях деревьев. В годы эпифитотийного развития поражению подвергается вся крона деревьев. Наибольшую опасность причиняет молодым плантациям тополя бальзамического.

Темно-бурая пятнистость (церкоспороз) листьев липы вызывается анаморфным грибом *Cercospora microsora* Sacc. Широко распространенное заболевание, встречающееся в питомниках, школах и городских насаждениях. На листьях в начале июля появляются многочисленные темно-бурые пятна со светлым центром диаметром до 4 мм. При сильном поражении они почти полностью покрывают листовую пластинку. Пораженные листья преждевременно засыхают и опадают. В летний период на пятнах формируется бесполое спороношение гриба. Оно представлено пучками конидиеносцев с конидиями, расположенными на нижней стороне листьев. Конидии служат для распространения болезни в летний период. На опавших листьях весной формируется телеоморфа гриба (*Mycosphaerella microsora* Syd.). Созревшие в перитециях сумкоспоры осуществляют первичное заражение листьев.

Серая пятнистость листьев осины вызывается анаморфным грибом *Gloeosporium tremulae* Pass. Листья чаще поражаются во вто-

рой половине лета (июле). На них появляются неправильной формы серого или серовато-желтого цвета пятна, окруженные темной каймой. Они быстро увеличиваются в размерах, сливаются между собой и вызывают преждевременное засыхание и опадение листьев. На поверхности пятен образуется конидиальное спороношение (анаморфа) гриба в виде темно-бурых подушечек, на которых в большом количестве формируются конидии. Они служат для распространения гриба в период вегетации. Болезнь часто поражает молодую поросль осины.

Бурая пятнистость листьев каштана конского. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Guignardia aesculi* (анаморфа – *Phyllosticta sphaeropsoidae*). Заражение листьев происходит в июне. Вначале на них появляются участки, обильно пропитанные влагой. В течение нескольких дней они становятся красновато-коричневыми, окруженные желтоватой каймой. Размеры пятен варьируют в широких пределах – от мелких, расположенных между отдельными жилками, до крупных, которые часто сливаются между собой и покрывают значительную часть листа. Пораженные листья принимают деформированный вид. Мицелий из листьев часто переходит на черешки, а при сильном развитии – на формирующиеся плоды. На верхней стороне листа вскоре появляются пикниды гриба (рис. 54).

Они округлой формы, диаметром 90–175 мкм, имеют темную окраску. В них формируются конидии, которые осуществляют вторичное заражение листьев на протяжении всего вегетационного периода. Выделение и рассеивание конидий чаще происходит во влажную погоду.

В конце лета на обеих сторонах листьев появляются стромы гриба в виде черных мелких подушечек. Гриб зимует на опавших листьях. Весной следующего года в них формируются псевдотеции. Выбрасывание зрелых аскоспор из псевдотеция происходит во влажную погоду во время образования новой листвы. Для прорастания аскоспор необходимо чтобы листья были увлажнены в течение нескольких часов. Они вызывают первые инфекции листьев в новом сезоне.

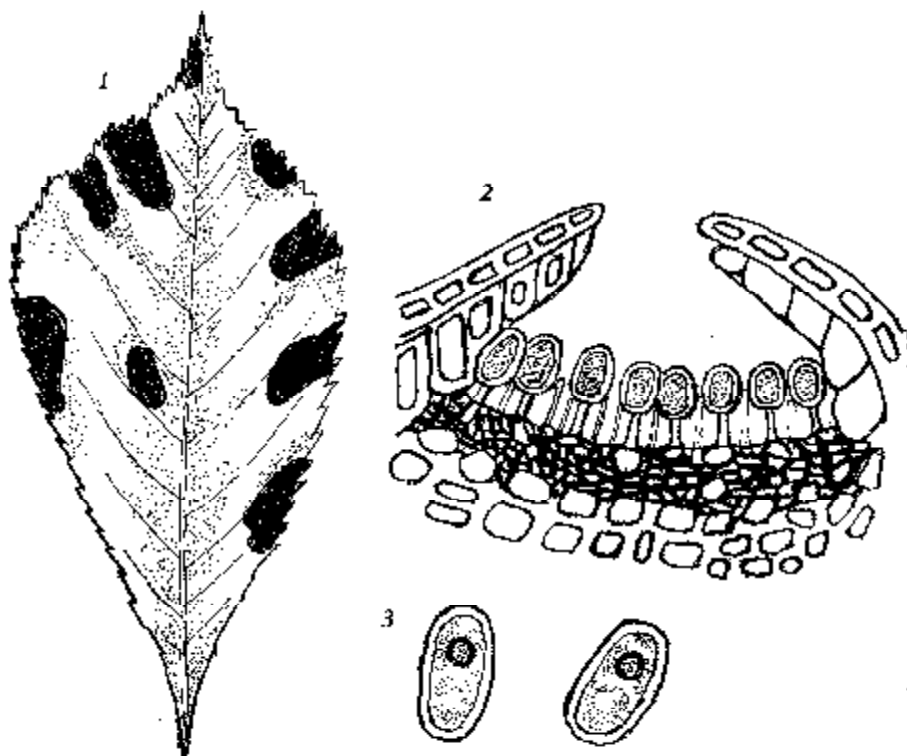


Рис. 54. Бурая пятнистость листьев каштана конского:
 1 – общий вид; 2 – конидиальное спороношение гриба; 3 – конидии гриба

Развитию бурой пятнистости благоприятствует теплое влажное лето. Наибольший вред причиняет молодым деревьям, ослабленным различными причинами. В отдельные годы болезнь принимает эпифитотийный характер. У пораженных деревьев снижается прирост, декоративность и морозоустойчивость побегов.

Деформация листьев характеризуется изменением формы поверхности листьев. Возбудителями этого заболевания являются голо сумчатые грибы из рода *Taphrina*. Заражение листьев осуществляется сумкоспорами. В местах развития грибницы часть листовой пластинки вытягивается, образуя округлую выпуклость, либо она становится волнистой или морщинистой с характерными складками. На нижней стороне листьев появляется восковидный налет желтоватого, коричневого или другого цвета. Он представляет собой сумчатое спороношение гриба. Сумки закладываются под кутикулой и разрывают ее при созревании. Возбудители болезни зимуют на опавших листьях или в почках побегов, поражая их ежегодно. Некоторые представители рода

Taphrina могут формировать бесполое споры – оидии, способные также вызывать развитие болезни.

Болезнь чаще развивается в годы с холодной и влажной весной. Деформации наиболее часто подвержены листья тополей (возбудитель *T. aurea* (Pers.) Fr.), березы (возбудители – *T. carnea* Johans и *T. betulae* Johans.), ольхи черной (*T. tosquinetii* (West.) Magn.) и серой (*T. epiphylla* Sacc.).

Чернь листьев встречается на многих лиственных (липе, березе, дубе, тополе, иве) и хвойных породах. Возбудителем черни на хвойных породах чаще выступает сумчатый гриб – *Apiosporium piniphilum* Fuckel. (анаморфа – *Hormiscium pinophilum* (Nees.) Lind.), а на листьях липы, березы, ивы и других пород – *A. salicinum* (Pers.) Kze. (анаморфа – *Fumago vagans* Pers.). В летний период на поверхности листьев и побегов появляется черный сажистый налет, представляющий собой скопление мицелия и спор гриба. Образование плотного налета на листьях нарушает нормальное течение ассимиляционных процессов, их тепловой режим, затрудняет доступ воздуха и света, приводит к местному отмиранию отдельных участков листа. У деревьев, произрастающих в городских посадках, ухудшаются декоративные качества.

Глава 9. БОЛЕЗНИ ПОБЕГОВ, ВЕТВЕЙ И СТВОЛОВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Это многочисленная группа инфекционных болезней, встречающаяся на многих древесных породах и характеризующаяся различными симптомами поражения. Возбудителями этих болезней являются преимущественно фитопатогенные грибы и бактерии. Они различаются особенностями развития в тканях дерева, патогенностью, специализацией и характером распространения. В связи с этим причиняемый ими ущерб лесному хозяйству различен. Среди них имеются болезни, поражающие жизненно важные органы растущих деревьев, вызывающие их отмирание, а также деревья в целом.

В зависимости от характера поражения болезни подразделяются на три группы: некрозы коры, раковые и сосудистые. В эту главу также включены болезни древесных пород, вызываемые высшими цветковыми паразитами и другими причинами.

9.1. Некрозы коры побегов, ветвей и стволов

При некротических болезнях поражаются кора, камбий и периферические слои древесины. Эти болезни могут вызывать довольно быстрое отмирание отдельных побегов, а в некоторых случаях – всего дерева. Возбудителями некроза древесных пород служат преимущественно аскомицеты и анаморфные грибы. Наиболее часто они поражают ослабленные различными причинами деревья.

Грибница у возбудителей некротических болезней распространяется внутри коры, далее проникает в камбий и древесину, часто вызывая ее окрашивание и загнивание. У многих патогенов она распространяется быстрее вдоль побегов и ствола, чем по окружности и обуславливает одностороннее отмирание коры в виде вытянутых веретеновидных пораженных участков, отличающихся по окраске от здоровой коры. У других видов грибница вызывает быстрое окольцовывание пораженных побегов и их отмирание.

Некротические болезни встречаются на сеянцах, в лесных культурах и насаждениях естественного происхождения разного возраста. Ниже приводится описание наиболее распространенных некротических болезней древесных пород. Их название часто дается по родовой принадлежности возбудителя болезни (телеоморфы или анаморфы). В отдельных случаях в наименование болезни вводится характеристика цвета пораженных органов.

Искривление побегов сосны (сосновый вертун) вызывается двудомным ржавчинным грибом *Melampsora pinitorqua* Braun. У него спермогонияльная (0) и эциальная (I) стадии развиваются на сосне, а летняя (II) и осенняя (III) – на листьях осины и некоторых видах тополей. Заражение сосны происходит весной базидиоспорами, которые образуются при прорастании телиоспор на опавших листьях осины. Время появления и продолжительность рассеивания базидиоспор в значительной степени определяют температура и влажность воздуха в весенний период.

В условиях Беларуси массовое формирование базидиоспор отмечается в середине мая и завершается в конце месяца. Образующиеся базидиоспоры можно легко обнаружить по золотистому налету на нижней стороне опавших листьев осины. Продолжительность инкубационного периода болезни зависит от погодных условий: при 14–15°C и относительной влажности свыше 90% составляет 9–14 дней, при 18–

21⁰С он сокращается до 6–8 дней, а при температуре воздуха ниже 12⁰С – возрастает до 18 дней. В начале июня на пораженных стеблях молодых всходов, их семядольных хвоинках или на молодых не-одревесневших побегах текущего прироста двухлетних сеянцев и саженцев в культурах появляются первые симптомы заболевания. На них вначале образуются спермогонии в виде желтоватых слабо заметных мелких точек, а несколько дней позже формируется эциальное спороношение гриба (I). Оно закладывается под эпидермисом побегов и к моменту созревания эциоспор выходит на поверхность в виде продолговатых оранжевых подушечек длиной до 15–20 мм и шириной 2–3 мм. Зрелые эции лопаются, разрывают покровные ткани и из них рассеиваются эциоспоры.

На побегах сосны в местах развития мицелия ткань отмирает и возникают открытые засмоленные вытянутые язвочки, которые со временем зарастают. При интенсивном развитии болезни, когда мицелий патогена окольцовывает значительную часть окружности побега, он теряет устойчивость, его верхняя часть свисает вниз. Однако побег часто не отмирает и продолжает расти, принимая характерную искривленную S-образную форму (рис. 55).

При развитии болезни на одном растении в течение нескольких лет пораженные побеги отмирают и деревья становятся многовершинными. При более позднем поражении, когда однолетние побеги успевают своевременно сформироваться, они не подвергаются искривлению. Появляющиеся на них эции после рассеивания спор превращаются в небольшие язвочки, которые со временем зарастают.

Эциоспоры рассеиваются воздушными течениями, и их прорастание происходит на листьях осины или белого тополя. Через 8–10 дней после заражения на нижней стороне листьев промежуточного хозяина образуется летнее спороношение (II стадия) патогена в виде мелких желтовато-коричневых подушечек размером 0,2–0,5 мм, разбросанных по всей пластинке. На верхней стороне листьев в местах развития гриба появляются желтые пятна отмершей ткани. Поверхность пораженных листьев приобретает пятнистый вид. Обычно в течение лета на зараженных листьях образуется несколько поколений летних спор, вызывающих их повторные массовые перезаражения. Развитие анаморфы гриба в условиях Беларуси происходит в июле и августе и завершается в сентябре. Сильно пораженные листья преждевременно желтеют и опадают. При массовом поражении листьев на-

блюдается снижение ростовых процессов у зараженных деревьев осины.

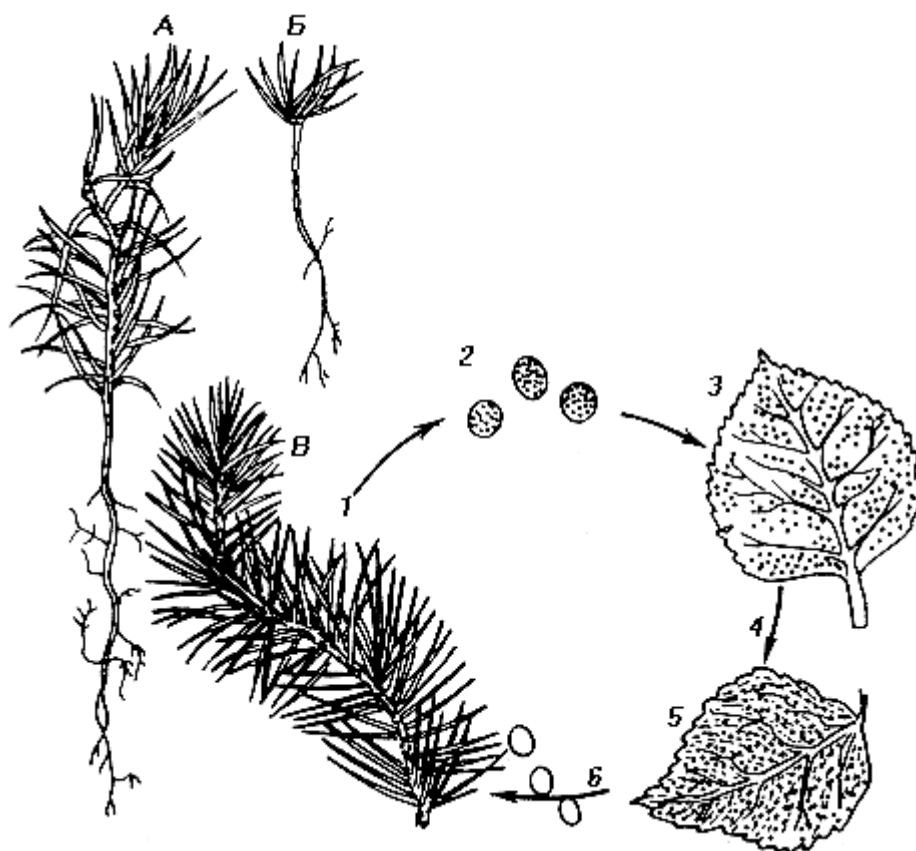


Рис. 55. Сосновый вертун:

А – пораженный 2-летний сеянец; Б – пораженный однолетний сеянец; В – цикл развития гриба *M. pinitorqua* (1 – эций; 2 – эциоспоры; 3, 4 – соответственно уредино- и телиоспороношение; 5 – засохший лист; 6 – базидиоспоры)

Осенью на опавших пораженных листьях, под их эпидермисом, формируется телиоспороношение (III) в виде темно-бурых подушечек, представляющих скопления осенних спор. В этой стадии патоген зимует. Весной следующего года при наступлении теплой влажной погоды телиопустулы набухают, увеличиваются и прорастают в базидии, на которых появляются мелкие одноклеточные базидиоспоры. Массовое их образование и рассеивание происходит в середине мая на протяжении около двух недель. Они осуществляют заражение сеянцев и однолетних формирующихся побегов сосны.

Сосновый вертун является широко распространенной болезнью сосны в питомниках и лесных культурах, в меньшей степени поражает

молодняки естественного происхождения. Наиболее сильное развитие соснового вертуна наблюдается в годы с влажной и теплой погодой в весенний период. Тогда поражение сеянцев в питомниках может составлять 60–80%, а также встречается массовое поражение молодых культур в возрасте до 8 лет. Интенсивному распространению болезни способствует и наличие в питомнике или поблизости с ним осинового поросли. Сеянцы, выращенные из семян более южного происхождения, сильнее страдают от соснового вертуна, чем сеянцы местного и даже более северного происхождения.

Сосновый вертун вызывает заболевание не только у сосны обыкновенной. Искривление побегов также может наблюдаться у сосны веймутовой и приморской. Относительно устойчивыми считаются сосна Банкса, черная, крымская и Муррея.

Меры защиты. Сосновые питомники не следует размещать ближе 250 м от насаждений, в состав которых входят осина и тополя. Не допускаются посевы осины и тополей в питомниках, где выращиваются сеянцы сосны. Устойчивость сеянцев сосны к сосновому вертуну возрастает при полном соблюдении агротехники выращивания посадочного материала. Для повышения устойчивости рекомендуется проводить подкормку сеянцев сосны калийно-фосфорными удобрениями. В мае–первой половине июня в питомниках и молодых культурах необходимо осуществлять наблюдение за появлением и развитием соснового вертуна. В годы, когда создается угроза сильного поражения посевов сосны сосновым вертуном (по данным краткосрочного прогноза заболевания), необходимо провести двухкратное профилактическое опрыскивание 0,2%-ной суспензией системных фунгицидов (топсин М, фундазол) или трехкратное – 1%-ной бордоской жидкостью. Первую обработку следует проводить при появлении на опавших листьях осины золотистого налета базидиоспор (часто совпадает с периодом цветения черемухи). Последующие обработки системными препаратами следует повторить через две недели. При использовании бордоской жидкости последующие опрыскивания проводят с интервалом 6–7 дней.

В сосновых культурах в возрасте до 8–10 лет рекомендуется в июне уничтожать поросль осины, чтобы приостановить дальнейшее распространение возбудителя болезни.

Склерофомоз сосны. Возбудителем болезни является анаморфный гриб *Sclerophoma pithyophila* (Corda) v. Hohn. Поражаются хвоя и побеги текущего года у 2–3-летних сеянцев и саженцев в культурах до 10–12-летнего возраста. Заболевание встречается в Польше, Германии, России. В Беларуси болезнь не отмечена, представляет интерес как карантинный объект.

Заражение сосны происходит весной конидиями, образующимися на ранее зараженных побегах. Симптомы и вредоносность болезни зависят от возраста сеянцев и условий окружающей среды. Количество зараженных растений значительно возрастает с повышением возраста культур. Чаще поражаются побеги, расположенные на 2–3 верхних мутовках. Интенсивному развитию болезни способствует сухая жаркая погода. В распространении болезни принимают участие насекомые (побеговьюны), повреждающие побеги сосны.

На побегах появляются некротические удлиненно-вытянутые коричневые участки длиной до 1,0–1,5 см. Они становятся ржаво-коричневыми, часто приобретают искривленный вид. Позднее поврежденные участки принимают темно-серый цвет, и на них осенью формируются многочисленные черные, овальные пикниды, выступающие из трещин коры продольными рядами. Конидии, образующиеся в пикнидах, яйцевидные, бесцветные, одноклеточные. При сильном развитии болезни заражается также хвоя, расположенная на пораженных побегах. На ней появляются бурые поперечные полосы шириной около 2 мм, отделяющие здоровую часть от пораженной. Верхушки хвоек желтеют и отмирают. На них, как и на побегах, формируются многочисленные темноокрашенные пикниды. Пораженные побеги, покрытые пикнидами, становятся темными и усыхают. Они опадают на землю или остаются на зараженных деревьях. Возбудитель болезни имеет половую стадию (телеоморфу), которая образуется на отмерших ветвях сосны и имеет название *Sydowia polyspora*. Вред, причиняемый болезнью, заключается в том, что в питомниках наблюдается отмирание сеянцев и снижается выход стандартного посадочного материала. В лесных культурах при сильном и неоднократном поражении деревья отстают в росте и часто становятся многовершинными.

Меры защиты от болезни разработаны слабо. В условиях питомника рекомендуется сбор и удаление пораженных сеянцев в летний

период. В лесных культурах целесообразно проводить обрезку пораженных ветвей.

Ценангиевый некроз (ценангиоз) коры сосны вызывается сумчатым грибом *Cenangium abietis* (Pers.) Dube. (анаморфа *Dothichiza ferruginosa* Sacc.). Болезнь характеризуется засыханием и отмиранием молодых побегов у ослабленных различными причинами деревьев в возрасте до 15 лет. Гриб часто встречается как некротроф на нижних отмирающих ветвях деревьев или на порубочных остатках хвойных пород.

При заражении ветвей грибница вначале развивается в коре, вызывая отмирание лубяной части и камбия. Затем она проникает в древесину и обуславливает ее окрашивание и загнивание. Первые внешние симптомы болезни проявляются весной. На зараженных побегах кора приобретает красновато-бурый оттенок. Одновременно отмирает хвоя – она краснеет и продолжительное время сохраняется на побегах. Засыхание побегов обычно начинается с верхней части и распространяется вниз, к основанию.

На зараженных ветвях вначале появляются пикниды гриба в виде черных округлых образований диаметром до 1 мм, погруженных в кору и выступающих на ее поверхность продольными рядами. В них образуются бесцветные, овальной или яйцевидной формы, конидии. Засыхание ветвей чаще происходит в летний период. На отмерших ветвях через 1–2 года формируется сумчатая стадия (телеоморфа) – апотеции в виде многочисленных серовато-коричневых чашечек диаметром 1–3 мм, располагающихся группами (рис. 56).

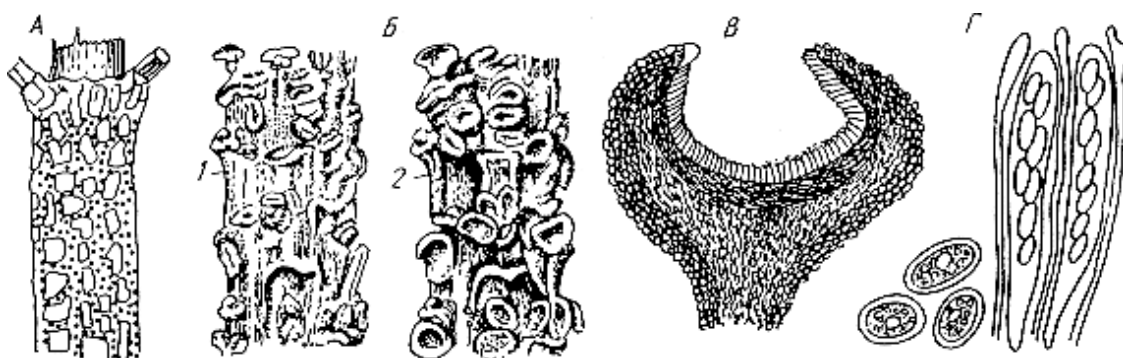


Рис. 56. Ценангиевый некроз сосны:

А – пораженная ветвь; Б – апотеций гриба *C. abietis* в сухом (1) и влажном (2) состояниях; В – поперечный срез апотеция; Г – сумки и сумкоспоры

Образование плодовых тел, созревание и рассеивание сумкоспор наиболее часто происходит осенью, но иногда, при благоприятных условиях, в течение всего теплого периода. К моменту созревания спор апотеции набухают и раскрываются, обнажая зеленовато-желтый слой сумок. В них находятся эллипсоидальные бесцветные сумкоспоры.

Заражение побегов чаще всего происходит через различные механические повреждения. Распространению болезни способствуют насекомые, повреждающие побеги сосны (сосновый подкорный клоп и др.). Ценангиевый некроз распространен в Беларуси, Прибалтике, Украине, России и Казахстане.

Клитрисовый некроз коры дуба вызывается сумчатым грибом *Clithris quercina* (Pers.) Rehm. (анаморфа – *Cytospora quercella* Sacc.). Он обуславливает отмирание ветвей и стволиков у деревьев в возрасте от 10 до 25 лет. Широко распространен в ареале дуба, особенно в засушливых степных и лесостепных условиях. Поражает преимущественно ослабленные различными причинами деревья. В благоприятных условиях произрастания дубрав поселяется только на нижних отмирающих ветвях деревьев. Заражение происходит при помощи спор, часто через различные повреждения коры. При развитии болезни зараженные участки коры вначале приобретают красновато-бурый оттенок. Затем, по мере развития грибницы, в коре появляются черные изогнутые линии и вскоре – анаморфа в виде округлых пикнид диаметром 0,5–0,6 мм, состоящих из одной или нескольких камер. В них располагаются мелкие цилиндрические, слегка изогнутые конидии. Пораженная кора отмирает и окрашивается в светло-бурый цвет. Отмершие участки хорошо отличаются от здоровой неповрежденной коры. Засыхание ветвей и стволиков деревьев чаще происходит летом в период дефицита влаги.

На следующий год в толще коры отмерших ветвей образуется сумчатое спороношение – апотеции. На поверхность коры они выступают в виде многочисленных буроватых кожистых продолговатых струпов (разрывов), располагающихся поперечно (рис. 57 А).

Во влажных условиях они раскрываются широкой продольной щелью, обнажая буровато-серый студенистый слой сумок. В них располагаются нитевидные аскоспоры, при созревании часто распадающиеся на клетки цилиндрической формы. По мере дальнейшего развития грибница проникает в древесину и вызывает формирование белой волокнистой гнили. Пораженные деревья и складированные в кучи по-

рубочные остатки служат основным источником инфекции в дубовых фитоценозах.

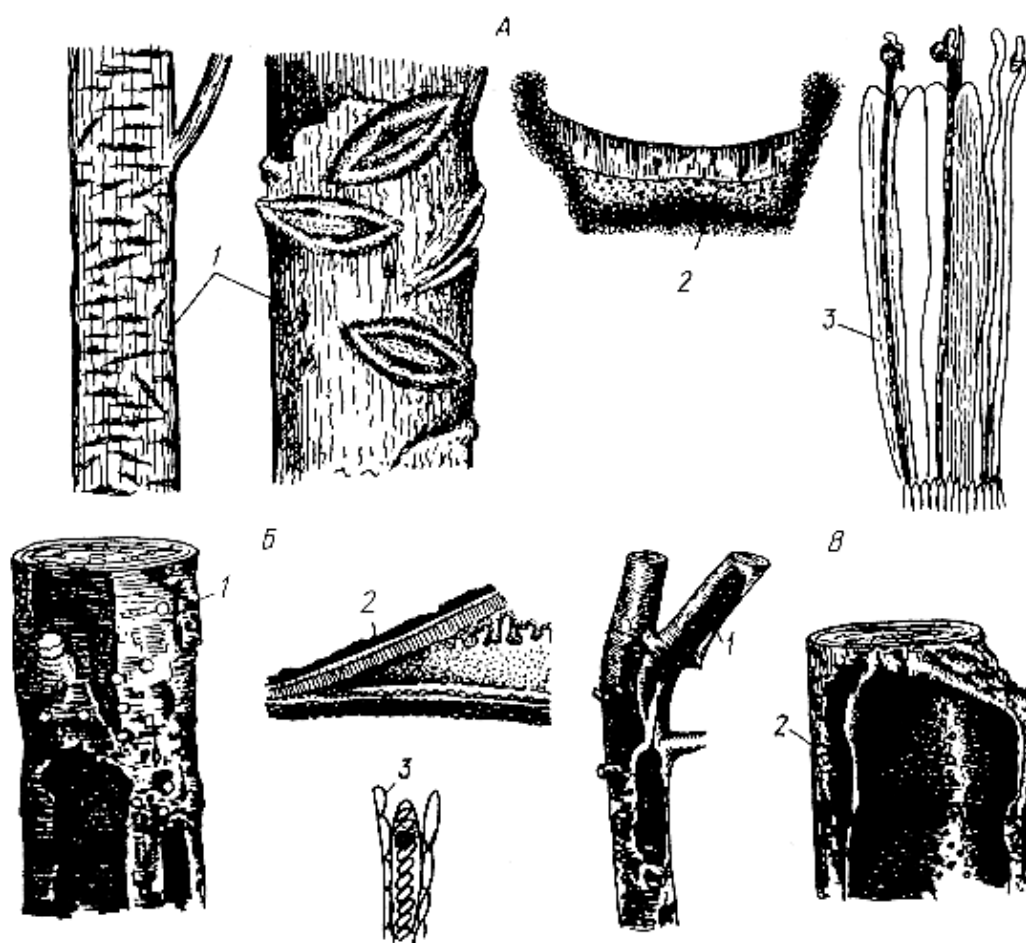


Рис. 57. Некрозы коры дуба:

А – клитрисовый некроз (1 – пораженная ветвь с апотециями гриба *Cl. quercina*; 2 – поперечный срез апотеция гриба; 3 – сумки со спорами); Б – черный немоспоровый некроз (1 – пораженная ветвь с точечными устьицами пикнид гриба *N. croceola*; 2 – поперечный срез стромы гриба; 3 – сумки со спорами); В – нуммуляриевый некроз (1 – пораженный ствол; 2 – подушковидная строма гриба *N. buliardii*)

Черный (немоспоровый) некроз коры дуба (рис. 57 Б) вызывается анаморфным грибом *Naemospora croceola* Sacc. (телеоморфа – *Diatrype stigma* (Hoffm.) Wint.). Болезнь характеризуется засыханием ветвей и стволиков у деревьев в возрасте до 25 лет. Имеет наибольшее

распространение в дубравах III–IV классов бонитета, а также в ослабленных насаждениях. Первоначально на ветвях, располагающихся преимущественно в нижней части кроны дерева (реже – на стволиках), появляются вытянутые в продольном направлении или неправильной формы пятна, отличающиеся более темной красновато-бурой окраской по сравнению со здоровой корой. Они постепенно светлеют, увеличиваются и часто сливаются друг с другом, окольцовывая ветви или ствол. В отмершей коре образуется плотное сплетение грибницы (строма), а на ее поверхности появляются конические красновато-темные бугорки диаметром 1–3 мм, представляющие выводные отверстия погруженных в строму пикнид. Часто каждая пикнида бывает окаймлена черными линиями, а прилегающая к строме ткань коры окрашена в кирпично-красный цвет.

К моменту созревания спор в верхней части пикниды образуется отверстие, из которого выделяются многочисленные скопления спор в виде оранжевых капель или тонких жгутиков (усиков). Конидии имеют палочковидную форму, иногда слегка изогнуты. Они разносятся дождевой водой, насекомыми и другими путями. При их прорастании грибница проникает в кору, чаще через различные повреждения, а затем в древесину и вызывает ее разрушение по типу белой деструктивной гнили. Засыхание пораженных ветвей и стволиков обычно происходит летом, когда наступает сухая и жаркая погода.

На следующий год строма гриба разрастается и приобретает вид плоской темноокрашенной подушечки толщиной до 2 мм, она простирается вдоль пораженной ветки на расстоянии до 20–30 см и по внешнему виду похожа на обожженную кору. В ней погружены многочисленные плодовые тела – перитеции, располагающиеся сплошным равномерным слоем. Они мелкие, диаметром около 0,25 мм, бутылкообразной формы с коротким устьищем, выходящим на поверхность строма. Внутри их образуются цилиндрические светло-коричневые сумки. Сумкоспоры разносятся воздушными потоками и поражают ветви и стволики дуба. Наибольшее распространение болезнь получила в степных и лесостепных районах России, на Северном Кавказе.

Нуммуляриевый некроз дуба (рис. 57 В) вызывается сумчатым грибом *Nummularia bulliardii* Tub. Он обуславливает усыхание толстых ветвей и стволиков дуба, бука и других лиственных пород. Наиболее часто встречается на ослабленных деревьях II–III классов возраста, произрастающих в чистых и смешанных насаждениях. Внешние при-

знаки заболевания проявляются через несколько лет после заражения дерева. Грибница развивается в толще коры и образует в ней овальные или подушковидные коричневые стромы, распростертые вдоль пораженных ветвей и выходящие по трещинам на ее поверхность в виде кашицеобразной мажущейся массы. Затем стромы уплотняются, становятся углистыми и окрашиваются в черный цвет. Часто они разрастаются, достигают в длину до 40 см, образуя сплошную ленту шириной от 2 до 6 см. При сильном развитии стромы сливаются между собой и могут окольцовывать ствол на протяжении 1 м и более. В периферической части стромы образуются грушевидные с вытянутым хоботком плодовые тела – перитеции диаметром около 0,3 мм. Они равномерно распределяются по поверхности стромы и выступают наружу пораженных органов в виде точечных конических бугорков, представляющих собой сосковидные устья, через которые выбрасываются наружу сумки со спорами. В каждой сумке содержится по 8 эллипсоидальных темно-коричневых спор. Грибница из коры проникает в древесину ветвей, вызывает ее разрушение по типу белой гнили с черными извилистыми линиями.

Болезнь широко распространена на юго-востоке европейской части России и Северном Кавказе.

Виллеминиевый некроз дуба вызывается базидиальным грибом *Vuilleminia comedens* Maiz. Болезнь характеризуется отмиранием коры и разрушением древесины по типу белой волокнистой гнили. Поражает преимущественно ветви в нижней части кроны у деревьев в культурах, произрастающих в неблагоприятных для данной породы условиях, а также в дубравах, ослабленных различными причинами.

На нижней стороне пораженных ветвей или на стволике образуются мясисто-восковатые плодовые тела в виде распростертых пленок толщиной 1,0–1,5 мм, плотно прижатых к субстрату. Окраска их варьирует от беловатого до светло-коричневого цвета. Они прорывают эпидермис ветвей и выступают из трещин коры. На поверхности гладкого гименофора формируются цилиндрические бесцветные базидиоспоры.

Поражение ветвей осуществляется базидиоспорами преимущественно через различные повреждения коры, в том числе насекомыми. Мицелий развивается в коре и заболонной древесине стволиков, вызывая быстрое отмирание молодых деревьев. Пораженность деревьев

данным заболеванием на отдельных участках может достигать до 20–30%.

Гистерографиевый некроз коры ясеня. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Hysterographium fraxini* (Pers.) de Not. Поражает преимущественно низкополнотные насаждения I–II классов возраста, произрастающие в неблагоприятных условиях. Приводит к местному отмиранию коры ветвей и стволов ясеня обыкновенного, пушистого и зеленого. На зараженных ветвях и стволах появляются вытянутые полосы отмершей коры длиной до 0,5 м, отличающиеся от здоровой коры красновато-бурой окраской. Отмершая кора покрывается мелкими поперечными и продольными трещинами и становится пепельно-белесой. На ней формируются плодовые тела – апотеции в виде удлинненно-овальных черных выпуклых образований длиной до 2 мм. Апотеции к моменту созревания спор набухают, наружная оболочка их разрывается продольной щелью, через которую происходит освобождение сумкоспор из плодового тела. Сумкоспоры разделены поперечными и продольными перегородками на большое количество клеток и нередко покрыты бесцветной жидкостью. Болезнь наиболее часто встречается на юго-востоке европейской части России и Северном Кавказе.

Нектриевый некроз коры лиственных пород вызывается сумчатым грибом *Nectria cinnabarina* Fr. (анаморфа – *Tubercularia vulgaris* Tode). Он обуславливает засыхание побегов и ветвей деревьев лиственных пород. Широко распространен в лесной зоне и поражает клен, березу, липу, граб, тополь и другие лиственные породы и многие кустарники. Заражение ветвей происходит осенью и весной спорами через различные повреждения коры. Грибница, образующаяся при прорастании спор, проникает в кору, вызывает ее отмирание и далее развивается в древесине. Она распространяется по сердцевинным лучам и сосудам, закупоривая последние. Пораженная древесина окрашивается в бурый или буровато-оливковый цвет и постепенно разрушается по типу белой волокнистой гнили.

Осенью на отмерших ветвях появляются некротические язвы и конидиальное спороношение гриба. Оно представлено многочисленными розовато-коричневыми или коричнево-красными выпуклыми подушечками диаметром 1–3 мм (рис. 58). На поверхности этих поду-

печек образуются многочисленные продолговатые слегка изогнутые конидии.

Весной на отмерших ветвях появляются более мелкие темно-красные или буровато-коричневые бугорчатые подушечки (стромы). В них формируются плодовые тела – перитеции диаметром около 0,5 мм. Они округлой формы, в верхней части имеют выводные отверстия, через которые выбрасываются наружу сумки со спорами. Сумки, образующиеся в расширенной части перитеция, цилиндрическо-булавовидные, отделяются друг от друга нитевидными, на концах разветвленными парафизами. В них находятся эллипсоидальные бесцветные споры, состоящие из двух клеток.

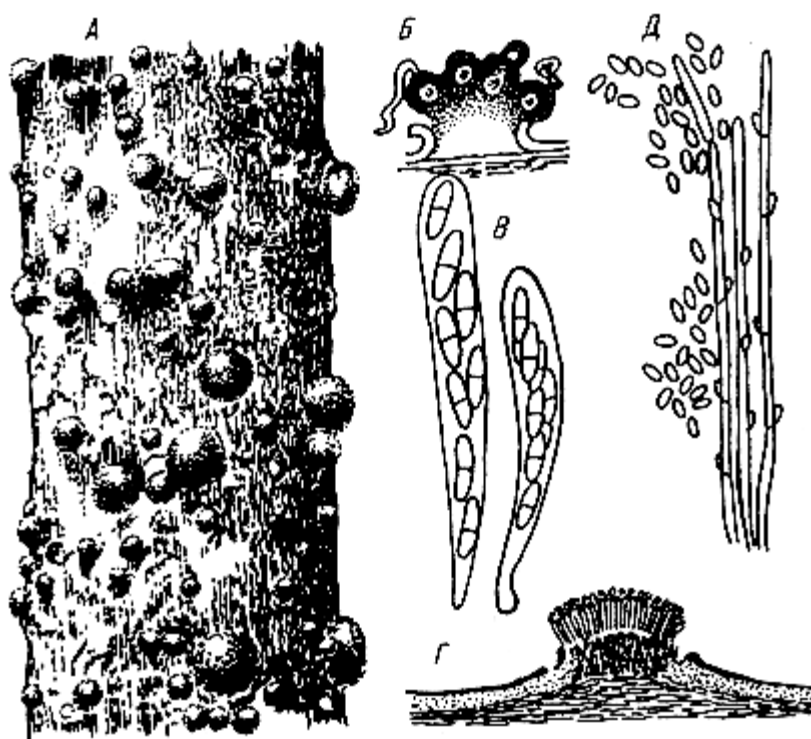


Рис. 58. Нектриевый некроз лиственных пород:

А – пораженная ветвь со стромами *N. cinnabarina*; Б – поперечный срез стромы с сумчатым спороношением; В – сумка со спорами; Г – поперечный срез стромы гриба с конидиальным спороношением; Д – конидиеносец с конидиями

Гриб в основном поражает ослабленные и поврежденные деревья разного возраста. В школах и молодых культурах нектриевый некроз может передаваться через корневые системы. В этом случае усох-

шие деревья располагаются куртинами. Патоген также может развиваться на поросли, вызывая ее отмирание.

Массариевый некроз клена. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Massaria inguinans* Fr. Он вызывает засыхание и отмирание ветвей и стволов в кроне дерева, а также молодой поросли клена остролистного. Заражение деревьев происходит осенью сумкоспорами. Грибница проникает через повреждения в кору и там распространяется. Вначале пораженные участки по внешнему виду незначительно отличаются от здоровых.

Весной в лубяной части коры образуется плотное темноокрашенное сплетение грибницы – строма. В ней летом формируются многочисленные шаровидные перитеции диаметром около 1 мм с коротким цилиндрическим устьищем. Они выходят на поверхность коры в виде мелких конических бугорков. В перитециях образуются овальные или слабо заостренные бурые со слизистой оболочкой сумкоспоры. Они выделяются наружу в виде мелких темноокрашенных капель и разносятся птицами, насекомыми или дождем

Летом зараженные ветви засыхают и на стволе появляются молодые водяные побеги, которые со временем также отмирают. При длительном развитии гриб проникает в ствол и вызывает засыхание верхней части кроны дерева. Данная болезнь чаще поражает деревья клена в возрасте от 20 до 40 лет в насаждениях, ослабленных различными причинами, а также молодую поросль после вырубki зараженных деревьев. Массариевый некроз распространен во всем ареале клена. Наибольший вред причиняет в степной зоне и на юго-востоке России.

Тиростромовый некроз лиственных пород (тиростромоз) вызывается анаморфным грибом *Thyrostroma compactum* (Sacc.) Hoehn. [syn.: *Stigmina compacta* (Sacc.) M.B. Ellis.]. Он поражает липу, вяз, ильм и клен. Заражение ветвей происходит конидиями в осенний период. Они разносятся ветром. Гриб проникает внутрь дерева через естественные отверстия: чечевички, почки, места прикрепления тонких побегов. Первые симптомы поражения появляются весной. Почки на прошлогодних побегах не трогаются в рост, на зараженных побегах и ветвях появляются локальные вдавленные более темноокрашенные некрозы (рис. 59).

По их краям образуется валик каллюса. В дальнейшем кора в местах развития патогена отмирает и вскоре отслаивается, обнажая мертвую древесину. На ветвях со временем формируются открытые продолговатые раны. На отмерших ветвях в коре закладывается темно-бурые бархатистые подушечки (анаморфа гриба), выступающие через разрывы эпидермиса на ее поверхность. Конидии булавовидные, темно-бурые. Распространение гриба в тканях ветвей преимущественно происходит после прекращения вегетации, а также в весенний период – до распускания листьев. Он может развиваться при пониженных температурах (до -2°C). При длительном развитии болезни в результате отмирания многих ветвей крона у зараженных деревьев становится ажурной и сильно деформируется. На зараженных ветвях часто из спящих почек формируются пучки молодых побегов с листьями. Полное усыхание кроны наблюдается преимущественно у молодых деревьев.

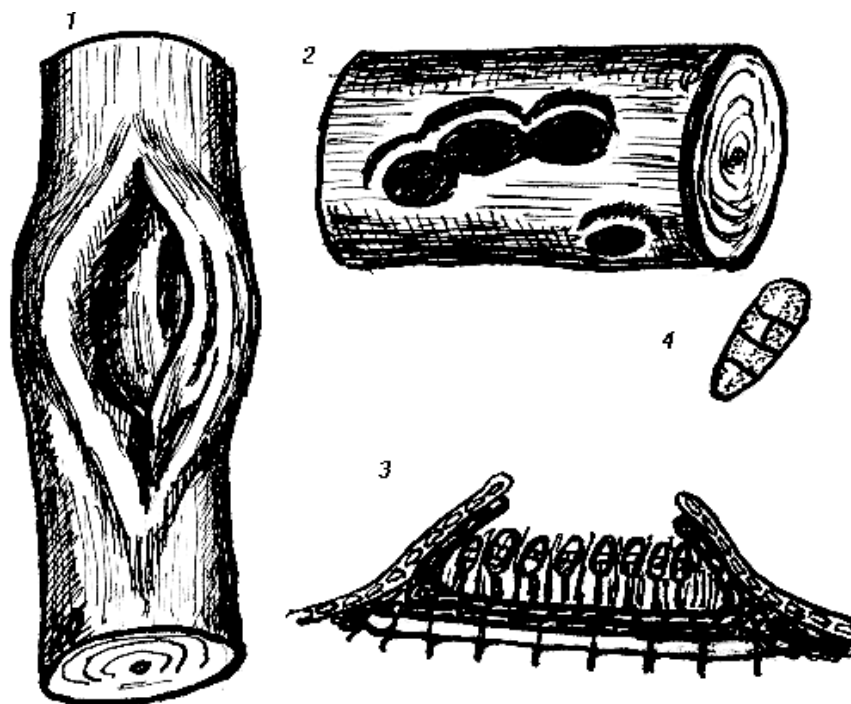


Рис. 59. Тиростромоз коры липы и вяза:

1 – рана на пораженной ветви липы; 2 – спороношение гриба на ветви; 3 – конидиальное спороношение (ложе) гриба; 4 – конидии возбудителя

Болезнь широко распространена в парках и зеленых насаждениях городов и населенных мест.

Бурый цитоспоровый некроз коры тополя. Возбудителем болезни является анаморфный гриб *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

(его телеоморфа известна под названием *Valsa sordida* Nits.). Он обуславливает засыхание ветвей и стволиков разных видов тополя и ивы. Заражение деревьев происходит конидиями через повреждения коры и отмершие ветви. Инфекция также может передаваться с зараженным посадочным материалом (черенки, сеянцы) или при участии насекомых.

При развитии болезни весной на стволиках и ветвях образуются вытянутые темно-бурые пятна и кора в этих местах постепенно отмирает. Мицелий патогена формирует здесь буровато-оливковые или темно-бурые плоские стромы с пикнидами диаметром 1–1,8 мм (рис. 60 А).

Они имеют сильно извилистые (лабиринтообразные), иногда сливающиеся камеры. На поверхности коры видны в виде мелких тупоконических бугорков. В пикнидах образуются многочисленные конидии. Скопления их выходят наружу через устья тонкими изогнутыми нитями золотисто-желтого цвета или реже – мелкими каплями.

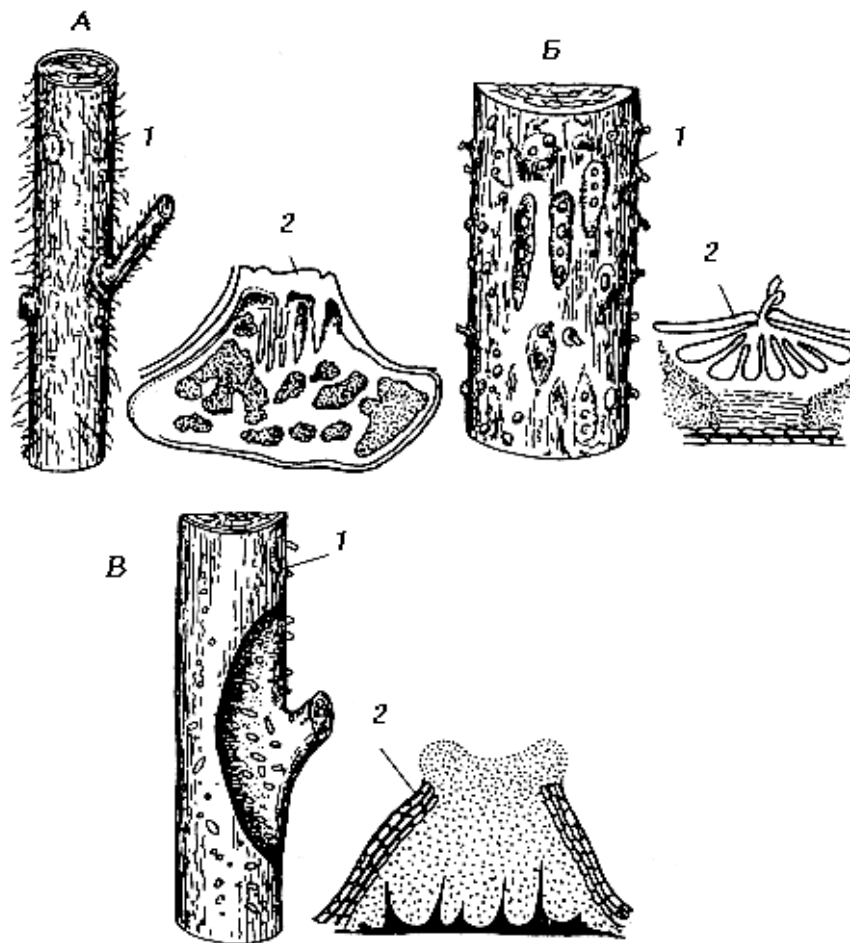


Рис. 60. Некрозы коры тополя:

А – бурый цитоспоровый некроз (1 – пораженный ствол; 2 – поперечный срез пикниды гриба *C. chrysosperma*); Б – черный цитоспоровый некроз (1 – пораженный ствол; 2 – поперечный срез пикниды гриба *C. foetida*); В – дотихициевый некроз (1 – пораженный ствол; 2 – поперечный срез пикниды гриба *D. populea*)

Осенью на отмерших ветвях и стволиках формируются чечевицеобразные черные стромы, располагающиеся в толще коры или на поверхности отмершей древесины. В каждой из них размещаются, обычно в один ряд, от 6 до 20 шаровидных перитециев с расширяющимися устьицами. В перитециях находятся вытянутые сумки. Они содержат цилиндрические одноклеточные бесцветные сумкоспоры. Последние разносятся дождевой водой или насекомыми.

Пораженные деревья усыхают в течение вегетационного периода или при хроническом развитии через несколько лет. Болезнь чаще встречается в посадках тополя, ослабленных разными причинами

(летние засухи, неблагоприятные почвенные условия, подмерзание и др.). Болезнь отмечена повсеместно в ареале тополя и ивы. Наибольший вред причиняет в школах, маточных плантациях, молодых и средневозрастных посадках.

Черный цитоспоровый некроз коры тополя (рис. 60 Б) вызывается анаморфным грибом *Cytospora foetida* Vl. et. Rr. Он приводит к засыханию ветвей и стволиков разных видов тополей (белого, серебристого, канадского, Болле и др.). Чаще поражает посадки тополя I–III классов возраста, ослабленных различными причинами. Грибная инфекция проникает в кору и заселяет поверхностные слои заболони. Под действием выделяемых токсинов кора, камбий и заболонь отмирают. Вначале пораженные участки по внешнему виду слабо отличаются от здоровой коры. При дальнейшем развитии болезни в лубяной части коры формируется черно-бурая строма, достигающая в толщину 1–4 мм, в длину до 1,5 м (часто полностью окольцовывает ствол в зоне кроны дерева). В ней образуются многокамерные пикниды диаметром 1–2 мм. В области тонкой гладкой коры они имеют вид черных округлых выпуклых бугорков диаметром до 2 мм. При развитии гриба в толстой коре пикниды глубоко погружены в коре, поэтому слабо заметны и обнаруживаются по выходящей из них слизистой массе спор в виде тонких кроваво-красных нитей или мелких капель. Из свежих пораженных ветвей выделяется резкий неприятный остроселдочный запах, что является одним из диагностических признаков болезни. При длительном развитии болезни пораженные деревья отмирают.

Наиболее часто эта болезнь встречается в юго-восточных районах России.

Дотихициевый некроз коры тополя (тополевый мор) (рис. 60 В). Возбудителем болезни является анаморфный гриб *Dothichiza populea* Sacc. et Briard. (его телеоморфа носит название *Cryptodiaporthe populea* (Sacc.) But.). Он вызывает отмирание коры и камбия ветвей разных видов тополя, а затем ослабление и усыхание самого дерева. Заражение ветвей происходит через различные повреждения коры, а также через основания почек и побегов.

В местах развития гриба формируются вдавленные некротические пятна овальной формы, отличающиеся более темным цветом от здоровой коры. Они располагаются по всей длине ствола, преимущественно в местах прикрепления ветвей. Со временем отмершая кора приобретает желтоватый цвет и впоследствии отделяется от ствола.

Вокруг открытой раны на следующий год образуются валики каллюса толщиной в несколько миллиметров, на которых развивается грибница. Протяженность некротических участков из года в год возрастает. Они постепенно сливаются друг с другом и часто окольцовывают ствол. Пораженные деревья отличаются ажурной кроной и наличием многочисленных молодых побегов в подкронной части ствола.

На отмерших участках коры весной формируются пикниды округлой формы, располагаются они продольными рядами или беспорядочно и выступают на поверхность коры в виде конических бугорков диаметром до 2 мм. В них образование конидий может происходить в течение вегетации, особенно в дождливую погоду. Из пикнид скопления конидий выделяются в виде черновато-белых или светло-оливковых тонких изогнутых нитей длиной до 2–4 мм. Особенно интенсивно процесс формирования конидий происходит в начале лета. Они разносятся дождевой водой и насекомыми.

Сумчатое спороношение (телеоморфа) гриба образуется редко и представлено шаровидными перитециями, погруженными в кору пораженных деревьев. Болезнь широко распространена в школах, культурах I–II классов возраста, а также в городских посадках Беларуси, Украины, в центральных районах России.

9.2. Раковые болезни древесных пород

Эти болезни поражают хвойные и лиственные породы и характеризуются отмиранием коры, камбия и древесины стволов и толстых ветвей, образованием открытых язв, плоских или ступенчатых ран, окруженных наплывами древесины. Они наиболее часто вызываются фитопатогенными грибами и реже – бактериями. Их развитие на одном дереве может продолжаться в течение длительного периода, иногда до 20 и более лет. В зависимости от характера поражения и вида возбудителя выделяют несколько типов раковых болезней: побеговый, смоляной, ступенчатый, ржавчинный, бугорчатый, опухолевидный, черный рак и др.

Побеговый рак (склеродерриоз) хвойных пород. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Ascocalyx abietina* (Lagerb.) *Schlaepfer-Bernhard*. Он также известен под несколькими синонимами: *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet; *Scleroderris lagerbergii* Grem.; *Grumenula abietina* Lagerbe. Этот гриб чаще встречается в стадии ана-

морфы [*Brunchorstia pinea* (Karst.) Hohn.] и преимущественно поражает сосну обыкновенную. Болезнь характеризуется отмиранием почек, хвои и молодых побегов (рис. 61).

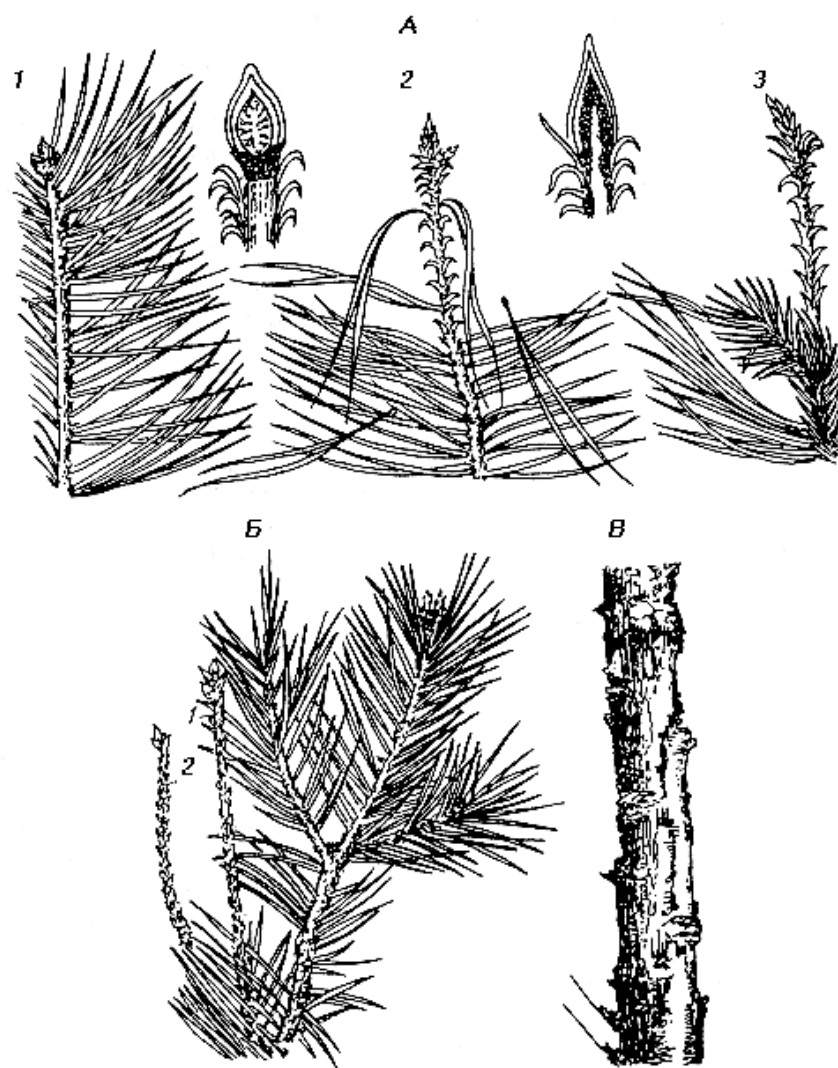


Рис. 61. Побеговый рак хвойных пород:

А – развитие заболевания зимой (1), летом (2) и осенью (3); Б – пораженные центральный (1) и один из боковых (2) побегов; В – пикниды гриба *A. abietina* на пораженном побеге

Причиняет ощутимый вред сеянцам в питомниках, а также молодым культурам в возрасте до 20 лет. Характер развития болезни и ее симптомы зависят от времени заражения и возраста растения-хозяина. У сеянцев в питомниках отличительным признаком поражения является засыхание хвои в верхней части побегов в виде так называемого

«зонтика». Он появляется спустя несколько дней после схода снега и представляет собой отмершую легко опадающую хвою, расположенную под углом примерно 45–60° к оси побега. Пораженная хвоя вначале желтовато-зеленая, затем красновато-бурая, у основания более светлая. Гриб распространяется по сеянцу сверху вниз, поражая не только хвою, но и кору побегов. Пораженная кора легко снимается с побега "чулком". При сильном развитии болезни отмирают верхушечные почки, хвоя и побеги, сеянцы погибают. В начале лета или поздно осенью на зараженных побегах (верхушечных почках, в местах прикрепления хвоинок к побегу) образуется конидиальное спороношение (анаморфа) в виде черных округлых образований диаметром около 0,5 мм.

У сосенок в культурах 4–5-летнего возраста засыхает хвоя, верхушечные побеги деформируются, укорачиваются и утончаются. Пораженные сеянцы, диаметр стволика которых не превышает 1 см, при интенсивном развитии болезни, как правило, отмирают. На отмерших стволиках образуются многочисленные пикниды, выходящие на поверхность коры через разрывы покровных тканей.

У сосен более старшего возраста на зараженных побегах появляются некротические серовато-бурые пятна, впоследствии превращающиеся в раковые язвы, окруженные валиками каллюса. Верхушечные части пораженных побегов утончаются и засыхают. Отмерший участок побега отделяется от живой ткани тонкой полоской изумрудно-зеленого цвета, что служит одним из симптомов побегового рака.

На отмерших участках формируются пикниды патогена. Они содержат серповидные конидии с 2–5 перегородками. По форме напоминают макроконидии некоторых видов рода *Fusarium*. Время созревания и рассеивания конидий в значительной степени зависит от погодных условий. В Беларуси, по данным В.Н. Федорова (1978), выделение спор из пикнид начинается спустя двое суток после выпадения осадков при температуре воздуха выше 8°C и относительной влажности более 90%. Прорастание конидий происходит в широком интервале температур, наиболее интенсивно при 14–20°C.

Через 1–2 года после заражения на отмерших побегах развивается сумчатое спороношение в виде темно-бурых апотециев (диаметром не более 1,5 мм), пучками выступающих из трещин коры. В Беларуси формирование телеоморфы гриба не отмечено. Основную роль в рас-

пространении болезни в республике играет конидиальное спороношение.

Обнаружено три расы возбудителя побегового рака – североамериканская, азиатская и европейская. Они различаются специализацией и разной агрессивностью. Самая высокая агрессивность у европейской расы, которая встречается в Беларуси. Максимальный вред побеговый рак причиняет сеянцам в питомниках и культурам, произрастающим на участках, где почвенно-грунтовые условия не полностью соответствуют биологическим требованиям культивируемой породы. Развитию болезни благоприятствуют холодное и дождливое лето, заморозки и туманы, густая посадка, использование нерайонированного посадочного материала.

Кроме сосны обыкновенной, побеговый рак поражает ель обыкновенную, лиственницу, пихту и некоторые интродуцированные хвойные породы.

Меры защиты. При выращивании посадочного материала рекомендуется использовать семена местного происхождения, собранные со здоровых (элитных) деревьев. Для усиления ростовых процессов сеянцев и молодых культур следует применять азотно-калийные и калийные удобрения. При появлении первых симптомов поражения своевременно удалять пораженные и усохшие растения. Для профилактики заболевания в питомнике рекомендуется проводить трехкратное профилактическое опрыскивание в мае, июле и сентябре 0,2%-ной суспензией беномила или БМК. Обработку посевов следует проводить после выпавших дождей. В парках и зеленых насаждениях необходимо обрезать усохшие и зараженные побеги с последующим их сжиганием.

Смоляной рак (серянка) сосны вызывается двумя ржавчинными грибами: разнохозяйным ржавчинником *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. и ржавчинным грибом с неполным циклом развития *Peridermium pini* Kleb. Оба гриба вызывают одинаковые симптомы поражения у сосны, образуя на ней эциальную стадию (I) в виде желтоватых изогнутых пузырей – эциев диаметром 3–4 мм, выступающих на поверхность коры. Эции формируются в июне на стволах и ветвях сосны. При созревании оболочка эциев разрывается и споры высыпаются, покрывая ветви и хвою оранжевым налетом.

Гриб *S. flaccidum* дальнейшее развитие проходит на травянистых растениях (ластовне лекарственной, мытнике болотном, марьянике полевом, недотроге, вербене и др.). На листьях этих растений образуются летняя (II) и осенняя (III) стадии патогена. Гриб зимует на опавших листьях промежуточных хозяев. Весной телиоспоры прорастают, образуя базидиоспоры. Последние вновь заражают сосну.

Гриб *P. pini* развивается только на сосне в эциальной стадии. Зрелые эциоспоры способны, минуя промежуточных хозяев, заражать сосну. Заражение деревьев происходит через почки и молодые недревесневшие побеги. Грибница вначале распространяется в коре, постепенно вызывает отмирание коры и камбия, затем проникает в древесину. В ней мицелий заселяет сердцевинные лучи и смоляные ходы. Молодые зараженные побеги через несколько лет засыхают.

Смоляной рак чаще поражает деревья в возрасте свыше 30–40 лет. На стволах развитие болезни, как правило, носит хронический характер (может протекать десятки лет), вызывая постепенное ослабление и отмирание дерева. Грибница ежегодно охватывает новые участки коры и заболони, вызывая их отмирание. Средняя скорость распространения мицелия за год составляет вдоль ствола 10–12 см и 2–3 см по окружности. В результате на стволах зараженных деревьев со временем образуются вытянутые раковые язвы, достигающие в длину более 2 м (рис. 62).

Они чаще располагаются в области кроны, реже – ниже нее. Состояние зараженного дерева зависит от места расположения и количества раковых язв, а также от степени окольцованности ствола ими. Поражение верхней части кроны часто заканчивается образованием суховершинности дерева. При развитии крупных раковых язв в нижней части кроны или ниже ее происходит ослабление и последующее усыхание всего дерева.

Смоляной рак является широко распространенным заболеванием и наносит существенный вред лесному хозяйству. При длительном развитии болезни в зоне расположения раковой язвы изменяется форма ствола (появляется эксцентричность в результате неравномерного отложения годичных слоев по периметру), пораженная древесина обильно пропитывается смолой и часто окрашивается в более темные тона, что отрицательно сказывается на выходе деловых сортиментов. Сильно пораженные сосны со степенью окольцованности ствола язвой

более 70–80% заселяются стволовыми вредителями и вскоре отмирают.

Смоляной рак чаще встречается в изреженных и среднеполнотных сосняках. Деревья, произрастающие по опушкам, вдоль дорог и просек, характеризуются повышенной восприимчивостью к заболеванию. По данным А.И. Воронцова (1971), смоляной рак в условиях интенсивного освещения и прогревания солнечными лучами стволов встречается в 2,5 раза чаще, чем в высокополнотных древостоях.

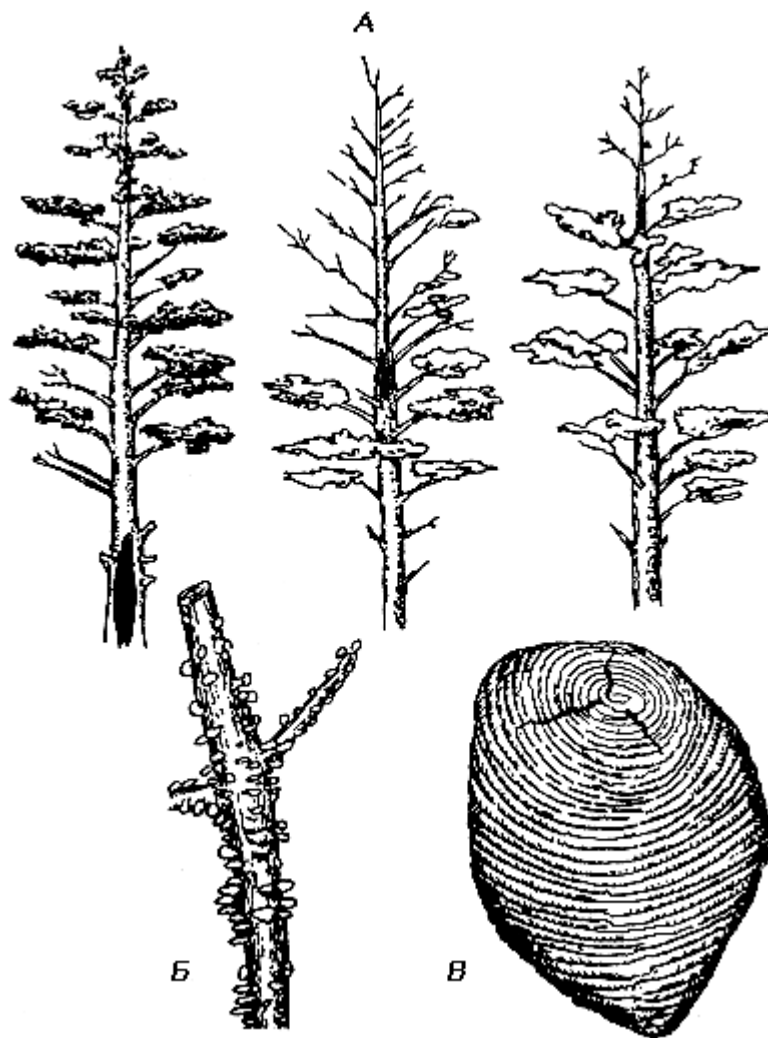


Рис. 62. Смоляной рак сосны:

А – типы поражения деревьев; Б – пораженный ствол с эциями гриба *C. flaccidum*; Б – поперечный разрез ствола с раковой язвой

Меры защиты. Для профилактики заболевания рекомендуется в зараженных насаждениях регулярно проводить выборочные санитар-

ные рубки, удаляя в первую очередь усохшие и суховершинные, свежеселенные стволовыми вредителями деревья, а также деревья с несколькими раковыми язвами. Для повышения устойчивости сосняков к смоляном раку необходимо формировать смешанные высокополнотные древостои.

Ступенчатый рак лиственницы. Возбудителем болезни является сумчатый гриб – дискомицет *Dasyscyphus willkommii* (Hart.) Rehm. [syn. *Lachnellula willkommii* (Hart.) Dennis]. Он вызывает образование на стволах и ветвях открытых многоступенчатых раковых язв, окруженных наплывами древесины (рис. 63).

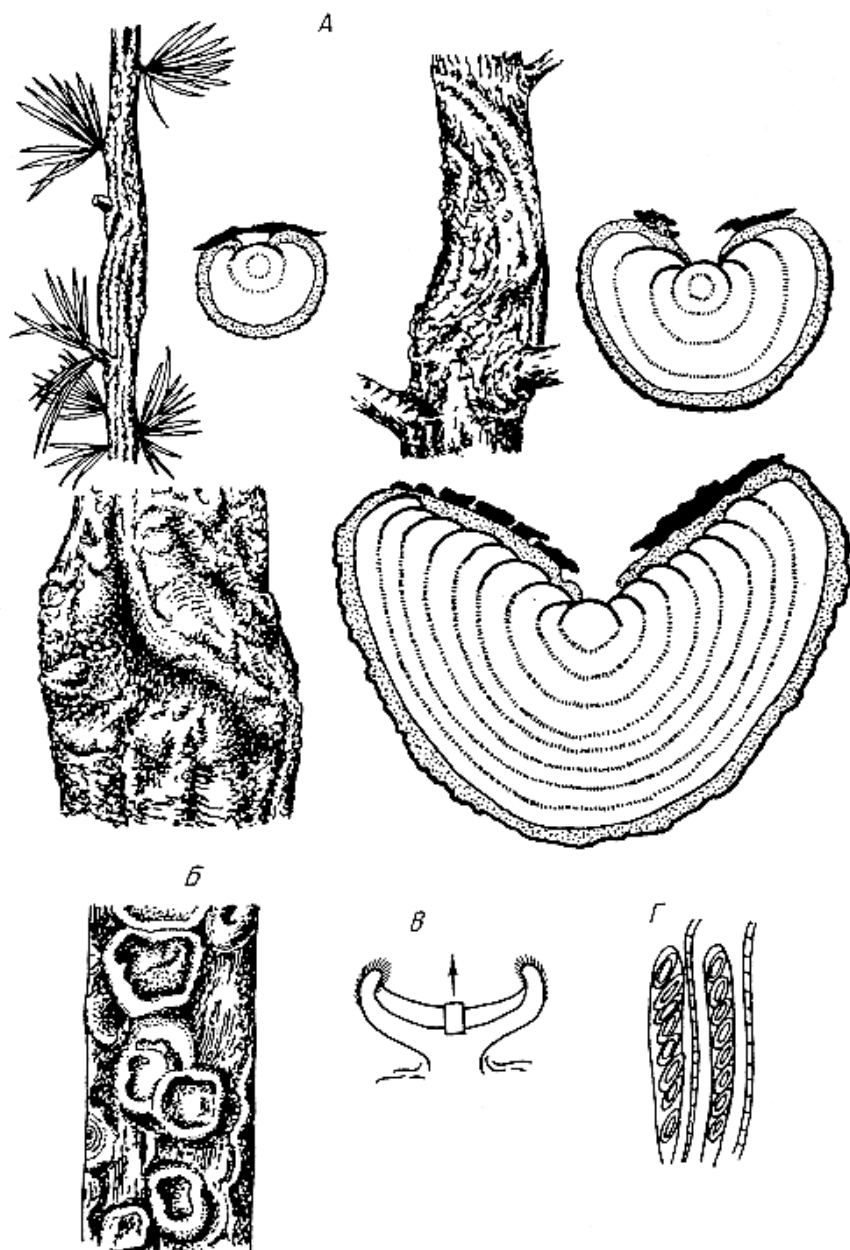


Рис. 63. Ступенчатый рак лиственницы:

А – стадии развития болезни на деревьях разного возраста и соответствующие им поперечные разрезы ствола; Б – апотеции гриба *D. willkommii*; В – поперечный срез апотеция; Г – сумки со спорами

Заражение деревьев осуществляется сумкоспорами через отмершие ветви и механические повреждения коры. Мицелий распространяется в коре и древесине ветвей и ствола ранней весной и осенью, когда деревья находятся в состоянии ростового покоя.

В местах развития мицелия кора и камбий отмирают, прекращается отложение новых слоев древесины, и появляются овальные засмоленные вмятины, которые по мере дальнейшего развития болезни превращаются в многоступенчатые раковые язвы. Кора отделяется от ствола, и отмершие участки древесины обнажаются.

С противоположной, неповрежденной язвой, стороны ствола вследствие притока питательных веществ откладываются широкие годичные слои, и в этом месте появляется утолщение. При сильном развитии заболевания на одном стволе может быть несколько раковых язв, сильно изменяющих форму ствола.

У молодых деревьев гриб быстро окольцовывает ствол и вызывает его отмирание. На взрослых деревьях болезнь может развиваться в течение нескольких десятков лет (до 30–40).

На отмершей коре и усохших ветвях в конце лета и осенью образуются плодовые тела – апотеции. Они с наружной стороны покрыты тонкими белыми волосками и имеют вид чашечек диаметром 2–4 мм, сидящих на короткой ножке. Во влажную погоду плодовые тела раскрываются и из них выбрасываются зрелые аскоспоры. Созревание и рассеивание их происходит чаще весной и осенью. Распространению болезни способствует повреждение хвои и ветвей вредными насекомыми, а также тонкой коры поздними весенними заморозками. Гриб может поражать лиственницу в разном возрасте, но наибольший вред он причиняет деревьям в возрасте до 15 лет.

Разные виды лиственницы отличаются неодинаковой устойчивостью к патогену. Ранораспускающиеся формы лиственницы сибирской и европейской в большей степени поражаются ступенчатым раком, чем позднезрелые. В условиях Беларуси морфологическая форма лиственницы сибирской с фиолетовыми шишками сильнее поражается ступенчатым раком по сравнению с зеленошишечной формой.

Ступенчатый рак лиственницы часто встречается в культурах лиственницы разного возраста в Беларуси, Прибалтике, центральных районах России.

Меры защиты. Главной защитной мерой является создание культур из видов и гибридов лиственницы, более устойчивых к возбудителю заболевания. Лиственницу следует культивировать в благоприятных почвенно-грунтовых условиях в соответствии с ее биологическими особенностями. В высокополнотных культурах необходимо

проводить своевременные прореживания с обрезкой нижних отмерших ветвей, на которых патоген может поселяться как сапротроф. В зараженных насаждениях нужно проводить выборочные санитарные рубки с целью удаления усохших и зараженных деревьев. В парках и зеленых насаждениях городов у зараженных деревьев при одностороннем расположении раковой язвы рекомендуется осуществлять зачистку и обработку раковых язв маслянистыми антисептиками.

Пузырчатая ржавчина пятихвойных сосен. Возбудителем болезни является ржавчинный гриб *Cronartium ribicola* Ditr. Он поражает пятихвойные сосны – сосну веймутову (*Pinus strobus*) и сосну кедровую сибирскую (*P. sibirica*). Заболевание характеризуется отмиранием хвои, коры, камбия и заболонной древесины ветвей и стволов, сопровождающимся обильным смолотечением, и последующим отмиранием пораженных деревьев. Заражение деревьев происходит весной посредством базидиоспор, образовавшихся на опавших листьях промежуточных хозяев. Грибница вначале поражает хвою, на которой появляются желтые пятна. Позднее она проникает в кору и вызывает отмирание камбия, у основания хвоинок формируются мелкие коричневые спорогонии. Через 1-2 года грибница распространяется в древесине, разрушает смоляные ходы, вызывая интенсивное выделение живицы. В местах развития патогена отмирает кора, на пораженных ветвях и стволах возникают утолщения, которые постепенно разрастаются и превращаются в открытую раковую язву. На третий год после заражения, обычно в мае–июне, на стволах и ветвях появляется эциальное спороношение гриба. Оно имеет вид многочисленных желтовато-оранжевых пузырьков диаметром 5–10 мм, высотой 1–2 мм, выступающих через трещины в коре.

Дальнейшее развитие гриба происходит на смородине и крыжовнике. Летом на нижней стороне листьев образуются мелкие желтовато-оранжевые подушечки (пустулы), представляющие скопления урединиоспор. В конце лета на засыхающих листьях формируется телиоспороношение в виде тонких цилиндрических выростов высотой до 2 мм, окрашенных в темно-бурый цвет. В них располагаются продолговатые телиоспоры. Они в отличие от многих ржавчинников прорастают осенью в базидиоспоры. Цикл развития гриба *C. ribicola* показан на рис. 64.

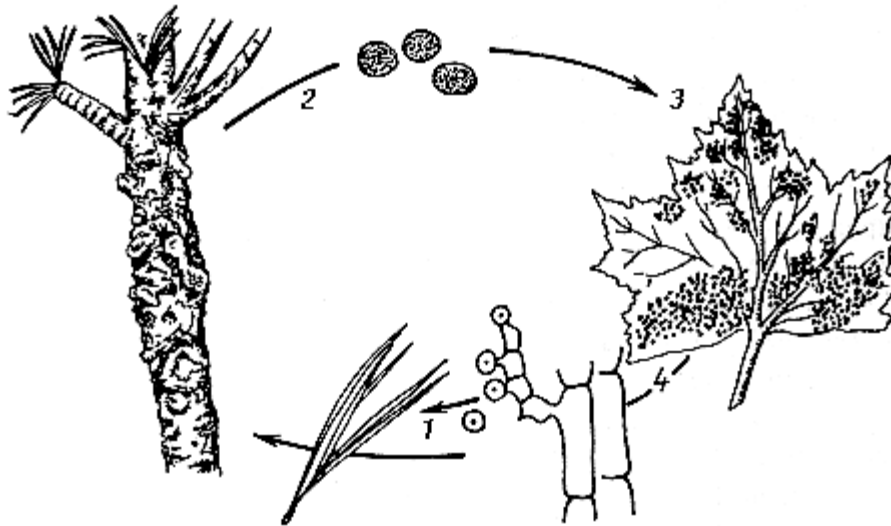


Рис. 64. Цикл развития гриба *C. ribicola*:

1–4 – соответственно базидио-, эцио-, урединио- и телиоспоры

Болезнь причиняет существенный вред молодым культурам сосны веймутовой. Пораженность деревьев в культурах 10-летнего возраста может составлять от 15 до 40%. Она также встречается в парках и зеленых насаждениях городов.

Меры защиты. Для предупреждения развития болезни вокруг культур сосны веймутовой и кедра сибирского рекомендуется удалять кусты смородины и крыжовника на расстоянии до 250 м. При появлении в культурах пораженных деревьев назначаются выборочные санитарные рубки.

Ржавчинный рак пихты. Возбудителем болезни служит ржавчинный гриб *Melampsorella cerastii* Wint. Он обуславливает образование на стволах и ветвях овальных утолщений, со временем превращающихся в открытые ступенчатые раны, а также последующее развитие гнили, приводящее дерево к отмиранию. Первоначально гриб поражает хвою и молодые ветви. На следующий год после заражения из почек пораженных ветвей вырастает большое количество укороченных побегов, несущих желто-зеленую хвою.

В последующие годы на зараженных ветвях вновь образуются укороченные побеги и хвоя, на которой формируется эциальное спороношение гриба. Это приводит к образованию в кроне дерева характерных "ведьминых метел" (скоплений укороченных ветвей). Они могут развиваться на одном дереве в течение 20 и более лет. Со временем мицелий патогена из пораженных ветвей проникает в ствол и вы-

зывает вначале местное отмирание коры и камбия. В дальнейшем он распространяется вдоль и по окружности ствола, поражая с каждым годом новые его участки. В этих местах кора отмирает, в ней появляются трещины, и она отделяется от ствола, обнажая ступенчатую рану.

Раны с каждым годом увеличиваются и постепенно окольцовывают ствол. При расположении в кроне дерева они вызывают отмирание отдельных ветвей или верхней его части. В местах развития мицелия на стволе появляются наросты или местные вздутия, располагающиеся по всей длине ствола. Состояние зараженных деревьев зависит от количества и места расположения раковых язв на стволе. Очень часто через трещины в коре и отмершие участки древесины в ствол проникают дереворазрушающие грибы (жирная чешуйчатка, трутовик Гартига и др.), вызывающие стволовые гнили. Ослабленные ржавчинным раком деревья часто заселяются пихтовой смолевкой, ускоряющей отмирание зараженных деревьев. Выход деловой древесины из пораженных деревьев существенно снижается. Ржавчинным раком поражаются пихта белая, кавказская и сибирская. Он получил широкое распространение на севере европейской части России, на Кавказе, в Украинских Карпатах. Наиболее часто ржавчинный рак встречается в чистых по составу пихтовых насаждениях, где в травяном покрове преобладают растения, являющиеся промежуточными хозяевами возбудителя болезни (звездчатка и ясколка). На листьях этих растений патоген образует урединию- и телиоспороношения.

Меры защиты. Надзор за появлением и распространением заболевания в восприимчивых насаждениях. Проведение выборочных санитарных рубок с удалением усохших, свежезаселенных и сильно пораженных деревьев. Борьба с насекомыми, повреждающими кору растущих деревьев.

Биаторелловый рак сосны вызывается сумчатым грибом *Biatorrella difformis* (Fr.) Rehm. (анаморфа – *Biatoridina pinastri* Golov. et Schzedr.). Заражение происходит спорами через различные механические повреждения коры. Грибница проникает в кору и развивается в ее лубяной части, вызывая местное отмирание коры и камбия. Затем она распространяется в древесине ствола. В местах поражения отложение новых слоев древесины прекращается. Со временем возникают раковые язвы, вид которых зависит от места их расположения, возраста дерева, интенсивности развития возбудителя и внешних условий. Пре-

имущественно формируются открытые глубокие многоступенчатые раны или засмоленные язвы, окруженные наплывами древесины. Они располагаются по всему стволу, в основном с северной стороны. Часть из них со временем зарастает, но наиболее крупные остаются и медленно продолжают разрастаться, охватывая новые участки ствола. На взрослых деревьях развитие заболевания может длиться несколько десятилетий.

На поверхности ран в начале лета появляется конидиальное спороношение в виде мелких округлых черных полупогруженных пикнид в темно-коричневые подушечки мицелия. Они часто располагаются концентрическими рядами, их диаметр 2,5–3 мм. Из них выделяются скопления конидий, погруженных в темную слизистую массу. Половая стадия гриба (апотеции) в наших условиях встречаются редко.

Биаторелловый рак чаще всего возникает в сосновых насаждениях, произрастающих в неблагоприятных условиях. Особенно от него страдает сосновый подрост в местах избыточного увлажнения, а также сосновые культуры в возрасте до 15–20 лет. При сильном развитии болезни возрастает количество деревьев, пострадавших от снеголома, многие из которых погибают.

Болезнь отмечена в Беларуси, северо-западных и центральных районах европейской части России, Прибалтике. В целях борьбы с ней необходимо создавать оптимальные условия для роста и развития сосновых насаждений, проводить соответствующие мероприятия по защите сосны от механических повреждений и насекомых, своевременно удалять зараженные деревья.

Бугорчатый рак сосны вызывается фитопатогенной бактерией *Pseudomonas pini* Vuill. Инфекция проникает в дерево через отмершие участки ветвей, механические повреждения коры. В местах поражения откладываются широкие годичные слои и возникают наплывы чаще овальной формы. На одном стволе может образоваться до 30 опухолей. Инфекция развивается на одном дереве в течение многих лет. Со временем опухоли достигают больших размеров (до 1 м в диаметре) и окольцовывают ствол, располагаясь преимущественно в средней его части. Кора на поверхности опухоли постепенно растрескивается, через разрывы выделяется живица. Ветви в зоне расположения опухоли усыхают, и крона пораженных деревьев при длительном развитии болезни становится ажурной, часто принимает флагообразную форму.

Бугорчатый рак встречается на сосне в возрасте 60–80 лет, в основном в северо-западных и центральных районах России и в Сибири, изредка в Беларуси. Степень пораженности насаждений этой болезнью в Беларуси не превышает 2–3%.

Меры защиты. Своевременное удаление пораженных деревьев.

Ступенчатый рак лиственных пород. Возбудителями болезни являются сумчатые грибы из рода *Nectria*: *N. galligena* Bres., *N. ditissima* Tul., *N. coccinea* (Pers.: Fr.) Fr. Поражают клен, дуб, ясень, граб, липу и другие лиственные породы. Заражение деревьев происходит спорами. Мицелий распространяется в коре ветвей или стволов. В местах поражения лубяная часть коры, камбий и заболонная древесина отмирают. Со временем кора отделяется от ствола и отмершая древесина обнажается. По краям раны откладываются ткани каллюса в виде валика, которые на следующий год повреждаются распространяющимся мицелием. Вследствие многолетнего развития патогена на пораженных деревьях возникают продольные вытянутые раковые язвы протяженностью до 1 м (рис. 65).

Наиболее часто они располагаются в местах отмерших сучьев или механических повреждений ствола. Развитие их нередко сопровождается образованием в этих местах утолщений.

На отмершей древесине летом формируются беловато-кремовые подушечки (стромы), представляющие собой конидиальное спороношение гриба. На их поверхности со временем появляются бесцветные цилиндрические, слегка изогнутые многоклеточные конидии. Они рассеиваются с помощью воздушных потоков. Осенью подушечки становятся красновато-коричневыми и в них закладываются полупогруженные плодовые тела – перитеции, в которых образуются сумкоспоры. Созревание и рассеивание спор происходит осенью и может продолжаться весной.

Болезнь вызывает ослабление и усыхание пораженных деревьев. Встречается в лесной и лесостепной зонах в насаждениях лиственных и плодовых пород, а также часто в городских и лесопарковых насаждениях.

Меры защиты Предохранение деревьев от механических повреждений, защита их от насекомых, повреждающих кору ветвей и стволов. Своевременное проведение выборочных санитарных рубок. В городских и лесопарковых насаждениях рекомендуется осуществлять

зачистку и обработку раковых язв растворами антисептика (5%-ный раствор марганцево-кислого калия, 3%-ный раствор фтористого натрия или карболинеум), а также обрезку и сжигание зараженных ветвей.

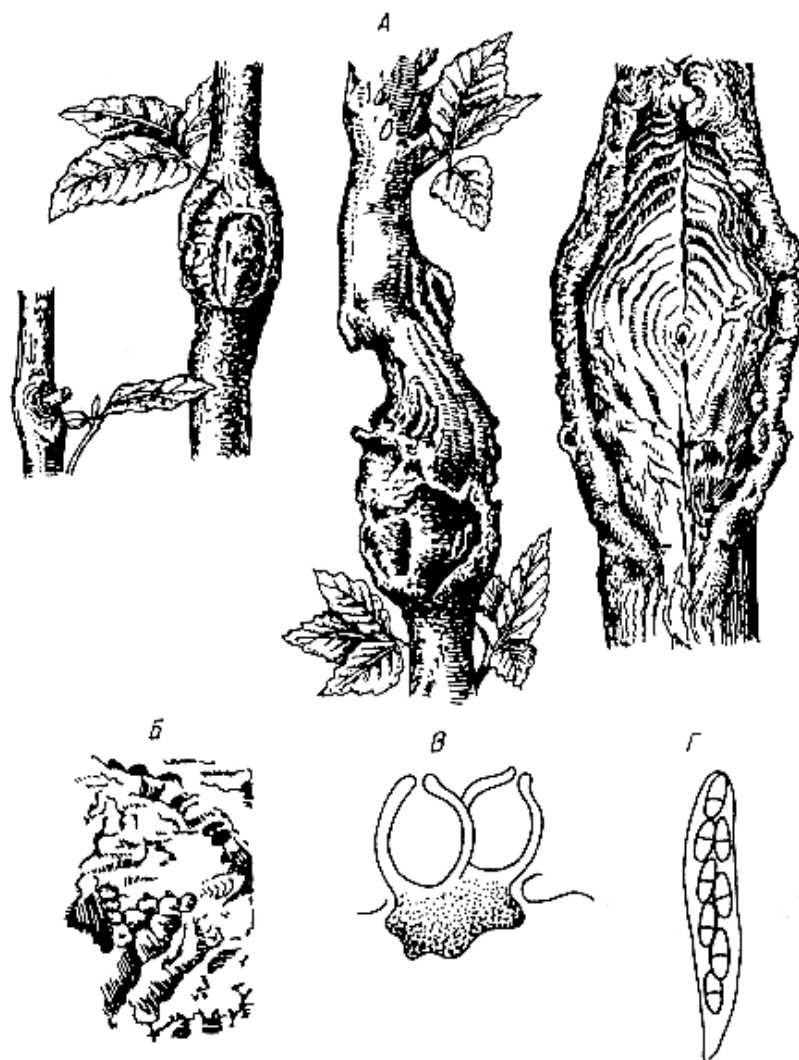


Рис. 65. Ступенчатый рак лиственных пород:
 А – стадии развития заболевания на деревьях разного возраста; Б – спороношение гриба *N. galligena* на отмершей коре; В – поперечный срез стромы гриба; Г – сумка со спорами

Опухолевидный поперечный рак дуба вызывается бактерией *Pseudomonas quercina* Schem. Инфекция проникает в ствол через различные повреждения коры. В местах повреждения вначале появляются небольших размеров округлые вздутия. Со временем они увеличи-

ваются, покрываются утолщенной корой с поперечными и продольными трещинами. В средней части вздутия нередко образуется широкая поперечная трещина с неровными краями (рис. 66).

Она соединяется с внутренними полостями, расположенными в утолщенной части вздутия. Весной во время сокодвижения на их поверхность вытекает слизистая жидкость, содержащая большое количество бактерий патогена. Ствол пораженного дерева сильно деформируется. При интенсивном развитии болезни на одном дереве может возникнуть несколько раковых вздутий, расположенных на разной высоте. У таких деревьев снижаются прирост и выход деловой древесины. Через открытые раковые язвы в ствол проникают дереворазрушающие грибы, вызывающие гнили растущих деревьев. Устойчивость таких деревьев к бурелому резко падает.



Рис. 66. Опухолевидный поперечный рак дуба

Бактериальный рак поражает деревья дуба разного возраста. Особенно сильно страдают от него молодые культуры и дубовые насаждения порослевого происхождения. Болезнь широко распространена в защитных полосах вдоль железных и шоссейных дорог. Пораженность взрослых дубрав Беловежской пуши бактериальным раком в среднем составляет 10%.

Меры защиты. Для ограничения распространения болезни следует создавать смешанные насаждения и проводить мероприятия по борьбе с вредными насекомыми, повреждающими кору ветвей и стволов. Рекомендуется также осуществлять замену дубрав порослевого происхождения на семенные, отличающиеся повышенной устойчивостью к данной болезни.

Цитофомовый рак ясеня. Возбудителем болезни является анаморфный гриб *Cytophoma pulchella* (Sacc.) Gutn. Инфекция наиболее часто проникает в ствол через листовые следы, отмершие ветви и различные повреждения коры. В местах поражения на коре сначала появляются вдавленные буровато-красные пятна. Кора в этих местах вскоре отмирает, и по периферии пятен образуются продольные трещины.

Отмершая кора подсыхает, долгое время сохраняется в центре язвы и прикрывает мертвые слои древесины.

Болезнь поражает ясень в молодом возрасте (преимущественно, от 7 до 15 лет). Тонкие ветви отмирают в течение одного года без образования раковых язв. При поражении ствола на нем со временем формируется ступенчатая раковая язва. При длительном развитии она может достигать в длину до 15 см и обычно располагается в подкронной части дерева. Часто на одном дереве может быть до 10 язв. Это вызывает сильное угнетение и быструю его гибель.

В отмершей коре формируются многочисленные пикниды гриба, погруженные в общую строму. Они имеют вид мелких темных образований диаметром 0,4–0,6 мм, выступающих на ее поверхность. Обычно они имеют одну камеру, сплюснуто-шаровидной или бутылковидной формы с утолщенными темно-бурыми стенками и выводным отверстием. Из пикнид выходят конидии в виде грязно-зеленоватых тяжелей. Споры распространяются с помощью воды, насекомых, ветра.

Болезнь чаще поражает молодую поросль ясеня. Наибольший вред причиняет в юго-восточных районах Российской Федерации (Ростовская область, Ставропольский край). В Беларуси встречается единично.

Эндоксилиновый рак ясеня вызывается сумчатым грибом *Endoxylina astroidea* Fr. (анаморфа – *Libertella fraxini* Ogen.). Заражение происходит спорами через отмершие ветви и механические повреждения коры ствола. В местах развития мицелия кора и камбий отмирают, и со временем под кроной зараженного дерева образуются открытые раковые язвы. Они удлиненно-овальные с концентрическими слоями древесины длиной до 0,7 м. На отмершей древесине появляются тонкие поперечные трещины и образуется строма гриба, придающая древесине темную окраску. В ней формируется конидиальное спороношение. Зрелые конидии рассеиваются с помощью воздушных течений.

На 2–3 год после заражения в поверхностных слоях пораженной древесины закладываются бутылковидные перитеции диаметром 0,4–0,8 мм. Они темно-бурые углистой консистенции с утолщенными стенками и сосковидными устьицами. В них на длинных ножках располагаются булавовидные сумки со спорами. Часто образование раковых язв сопровождается развитием ядрово-заболонной гнили в стволах пораженных деревьев. Гниль распространяется вверх и вниз от раковой язвы. Вследствие образования нескольких раковых ран, особенно

в нижней части ствола, болезнь приводит к быстрому угнетению и отмиранию пораженных деревьев. Они часто подвергаются бурелому.

Эндоксилиновый рак преимущественно встречается в изреженных насаждениях, ослабленных разными причинами, а также в фитодендрозах порослевого происхождения. Болезнь носит куртинный характер и может передаваться от материнских пней молодой поросли ясеня. Болезнь отмечена в насаждениях ясеня в Украине и юго-восточных районах России. В Беларуси встречается редко и большого хозяйственного значения не имеет.

Бактериальная водянка березы вызывается фитопатогенной бактерией *Erwinia nimipressuralis* Carter. Заболевание характеризуется поражением ветвей и стволов. На них появляются вдавленные пятна овальной или удлинённой формы. Они чаще приурочены к местам отмерших мелких веточек или складок коры. Лубяная часть коры и наружные слои древесины под ними отмирают и приобретают темную окраску. Пораженные ветви в кроне дерева вскоре отмирают, крона изреживается, становится ажурной. При сильном развитии болезни наблюдается групповое отмирание деревьев. На листьях усыхающих ветвей возникают расплывчатые некротические участки светло-бурого цвета, приводящие к преждевременному их усыханию и опадению.

Ниже усыхающей кроны по стволу появляются водяные побеги, которые со временем также засыхают. В местах расположения пятен чаще весной и осенью выделяется мутная жидкость (экссудат), содержащая большое количество бактериальных клеток (инфекционного начала) возбудителя болезни. На одном стволе возникает много темнокрашенных пятен, расположенных по всей длине ствола.

На поперечном разрезе ствола или ветви пораженные участки имеют вид ржаво-бурых пятен, охватывающих лубяную часть коры, камбий и наружный вновь сформированный годичный слой древесины. В этих местах прекращается отложение новых слоев древесины. Протяженность их по окружности ствола составляет от 5 до 10 см, а вдоль – до 10–15 см.

Возбудитель заболевания поражает сосудистую систему и паренхимные ткани луба, камбий и наружные слои древесины. Древесина ствола характеризуется повышенным содержанием влаги. Впервые в условиях Беларуси это заболевание отмечено в ряде лесхозов весной 2003 года. Поражаются в основном хорошо развитые деревья в возрасте свыше 40 лет. Инфекция распространяется дождевой водой, сте-

кающей по стволу, а также при участии насекомых, повреждающих покровные ткани ветвей и стволов. Проникновение инфекции внутрь ствола может происходить через места отмерших ветвей, механические повреждения, естественные ходы в коре ствола.

Бактериальная водянка может поражать многие древесные породы. Меры борьбы с ней разработаны слабо. При обнаружении болезни рекомендуется своевременное проведение выборочных санитарных рубок.

Черный рак осины и тополя вызывается сумчатым грибом *Hymoxylon pruinaum* (Kl.) Cookl. Он обуславливает отмирание коры, камбия и древесины стволов и ветвей и образование на них сильно вытянутых в продольном направлении раковых язв, приводящих при интенсивном развитии к усыханию кроны и гибели зараженных деревьев.

Заражение осуществляется спорами через различные повреждения коры. В местах поражения вначале возникают красновато-бурые пятна, они со временем темнеют. Пораженная кора отмирает, в ней появляются мелкие трещины, через которые в летний период выделяется светлая мутноватая жидкость. Затем отмершие участки коры превращаются в раковые язвы, которые в течение многих лет разрастаются вдоль ствола и могут достигать в длину до 1,5–2,5 м (рис. 67).

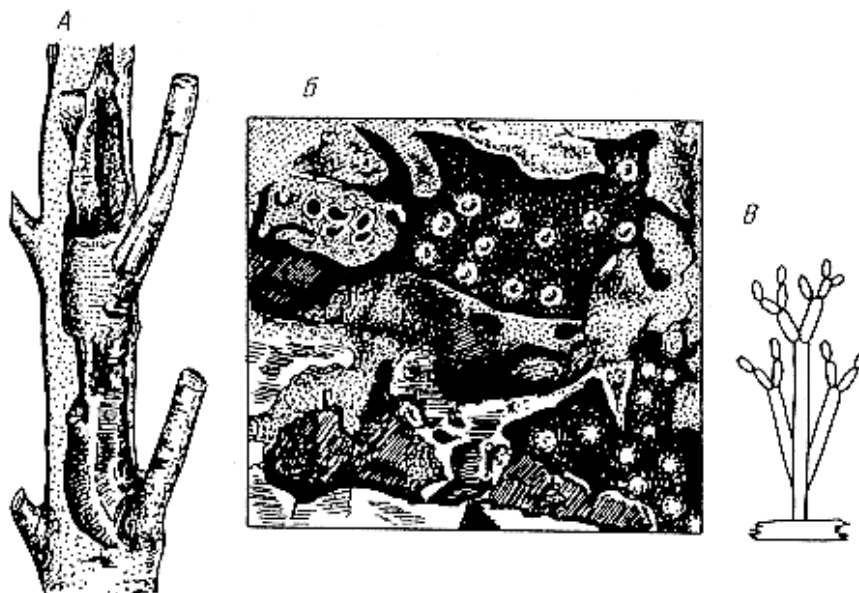


Рис. 67. Черный рак осины и тополя:

А – пораженный ствол; Б – строма с перитециями гриба *H. pruinatum* на стволе;
В – конидиальное спороношение

Они обычно располагаются в средней и нижней частях ствола и нередко отграничиваются от неповрежденной коры светло-бурой каймой.

На следующий год после заражения под отмершей корой развивается конидиальное спороношение в виде тонкой темноокрашенной подушечки, на которой формируются многочисленные щетинкообразные выросты высотой до 1 мм, располагающиеся по краям раковой язвы, на которых образуются конидии гриба. Рассеивание их происходит в летний период. Примерно на третий год после заражения в отмершей коре появляется строма гриба в виде плотных подушечек многоугольной формы диаметром 5–10 мм, обычно располагающихся группами вдоль раковой язвы. В каждой их них развивается несколько перитециев. Они округлые или бутылковидные, наружу выходят точечными устьицами. В подушечках образуются удлиненные сумки на ножках, в которых размещаются в один ряд одноклеточные аскоспоры. Различные виды и гибриды тополей различаются по устойчивости к черному раку.

В зависимости от расположения раковой язвы болезнь вызывает образование частичной сухокронности или гибель всего дерева. Пораженные деревья в сильной степени страдают от бурелома. Черный рак широко распространен в естественных приспевающих и спелых осиновых насаждениях, а также в городских посадках разных видов тополей.

Меры защиты общие для раковых болезней лиственных пород.

Опухолево-язвенный рак осины и тополя. Возбудителем болезни является фитопатогенная бактерия *Pseudomonas remifaciens* Koning. Она вызывает образование язв и наростов неправильной формы на стволах и ветвях разных видов тополя и осины.

Заражение происходит через отмершие ветви и различные повреждения коры. Первые внешние признаки поражения появляются весной – на стволах у оснований мелких усохших ветвей выделяется слизистый бурый экссудат. В этих местах происходит побурение и отмирание коры и древесины и возникают мелкие язвы. На одном дереве ежегодно образуется до 25 ран, располагающихся на освещенных участках ствола. При благоприятных для развития патогена условиях яз-

вы быстро распространяются вдоль ствола и сливаются в одну большую лентообразную рану длиной до 2–3 м.

Иногда в местах поражения наблюдается интенсивное разрастание пораженных тканей, приводящее к формированию на стволах опухолей округлой или чечевицеобразной либо неправильной формы. Со временем они достигают значительных размеров. В центре таких опухолей появляются продольные трещины, через которые наружу выделяется экссудат, содержащий большое количество инфекции в виде бактериальных клеток. При длительном развитии болезни у пораженных деревьев формируются листья мелких размеров, отмирают отдельные ветви, крона становится ажурной. На стволах под кроной часто образуется шапка из молодых ветвей, которые со временем отмирают. Инфекция распространяется при помощи насекомых, дождевой воды, ветра. Она может сохраняться в течение многих лет

Формирование на стволах многочисленных опухолей и раковых язв отрицательно сказывается на ростовых процессах дерева и выходе деловой древесины. Разные виды тополя проявляют неодинаковую устойчивость к болезни. Сильнее от нее страдают бальзамические виды и их гибриды, более устойчивы – виды белого тополя. Опухолево-язвенный рак встречается в школах, культурах и городских зеленых насаждениях, а также в естественных средневозрастных насаждениях осины.

Он широко распространен в Беларуси, центральных районах России, Украине, Прибалтийских государствах.

Меры защиты. Для предупреждения распространения заболевания необходимо своевременно проводить обрезку ветвей и выборочные санитарные рубки. При закладке культур использовать устойчивые к патогену виды и гибриды тополей и создавать благоприятные условия для их роста и развития. Систематически проводить мероприятия по борьбе с вредными насекомыми, повреждающими ветви и стволы осины и тополей.

9.3. Сосудистые болезни (трахеомикозы)

Данная группа болезней встречается на ряде лиственных пород и характеризуется закупоркой водопроводящей системы вследствие поражения сопровождающей паренхимы дерева. Паренхимные клетки, входящие в состав сердцевинных лучей, в ответ на воздействие токси-

нов патогена образуют пузыревидные выросты (тиллы), заполняющие полости сосудов ранней древесины, по которым движется вода с растворенными минеральными веществами. В результате нарушения транспорта воды вначале происходит усыхание отдельных ветвей, а со временем – и всего дерева. На зараженных ветвях листья часто свертываются в трубку и буреют.

Сосудистые болезни могут протекать в острой и хронической формах. При острой форме усыхание деревьев происходит в течение одного или нескольких месяцев вегетационного периода. Хроническая форма может длиться на протяжении многих лет (до 10–15). Она преимущественно встречается у взрослых деревьев.

Из сосудистых микозов наиболее распространены и опасны болезни, принимающие характер эпифитотий. К ним относятся сосудистые микозы ильмовых и дуба, вертициллезное усыхание клена и других лиственных.

Сосудистый микоз ильмовых пород. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Ceratocystis ulmi* (Buism.) Moreau [syn. *Ophiostoma ulmi* (Buism.) Nannf.].

Болезнь известна в литературе под несколькими названиями: голландская болезнь ильмовых пород, микоз сосудов вяза, графтиоз ильмовых, вилт вяза. При ее развитии вначале засыхают тонкие, а затем и толстые ветви, приводящие к отмиранию всего дерева.

Первые симптомы болезни проявляются в начале лета. На тонких пораженных ветвях листья увядают, скручиваются, часто приобретают красновато-бурую окраску и опадают. Пораженные побеги, лишённые листьев, также засыхают, их верхушка загибаются вниз, и они принимают характерную форму пастушьей пуги (рис. 68). Мицелий патогена быстро распространяется в толстые ветви, затем проникает в ствол и часто достигает корневой системы дерева.

На поперечных разрезах пораженных ветвей хорошо видны затиллованные сосуды ранней древесины наружных годичных слоев в виде бурых вытянутых пятен или прерывистых колец, а на продольных разрезах они имеют вид бурых вытянутых полос, достигающих длины нескольких сантиметров. Заражение ветвей осуществляется спорами, переносимыми насекомыми, водой, воздушными потоками, а также непосредственно грибницей при контакте корневых систем больных и здоровых деревьев. Мицелий проникает через различные повреждения коры в луб и заболонную древесину, распространяется

по сердцевинным лучам, древесной паренхиме и сосудам. Полости сосудов в местах поражения заполняются тиллами либо камедообразными веществами, окрашенными в темно-бурый цвет.

Наибольшее значение в распространении сосудистого микоза играет коремияльное конидиальное спороношение типа *Graphium*. Оно образуется весной под отмершей корой, на поверхности заболони, часто в ходах, проделанных ильмовыми заболонниками. Коремии имеют вид желтовато-бурых головок диаметром около 0,35 мм, сидящих на темно-коричневой ножке высотой до 1 мм. На головках формируются бесцветные яйцевидные одно- двухклеточные конидии, покрытые слизью, что облегчает приклеивание их к телу переносчиков болезни.

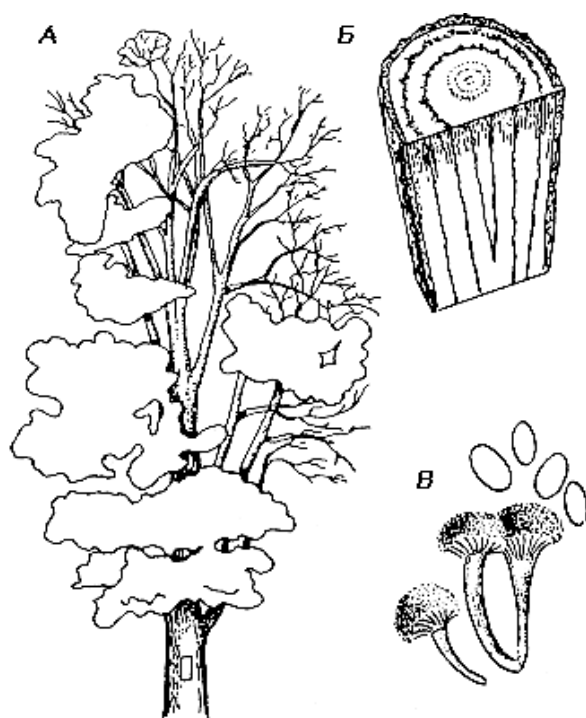


Рис. 68. Сосудистый микоз ильмовых пород:
А – пораженное дерево; Б – продольный и поперечный разрезы пораженной ветви; В – конидиальное спороношение гриба *C. ulmi*

Основными переносчиками болезни являются стволовые вредители: заболонник-разрушитель (*Scolytus scolytus F.*), струйчатый заболонник (*S. multistriatus Morshem.*); желто-пятнистый усач (*Mesosa thyops Dalm.*) и др. Они в течение нескольких дней проходят дополнительное питание в кроне деревьев, повреждая кору в местах развилок ветвей, и переносят инфекцию от одного дерева к другому.

Возбудитель болезни также образует половое спороношение. Оно представлено плодовыми телами – перитециями – мелкими округлыми черными колбовидными образованиями диаметром около 0,1 мм с длинным вытянутым хоботком. Перитеции встречаются значительно реже и образуются на неокоренных пораженных стволах и ветвях, пнях, находящихся в затененных местах. Жизнеспособность гриба в таких условиях может сохраняться до 2 лет. В расширенной части плодового тела располагаются сумки с аскоспорами. Зрелые споры выходят из плодового тела в виде мелких капель слизистой массы. В Европе выделено несколько рас возбудителя сосудистого микоза, различающихся своей агрессивностью по отношению к ильмовым породам. Возбудители сосудистого микоза ильмовых в Беларуси и России относятся к агрессивным расам патогена.

Массовое заражение и усыхание деревьев от сосудистого микоза чаще происходит в годы с теплым и сухим летом, особенно в периоды засух. При этом в очагах болезни активизируется развитие стволовых вредителей и опенка осеннего, который заселяет ослабленные болезнью деревья, ускоряя их отмирание.

Сосудистый микоз поражает преимущественно деревья в возрасте от 10 до 40 лет. Особенно от него страдают чистые ильмовые насаждения, произрастающие в поймах рек. Различные виды и гибриды ильмовых пород проявляют разную устойчивость к данной болезни. Наиболее чувствительны к ней берест и вяз гладкий. Относительно устойчив вяз перистовветвистый. Болезнь может принимать эпифитотическое развитие. Такие эпифитотии сосудистого микоза были зарегистрированы в Беларуси, Украине, Российской Федерации, в странах Западной Европы и Северной Америки.

Меры защиты. Необходимо в июне–июле осуществлять надзор за появлением симптомов болезни и развитием стволовых вредителей-переносчиков болезни. В зараженных насаждениях следует проводить выборочные санитарные рубки со сжиганием порубочных остатков. При массовом размножении стволовых вредителей в зараженных насаждениях планируется борьба с ними в целях снижения их численности. При лесовосстановлении рекомендуется создание смешанных культур из видов древесных пород, устойчивых к данному заболеванию.

Сосудистый микоз дуба вызывается сумчатыми грибами из рода *Ceratocystis* (*Ceratocystis roboris* Georg. et Teod. и *C. valachicum* Georg. et Teod.), а также видами из родов *Fusarium* и *Verticillium*. На одном и том же дереве, но в разных частях, могут поселяться 2 и 3 возбудителя сосудистого микоза. Они вызывают усыхание отдельных ветвей или всей кроны дерева. Характер развития болезни может быть острым и хроническим. При острой форме летом на пораженных ветвях формируются более мелкие красновато-бронзовые листья, которые затем желтеют, засыхают и опадают примерно через 3–6 недель после проявления первых симптомов болезни. Иногда засохшие листья не изменяют своей обычной зеленой окраски и продолжительное время остаются на дереве. Часто деревья усыхают в год поражения. При хронической форме развитие патологического процесса длится несколько лет. В кроне пораженного дерева появляются вначале тонкие усохшие ветви, а затем и толстые. Со временем у зараженных деревьев образуется суховершинность. При отмирании значительной части кроны на стволах появляется большое количество молодых побегов, но и они со временем засыхают.

Заражение происходит спорами, переносимыми насекомыми, водой, ветром. Грибница, образующаяся при прорастании спор, проникает в лубяную часть коры и древесину ветвей и распространяется в сосудах, лучевой и древесной паренхиме. В полостях сосудов часто располагаются гифы мицелия и плодовые тела – перитеции. Они округлые (диаметром 0,1–0,2 мм), черные с длинным хоботком, несущим на вершинке пучок бесцветных тонких ресничек. В них формируются сумки с быстро растворяющимися оболочками. В сумках созревают овальные аскоспоры. Полости пораженных сосудов часто заполняются тиллами и камедообразными веществами, препятствующими продвижению восходящего водного тока по ксилеме дерева. Затиллованные сосуды приобретают темную окраску. На поперечных разрезах зараженных ветвей они имеют вид темных сплошных либо прерывистых колец и штрихов.

Патоген на поверхности ветвей или под отмершей корой образует конидиальное спороношение двух типов. Из них наиболее часто встречается коремидальное – типа *Graphium*. Оно имеет вид темно-бурых или черных столбиков – коремий высотой до 1 мм. В их верхней части формируются бесцветные грушевидные конидии.

Инфекция из ствола часто переходит в корни и при их контакте с корнями здорового дерева заражает соседние деревья, корневую и пневую поросль. Вследствие этого пораженные деревья часто располагаются куртинами.

По данным ряда авторов, болезнь может передаваться через желуди. Грибы – возбудители микоза могут вызывать загнивание желудей во время зимнего хранения и с них переходить на молодые сеянцы. Скорость распространения болезни зависит от экологических и лесорастительных условий, а также от численности и активности насекомых-переносчиков болезни. Большую роль в ее распространении играют стволовые вредители, в частности дубовый заболонник (*Scolytus intricatus* Rotz.), желто-пятнистый усач (*Mesosa myops* Dalm.) и др. Интенсивному развитию болезни способствуют многолетние засухи, вызывающие ослабление растущих деревьев. Наиболее сильно сосудистым микозом в Беларуси поражаются пойменные дубравы. Процент пораженных деревьев микозом возрастает с повышением возраста насаждения.

Меры защиты. В дубравах осуществляется надзор за появлением и распространением сосудистого микоза и его переносчиков. Для уничтожения источников инфекции в пораженных насаждениях проводятся выборочные санитарные рубки. При этом вырубаются все усохшие, усыхающие и свежезаселенные вредителями деревья. Порубочные остатки сжигаются, пни окориваются и обрабатываются фунгицидами (нитрафеном или ДНОК). Перед высевом проводятся сортировка и уничтожение пораженных желудей.

Вертициллезное усыхание (вилт) клена и других лиственных пород. Возбудители болезни – анаморфные грибы – *Verticillium dahliae* Kleb и *V. albo-atrum* Rke.et Berth. Это широко распространенные в природе грибы, вызывающие увядание у многих растений (более 350 видов), в том числе у большого количества древесных пород. В Беларуси, России и других соседних государствах эти грибы поражают клен остролистный, липу, березу, ильм, дуб и тополь.

На клене остролистном вертициллезное увядание вызывает гриб *V. dahliae*. Он отличается от *V. albo-atrum* тем, что в чистой культуре он образует микросклероции в виде скоплений темно окрашенных клеток, располагающихся цепочками. В то время как *V. albo-atrum* формирует только темноокрашенный мицелий. Оба патогена образуют

конициальное спороношение. Оно представлено конидиеносцами с мутовчатым расположением веточек, на концах которых образуются одноклеточные бесцветные конидии (рис. 69).

Заражение осуществляется конидиями в области корневой шейки или нижней части ствола, а также грибницей при контакте зараженного материала с корнями здоровых деревьев. Возможно заражение деревьев через повреждения коры. Образующаяся при прорастании спор грибница проникает в заболонь и распространяется по сердцевинным лучам, сосудам и древесной паренхиме. В местах поражения в древесине появляется красящий пигмент, придающий ей зеленовато-бурую или оливковую окраску. Она вначале располагается узкими, вытянутыми в продольном направлении, полосами, а затем охватывает все сечение ствола. Со временем пораженная древесина становится черновато-зеленой. Из пораженных участков ствола выделяется незначительное количество грязновато-слизистой массы. Кора в этих местах отмирает и отделяется от ствола. Грибница поднимается вверх по стволу, достигает ветвей и вызывает отмирание кроны дерева.

Осенью на поверхности пораженной древесины появляются хламидоспоры и микросклероции. Последние могут сохраняться на отмершей древесине в течение нескольких лет.

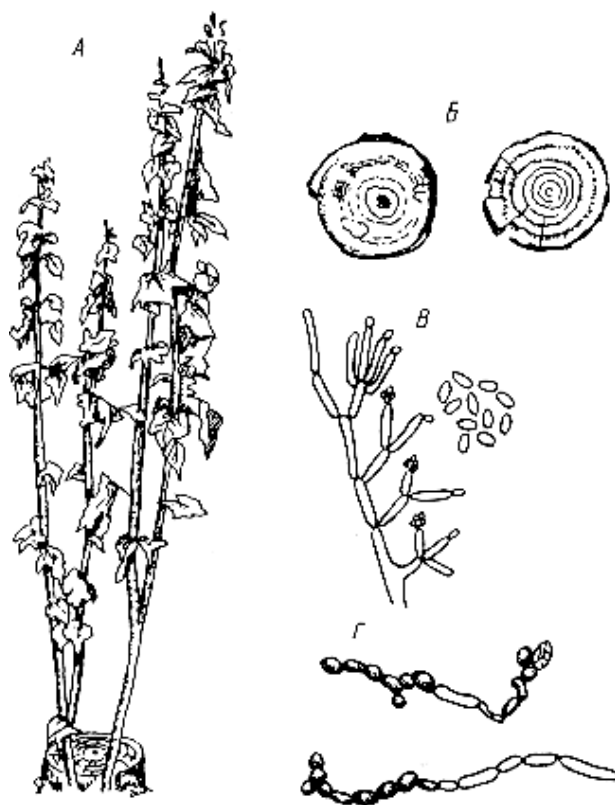


Рис. 69. Вертициллезное усыхание клена:
 А – усыхающая поросль; Б – поперечные разрезы пораженного стволика; В – конидиальное спороношение гриба *V. dahliae*; Г – хламидоспоры

Симптомы болезни очень изменчивы и зависят от породы, возраста и состояния дерева. На клене остролистном выделяют три формы проявления болезни. У взрослых деревьев чаще встречается хроническая форма. Она характеризуется увяданием листьев и постепенным отмиранием кроны дерева в течение нескольких лет (обычно 4–6 лет). Вторая форма – острая – обычно отмечена на молодых растениях (сеянцах, саженцах). При ней отмирание растения происходит в течение одного вегетационного периода, обычно в середине лета, листья желтеют и преждевременно опадают. В третьей форме деревья остаются внешне здоровыми до конца вегетации, но весной следующего года они отмирают без образования новых листьев. Развитию болезни благоприятствует теплая влажная погода.

Особенно сильно страдает от вилта клен в питомниках, школах, молодых культурах и в насаждениях естественного происхождения,

ослабленных различными причинами. Болезнь также широко встречается в городских и лесопарковых насаждениях.

Меры защиты. Для предотвращения развития вилта не рекомендуется закладывать питомники и лесные культуры с участием поражаемых лиственных пород на участках, где ранее выращивали пасленовые культуры, подсолнечник, поскольку они сильно поражаются возбудителем болезни. При выкопке посадочного материала его проверяют на зараженность вилтом и отбраковывают зараженные экземпляры. В питомниках, школьных отделениях, молодых культурах и взрослых насаждениях при обнаружении болезни желательно своевременно удалять усыхающие и усохшие растения вместе с корневой системой. Оставшиеся после рубки пни зараженных деревьев рекомендуется обрабатывать 10%-ным раствором ДНОК.

9.4. Болезни древесных пород, вызываемые цветковыми растениями и другими организмами

Ряд высших цветковых растений приспособился к паразитическому образу жизни на древесных породах, вызывая у них отмирание отдельных органов (ветвей, корней) или всего растения. Они подразделяются на зеленые полупаразиты и истинные паразиты.

К *зеленым полупаразитам* относятся виды, обитающие на других растениях, но сохранившие листья, а вместе с тем и способность самостоятельно синтезировать органические вещества. Развитая корневая система у них отсутствует, поэтому воду и растворенные в ней минеральные вещества они получают от растения-хозяина. К таким полупаразитам следует, прежде всего, отнести омелу, арцеутобиум можжевельниковый, ремнецветник и др.

Истинные паразиты, кроме корневой системы, утратили также листья и перешли полностью к гетеротрофному питанию за счет растения-хозяина. К ним относятся многочисленные виды заразихи и повилики. Они вызывают у растений патологические процессы, приводящие к ослаблению их роста, снижению продуктивности, отмиранию органов или всего организма.

Кроме того, древесные и кустарниковые растения поражаются целым рядом болезней, вызывающих различные отклонения в формировании ствола или ветвей. Они могут быть обусловлены как внешними, так и внутренними (эндогенными) факторами. Например, дли-

тельное одностороннее действие ветра вызывает флагообразное формирование кроны, при росте деревьев на склонах или под тяжестью снега развивается саблевидность ствола, при неравномерном освещении – кривизна ствола.

Под влиянием эндогенных факторов и некоторых микроорганизмов возникают настоящие аномалии роста, в частности формирование на стволах наплывов (капов), "ведьминых метел", уплощенный рост побегов и т. п.

Ниже приводится описание наиболее распространенных заболеваний, вызываемых цветковыми растениями, и некоторых аномалий древесных растений.

Засыхание ветвей хвойных и лиственных пород может происходить при развитии зеленого полупаразита омелы белой (*Viscum album L.*). Он имеет вечнозеленые листья и вильчато-разветвленные побеги. Цветки у него желтовато-зеленые, располагаются небольшими группами в пазухах побегов, плод – ягода. В нем зимой созревают семена, покрытые клейкой слизью (висцином), благодаря которой переносятся птицами (в основном, дрозды, свиристели) на другие деревья. Часть семян попадает на ветви с экскрементами птиц. Прорастают семена весной, обычно в мае. Образующийся при этом клиновидный корешок растет по направлению к коре ветви, и вскоре в этом месте появляется вздутая пластинка, а позднее – и небольшой нарост. Со временем из середины вздутия выходит небольшой стержневой отросток (первичный гаусторий), пронизывающий кору и камбий (до древесины).

В следующем году от части первичного гаустория, находящейся в коре, отходит один или несколько боковых корешков, так называемых *ризоидов*, и перпендикулярно к ним формируются 2–3 вторичных гаустория. Они пробуравливают кору, камбиальный слой и также достигают периферического слоя древесины. Ризоиды с каждым годом удлиняются и дают новые вторичные гаустории. По достижении древесины верхушечный рост ризоидов прекращается, но вторичные гаустории по мере нарастания слоев древесины продолжают вытягиваться и, таким образом, оказываются как бы погруженными в нее на разную глубину, что зависит от их возраста. На продольном разрезе пораженной ветви корневую систему многолетней омелы можно сравнить с граблями, поперечная перекладина которых соответствует ко-

ровому корню, лежащему под корой, параллельно оси ветви, а зубья – вторичным гаусториям, располагающимся в древесине.

Первые внешние признаки поражения появляются через несколько лет (3–5) после заражения. На ветвях образуется вначале небольшой стебель с зелеными листьями. Он быстро разрастается и превращается в куст. Диаметр его со временем достигает 1 м и более. Участок ветви или ствола, на котором растет омела, нередко вздувается вследствие усиленного притока питательных веществ и отложения более широких слоев древесины.

При интенсивном разрастании куста омелы верхняя часть ветви, находящаяся выше его, обычно засыхает, так как патоген потребляет много воды. Пораженные деревья отстают в росте, слабо плодоносят и нередко становятся суховершинными. Выход деловой древесины их снижается из-за изменения формы пораженных участков ствола и нарушения однородности древесины.

Омела белая поражает многие лиственные и хвойные породы. Различают следующие экологические формы ее: омелу лиственных пород (*V. album f. mali*), паразитирующую на яблоне, груше, клене, иве, дубе и многих других породах; омелу пихтовую (*V. album f. abietis*), поражающую различные виды пихты, иногда клен и лиственницу японскую; омелу сосновую (*V. album f. pini*), развивающуюся на сосне, иве и лиственнице. Распространена омела в Беларуси, Украине, Прибалтике, России.

Для борьбы с омелой рекомендуется механическая обрезка пораженных ветвей в осенне-зимний период, когда кусты ее хорошо видны. Неплохие результаты дает также обработка зараженных деревьев растворами гербицидов.

Засыхание ветвей дуба вызывается цветковым паразитом – ремнецветником (*Loranthus europaeus L.*). Он образует на растении-хозяине вильчато-разветвленный куст, который по внешнему виду в облиственном состоянии напоминает омелу. Его стебель иногда достигает в толщину 4 см и часто покрывается черноватой коркой, листья опадают осенью. Плоды представляют собой ягоды. Они желтые, располагаются двухрядными кистями, содержат висцин. В них формируются семена, с помощью которых ремнецветник распространяется. В местах его поселения ветви и стволы растения-хозяина утолщаются и при интенсивном развитии паразита засыхают.

Для борьбы с ремнецветником пораженные им ветви рекомендуется обрезать и сжигать.

Засыхание ветвей лиственных пород может вызываться цветковыми патогенами из рода повилик (*Cuscuta*). Они обитают на многих лиственных породах – дубе, белой акации, ольхе, тополе, иве, а также на многих сельскохозяйственных и технических культурах – клевере, свекле, льне, хлопчатнике и др. На древесных породах чаще встречаются повилика европейская (*C. europaea*) и повилика одно-столбиковая (*C. monogyna*). Наибольший вред они причиняют молодым растениям в питомниках и культурах.

Весной семена прорастают, образуя короткую тонкую нить (проросток), утолщенную на одном конце и заостренную на другом. Толстым концом прорастающие семена прикрепляются к почве, а тонкий начинает вращаться по часовой стрелке в поисках питающего растения. Найдя таковое, проросток обвивает его, образует в местах соприкосновения присоски и теряет связь с почвой. Затем он разрастается, постепенно переходит на соседние растения, на которых вскоре появляются очаги поражения в форме круга.

На растениях, произрастающих в очаге поражения, появляется густое переплетение из тонких ветвей. На отдельных ветвях в конце лета образуются цветы в виде розоватых клубочков, а затем и плоды (коробочки) с семенами. Последние выпадают из созревших раскрывшихся коробочек и разносятся ветром на большие расстояния. В центральной части очага поражения растения отмирают, нередко вместе с повиликой.

Повилики встречаются повсеместно, особенно в южных областях Беларуси, России и Украины. Основные меры борьбы с ней сводятся к проведению карантинных мероприятий, очистке семенного материала от ее семян, уничтожению их путем глубокого запахивания в почву, опрыскиванию пораженных культур 3–4%-ным раствором пентахлорфенолята натрия.

Засыхание ветвей можжевельника вызывается цветковым патогеном – арцеутобиумом можжевельниковым (*Arceuthobium oxycedri* Mar. Bieb.). Он обитает на стволах и ветвях разных видов можжевельника, в особенности на можжевельнике красном, а также на некоторых других хвойных породах. Распространяется с помощью семян, располагающихся по одному в плодах, которые представляют собой мелкие

продолговатые голубовато-зеленые ягоды. Созревшие ягоды попадают на ветки и стволы растущих поблизости деревьев. Кожица их при падении лопается, и из них вместе с семенами выступает клейкая, содержащая висцин жидкость, с помощью которой они удерживаются на дереве. При прорастании семени образуется зародыш. Разрастаясь, он прижимается к коре дерева и приобретает вид пластинки. Со временем из сердцевины пластинки вырастает первичный гаусторий. Он пробурывает кору растения-хозяина и клиновидно внедряется в нее. Гаусторий состоит из прямоугольных клеток, располагающихся правильными рядами – один под другим. В центре первичного гаустория проходят один или несколько сосудистых пучков, проникающих в древесину растения-хозяина на глубину 3–5 годичных слоев, а иногда и до сердцевины. Гаусторий служит патогену для добывания питательных веществ из растения-хозяина.

Ветви в местах поселения патогена утолщаются и деформируются, вследствие усиленного отложения здесь клеток древесины. При длительном развитии патогена ветви засыхают, а иногда погибает и все растение.

Арцеутобиум можжевельниковый встречается преимущественно в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии. Для борьбы с ним пораженные ветви обрезают и уничтожают.

Поражение корней лиственных пород вызывается фитопатогенными цветковыми растениями из рода заразихи (*Orobanche*). Они изредка встречаются на лиственных породах, преимущественно на березе. Могут поражать также многие сельскохозяйственные культуры – подсолнечник, табак, дыню, арбузы, огурцы, томаты и др. Заражение происходит семенами, переносимыми ветром. Весной семя дает проросток в виде извитой нити, которая растущим концом соприкасается с корешком питающего растения и в этом месте утолщается в виде небольшого булавовидного вздутия, покрытого как бы бородавочками-сосочками. Один из них клином внедряется в кору корня растения-хозяина, раздвигая на пути ее клетки, удлиняется и достигает древесины. Несколько позже в нем формируются сосуды, соприкасающиеся с сосудами корня питающего растения настолько плотно, что бывает трудно их разграничить.

На противоположном, свободном конце вздутия развивается почка, покрытая многочисленными чешуйками. Из нее вырастает стебелек, выносящий на поверхность почвы цветонос с колосовидными

соцветиями и желтовато-лиловыми чешуйчатыми листьями. Соцветие состоит из нескольких десятков голубоватых или синевато-фиолетовых, изредка белых цветков. Плод представляет собой сухую раскрывающуюся коробочку. Он несет многочисленные мелкие семена, сохраняющие способность к прорастанию длительное время.

Среди заражих особенно вредоносны три вида: подсолнечниковая, египетская и ветвистая. На древесных породах чаще встречается заражиха подсолнечниковая. При интенсивном ее развитии у пораженных деревьев постепенно угнетаются ростовые процессы.

Опухоли – это новообразования тканей, состоящих из измененных клеток. Они воспроизводят себе подобных без соответствующего контроля со стороны растения в неограниченном количестве. Образуются опухоли в основном из камбиальных или лубяных паренхимных клеток. Эти клетки в процессе роста и развития подвергаются слабой дифференциации. По мнению ряда авторов, интенсивный рост опухолей у высших растений происходит в результате выделения фитопатогенными бактериями (в частности *Agrobacterium tumefaciens*) стимуляторов роста. Бактерии обычно проникают внутрь растения через механические повреждения и при непосредственном контакте с камбиальными и лубяными клетками вызывают рост опухолей.

В Беларуси опухоли встречаются преимущественно на стволах, ветвях и корнях ивы и тополя, а также на многих культивируемых растениях. При их развитии в месте поражения появляются деревянистые наросты округлой или продолговатой формы различной величины – от очень маленьких (с горошину) до сравнительно крупных (40–50 см в диаметре). Иногда на одном дереве может быть несколько опухолей. Такие деревья сильно ослабевают и в отдельных случаях отмирают. Данное заболевание наибольшую опасность представляет для молодых растений в лесных питомниках и школах.

Наросты представляют собой местные округлые или шарообразные утолщения стволов. Они появляются в результате интенсивного развития тканей коры и древесины. Их вызывают вирусы, микоплазмы, бактерии и другие микроорганизмы.

По внешнему виду и строению древесины наросты разделяются на два типа: наросты с гладкой поверхностью с более или менее правильным строением древесины и наросты с неровной поверхностью,

покрытые выступами и впадинами и отличающиеся свилеватым строением древесины (капы).

Гладкие наросты образуются на деревьях многих пород, но чаще на сосне и березе. Годичные слои их изогнутые и более широкие, чем в стволе дерева. Отличаются большим количеством сердцевинных лучей и своеобразным строением древесных волокон.

Наросты типа капов (рис. 70) обычно образуются на стволах лиственных пород (береза, клен, липа), особенно часто на карельской березе, встречающейся в лесах Беларуси, Карелии и других регионах России.



Рис. 70. Кап на стволе березы

В них древесные волокна располагаются свилевато и включают темноокрашенные вкрапления в виде коротких черточек либо небольших пятен. Окраска их обусловлена наличием в клетках сердцевинных лучей и древесной паренхимы бурого пигмента. Вследствие этого древесина карельской березы имеет красивую текстуру и высоко ценится при изготовлении сувениров и отделке мебели.

Усиленный рост побегов характерен для клена, дуба, липы, граба, ольхи и представляет собой процесс образования молодых побегов в подкронной части ствола. Эти побеги формируются из спящих почек. Они нередко располагаются на близком друг от друга расстоянии. Многие из них вскоре отмирают, и вместо них развиваются новые недревесневшие побеги (так называемые водяные побеги). Из-за густого расположения побегов происходит обрастание пораженной части ствола и он покрывается как бы шубой. Часто в этих местах не только закладываются адвентивные почки и формируются побеги, но и интенсивно откладывается древесина. В результате на стволе появляются вздутия неправильной формы, покрытые многочисленными укороченными побегами.

Данное явление чаще возникает у деревьев, растущих в аллейных посадках, вследствие неоднократной обрезки боковых ветвей. Предполагается, что одной из причин его служит нарушение стабильного равновесия в обеспечении кроны дерева питательными веществами. При избытке влаги и минеральных веществ они накапливаются в

стволовой части, что и побуждает к преждевременному и интенсивному росту побегов в отдельных местах ствола.

Фасциации представляют собой разрастание побегов в виде лентообразных уплощенных расширений (рис. 71).

Это явление встречается (довольно редко) на сосне, пихте, лиственнице, березе, ольхе, ясене и иве.

Фасциации возникают вследствие интенсивного деления клеток в точках роста в двух противоположных друг другу направлениях. При этом верхушка побега часто сплющивается и закладывающиеся на ней почки развиваются аномально. Пораженные побеги нередко принимают саблевидную форму, иногда раздваиваются.



Рис. 71. Фасциация стволика ясеня

Причина заболевания до сих пор точно не установлена. Ряд авторов считают, что оно возникает при избытке в почве некоторых питательных веществ. Другие предполагают, что фасциации образуются в результате повреждения почек насекомыми.

9.5. Мероприятия по защите древесных пород от некротических, раковых и сосудистых болезней

Некротические, раковые и сосудистые болезни широко распространены в лесах Беларуси и причиняют существенный вред лесным насаждениям. Для защиты древесных пород от этих болезней, кроме индивидуальных мер, разработанных для определенных болезней, необходимо проводить общий комплекс санитарно-профилактических, лесохозяйственных и химических мероприятий, направленных на повышение их биологической устойчивости, уменьшение инфекционного фона и численности вредных насекомых – переносчиков болезней. Эффективность этих мероприятий в значительной степени зависит от правильно поставленного надзора за лесными насаждениями с целью своевременного выявления и учета очагов наиболее опасных болезней

древесных пород (побеговый рак хвойных пород, сосновый вертун, сосудистые микозы вяза и дуба, рак-серянка и др.). Он заключается в систематическом осмотре насаждений, расположенных вдоль специальных маршрутов, закладываемых в каждом лесхозе для проведения наземного лесопатологического мониторинга.

В этих насаждениях закладываются пробные площади, на которых определяют интенсивность поражения деревьев отдельными болезнями и ожидаемый характер их развития в будущем. Для этого на пробных площадях проводят сплошной пересчет деревьев, разделяя их по состоянию на 6 качественных категорий в соответствии с "Санитарными правилами в лесах Беларуси". Кроме того, на пробных площадях выявляют процент зараженных деревьев по наличию на стволах и ветвях раковых ран, язв, опухолей, некрозных пятен, отмерших ветвей.

В очагах грибных болезней дополнительно устанавливают запас усыхающих и сухостойных деревьев с подразделением на свежий (текущего года) и старый (прошлых лет) сухостой в куб. м на 1 га и участие отдельных болезней в общем отпаде деревьев.

Кроме общей оценки пораженности насаждения по числу больных деревьев, в очагах некрозных, раковых и сосудистых болезней определяют средний балл поражения или интенсивность развития болезни. Так, например, у деревьев, пораженных сосудистым микозом, балл поражения определяют по следующей шкале:

I – слабо поврежденные (усохло до 10% ветвей в кроне);

II – средне поврежденные (усохло до 25% боковых ветвей);

III – сильно поврежденные (усохших ветвей в кроне более 25% и поражен частично ствол дерева);

IV – усыхающие (усохло более 50% ветвей и ствол дерева).

На основании данных перечета деревьев, динамики развития болезни и общего санитарного состояния насаждения планируют оздоровительные мероприятия и оптимальные сроки их проведения.

Санитарно-профилактические мероприятия предусматривают уборку валежа, ветровальных и буреломных деревьев, а также порубочных остатков. Непременным условием профилактики многих болезней является предупреждение механических повреждений растущих деревьев, поскольку через них внутрь проникает инфекция.

Лесохозяйственные меры защиты предусматривают мероприятия, направленные на устранение негативного влияния неблагоприят-

ных факторов среды на лесные фитоценозы и на повышение их биологической устойчивости. В частности, существенное значение имеет подбор древесных пород с учетом их биологических потребностей к условиям местопроизрастания, соблюдение оптимальной густоты посадки и типа смешения пород, своевременная обрезка нижних ветвей у перспективных деревьев, регулярные рубки ухода для поддержания оптимальной полноты древостоя, замена порослевых насаждений семенными. Для ограничения распространения болезней осуществляют реконструкцию насаждений – вводят древесные породы, более устойчивые к тем или иным болезням.

Важным мероприятием по оздоровлению зараженных насаждений является проведение санитарных рубок. Они должны назначаться в строгом соответствии с существующими нормативными документами. При выборочных санитарных рубках удалению из насаждения подлежат в первую очередь усохшие, свежезаселенные стволовыми вредителями и усыхающие деревья (IV, V и VI категорий состояния). Заготовленные лесоматериалы своевременно вывозят из леса (не позднее 10 дней после рубки в летний период), порубочные остатки измельчают или сжигают.

При сильной пораженности насаждения (более 30% зараженных и усохших деревьев) назначают сплошные или условно-сплошные санитарные рубки. Иногда на зараженных участках дополнительно проводят мероприятия по уничтожению инфекции на пнях вырубленных деревьев и защите заготовленных лесоматериалов.

Химическая защита древесных пород осуществляется путем проведения истребительных мероприятий по снижению численности вредных насекомых, являющихся переносчиками болезней с использованием инсектицидов, а также путем обработки раковых язв на растущих деревьях и пнях свежесрубленных деревьев антисептическими препаратами.

РАЗДЕЛ III. ГНИЛИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД И ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Процессы биологического разложения древесины широко распространены в природе. Они осуществляются при участии насекомых, бактерий, лишайников, грибов и других организмов. Однако, по мнению многих ученых, ведущая роль в этих процессах принадлежит грибам: более 90% массы созданной фотосинтезом древесины разрушается при непосредственном участии обширной группы дереворазрушающих грибов, или ксилотрофов. Процесс биологического разложения, протекающий в результате жизнедеятельности грибов, получил название микогенного ксилолиза (В.А. Соловьев, 1992). Он представляет ферментативное разложение древесинного вещества клеточных стенок древесины, окисление его при развитии мицелия ксилотрофов до CO_2 и H_2O с освобождением энергии. В результате этого процесса происходят определенные изменения в химическом составе и структуре клеточных стенок, приводящие к потере массы древесинного вещества, снижению большинства механических свойств вплоть до полного ее разрушения. Он может протекать на древесине разного состояния.

Огромное число видов дереворазрушающих грибов развивается на отмершей в лесу древесине (сухостойные и буреломные деревья, валежник, пни, опавшие ветви и т. п.), выполняя большую полезную работу по разложению мертвого органического субстрата, по ускорению круговорота веществ в природе. Эти грибы играют положительную роль в формировании устойчивых фитоценозов.

Однако имеется определенная группа грибов-ксилотрофов, поселяющихся на живых растущих деревьях и вызывающих разрушение древесины как основного продукта лесного хозяйства. При поражении деревьев этими грибами у них происходят патологические процессы, приводящие к снижению прироста, общему ослаблению и отмиранию деревьев. В насаждениях, пораженных многими дереворазрушающими грибами, часто наблюдаются ветровал, бурелом и распад зараженного древостоя. Это приводит к большим потерям в результате преждевременных санитарных рубок в зараженных насаждениях. Кроме биологического вреда, эти грибы причиняют также технический вред, за-

ключающийся в снижении качества и уменьшении выхода древесной продукции.

Большой вред народному хозяйству также причиняют дереворазрушающие грибы, вызывающие разрушение срубленной древесины во время ее хранения на складах и при использовании в качестве деревянных конструкций в постройках и сооружениях.

Степень причиняемого ущерба дереворазрушающими грибами зависит от их видового состава, биологических особенностей, специализации, условий развития, интенсивности процессов разрушения и многих других факторов. Для удобства рассмотрения грибные поражения, вызываемые дереворазрушающими грибами, разделены на три группы: гнили древесины растущих деревьев, грибные поражения заготовленных лесоматериалов на складах и гнили деревянных конструкций в постройках и сооружениях.

Глава 10. ГНИЛИ ДРЕВЕСИНЫ РАСТУЩИХ ДЕРЕВЬЕВ

Гнили растущих деревьев широко распространены в лесных насаждениях и вызываются преимущественно базидиальными грибами. Заражение деревьев осуществляется базидиоспорами через различные повреждения коры стволов и корней (морозобойные трещины, пожарные подсушины, места отмерших сучьев, ошмыги и т. п.). Споры грибов после оседания на отмершие обнаженные участки древесины прорастают и образуют мицелий, который проникает внутрь ствола. Он распространяется благодаря верхушечному росту внутри полостей анатомических элементов древесины. Грибные гифы переходят из одной клетки в другую через окаймленные поры в клеточных стенках либо непосредственно пробуравливают клеточные стенки.

Грибница выделяет в окружающую среду экзоферменты, которые воздействуют на клеточные стенки древесины. Характер разрушения древесины зависит от набора этих ферментов и их способности разлагать основные компоненты клеточных стенок – целлюлозы и лигнина. В соответствии с этим различают два основных типа разложения древесины грибами: деструктивный и коррозионный.

При *деструктивном типе* биохимическому разрушению подвергается полисахаридный комплекс – целлюлоза и гемицеллюлозы. При этом происходит утончение клеточных стенок, уменьшение поперечных размеров анатомических элементов. Пораженная древесина

приобретает бурую окраску, в ней появляются многочисленные продольные и поперечные трещины, она теряет механическую прочность и распадается на мелкие кусочки. Такой тип разрушения получил название *бурой деструктивной гнили*. Он вызывается группой целлюлозоразрушающих грибов и встречается на всех древесных породах.

Коррозионный тип разрушения древесины характеризуется биохимическим разложением всех компонентов клеточной стенки. Однако при этом процессе разложение лигнина происходит с опережающей скоростью по отношению к целлюлозе. Поэтому содержание лигнина в пораженной древесине существенно снижается при относительно высоком содержании целлюлозы. Коррозионное разрушение древесины может сопровождаться образованием двух типов гнилей: *пестрой ситовой* и *белой волокнистой* коррозионно-деструктивной гнили (рис. 72).

При формировании *пестрой ситовой* коррозионной гнили в оболочках образуется множество отверстий, соединяющих соседние клетки, которые постепенно расширяются, и со временем происходит разрушение целой группы клеток, а пространство, которое они занимали, заполняется рыхлой волокнистой массой целлюлозы. В результате в пораженной древесине появляются вытянутые в продольном направлении ямки и пустоты, а в соседних участках происходит более медленное разрушение древесины. Она становится ячеистой и разделяется на волокна. Такая гниль чаще встречается у хвойных пород и дуба.

Белая волокнистая коррозионно-деструктивная гниль преимущественно формируется на древесине безъядровых лиственных пород. При этом типе гнили древесина разрушается более равномерно по всему сечению, сохраняет свою форму и волокнистое строение. При сильном развитии гнили ее прочность снижается, она приобретает светло-желтую или белую окраску и легко расщепляется на волокна и мелкие пластинки. В пораженной древесине часто образуются черные линии, представляющие скопления темноокрашенных гиф (псевдосклероции). Ложные трутовики, вызывающие белую волокнистую гниль у многих лиственных пород, на поперечном разрезе ствола образуют темноокрашенную защитную кайму, обеспечивающую оптимальный влажностный режим в зоне разложения.

Процесс разрушения древесины проходит несколько этапов (стадий гниения). Каждая стадия служит показателем степени деструкции древесины и характеризуется определенными изменениями в

окраске, структуре и прочности пораженной древесины. Выделяют следующие три стадии гниения.

При *первой, начальной, стадии* изменяется цвет пораженной древесины – она, как правило, темнеет. При этом структура и прочностные характеристики ее существенно не изменяются. Только в полосках клеток под микроскопом можно наблюдать немногочисленные тонкие гифы грибов и наличие красящего пигмента.

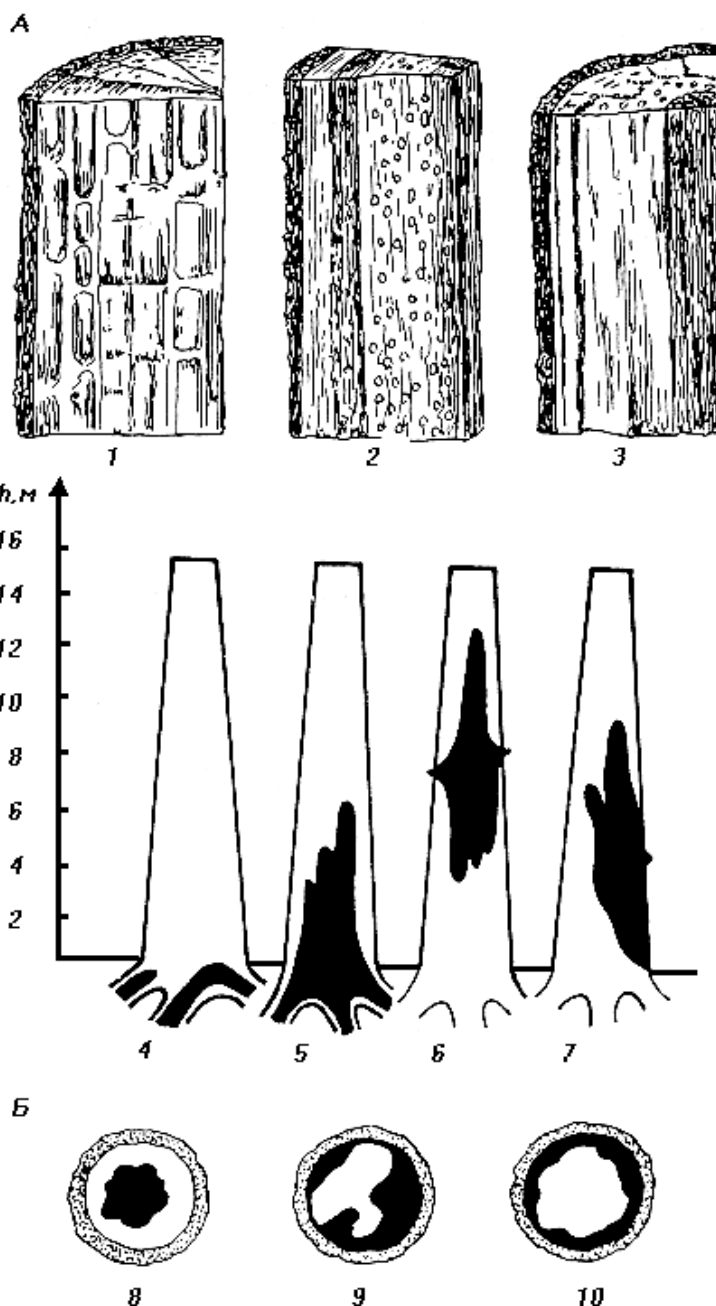


Рис. 72. Структура пораженной древесины (А) и поражение деревьев гнилью (Б): 1 – бурая призматическая деструктивная; 2 – пестрая ямчатая коррозионная; 3 – белая волокнистая коррозионного типа; 4 – корневая; 5 – комлевая; 6 – стволовая; 7 – раневая; 8 – ядровая; 9 – ядрово-заболонная; 10 – заболонная

Во второй стадии на пораженной древесине появляются белые выцветы, пятна, черные извилистые линии, мелкие трещины или пустоты (под микроскопом обнаруживаются значительные местные разрушения структуры древесины). Плотность, прочность и твердость ее снижаются на 20–40%.

Во время третьей, конечной, стадии гниения происходит заключительный процесс разложения клеточных стенок, приводящий к сильным изменениям не только цвета, но и структуры древесины. Такая древесина сильно разрушается и практически становится не пригодной для использования в качестве поделочного материала и дров.

Иногда в результате полного распада пораженной древесины в стволе появляются замкнутые пространства разной формы и размеров, расположенные чаще в нижней или средней части растущего дерева (дупло).

В зависимости от расположения на поперечном разрезе ствола различают три типа гнилей: заболонные, ядровые и заболонно-ядровые (смешанные).

Заболонная гниль поражает наружные живые слои ствола, проникая внутрь его не более 2–4 см. Этот тип гнили является наиболее опасным для растущих деревьев, так как оказывает наибольшее отрицательное влияние на ростовые процессы зараженного дерева. При полном охвате заболонной древесины гнилью дерево погибает. Типичным примером такой гнили является гниль корней и стволов, вызываемая грибами из рода *Armillaria*.

Ядровая (внутренняя) гниль располагается в центральной части ствола. При этом типе гнили разрушению подвергается только отмершая ядровая или спелая древесина, не принимающая участия в процессах жизнедеятельности дерева. Ее вызывают многие дереворазрушающие грибы (сосновая губка, кленовый, серно-желтый, дубовый и другие трутовики).

Ядрово-заболонная (смешанная) гниль чаще развивается на деревьях, имеющих крупные механические повреждения (сухобочины, морозобойные трещины, раковые язвы, ошмыги и т. п.). У них развитие гнили начинается в наружных обнаженных слоях древесины, со

временем гниль проникает внутрь, распространяется от места поражения вверх и вниз ствола на несколько метров. Возбудителями этой гнили являются типичные раневые паразиты (окаймленный и настоящий трутовики, стереум кроваво-красный и др.).

По расположению в продольном направлении ствола различают корневые, комлевые и ствольные гнили.

10.1. Корневые и комлевые гнили древесных пород

Этот тип гнили характеризуется загниванием корней растущих деревьев и относится к числу наиболее распространенных и вредоносных болезней лесных насаждений. Заражение деревьев происходит как спорами, так и мицелием при контакте или срастании здоровых и пораженных корней. Вследствие распространения инфекции по корням от дерева к дереву развитие корневых гнилей часто носит куртинный характер. При благоприятных условиях они могут охватывать большие площади и достигать размера эпифитотии. Корневые гнили вызывают у зараженных деревьев нарушение обмена веществ и ослабление общего состояния деревьев, ведущее к падению продуктивности, изреживанию и распаду зараженного древостоя.

Часто возбудители гнили из корней проникают в нижнюю часть ствола и распространяются на высоту нескольких метров, вызывая так называемую *комлевою гниль*. В отдельных случаях при интенсивном развитии гниль из ствола может переходить в корневую систему дерева.

По характеру разрушения древесины корневые и ствольные гнили подразделяются на пестрые ямчатые, бурые трещиноватые и белые волокнистые, вызываемые грибами из группы порядков гименомицеты.

Среди возбудителей корневых гнилей по вредоносности и распространению наибольшее значение имеют корневая губка и опенок осенний. До последнего времени корневая губка – возбудитель пестрой ямчато-волокнистой гнили хвойных пород рассматривалась как один вид, имеющий несколько морфологических форм, характеризующихся различной приуроченностью к древесным породам, несовместимостью штаммов в чистой культуре и другими признаками. Согласно проведенным исследованиям, финский миколог К. Корхонен (2000) корневую губку как сборный вид разделил на три самостоя-

тельные вида: сосновую корневую губку (*Heterobasidion annosum* s. str., ранее называемая Европейская интерстерильная группа Р), еловую корневую губку (*H. parviporum* Niemela et Korhonen – Европейская интерстерильная группа S) и пихтовую корневую губку (*H. abietinum* Niemela et Korhonen – Европейская интерстерильная группа F). В лесных насаждениях Беларуси встречаются два вида – сосновая и еловая.

Пестрая ямчато-волокнуистая (ситовая) гниль корней сосны вызывается базидиальным грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s. str. [syn. *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.]. Русское название гриба – корневая губка (Европейская интерстерильная группа – Р). Гриб поражает преимущественно чистые перегушенные сосновые культуры, произрастающие на старопахотных землях. В культурах сосны в стадии жердняка вследствие высокой конкуренции за свет и влагу происходит интенсивная дифференциация деревьев, часть их отмирает, другая – находится в угнетенном состоянии. В почве накапливается большой запас корневой древесины, сосредоточенный в верхних ее слоях. Формирование поверхностной корневой системы у сосны обусловлено образованием плотного подпахотного горизонта в почве на глубине 25–30 см при длительном сельскохозяйственном пользовании.

Первичное заражение сосновых культур происходит спорами через пеньки свежесрубленных и отмерших деревьев, а также через лесную подстилку. Споры с дождевой водой могут проникать в более глубокие слои почвы и заражать отмершие корни. Процесс гниения корней протекает в течение нескольких лет и носит скрытый характер. В дальнейшем распространение корневой губки осуществляется в основном мицелием при соприкосновении или срастании корней больных и здоровых деревьев. Вследствие этого пораженные деревья распадаются в насаждении куртинами. Первые куртины усохших деревьев в культурах появляются в возрасте 15–20 лет. Они постепенно разрастаются в виде концентрических колец, достигая в диаметре 10–15 м.

При длительном развитии корневая гниль охватывает значительную часть насаждения. К возрасту 40–50 лет куртины усыхания часто сливаются между собой и зараженное насаждение превращается в редины. Одним из основных признаков поражения деревьев пестрой ситовой гнилью является образование на корнях зараженных деревьев плодовых тел гриба. Они имеют вид полураспростертых шляпок раз-

личной формы и размеров. При благоприятных условиях шляпки достигают в длину до 30–40 см. Нередко они формируются с нижней стороны корней ветровальных деревьев, иногда в комлевой части ствола в виде распростертых мелких подушечек. В сухих условиях произрастания, а также в период летних засух плодовые тела гриба образуются редко.

Верхняя сторона плодового тела покрыта тонкой коркой толщиной 0,1–0,2 мм. В молодом возрасте она светлая, затем желтовато-коричневая с широкими концентрическими полосами. Ткань базидиомы беловатая или светло-охристая, волокнистая, сначала имеет мягко-пробковатую консистенцию, с возрастом твердеет. С нижней стороны шляпки располагается белый или с желтоватым оттенком гимениальный слой, состоящий из трубочек с округлыми либо угловатыми порами диаметром 0,25–0,30 мм. В трубочках образуются бесцветные, широкоэллипсоидальные базидиоспоры. Кроме базидиоспор, корневая губка образует бесполое споры – конидии. Они формируются на вегетативном мицелии, выступающем на поверхность пораженных субстратов. Сосновая корневая губка также может поселяться на корнях других древесных пород (ель, можжевельник, береза и др.).

При развитии сосновой корневой губки загниванию подвергается корневая система дерева (рис. 73).

Гниль из корней может подниматься в ствол на высоту 0,5–1,0 м. В начальной стадии древесина корней обильно пропитывается живицей (содержание ее в древесине достигает 30–40%), она становится стекловидной, приобретает красноватый или буровато-оранжевый оттенок и издает характерный запах скипидара. Живица из разрушенных смоляных ходов выделяется на поверхность корней и склеивает окружающие частицы почвы в твердые желваки.

В дальнейшем просмоленность древесины постепенно снижается (до 2–5%) и она приобретает более светлую, желтовато-бурю, окраску, в ней появляются слабо заметные белые пятнышки целлюлозы. В конечной стадии гниения древесина сильно разрушается, заполняется мелкими пустотами и ячейками, становится рыхлой, легко разделяется на волокна. При поражении одной трети и более корней у зараженных деревьев обнаруживаются первые внешние признаки ослабления. Они проявляются прежде всего в снижении ростовых процессов по высоте и диаметру ствола, в более слабом развитии ассимиляционного аппарата. В результате дальнейшего отмирания корней крона

становится изреженной, опадает значительная часть 2–3-летней хвои, хвоя текущего года формируется укороченной в виде небольших пучков. Такие деревья сильно отстают в росте, часто заселяются стволовыми вредителями и отмирают.

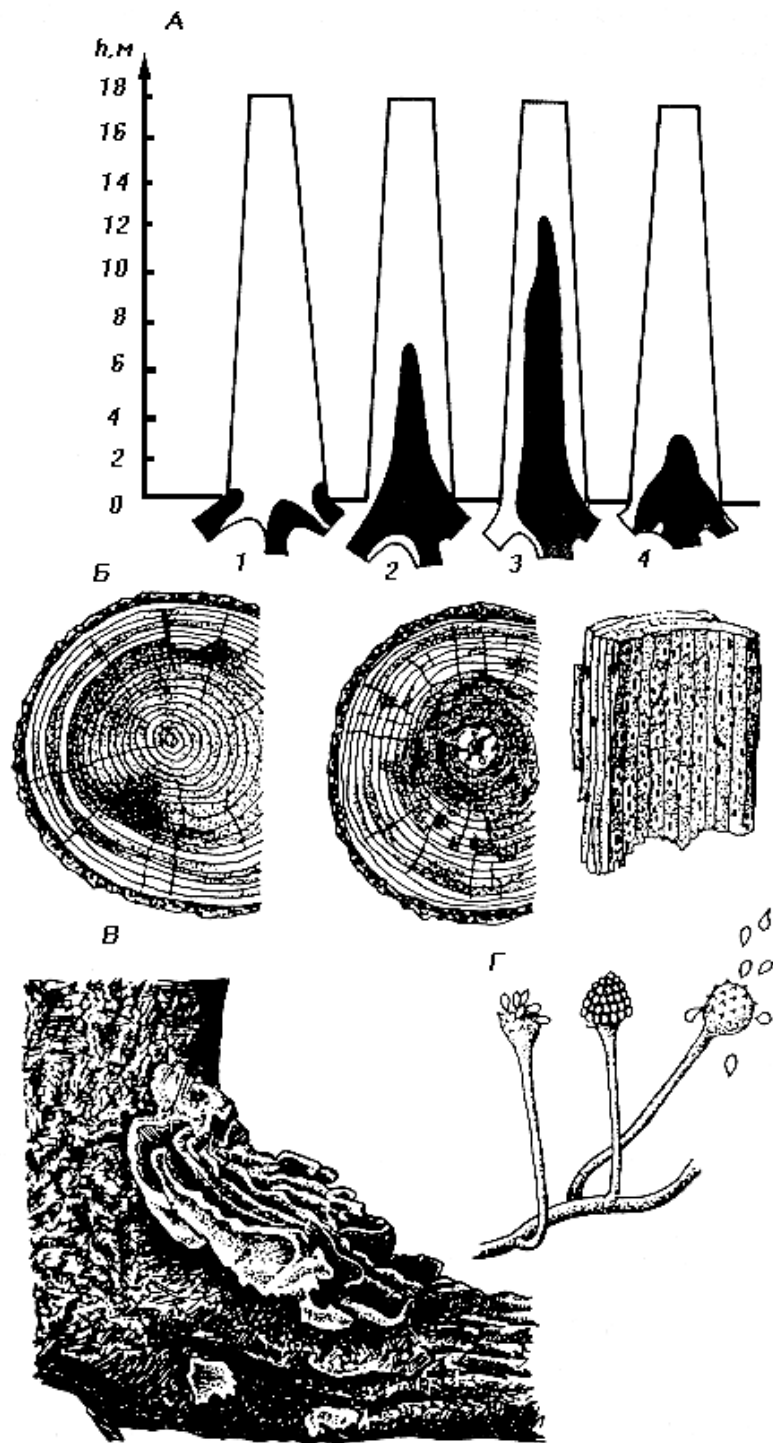


Рис. 73. Пестрая ситовая гниль корней хвойных пород:
 А – степень поражения сосны (1), ели (2), пихты (3) и лиственницы (4); Б – характер поражения древесины на поперечных и продольном разрезах ствола ели; В – плодовые тела на сосне; Г – конидиальное спороношение гриба *H. annosum*

Корневая гниль встречается почти во всех лесорастительных условиях сосновых насаждений, за исключением сосняков лишайниковых и сфагновых. Наибольший хозяйственный вред она причиняет сосновым культурам, произрастающим в условиях свежего бора (А₂) и свежей субори (В₂). Преимущественно поражаются чистые сосновые культуры, произрастающие на бывших сельскохозяйственных угодьях, пустырях и рекультивируемых землях.

Меры защиты. Для защиты сосновых насаждений от пестрой корневой гнили проводят комплекс мероприятий, включающий лесохозяйственные, химические и биологические меры. Они направлены на повышение биологической устойчивости насаждений и вместе с тем предусматривают профилактику заболевания и снижение вредоносной деятельности патогена.

В сосновых культурах I класса возраста, произрастающих на старопахотных землях, осуществляют надзор за своевременным появлением очагов корневой гнили. При проведении рубок ухода в теплое время года, особенно в восприимчивых насаждениях, а также при прорубке технологических коридоров и волоков необходимо осуществлять защитную обработку пней от споровой инфекции патогена химическими или биологическими препаратами. Для этой цели рекомендуется применять 20%-ный водный раствор карбамида (мочевина), 10%-ный водный раствор сульфата аммония или 4%-ный водный раствор буры.

При наличии биологических препаратов (препарата пениофоры гигантской, хиршиопоруса елового, вешенки обыкновенной) возможно их использование для профилактической обработки пней свежесрубленных деревьев. Эти препараты при своевременном их применении обеспечивают надежную защиту сосновых насаждений от поражения корневой губки.

Опасность поражения сосновых культур корневой губкой можно существенно снизить при проведении рубок ухода в осенне-зимний период. В это время возможность заражения пней споровой инфекцией минимальная.

В зараженных насаждениях проводят лесопатологическое обследование с целью установления степени поражения и назначения лесозащитных мероприятий. Выделяют три степени расстроенности насаждений корневой гнилью: слабую, среднюю и сильную.

Слабая степень наблюдается в начальный период развития болезни, когда зараженные, усыхающие и усохшие деревья суммарно составляют не более 10% всех учтенных деревьев и образуют единичные куртины усыхания, площадь которых в целом не превышает 5% площади всего участка.

Средняя степень расстроенности устанавливается тогда, когда больные, усыхающие и усохшие деревья вместе составляют 11–30% и размер (по диаметру) куртин усыхания вместе с прогалинами не превышает двойной средней высоты насаждения, а площадь их составляет 6–20% площади выдела.

Сильная степень расстроенности определяется, если количество зараженных, усыхающих и усохших деревьев превышает 30%, а размер (по диаметру) куртин усыхания значительно больше двойной высоты насаждения, площадь их более 20% площади выдела.

Основным оздоровительным мероприятием в зараженных корневой губкой сосновых культурах служат санитарные рубки разной интенсивности. Они в основном направлены на снижение численности стволовых вредителей и в меньшей степени влияют на развитие корневой губки в зараженных насаждениях, так как инфекция патогена остается в пнях и корнях вырубленных деревьев.

Выборочные санитарные рубки, согласно действующей инструкции, назначаются в сосновых насаждениях со слабой и средней степенью расстроенности корневой гнилью. В рубку намечаются деревья III–VI категорий состояния. Кроме того, в очагах усыхания удаляются все ветровальные и снеголомные деревья. Время проведения выборочных санитарных рубок следует устанавливать с учетом фенологии развития преобладающих видов стволовых вредителей. Во всех случаях вырубка деревьев должна быть закончена до вылета жуков из заселенных деревьев.

Сильно расстроенные насаждения, в которых деревья III–VI категорий суммарно составляют более 30%, отводятся в сплошную санитарную рубку. При лесовосстановлении на вырубках с высоким инфекционным фоном следует выращивать только устойчивые лиственные породы. Генерация лиственных насаждений очищает участок от инфекции корневой губки. Также следует избегать выращивания чистых сосновых культур на старопахотных землях. Предпочтение следует отдавать созданию смешанных насаждений с участием лиственных пород. Древесные породы подбирают с учетом их устойчивости к кор-

невой гнили, плодородия почвы, особенностей развития корневых систем и характера влияния на среду произрастания. Участие сосны в составе смешанных культур не должно превышать 30%. По возможности следует создавать культуры с более широкими междурядьями. В междурядья рекомендуется высаживать кустарники, задерживающие распространение патогена: аморфу кустарниковую, жимолость обыкновенную, спирею калинолистную, бузину красную, иргу колосистую и др.

В настоящее время общепризнанно, что значительный успех защиты сосновых культур от корневой губки может быть получен при проведении комплекса лесокультурных, лесохозяйственных и биологических мероприятий, направленных, с одной стороны, на улучшение условий выращивания и повышение устойчивости фитоценозов, с другой стороны, на ограничение распространения и снижение агрессивности возбудителя корневой гнили сосны.

Пестрая ямчато-волокнуистая комлевая гниль ели вызывается еловой корневой губкой – *Heterobasidion parviporum* Niemela & Korhonen (Европейская интерстерильная группа – S). Она поражает преимущественно ель. Комлевая гниль, вызываемая этим грибом, встречается повсеместно и причиняет существенный вред насаждениям как естественного, так и искусственного происхождения. Гриб проникает в ствол через один или несколько корней. Поэтому наиболее развитая гниль обнаруживается в комлевой части ствола. Средняя скорость распространения гнили может достигать 30 см в год. Нередко она распространяется в стволе на высоту до 8–10 м (рис. 73). Между внешней границей развитой гнили и здоровой древесиной часто образуется реакционная зона шириной до 1–2 см. Она имеет оливково-бурую или светло-зеленую окраску.

В пораженной древесине вначале появляются черные точки или короткие полоски. Впоследствии образуются белые пятнышки, представляющие слабо разрушенную целлюлозу. В конечной стадии пораженная древесина становится мягкой, волокнуистой, с продолговатыми эллиптическими белыми пятнами и хорошо заметными черными мелкими полосками.

Плодовые тела (базидиомы) образуются в комлевой части ствола, на корнях, в дуплах пней, чаще они скрыты мхами или подстилкой. По форме и размеру сильно варьируют. Наиболее часто встречаются

плодовые тела диаметром 2–15 см и толщиной 2–3 см. Они могут быть полностью распростерты по субстрату, но обычно имеют отогнутый край или вид полураспростертой шляпки. Цвет верхней стороны шляпки серовато-красно-бурый, край светлоокрашен в растущем состоянии. Нижний трубчатый слой (гименофор) почти белый или слегка желтый, поры более узкие, чем у сосновой корневой губки.

Гриб распространяется не только мицелием от корня к корню, но также базидиоспорами и конидиями. Споры прорастают на поперечных срезах свежих пней после рубки. Мицелий может прорасти в корнях через пену и заражать рядом растущие здоровые деревья через контакты корней. Такое заражение встречается на участках, где грибная инфекция отсутствовала.

Распространение комлевой гнили ели наблюдается в широком диапазоне лесорастительных условий. Наибольшая пораженность отмечена в кисличных и крапивных типах леса. При этом на суглинистых почвах интенсивность поражения ельников примерно в 1,5–2 раза выше, чем на супесчаных при одинаковых прочих условиях. Установлено, что в чистых еловых культурах развитие комлевой гнили происходит более интенсивно, чем в ельниках естественного происхождения того же возраста. С повышением возраста пораженность ельников комлевой гнилью возрастает. Распространение гнили в стволах наиболее интенсивно происходит в возрасте 60–80 лет. Выход деловой древесины из зараженных деревьев снижается на 20–30%. При интенсивном развитии гнили в стволах образуется дупло протяженностью до 1,5–2 м. На пораженность ели комлевой гнилью существенное влияние оказывают проводимые лесохозяйственные мероприятия, вызывающие механические повреждения стволов и корней растущих деревьев. В сильно пораженном еловом древостое со временем прирост гнили может превышать естественный прирост древесины.

Длительный скрытый характер развития комлевой гнили у ели затрудняет своевременное выявление заболевания и проведение лесозащитных мероприятий. Оценка состояния зараженных комлевой гнилью ельников осуществляется по следующей шкале. *Слабая степень* расстроенности ельников наблюдается, когда зараженные деревья составляют не более 20% от общего их количества на участке, *средняя* – если таких деревьев от 21 до 40% и *сильная* – если их более 40%. Санитарно-оздоровительные мероприятия в зараженных насаждениях проводятся с учетом степени их расстроенности корневой гнилью.

Меры защиты включают следующие мероприятия.

1. Систематический контроль за состоянием еловых насаждений, своевременное выявление очагов комлевой гнили и наблюдение за их развитием.

2. Защита растущих деревьев от механических повреждений при проведении различных лесохозяйственных работ, в особенности с применением лесозаготовительной техники.

3. Своевременное проведение выборочных и сплошных санитарных рубок в зараженных насаждениях в зависимости от степени их расстройств комлевой гнилью. В насаждениях со слабой и средней степенью расстройства назначают выборочные санитарные рубки с вырубкой сильно ослабленных, усыхающих и усохших деревьев (IV, V и VI категории состояния деревьев). Насаждения, расстроенные в сильной степени, отводят под сплошную или частично сплошную санитарную рубку.

4. На вырубках после сплошных санитарных рубок рекомендуется лесовосстановление проводить с участием менее восприимчивых к комлевой гнили древесных пород, предпочтительнее на раскорчеванной площади.

5. При проведении рубок ухода рекомендуется поддерживать оптимальный состав и полноту насаждения. Пни свежесрубленных деревьев следует обрабатывать химическими и биологическими препаратами. Перечень этих препаратов приведен при описании пестрой ямчатой гнили сосны (см. 303).

Белая заболонная гниль корней хвойных и лиственных пород может вызываться грибами из рода *Armillaria*. До конца XX века возбудителем этой гнили считался один полиморфный вид под названием *Armillaria mellea* (Fr.) Karst. (опенок осенний). Однако в последнее время этот вид рассматривают как группу близких между собой видов, различающихся по приуроченности к субстрату, патогенности, морфологии и другим признакам. Во всем мире выделено около 40 видов. По исследованиям В.Б. Звягинцева (2003), в условиях Беларуси на древесных и кустарниковых породах встречается 4 вида. Из них в качестве основных возбудителей белой заболонной гнили корней хвойных и лиственных пород являются 2 вида: *Armillaria ostoyae* и *A. borealis*.

Опенок осенний сначала поражает корни, от которых он распространяется в нижнюю часть ствола. На корнях хвойных пород в месте

его внедрения наблюдается смолотечение, живица пропитывает древесину и кору. Затем вследствие отмирания живых элементов коры и заболони начинается процесс разрушения древесины. Заболонная древесина приобретает светло-бурый оттенок и издает характерный запах скипидара (особенно при поражении сосны). В дальнейшем она становится светло-желтой и в ней обнаруживаются микросклероции гриба в виде тонких извилистых темно-бурых линий. На последней стадии гниения древесина разрушается по коррозионному типу, становится белой, рыхлой, легко разделяется на волокна. При длительном развитии гниль из корней поднимается в ствол на высоту до 4 м и более. Скорость ее распространения зависит от возраста и общего состояния дерева. Молодые деревья в возрасте до 10 лет отмирают в течение 1–3 лет. Продолжительность развития гнили на взрослых деревьях может достигать 10 и более лет.

Характерным признаком поражения деревьев опенком осенним является образование на корнях и нижней части ствола подкоровой грибницы, ризоморф и плодовых тел. Подкоровая грибница сначала имеет вид тонких пленок, стелющихся между корой и древесиной. Вскоре они утолщаются и в виде веерообразных пленок покрывают значительную часть корней. При этом часть пленок со временем превращается в шнуровидные ризоморфы, которые на поперечном сечении могут быть округлые, сильно ветвящиеся или удлиненно-овальные. Первые обычно развиваются на поверхности корней или лесной подстилке и способны переходить с одного дерева на другое. Вторые располагаются под корой деревьев и имеют вид красновато-бурых ветвящихся шнуров, со временем темнеющих.

На наружных ризоморфах образуются многочисленные плодовые тела. Они часто формируются на пнях, у корневой шейки или на поверхностных корнях сухостойных либо сильно ослабленных деревьев, а также на стволах усохших деревьев на высоте 2 м и выше. Плодовые тела обычно располагаются группами (по 10 плодоносцев и более) и представляют собой мясистые шляпки, сидящие на центральной ножке (рис. 74).

Ткань плодового тела мягкая, рыхлая, с приятным запахом. Время образования плодовых тел зависит от погодных условий, чаще они формируются в сентябре–октябре. Шляпки вначале бывают округлые, с небольшим бугорком в центре, затем они уплощаются, Сверху шляпки медово-желтые, рыжевато-бурые со светло-косматыми

чешуйками. Диаметр их изменяется в пределах от 2 до 10 см, толщина же не превышает 1–2 см. На нижней стороне шляпок формируется пластинчатый гименофор, состоящий из многочисленных радиально расположенных тонких пластинок. Они вначале закрыты тонким покрывалом, но к моменту созревания спор покрывало разрывается. Пластины сначала белого цвета, затем светло-бурые, иногда покрыты ржавыми пятнами. Ножка плодового тела цилиндрическая, длиной 10–12 см, с пленчатым кольцом, книзу темнеющая, несколько утолщенная.

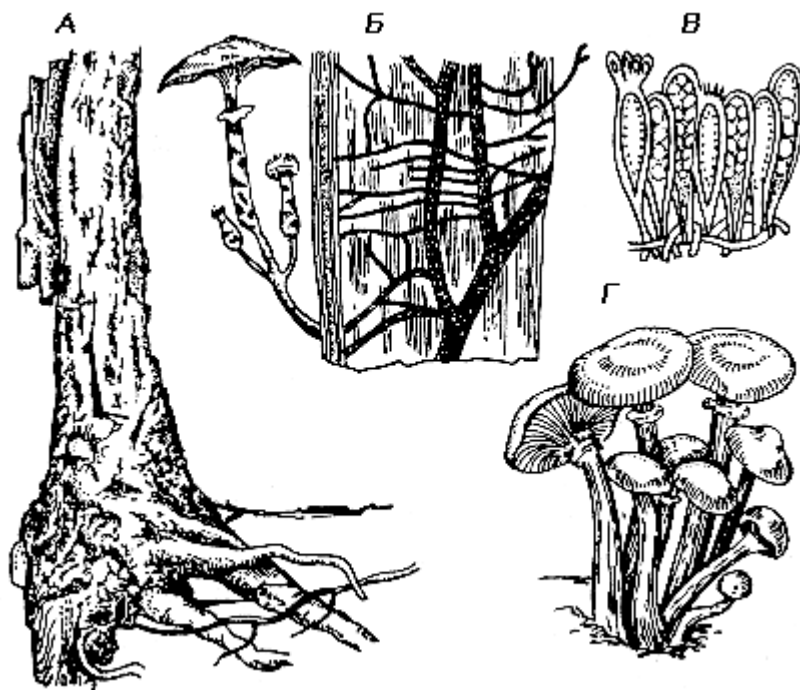


Рис. 74. Белая заболонная гниль корней хвойных и лиственных пород: А – пораженное дерево; Б – ризоморфы гриба *Arm. ostoyae*; В – базидии с базидиоспорами; Г – плодовые тела гриба *Arm. ostoyae*

В гименофоре образуются многочисленные эллипсоидальные бесцветные с гладкой оболочкой споры. Они освобождаются из плодового тела и оседают под плодоносцами и вокруг них в виде белого налета.

Значительный вред опенок осенний причиняет молодым культурам, созданным на свежих нераскорчеванных вырубках, а также насаждениям, ослабленным в результате воздействия неблагоприятных факторов.

Меры защиты. Для профилактики белой заболонной гнили создают смешанные насаждения из древесных пород, более устойчивых к опенку осеннему. Подбор их проводят с учетом климатических и почвенно-грунтовых условий произрастания. В насаждениях своевременно осуществляют рубки ухода и другие мероприятия по повышению их продуктивности и устойчивости. Эффективными лесохозяйственными мероприятиями по предупреждению распространения опенка во вновь создаваемых насаждениях являются корчевка пней и удаление корней после рубки деревьев. Такие мероприятия прежде всего проводятся на участках с высоким инфекционным фоном (гни вырубленных деревьев более чем на 50% поражены грибом).

В молодых культурах хвойных пород производится локализация возникающих очагов усыхания путем удаления усохших и зараженных деревьев вместе с корнями и подавления грибной инфекции на старых пнях, оставшихся после главной рубки древостоя (их обрабатывают 10%-ным раствором марганцево-кислого калия, топсином-М или фундазолом – 50 г/м² почвы). В случае поражения ценных культур при очаговом усыхании деревьев крупные очаги рекомендуется окапывать канавами шириной 0,4–0,5 м, глубиной не менее 0,5 м.

В приспевающих и спелых хвойных насаждениях проводят санитарные рубки. Интенсивность их зависит от степени пораженности насаждения корневой гнилью. При слабой степени поражения (количество зараженных деревьев не превышает 10%) проводят выборочные санитарные рубки – вырубает все зараженные деревья, а пни, оставшиеся после рубки, обрабатывают биопрепаратами.

В насаждениях со средней степенью поражения (зараженные, усыхающие и усохшие деревья составляют 11–40% общего количества) проводят группово-выборочные санитарные рубки – вырубает деревья вокруг очагов усыхания на полосе шириной в 5–6 м (в ней в основном располагаются ослабленные и скрыто зараженные деревья). При отборе деревьев в рубку необходимо исключать лиственные породы, обладающие более высокой устойчивостью к опенку осеннему по сравнению с хвойными. В межочаговой части насаждения выбирают только сухостойные и сильно ослабленные деревья. Санитарные рубки желательно проводить в холодный период года.

В насаждениях с зараженностью свыше 40% назначают сплошную санитарную рубку, корчевку пней, вычесывание крупных корней, а затем готовят почву к посадке лесных культур.

Биологическая защита насаждений осуществляется путем профилактики заселения пней свежесрубленных деревьев опенком осенним. С этой целью их обрабатывают биопрепаратами. Наиболее перспективными антагонистами для профилактики заселения пней хвойных пород видами опенка осеннего являются *Coniophora puteana*, *Phlebiopsis gigantea* и *Pleurotus ostreatus*. Они быстро заселяют древесину пней и корней, предотвращая тем самым заселение их опенком осенним. Вследствие этого в насаждении снижается инфекционный фон и вероятность нового заражения деревьев становится минимальной.

В лесопарках и зеленых насаждениях проводят лечебные мероприятия – подсушку и обрезку зараженных корней, кольцевание скелетных корней и др.

Бурая трещиноватая комлевая гниль хвойных пород (рис. 75) вызывается трутовым грибом *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. (трутовик Швейнитца, или войлочно-бурый трутовик). Встречается он преимущественно на хвойных (сосна, ель, лиственница), реже на лиственных (дуб, лещина, черешня) деревьях. Заражение происходит через корни базидиоспорами, а также грибницей при контакте корней зараженных деревьев со здоровыми.

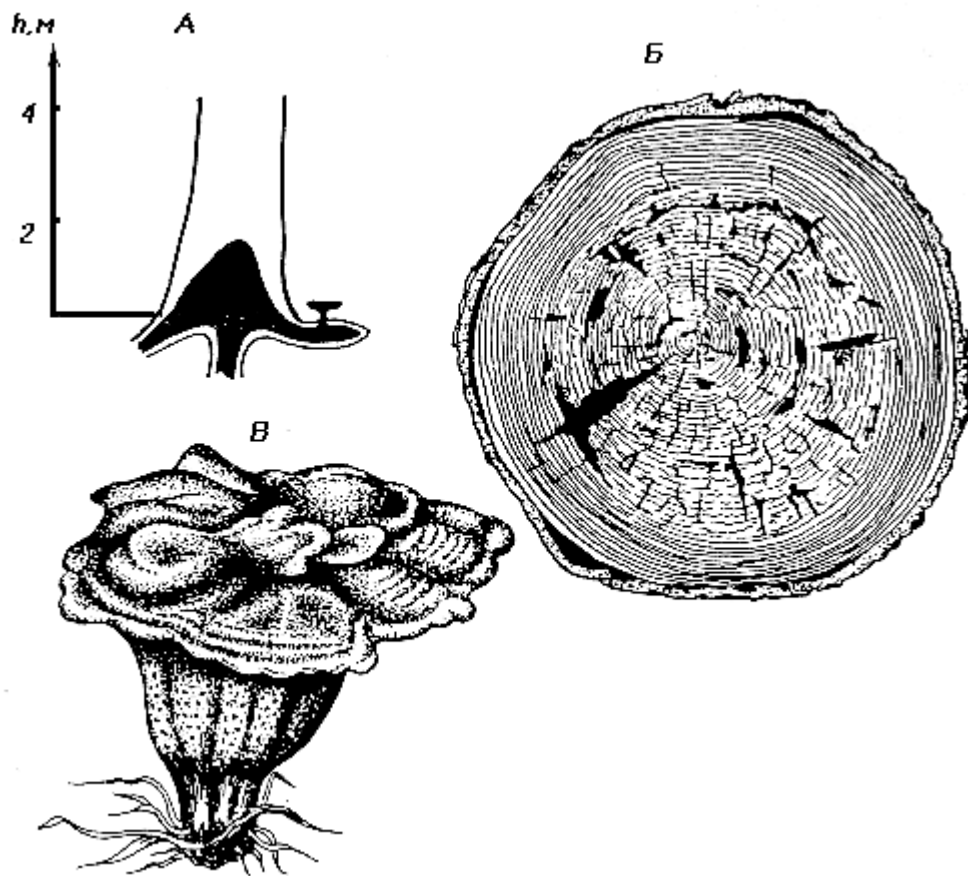


Рис. 75. Бурая трещиноватая гниль хвойных пород:
 А – степень поражения ствола; Б – поперечный разрез пораженного ствола;
 В – плодовое тело гриба *Ph. schweinitzii*

Пораженная древесина вначале приобретает буровато-красный или буровато-фиолетовый оттенок, а затем буреет. В продольном направлении и по радиусу ствола в древесине появляются мелкие трещины. Свежераспиленная пораженная древесина издает запах скипидара.

В конечной стадии гниения древесина приобретает темно-бурый оттенок, делается трухлявой, распадается на призматические кусочки. В ее трещинах часто располагаются желтовато-бурые пленки мицелия гриба. В середине лета у основания ствола или на поверхностных корнях, прикрытых слоем почвы, образуются базидиомы гриба. Они однолетние, воронковидные или в форме плоской шляпки на ножке (изредка без ножки – клубневидные). Сверху шляпка вначале войлочная или слегка щетинистая, затем голая, бугорчатая, оливково- или ржаво-

желтая, желто-бурая или каштановая, по краю заострена. Ткань плодового тела волокнистая, желтовато-оранжевая или буровато-ржавая. На нижней стороне шляпки располагается трубчатый гименофор. Трубочки длиной до 5–7 мм, с крупными отверстиями. В них образуются продолговато-эллипсоидальные бесцветные или слегка окрашенные в оливково-желтый цвет споры. Гниль из корней распространяется в нижнюю часть ствола, где образуется комлевая бурая трещиноватая гниль. Она поднимается по стволу в среднем до 3 м. В Беларуси чаще поражает спелые и перестойные древостои хвойных пород.

Пестрая ямчатая ядровая комлевая гниль хвойных пород вызывается грибом *Onnia triqueter* (Lentz.: Fr.) Imaz. [syn. *Polystictus circinatus* var. *triqueter* Bres.]. Русское название гриба – комлевой еловый трутовик. Поражает преимущественно ель и сосну.

Заражение осуществляется через механические повреждения нижней части ствола или корней. Вначале древесина приобретает желтовато-бурую окраску. В дальнейшем в ней появляются небольшие светло-коричневые овальные пятнышки, хорошо видимые на продольном разрезе. Пятна со временем превращаются в пустоты, где впоследствии формируется беловатая грибница и находятся остатки неразложившейся целлюлозы. Эти пустоты нередко окаймлены тонкими черными линиями. В конечной стадии гниения пораженная древесина растрескивается. В трещинах, располагающихся по годичным слоям, образуются тонкие темноокрашенные ветвящиеся шнуры. Гниль обычно располагается в нижней части ствола на протяжении до 2–4 м. Она выходит также на его периферию (особенно в местах формирования плодовых тел), поражая заболонь и лубяную часть коры. В этих местах часто наблюдается сильное смолотечение.

Плодовые тела гриба однолетние, в виде тонких плоских шляпок с острым краем, иногда на короткой ножке. Образуются они преимущественно на высоте 0,5–1 м, к субстрату прикрепляются боковой стороной, располагаются поодиночке или группами. Изредка формируются прямо на земле у основания дерева (в этом случае у них хорошо выражена ножка). Верхняя сторона шляпки вначале рыжеватая, затем желто-коричневая или коричнево-буроватая, грубо- либо мягко-войлочная. Ткань плодового тела на продольном разрезе состоит из 2 слоев: мягкого и сравнительно жесткого, разделяющихся тонкой темной линией. На нижней стороне шляпки располагается гименофор, состоящий из коротких ржаво-бурых трубочек. Отверстия их вначале

округлые, небольшие, затем расширяются и достигают в диаметре 1–1,5 мм. Края их со временем зазубриваются. В трубочках образуются округлые базидиоспоры.

Пестрая комлевая гниль встречается преимущественно в перестойных чистых еловых и смешанных насаждениях. При сильном развитии она проникает в корни дерева и вызывает тем самым их ослабление и ветровальность.

Мелкотрещиноватая бурая комлевая ядровая гниль ели и пихты вызывается грибом *Climacocystis borealis* (Fr.) Kotl. et Pouzar [syn. *Abortiporus boreales* (Fr.) Singer]. Русское название гриба – северный трутовик. Он поражает преимущественно ель и пихту, значительно реже поселяется на других хвойных (сосне, лиственнице, кедре).

Заражение происходит чаще всего через механические повреждения нижней части ствола либо поверхностных корней. Грибница, образующаяся при прорастании спор, проникает в центральную часть ствола и вызывает ее загнивание. При ее развитии древесина вначале приобретает буровато-желтый цвет и на поперечном разрезе имеет вид буроватоокрашенных пятен, располагающихся в центральной части ствола. В дальнейшем в основном в ранних зонах годичных слоев появляются многочисленные поперечные мелкие трещины, заполненные пленками белой грибницы. В конечной стадии гниения древесина становится ломкой и распадается на мелкие призматические кусочки. Мелкотрещиноватая гниль, как правило, начинается в комлевой части дерева и постепенно распространяется вверх, обычно на высоту до 2–3 м.

Плодовые тела гриба образуются во второй половине лета. Они однолетние, подушковидные, с заостренными краями, располагаются черепитчатыми группами у основания ствола. Верхняя сторона их неровная, волосисто-войлочная или щетинистая, белая либо слегка буроватая. Ткань плодового тела белая, состоит из двух слоев: верхнего узкого (1–4 мм), губчатого, слабо заметного и нижнего – более широкого (5–6 мм), вначале шелковисто-волокнистого, затем кожистого либо деревянистого. На нижней стороне плодового тела располагается гименофор, состоящий из трубочек длиной от 3 до 10 мм. Отверстия их чаще угловатые, иногда радиально удлиненные или слегка извилистые. В трубочках образуются бесцветные яйцевидные либо эллипсоидальные базидиоспоры.

Мелкотрещиноватая бурая гниль встречается в спелых и перестойных еловых или пихтовых древостоях, произрастающих в умеренной климатической зоне. Ее можно встретить на пнях и валежной древесине.

Светло-желтая ядрово-заболонная гниль хвойных вызывается грибом *Ischnoderma benzoinum* (Wahlenb.: Fr.) P. Karst. (смолистый трутовик). Он заселяет растущие деревья сосны, пихты и лиственницы (чаще – в спелых и перестойных древостоях), а также сухостойные и валежные деревья указанных пород.

Заражение происходит через различные повреждения ствола. Грибница проникает в заболонную древесину и вызывает ее загнивание. В начале гниения древесина буреет, затем в ней появляются белые полосы и пятна сильно разрушенной ткани. Там формируются скопления темно-бурой грибницы и тонких извилистых линий, пропитанных смолой. Постепенно гниль охватывает значительную часть поперечного сечения ствола. В конечной стадии древесина становится рыхлой, мягкой, легко расщепляется по годичным слоям.

Светло-желтая гниль располагается преимущественно в нижней части ствола на протяжении 2–4 м. В этих местах образуются плодовые тела гриба в виде плоских шляпок с тонким краем. Они формируются одиночно или черепитчатыми группами. Верхняя сторона их вначале темно-коричневая, затем почти черная, с радиальными морщинками. Ткань шляпки сначала беловатая, мягкая, позже – светло-коричневая, деревянистая с запахом ванили. На нижней стороне плодового тела располагается трубчатый гименофор. Трубочки длиной 4–8 мм, коричневые. Отверстия их округлые диаметром 0,25–0,5 мм. В трубочках формируются цилиндрические базидиоспоры.

Светло-желтая ядрово-заболонная гниль хвойных пород распространена в лесах Урала, Сибири. В Беларуси встречается редко.

Белая волокнистая корневая гниль дуба вызывается грибом *Inonotus dryadeus* (Pers.: Fr.) Murr. Русское название его – дубравный трутовик. Он поражает преимущественно дуб, значительно – бук, каштан, пихту кавказскую. Заражение происходит базидиоспорами через механические повреждения корней, иногда грибницей при контакте корней здорового дерева с зараженным. В начальной стадии развития гнили в периферических слоях скелетных корней появляются красновато-бурые сильно увлажненные участки. Затем в пораженной

древесине возникают желтовато-белые полосы, которые постепенно расширяются. В конечной стадии гниения древесина приобретает светло-желтую окраску, а при высыхании становится губчатой, очень легкой, ее можно без особых усилий разделить на отдельные волокна. Гниль распространяется по всему сечению скелетных корней, достигает основания ствола, где образуются плодовые тела, иногда располагающиеся группами. Они однолетние, довольно крупные, плоские или подушковидные, сверху желтовато-серые, бархатистые, неровные, волнистые, нередко покрыты каплями желтовато-бурой жидкости, при высыхании – темно-коричневые. Край их толстый закругленный. Ткань плодового тела буровато-ржавая, с шелковистым блеском, в сухом состоянии ломкая, радиально волокнистая (рис. 76).

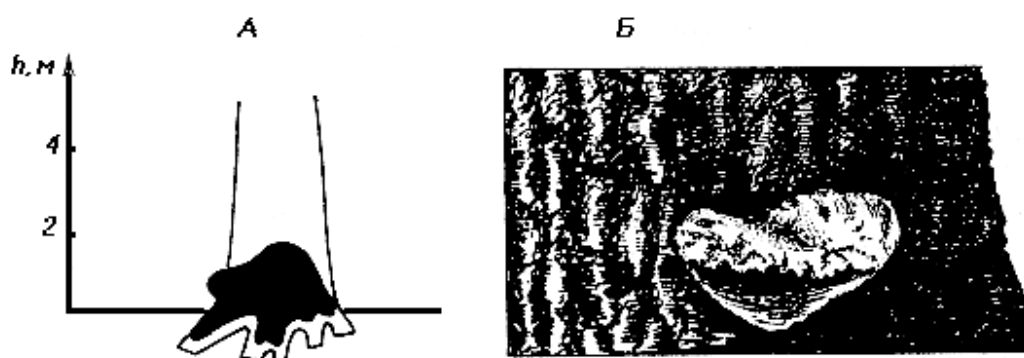


Рис. 76. Белая волкнистая корневая гниль дуба:

А – степень поражения ствола; Б – плодовое тело гриба *I. dryadeus*

На нижней стороне плодового тела располагается трубчатый гименофор. Трубочки удлиненные, более темные, чем ткань плодового тела. Отверстия их вначале округлые, затем угловатые. На поверхности гименофора образуются округлые гладкие соломенно-желтые базидиоспоры.

Белая волокнистая корневая гниль чаще встречается в спелых и перестойных дубравах. Она преимущественно развивается на ослабленных и угнетенных деревьях. Зараженные деревья нередко подвергаются ветровалу или отмирают.

Темно-бурая комлевая трещиноватая ядровая гниль дуба вызывается грибом *Daedalea quercina* Fr. (дубовая губка). Она встречается на дубе, буке и других лиственных породах. Заражение происходит через различные механические повреждения ствола и корней. Деревья порослевого происхождения могут заражаться не только спорами, но и грибницей, развившейся на материнских пнях. Она проникает

в ядровую древесину и вызывает ее загнивание. При этом вначале окрашивание центральной части ствола происходит со стороны проникновения грибницы в дерево. Она приобретает серовато-коричневый цвет. Затем процесс гниения охватывает все ядро, в пораженной древесине появляются радиальные трещины, располагающиеся по сердцевинным лучам. В них формируются серовато-желтые замшевые пленки грибницы. В конечной стадии гниения древесина становится темно-бурой, распадается на пластинки или призмочки. По внешнему виду она похожа на гниль, вызываемую серно-желтым трутовиком.

В местах заражения на стволе образуются плодовые тела. Они многолетние, в виде плоских шляпок, прикрепляющихся к субстрату боковой стороной. Шляпки утолщены у основания, имеют острый или слегка закругленный край, иногда располагаются черепитчатыми группами. Верхняя сторона их неровная, шероховатая, серовато-коричневая, пробковая. На нижней стороне располагается гименофор в виде извилистых ходов (дедалевидный) (рис. 77).

На нем формируются гладкие бесцветные эллипсоидальные базидиоспоры.

Темно-бурая гниль обычно располагается в нижней части ствола на протяжении до 3 м, в отдельных случаях несколько выше. Ее также можно встретить на пнях, валеже и заготовленной древесине. Она распространена преимущественно в спелых и перестойных дубравах порослевого происхождения.

Комлевая ядровая бурая призматическая гниль дуба вызывается грибом *Fistulina hepatica* Fr. (печеночница обыкновенная). Встречается на дубе и каштане съедобном.

Заражение происходит через механические повреждения ствола и корней. Деревья порослевого происхождения могут заражаться не только базидиоспорами, но и грибницей, развивающейся на материнских пнях. Гниль обычно сосредотачивается в комлевой части ствола, но иногда поднимается на высоту до 4 м. Она поражает ядровую древесину, которая в начале гниения становится шоколадно-коричневой и приобретает красивую текстуру. Со временем древесина окрашивается в красновато-бурый цвет и распадается на призмочки. При длительном развитии гнили в комлевой части ствола образуется дупло.

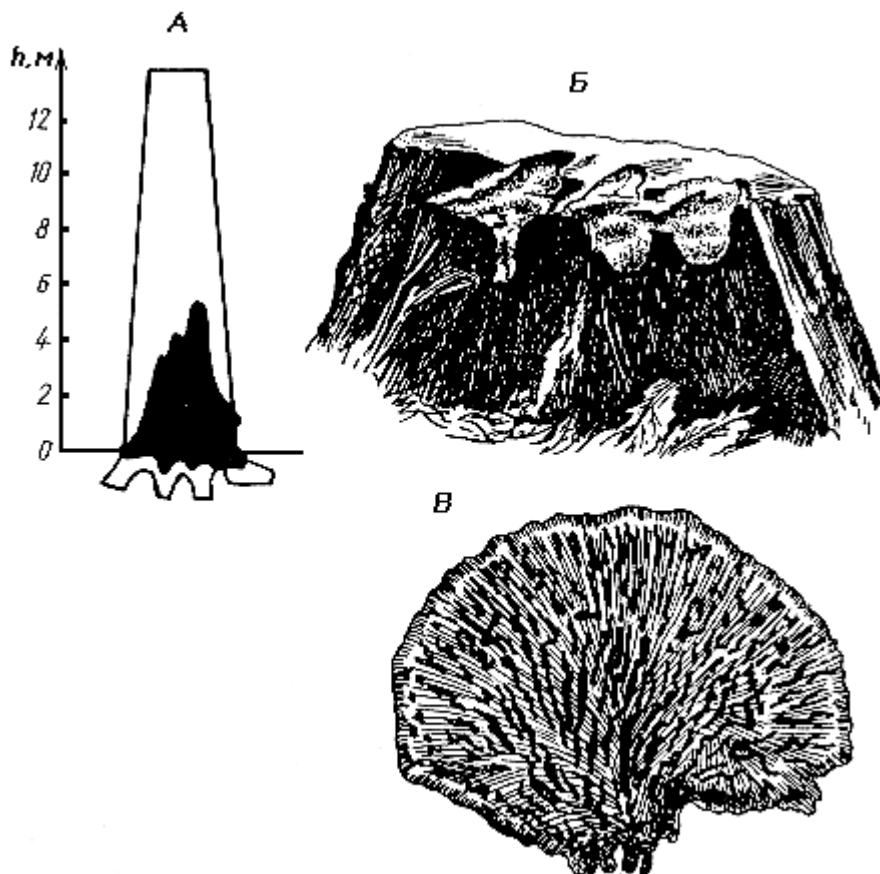


Рис. 77. Темно-бурая комлевая ядровая гниль дуба:
 А – степень поражения ствола; Б – плодовые тела гриба *D. quercina*;
 В – гименофор плодового тела

Через несколько лет после заражения на дереве образуются однолетние плодовые тела в виде плоских округлых шляпок, сидящих на коротких ножках (рис. 78).

В молодости они мясистые, в старости плотные, грубоволокнистые. Верхняя сторона их сначала оранжево- или кроваво-красная, затем темно-бурая (цвета печени). Ткань шляпки сочная, пропитана красноватым соком, на разрезе имеет рисунок мрамора вследствие радиально расположенных светлых прожилок. На нижней стороне шляпки образуется трубчатый гименофор. Длина трубочек 10–15 мм. Отверстия их округлые или угловатые диаметром 0,4–0,6 мм. Соседние трубочки не срастаются между собой. В них формируются гладкие бледно-желтые яйцевидные базидиоспоры.

Бурая гниль распространена преимущественно в спелых и перестойных дубравах, также может встречаться на пнях и срубленной древесине.

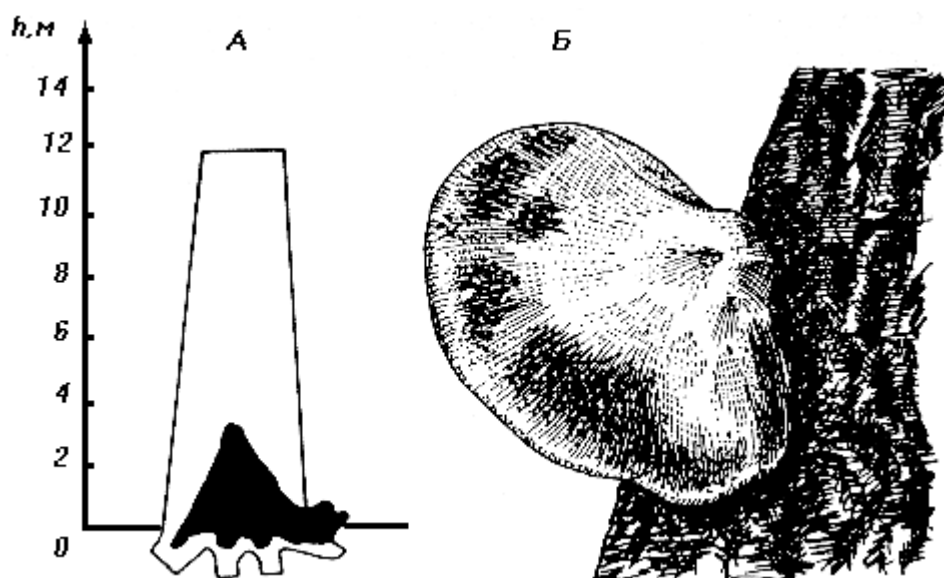


Рис. 78. Бурая призматическая комлевая ядровая гниль дуба:
А – степень поражения ствола; Б – плодовое тело гриба *F. hepatica*

Белая ядрово-заболонная комлевая гниль лиственных пород вызывается грибом *Ganoderma lipsiense* (Batsch.) G.F.Atk. [syn. *G. applanatum* (Pers.) Pat.]. Русское название гриба – плоский трутовик. Он поселяется на ослабленных деревьях березы, осины, дуба, бука, ивы и других лиственных пород, изредка – на хвойных, а также на пнях, валяже и сухостое.

Заражение происходит через повреждения нижней части ствола и поверхностных корней. Грибница из корней проникает в центральную часть ствола и вызывает ее загнивание. При этом пораженная древесина становится более светлоокрашенной. В дальнейшем в ней появляются многочисленные мелкие углубления, заполненные грибницей, и тонкие черные линии. Такая древесина становится мягкой, легкой, губчато-волокнутой и принимает беловато-кремовую либо светло-желтую окраску. При интенсивном развитии гриб проникает в периферические слои древесины и вызывает образование ядрово-заболонной гнили.

В нижней части пораженного дерева формируются многочисленные плодовые тела гриба (рис. 79).

Они имеют вид плоских деревянисто-пробковых шляпок, достигающих в поперечнике 20 см и более. Верхняя сторона их неровная, волнистая, покрыта концентрическими бороздками и твердой тонкой коркой, иногда налетом спор шоколадного цвета. Шляпка серовато- или темно-коричневая, матовая, с более светлым притупленным краем. Ткань ее плотной войлочной, бледно-буроватая или коричнево-бурая, нередко с белыми линиями и прожилками. На нижней стороне шляпки располагается трубчатый слоистый гименофор. В начале летнего сезона он белый (при дотрагивании окрашивается в темно-бурый цвет), к концу летнего сезона буреет. Трубочки длиной 5–10 мм того же цвета, что и ткань базидиомы, или темнее. Отверстия их мелкие округлые диаметром 0,15–0,25 мм. В трубочках формируются темно-бурые либо яйцевидные базидиоспоры.



Рис. 79. Белая ядрово-заболонная стволовая гниль лиственных пород:
А – степень поражения ствола; Б – плодовые тела гриба *G. lipsiense*

Белая ядрово-заболонная гниль лиственных пород поражает комлевую часть ствола на протяжении нескольких метров, часто начинается с корней.

10.2. Стволовые гнили хвойных пород

Стволовые гнили древесных пород отличаются большим разнообразием видового состава дереворазрушающих грибов, характера разрушения древесины и других признаков. Они в основном располагаются в средней и нижней частях ствола и чаще имеют форму сигары. Протяженность их варьирует в широких пределах. При интенсивном развитии на одном стволе может возникать несколько самостоятельных очагов гнили, расположенных на разной высоте дерева. Они

со временем нередко сливаются между собой и занимают значительный объем ствола.

Большинство стволовых гнилей относится к типу ядровых, не оказывающих большого влияния на ростовые процессы и состояние зараженных деревьев. Они причиняют в основном технический вред, заключающийся в снижении выхода и качества промышленных сортиментов. Однако при длительном развитии на одном дереве гниль начинает разрушать заболонную древесину. В этом случае у зараженных деревьев наблюдается снижение ростовых процессов, они теряют устойчивость и подвергаются бурелому.

Заражение деревьев чаще всего происходит через различные повреждения ствола, ведущие к отмиранию его отдельных участков. Стволовые гнили встречаются на хвойных и лиственных породах. Преимущественное развитие они получили в приспевающих и спелых древостоях.

Пестрая ядровая гниль сосны вызывается грибом *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil. (сосновая губка). Встречается на сосне и других хвойных породах. Поражает деревья в возрасте 40–50 лет и выше. Заражение происходит через места отмерших сучьев или механические повреждения ствола. Грибница через отмершие сучки проникает в ядровую древесину и вызывает ее загнивание.

В начальной стадии гниения древесина становится красновато-бурой. Пораженная древесина сначала располагается в виде отдельных колец или пятен, и постепенно процесс гниения охватывает всю центральную часть ствола. В ней возникают белые продолговатые пятнышки, которые размещаются преимущественно по ранней древесине годовичных слоев. Они хорошо просматриваются на продольном разрезе ствола. Со временем пятнышки превращаются в пустоты и пораженная древесина кажется как бы источенной насекомыми. Она легко разделяется на отдельные волокна.

Гниль чаще располагается в нижней и средней частях ствола на протяжении до 9 м и имеет форму цилиндра, оканчивающегося вверху и внизу коническими выростами (рис. 80).

Процесс гниения нередко сопровождается образованием отлупов и отслоек. Через несколько лет после заражения на стволе появляются плодовые тела гриба. Они многолетние, имеют форму боковых шляпок или копытообразных тел, прикрепленных к стволу. Верхняя сторона их буроватая или темно-бурая, неровная, с узкими концентри-

ческими бороздками и радиальными трещинами. Ткань плодового тела деревянистая, твердая, ржаво-коричневая. На нижней стороне шляпки располагается трубчатый гименофор. Отверстия трубочек вначале округлые, позднее неправильно угловатые или дедалевидные. В трубочках образуются соломенно-желтые либо буроватые яйцевидно-эллипсоидальные споры.

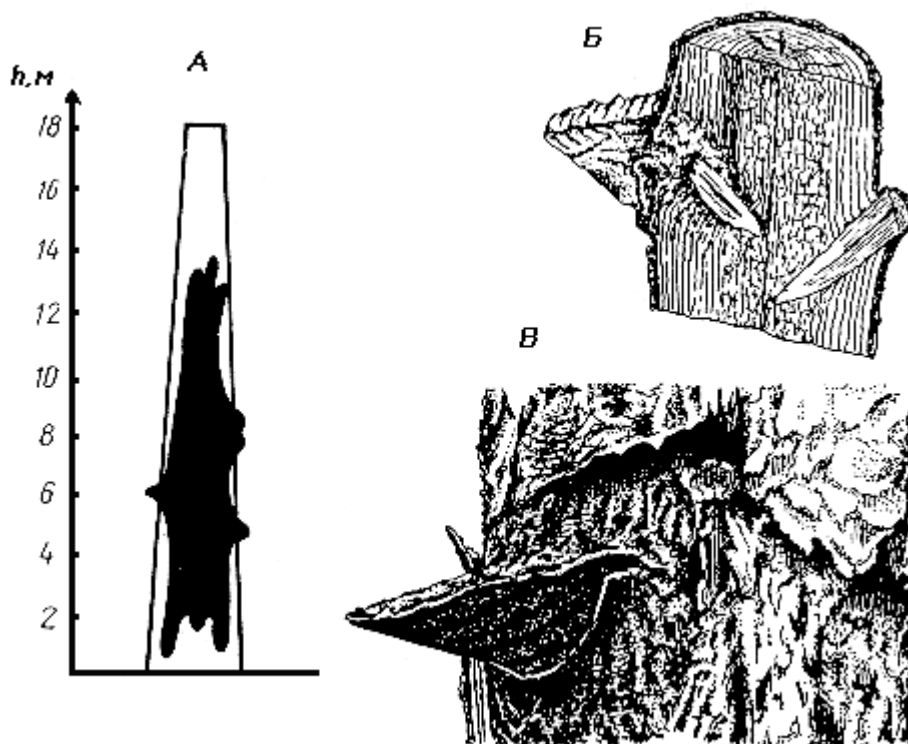


Рис. 80. Пестрая ядровая гниль сосны:

А – степень поражения ствола; Б – продольный разрез пораженного ствола; В – плодовое тело гриба *Ph. pini*

Данный тип гнили широко распространен в наших лесах. Встречается преимущественно в спелых и перестойных древостоях. Зараженность деревьев сосновой губкой зависит от возраста и условий произрастания насаждений. Например, в Беловежской пуце в сосновых насаждениях IV класса возраста количество зараженных деревьев составляет 3,8%, VI класса – 11,2%, а VIII класса – 15,7%. Наиболее часто поражаются деревья среднего диаметра. Согласно сведениям ряда авторов, с ухудшением условий произрастания зараженность деревьев пестрой ядровой гнилью снижается. Пораженная древесина характеризуется пониженными физико-механическими свойствами.

Пестрая ядровая гниль ели вызывается грибом *Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk. (еловая губка). Он поражает разные виды ели, иногда другие хвойные породы (сосну, лиственницу, пихту).

Заражение происходит через места отмерших сучьев, обломанные ветви, реже – через механические повреждения коры. Обычно поражаются деревья в возрасте свыше 40–50 лет. Гриб проникает в спелую древесину ствола и вызывает ее загнивание. Вначале спелая древесина приобретает светло-пурпурный, затем красновато-коричневый оттенок. На торцовом разрезе она проступает в виде пятен с извилистыми темно-табачного цвета краями, а на продольном разрезе – в виде полос. Постепенно процессы гниения охватывают всю центральную часть ствола. В дальнейшем в древесине появляются вытянутые буровато-белые пятна, окруженные темно-коричневыми тонкими извилистыми линиями. В конечной стадии гниения в местах расположения пятен образуются пустоты и древесина становится рыхлой, ноздреватой, легко разделяется на волокна. При длительном развитии гнили в дереве образуется дупло (рис. 81).

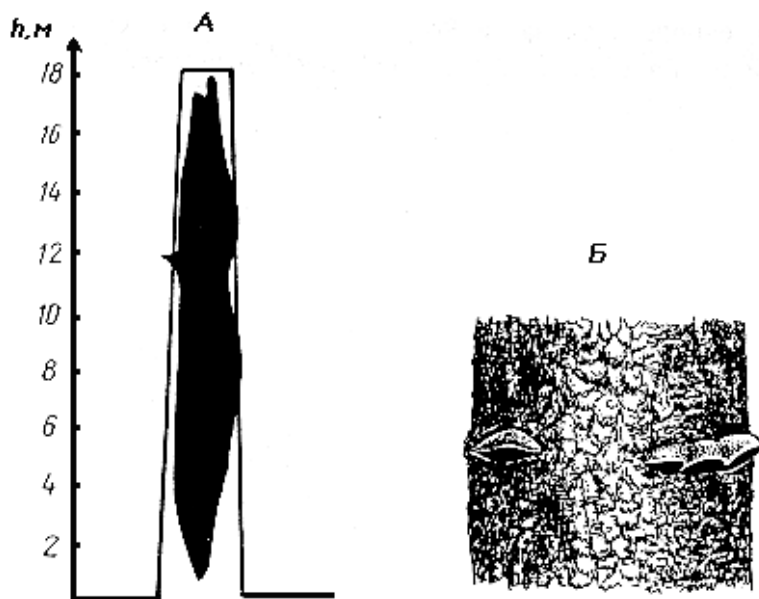


Рис. 81. Пестрая ядровая гниль ели:
А – степень поражения ствола; Б – плодовое тело *Ph. chrysoloma*

Гниль довольно быстро распространяется по стволу, охватывает всю спелую древесину и часто заходит в заболонь. В таком случае неповрежденными остаются лишь несколько наружных годичных слоев.

Гниль поднимается на высоту до 15 м, занимает значительный объем ствола и, как правило, проникает в толстые ветви. На нижней стороне ветвей со временем формируются базидиомы гриба. Внешне они похожи на плодовые тела сосновой губки, но более тонкие и плоские, с заостренным краем, полураспростерты. Верхняя сторона их коричневая или серовато-черная, покрыта концентрическими полосками и радиальными тонкими трещинками. Ткань плодового тела тонкая, ржаво-коричневого цвета. На нижней стороне его располагается трубчатый гименофор. Отверстия трубочек чаще угловатые или дедалевидные. Внутренняя поверхность их покрыта сероватым налетом. В трубочках формируются бледно-желтые яйцевидные базидиоспоры.

Еловая губка встречается в приспевающих и спелых ельниках умеренной климатической зоны.

Бурая призматическая ядровая гниль лиственницы вызывается грибом *Fomitopsis officinalis* (Will.) Bond. et Sing. (лиственничная губка). Он поражает преимущественно лиственницу, реже – другие хвойные (кедр, сосну, пихту).

Заражение происходит через места облома сучьев или через механические повреждения коры. Грибница по отмершим сучьям проникает в центральную часть ствола и вызывает ее загнивание. При развитии гнили ядровая древесина сначала приобретает равномерную светло-бурую окраску, а спустя некоторое время становится красновато-бурой. В конечной стадии гниения она окрашивается в темно-бурый цвет. В ней возникают трещины, располагающиеся в радиальном направлении и по годичным слоям. Со временем они заполняются толстыми плотными пленками грибницы, похожими на замшу.

Пораженная древесина распадается на кубики и призмочки. Последние при растирании превращаются в порошок. Гниль поражает в основном ядровую древесину, при длительном развитии может заходить в заболонь. Она поднимается на высоту до 15 м и выше. У сильно пораженных деревьев иногда появляется суховершинность.

Плодовые тела гриба обычно располагаются в местах отмерших сучьев, сухобочин или морозобойных трещин. Они многолетние и довольно изменчивы по форме, чаще копытообразные или продолговатоподобные с тупыми, закругленными краями (рис. 82).

Верхняя сторона их желтовато- или грязновато-белая, покрыта тонкой трещиноватой коркой. Ткань плодового тела вначале мягкая, белая, горькая на вкус, затем становится кремовой, разрыхляется и

легко крошится. На нижней стороне плодового тела располагается трубчатый гименофор. Трубочки на продольном разрезе неясно слоистые. Отверстия их вначале округлые, затем угловатые. В трубочках формируются гладкие бесцветные эллипсоидальные или яйцевидные базидиоспоры.

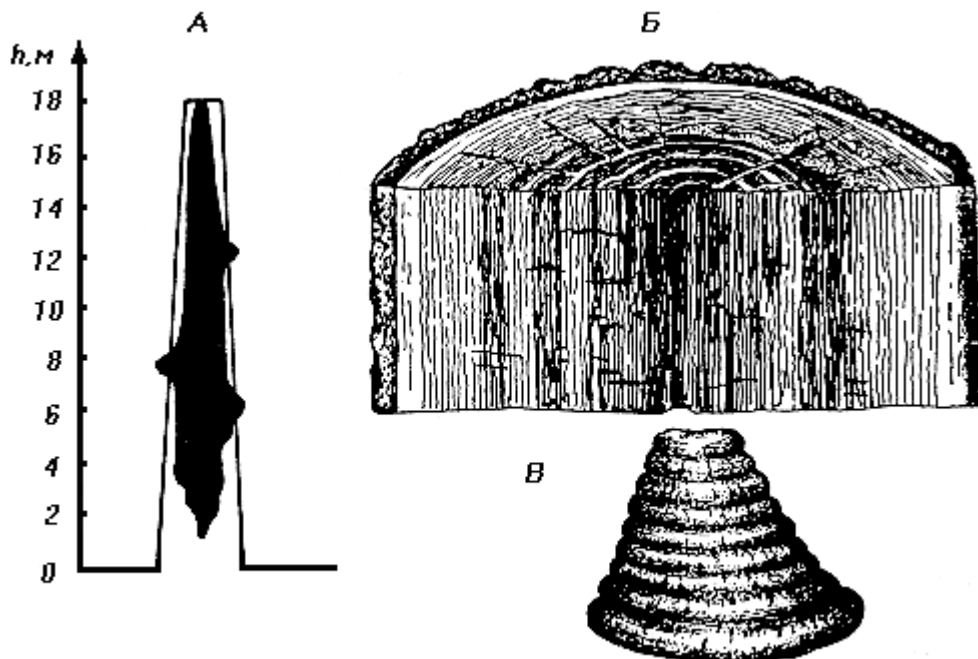


Рис. 82. Бурая ядровая гниль лиственницы:

А – степень поражения ствола; Б – поперечный и продольный разрезы пораженного ствола; В – плодовое тело гриба *F. officinalis*

Бурая ядровая гниль лиственницы встречается главным образом в спелых и перестойных древостоях Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Белая ядровая гниль пихты вызывается грибом *Phellinus hartigii* (Alb. et Sch.) Bond. (трутовик Гартига, или пихтовый трутовик). Встречается на разных видах пихты, реже – на ели и сосне.

Заражение происходит через места отмерших сучьев или механические повреждения коры. Грибница по сучьям проникает в центральную часть ствола и вызывает ее загнивание. В таких случаях происходит формирование ядровой гнили. При наличии механических повреждений (сухобочины, ошмыги и т. п.) гниение древесины начинается в наружных слоях ствола, а затем распространяется в центральной части. В этом случае образуется смешанная ядрово-

заболонная гниль. На стволе в месте развития гнили появляется вдавленность.

Вначале пораженная древесина окрашивается в красновато-бурый цвет. В дальнейшем она становится темно-розовой с белыми пятнами, а в местах формирования плодовых тел – темно-бурой с желтовато-белесоватыми пятнами. В конечной стадии гниения древесина размягчается, по консистенции становится похожа на пробку и приобретает светло-желтую окраску. На границе ее со здоровой древесиной располагаются белые пятна и черные извилистые линии.

В местах поражения формируются многолетние плодовые тела гриба, располагающиеся часто в нижней части ствола с северной стороны. Они желвако- или копытообразные, прочно прикреплены к субстрату. Верхняя сторона их желтовато-коричневая либо буровато-серая, покрыта неясно выраженными концентрическими полосками. Ткань плодового тела деревянистая, ржаво-желтая или желто-коричневая. На нижней стороне базидиомы располагается трубчатый гименофор. Отверстия трубочек округлые или слегка угловатые. В трубочках образуются бесцветные яйцевидные базидиоспоры.

По внешним признакам плодовые тела данного гриба похожи на таковые ложного дубового трутовика. Отличаются лишь более твердой консистенцией, а также наличием между соседними слоями трубочек прокладки из бесплодной ткани.

Белая гниль пихты поражает нижнюю (реже среднюю) часть ствола на протяжении 6–8 м. Она распространена в пихтовых лесах Западной Украины, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Бурая ядрово-заболонная призматическая гниль хвойных и лиственных пород вызывается грибом *Fomitopsis pinicola* (Sw. ex Fr.) Karst. (окаймленный трутовик). Он часто поражает деревья многих хвойных и лиственных пород.

Заражение происходит через различные механические повреждения ствола. Процессы гниения обычно начинаются с периферии ствола и, интенсивно распространяясь к центру, захватывают значительную ее часть.

В начале развития древесина приобретает красно-бурую окраску, хорошо заметную на поперечном разрезе ствола в виде колец или пятен различной формы, располагающихся ближе к его периферии. Впоследствии на красно-буром фоне появляются длинные беловатые штрихи или овальные пятнышки, покрытые красновато-бурыми чер-

точками. В конечной стадии гниения древесина становится бурой. В ней образуются трещины, заполненные беловатыми пленками грибницы. Сильно пораженная древесина распадается на призматические кусочки и легко растирается в порошок. Свежие распилы пораженной древесины имеют резкий неприятный запах.

Через несколько лет после заражения на стволе образуются многолетние плодовые тела гриба. Они обычно крупные, копытообразные или подушковидные, иногда плоские. Верхняя сторона их светло-желтая, рыжеватая или киноварно-красная, покрыта твердой глянцевой коркой. Край плодового тела закругленный, киноварно-красный или оранжевый. Ткань его светло-желтая, пробковато-деревянистая. На нижней стороне плодоносца располагается гименофор, состоящий из трубочек длиной до 1 см. Отверстия их округлые, средней величины (0,2–0,4 мм). В трубочках формируются бесцветные продолговато-эллипсоидальные или яйцевидные споры (рис. 83).



Рис. 83. Бурая ядрово-заболонная гниль хвойных:
А – степень поражения ствола; Б – плодовое тело *F. pinicola*

Бурая гниль встречается повсеместно обычно в спелых или перестойных лесах. Она часто заселяет пни, сухостой, валеж, ослабленные деревья, преимущественно в местах механических повреждений, располагающихся в нижней части ствола. Эта гниль также разрушает древесину хозяйственных построек открытого типа (деревянные мос-

ты, столбы, складские помещения, погреба и т. п.), а также лесоматериалы во время их длительного хранения.

Бурая ямчатая ядровая гниль хвойных вызывается грибом *Pholiota adiposa* Fr. (жирная чешуйчатка). Она поражает чаще ель и пихту, реже – другие хвойные (сосну, лиственницу), а также некоторые лиственные (бук, березу, липу, ольху). Заражение происходит через различные механические повреждения ствола. Грибница проникает в центральную часть ствола. При ее развитии древесина вначале окрашивается в желтоватый цвет, затем в светло-коричневый. Со временем в ней образуются узкие продолговатые углубления в виде каналов, заполненных скоплениями рыжевато-коричневой грибницы. При интенсивном развитии ее в стволе возникает дупло.



Рис. 84. Плодовое тело жирной чешуйчатки (*Ph. adiposa*).

Плодовые тела гриба (рис. 84) образуются в нижней части ствола. Они имеют вид выпуклой округлой шляпки диаметром 4–15 см, сидящей на чешуйчатой клейкой ножке с перепончатым кольцом. Верхняя сторона их золотисто-желтая либо желтовато-коричневая, покрыта темными чешуйками, которые со временем ис-

чезают. Ткань шляпки желтовато-белая, мясистая. На нижней стороне ее формируется гименофор в виде радиально расположенных пластинок. Они вначале желтые, затем буровато-коричневые. На них образуются овальные бурые либо ржавые базидиоспоры.

Бурая ямчатая гниль располагается преимущественно в нижней части ствола на протяжении до 4–5 м. В отдельных случаях она проникает в корни и образует корневую гниль. Часто встречается в спелых и перестойных насаждениях ели и пихты.

Мелкоямчатая пестрая ядровая гниль хвойных вызывается грибом *Stereum abietinum* Fr. (стерееум еловый). Он поражает преимущественно ель и лиственницу, реже – другие хвойные.

Заражение происходит через места облома ветвей или механические повреждения ствола. Грибница проникает в центральную часть

ствола. При ее развитии древесина вначале становится бурой или красновато-коричневой и на поперечном разрезе ствола имеет вид расплывчатых пятен. Они часто окаймлены темноокрашенной зоной шириной до 10–15 мм. По мере развития гниль охватывает почти всю внутреннюю часть ствола и тогда на буром фоне пораженной древесины появляются мелкие продолговатые белые пятнышки с черными точками. Впоследствии на их месте образуются пустоты, имеющие вид тонких извилистых темно-коричневых линий. В конечной стадии гниения древесина разделяется по годичным слоям на пластинки или отдельные волокна.

В стволах обычно формируется типичная мокрая ситовая гниль и вскоре появляется дупло. Наиболее часто гниль располагается в комлевой части ствола и при интенсивном развитии распространяется вверх на 10–15 м.

Плодовые тела гриба обычно образуются в нижней части ствола. Они расплывчатые, часто с отогнутым верхним краем, пробковато-кожистые. Иногда принимают вид капюшонообразных шляпок диаметром 5–10 мм, толщиной 0,5–1 мм. Нередко располагаются черепитчатыми группами. Верхняя сторона шляпок коротковолосистая, слегка войлочная, темно-коричневая с концентрическими зонами. На их нижней стороне располагается слегка бугорчатый пепельно-серый или темно-коричневый гименофор, на котором формируются бесцветные продолговатые базидиоспоры.

Мелкоямчатая гниль встречается преимущественно в спелых и перестойных еловых и лиственничных насаждениях Урала, Сибири, Дальнего Востока.

Бурая раневая ядрово-заболонная гниль ели вызывается грибом *Stereum sanguinolentum* Fr. (стереум кроваво-красный). Он наиболее часто поселяется на стволах ели в местах механических повреждений коры.

Грибница проникает в периферические слои заболони, которая при этом окрашивается в светло-бурый цвет. Поражение постепенно распространяется по стволу с разной скоростью: быстрее – в продольном направлении (протяженностью до 2–4 м) и медленнее – поперек волокон. В дальнейшем в пораженной древесине появляются узкие белые вытянутые вдоль ствола полосы, со временем превращающиеся в пустоты. В конечной стадии гниения древесина остается светло-бурой и легко разделяется на волокна.

В местах заражения ствола образуются плодовые тела гриба в виде шляпок. Они кожистые, распростерто-отогнутые, до 3 см в диаметре. Верхняя сторона приподнимающегося края их волосисто-войлочная, с шелковистым блеском, серая или бледно-коричневая, часто покрыта радиально прижатыми волоскам. Край тонкий, волосисто-морщинистый, светлее, чем ее поверхность. На нижней стороне шляпки располагается гладкий или слегка волнистый гименофор. Он окрашен в кремовый цвет; при дотрагивании становится кроваво-красным. На гименофоре образуются бесцветные, несколько изогнутые, продолговато-эллипсоидальные базидиоспоры.

Бурая раневая гниль встречается преимущественно в еловых насаждениях разного возраста, а также на пнях и валежной древесине.

10.3. Стволовые гнили лиственных пород

На стволах лиственных пород встречаются ядровые гнили, различающиеся характером разрушения древесины. Наиболее распространены в лесах Беларуси следующие ядровые гнили.

Белая полосатая ядровая гниль лиственных вызывается грибом *Phellinus igniarius* (L. ex Fr.) Quel. (ложный трутовик). Он поражает березу, ольху, граб, клен, ясень, иву и другие породы. Ложный трутовик подразделяют на ряд специализированных форм, различающихся своей приуроченностью к определенным древесным породам.

Грибница развивается в центральной части ствола. Пораженная древесина окрашивается в красно- или серовато-бурый цвет и на поперечном разрезе имеет вид пятен различной формы, на продольном – вид полос разной ширины. В начальной стадии гниения (в стадии ложного ядра) древесина окрашивается в более темные тона, но остается достаточно твердой и прочной. В дальнейшем в ней появляются светлые продольные полосы и прочность ее начинает снижаться. Вокруг пораженной древесины располагается так называемое *раневое ядро* в виде зеленовато-бурого или светло-коричневого кольца шириной до 5–8 мм. Со временем в пораженной древесине появляются мелкие скопления грибницы (микросклероции), имеющие вид узких извилистых черных линий или штрихов. В конечной стадии гниения древесина становится светло-желтой, рыхлой, легко разделяется на волокна и крошится.

Белая полосатая гниль обычно располагается в нижней и средней частях ствола (на высоте до 6–10 м). При интенсивном развитии ее в стволе образуется дупло (рис. 85).

Через несколько лет после заражения на стволе формируются плодовые тела различной формы и размеров. Они деревянистые, многолетние (могут достигать 30–50-летнего возраста). Вначале имеют вид округлых желваков, затем становятся копытообразными или консолевидными, реже – полураспростертыми. Сверху они рыжеватобурые, ржаво-коричневые либо светло-серые, матовые или слегка блестящие, часто сильно растрескавшиеся с концентрическими зонами. Край у них притуплен или округлый. Нижняя сторона светлее, с очень мелкими порами. В трубочках образуются бесцветные, почти шаровидные базидиоспоры.

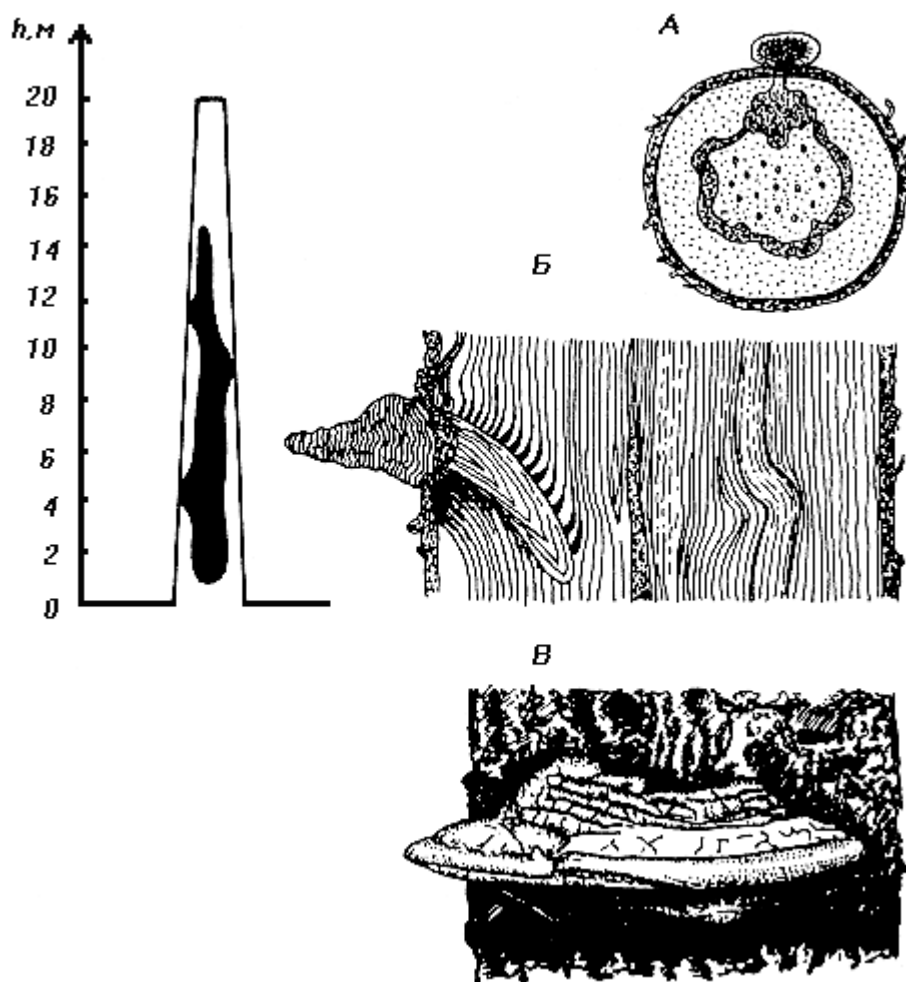


Рис. 85. Белая полосатая ядровая гниль лиственных пород:

А – степень поражения ствола; Б – поперечный и продольный разрезы пораженного ствола; В – плодовое тело *Ph. igniarius*

Восприимчивость деревьев к поражению ядровой гнилью значительно возрастает с увеличением их возраста. Белая полосатая гниль повсеместно встречается в наших лесах, наибольшее распространение имеет в спелых и перестойных насаждениях.

Желтовато-белая полосатая ядровая гниль дуба вызывается грибом *Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. et Galz. (ложный дубовый трутовик). Он поражает преимущественно дуб черешчатый, реже – каштан съедобный и некоторые другие древесные породы. Заражение деревьев происходит через различные повреждения ствола: места облома сучьев, морозобоины, ошмыги и др. Гриб развивается в ядровой древесине. Вначале пораженная древесина приобретает бурю окраску и на поперечном разрезе видна в виде пятен различной формы и величины. В дальнейшем в ней появляются светло-желтые продольные полосы целлюлозы и древесина постепенно становится желтовато-белой. На продольных разрезах пораженной древесины хорошо заметны редко разбросанные скопления грибницы в виде тонких извилистых черных линий. В конечной стадии древесина без особых усилий разделяется на отдельные волокнистые участки (легко растирается пальцами) и вскоре распадается. В результате в стволе образуется дупло.

Желтовато-белая полосатая гниль развивается преимущественно в нижней части ствола на протяжении 3–6 м. Иногда она из ядра проникает в заболонь и вызывает ее отмирание. В этом месте на стволе возникает открытая односторонняя раковая язва, окруженная валиками раневой древесины.

На отмершей древесине формируются многолетние плодовые тела (рис. 86).

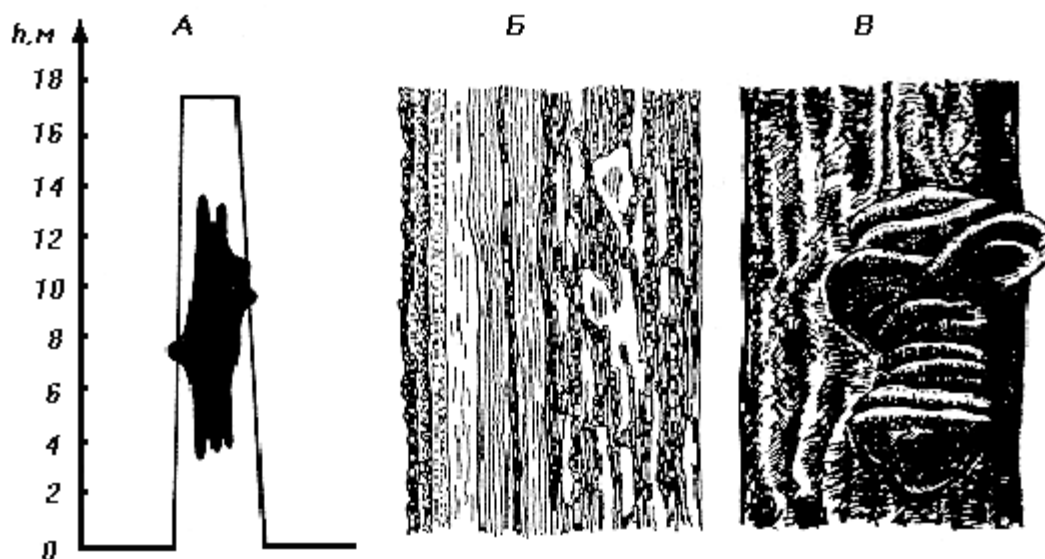


Рис. 86. Белая полосатая ядровая гниль дуба:

А – степень поражения ствола; Б – продольный разрез пораженного ствола; В – плодовое тело гриба *Ph. robustus*

Они твердые, вначале желвакообразные или несколько приплюснутые, затем копытообразные, к субстрату прикрепляются боковой стороной. Сверху они сначала рыжевато-ржавые, позже серо-бурые с широкими concentрическими бороздками и слабо выраженной растрескивающейся корой. Край плодового тела округлый или тупой. Ткань рыжевато-коричневая, при высыхании твердая, деревянистая, шелковисто-волосистая. На нижней стороне плодоносца располагается трубчатый гименофор. Трубочки слоистые, длиной до 2–6 мм. В них образуются бесцветные гладкие почти шаровидные базидиоспоры.

Желтовато-белая полосатая гниль широко распространена в дубравах Беларуси, Украины, европейской части России и является одной из наиболее вредоносных гнилей дуба.

Белая полосатая ядровая гниль осины вызывается грибом *Phellinus tremulae* Bond. et Boriss. (ложный осиновый трутовик). Он поселяется преимущественно на осине, поражает деревья в возрасте свыше 30 лет.

Заражение происходит преимущественно через места отмерших ветвей, реже через механические повреждения. Грибница по отмершему сучку проникает в центральную часть ствола и вызывает загнивание древесины. Вначале древесина окрашивается в желтовато-бурый

или буровато-красный цвет, а в дальнейшем становится желтовато-белой и в ней появляются беспорядочно разбросанные скопления грибницы в виде тонких черных линий. Сильно разрушенная древесина легко разделяется на пластинки или волокна и в свежем состоянии издает запах метилсалицилата. От здоровой древесины она разграничивается кольцом зеленовато-бурого раневого ядра шириной до 1 см, хорошо заметного на свежих распилах ствола. На конечной стадии древесина полностью разрушается и в стволе появляется дупло (рис. 87).

Гниль чаще всего развивается в средней части ствола, в зоне расположения отмерших ветвей, но нередко распространяется почти по всей его длине и даже заходит в ветви.

На месте отмерших ветвей образуются плодовые тела. Они деревянистые, копытообразные, широко распростертые, нередко полураспростертые, сверху ржаво-коричневые или почти черные, со слабо заметными концентрическими бороздками и глубокими продольными трещинами. Край их заостренный или слегка притупленный. Ткань ржаво-коричневая, пробковато-деревянистая. С нижней стороны базидиомы располагается гименофор, состоящий из трубочек. Трубочки слоистые, длиной 1–4 мм, ржаво-коричневые, с возрастом заполняются белой тканью. В трубочках формируются бесцветные почти шаровидные базидиоспоры.

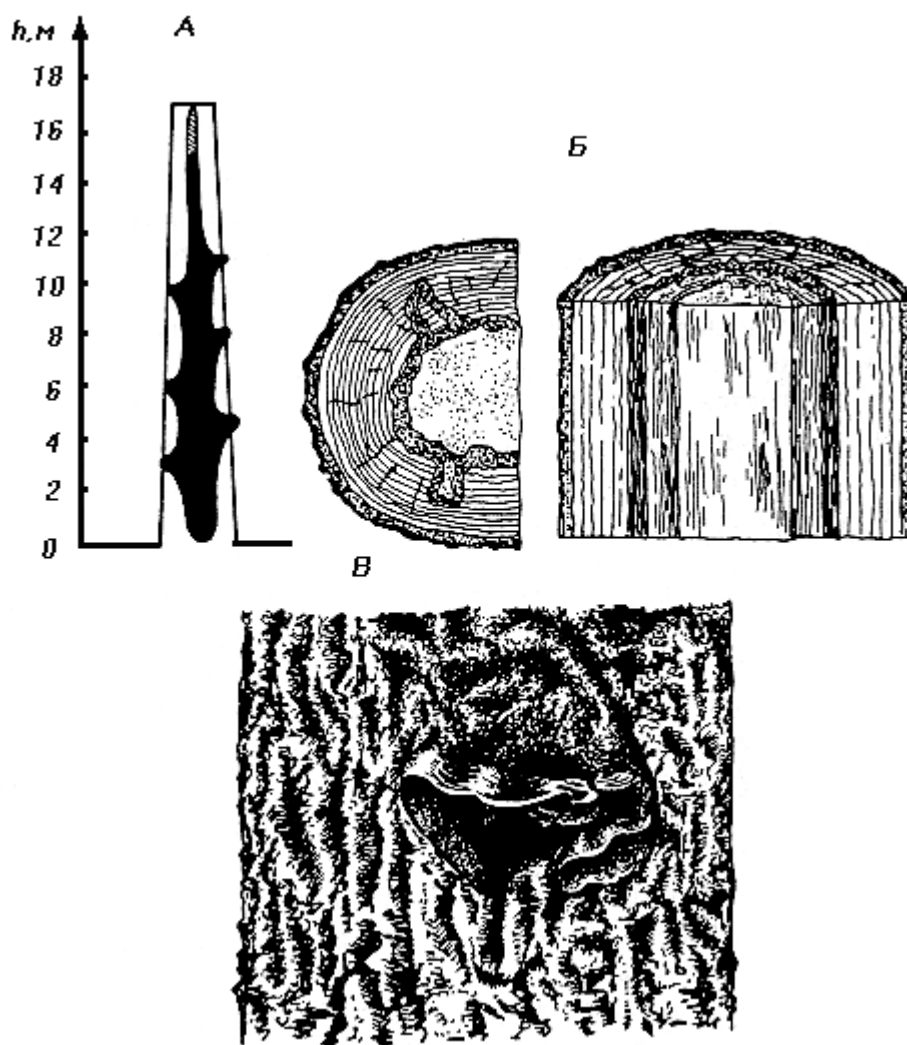


Рис. 87. Белая полосатая ядровая гниль осины:

А – степень поражения ствола; Б – поперечный и продольный разрезы пораженного ствола; В – плодовое тело гриба *Ph. tremulae*

Разные морфологические формы осины проявляют неодинаковую устойчивость к белой полосатой гнили. Зеленокорая осина более устойчива, чем серо- и темнокорая. Имеются данные о более высокой устойчивости деревьев женского пола к ядровой гнили. Однако эти различия в устойчивости деревьев проявляются только до 40-летнего возраста. В более старшем возрасте (VI класс возраста) мужские и женские экземпляры поражаются гнилью в равной степени. При этом чаще страдают деревья средних диаметров.

Белая полосатая гниль осины широко распространена в осино-вых насаждениях и относится к числу наиболее вредоносных стволовых гнилей осины.

Белая мраморная ядрово-заболонная гниль лиственных пород. Ее вызывает гриб *Fomes fomentarius* (Fr.) Kickx. (настоящий трутовик). Он заселяет березу, осину, липу, ясень и другие лиственные породы. Чаще встречается в спелых насаждениях на ослабленных и усыхающих деревьях, а также на заготовленных неокоренных лесоматериалах лиственных пород. Является типичным разрушителем пней, сухостоя и валежных деревьев.

Заражение происходит через обломанные ветви, сухобочины, морозобойные трещины. Разрушение древесины начинается с периферии ствола и довольно быстро распространяется на внутренние участки, вплоть до его сердцевины. Пораженная древесина вначале приобретает серовато- или красновато-бурый цвет. На поперечном разрезе она имеет вид темноокрашенных пятен разной формы и размеров. В дальнейшем в пораженной древесине появляются сначала единичные, затем многочисленные беловатые пятна и полоски. Они постепенно увеличиваются, сливаются по несколько штук и часто отграничиваются хорошо заметными темно-бурыми либо черными извилистыми линиями, представляющими собой микросклероции гриба. Пораженная древесина приобретает характерную текстуру, напоминающую по рисунку мрамор. Поэтому данную гниль часто называют мраморовидной. На последней стадии гниения древесина становится мягкой, легкой, расслаивается по годичным слоям на тонкие пластинки и волокна. В ее трещинах нередко формируются белые кожистые пленки грибницы.

В местах заражения спустя 2–4 года появляются плодовые тела (рис. 88).

Они многолетние, копытообразные, снизу плоские, с широким основанием. Верхняя сторона их в большинстве случаев серая либо темно-серая, гладкая, покрыта твердой, иногда блестящей коркой и концентрическими бороздками. Ткань плодового тела мягкая либо мягко пробковатая, рыжевато-коричневая. На нижней стороне его располагается трубчатый слоистый гименофор. В трубочках образуются гладкие бесцветные продолговато-эллипсоидальные базидиоспоры.

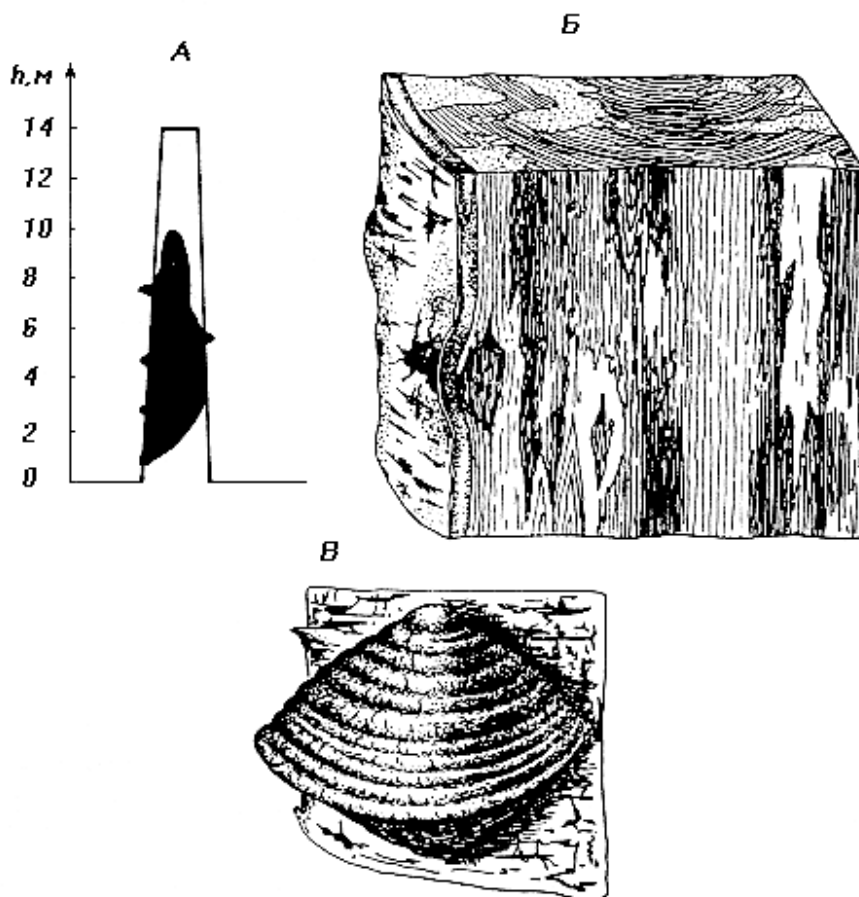


Рис. 88. Белая (мраморовидная) ядрово-заболонная гниль лиственных: А – степень поражения ствола; Б – поперечный и продольный разрезы пораженного ствола; В – плодовое тело *F. fomentarius*

Белая мраморная гниль относится к числу наиболее распространенных гнилей лиственных пород.

Красно-бурая призматическая ядровая гниль дуба. Она вызывается грибом *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Bond. et Sing. (серножелтый трутовик). Он обитает на дубе, реже на других лиственных породах (ясень, ольха, клен, липа, ива и др.), а также на некоторых хвойных (лиственница и тис).

Заражение происходит через морозобойные трещины, обломанные ветви, механические повреждения коры. Грибница проникает в ядровую древесину и вызывает ее загнивание. Пораженная древесина приобретает красновато-розовую окраску, она на поперечном разрезе ствола имеет вид больших пятен, располагающихся в центральной части, а на продольном разрезе – вытянутых красновато-розовых по-

лос с белыми прослойками (скопления грибницы в сосудах ранней древесины). Впоследствии она становится красновато-бурой, в значительной степени теряет прочность и твердость. При сильном разрушении древесина распадается по трещинам, идущим в продольном и поперечном направлениях, на призматические кусочки и легко растирается пальцами в порошкообразную массу. В образовавшихся трещинах формируются желтовато-замшевые пленки грибницы (рис. 89).

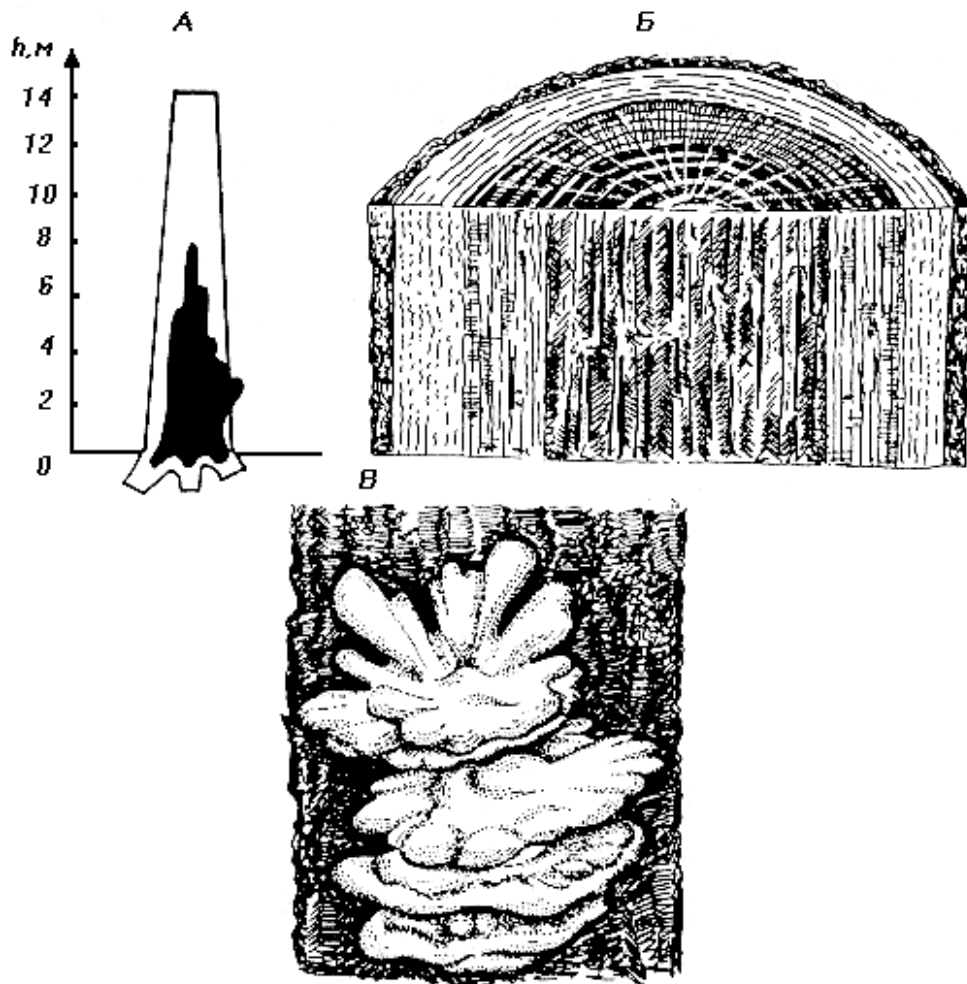


Рис. 89. Красно-бурая призматическая гниль дуба:

А – степень поражения ствола; Б – поперечный и продольный разрезы пораженного ствола; В – плодовое тело гриба *L. sulphureus*

В местах заражения образуются однолетние плодовые тела. Наиболее часто это происходит в июне-июле. В молодости плодовые тела водянисто-мясистые, в дальнейшем становятся пробковыми, при высыхании легкие и ломкие. Форма базидиом – веерообразные шляпки, сидящие на общем основании. К субстрату прикрепляются боко-

вой стороной, часто образуют черепитчатые наслоения. Сверху плодовые тела гладкие, радиально-волнистые либо радиально-морщинистые, вначале оранжевые, затем бледно-желтые с волнистым краем. На нижней стороне плодового тела располагается трубчатый гименофор. Трубочки длиной 1–4 мм, отверстия у них округлые. В них формируются яйцевидные базидиоспоры.

Красно-бурая гниль дуба поражает преимущественно нижнюю и среднюю части ствола. Ее протяженность в среднем составляет 5–8 м, в отдельных случаях до 17 м. Она чаще наблюдается в спелых и перестойных насаждениях дуба, лиственницы и других пород.

Пестрая ядровая гниль дуба. Гниль вызывается грибом *Inonotus dryophilus* (Berk.) Murr. Русское название гриба – дуболюбивый, или дубовый, трутовик. Он поражает в основном деревья дуба.

Заражение происходит в местах обломов ветвей, других механических повреждений коры. Процессы гниения протекают в ядровой древесине. Вначале в пораженной древесине появляются бурые пятна, охватывающие значительную часть ядра. Затем на буром фоне пораженной древесины возникают белые пятнышки или продолговатые полосы, заполненные целлюлозной массой. На конечной стадии гниения древесина пронизывается мелкими пустотами или ячейками, образовавшимися на месте белых пятнышек, и становится рыхлой, пористой.

Пестрая гниль поражает среднюю часть ствола на протяжении 6–8 м, иногда до 12 м (рис. 90).

При интенсивном развитии гнили почти вся ядровая древесина разрушается, сохраняется лишь узкое кольцо заболони.

В местах заражения ствола, обычно в середине лета, формируются однолетние плодовые тела. Они копытообразные, пробковато-мясистые, с несколько более светлым краем по сравнению с остальной частью. Верхняя сторона их желтовато-коричневая, неровная, часто ячеистая, покрыта радиальными трещинками. Ткань ржаво-бурая, волокнистая, у основания темно-бурая, со светло-желтыми прожилками и пятнышками. На нижней стороне плодоносца располагается трубчатый гименофор. Трубочки длиной 0,5–2 см, рыжевато-бурые. Отверстия у них округлые или угловатые. В трубочках образуются гладкие рыжевато-коричневые эллипсоидальные базидиоспоры.

Пестрая ядровая гниль встречается в дубравах Беларуси, Украины, центральной полосе европейской части России, Кавказа. Она поражает деревья дуба в возрасте 40 лет и выше.

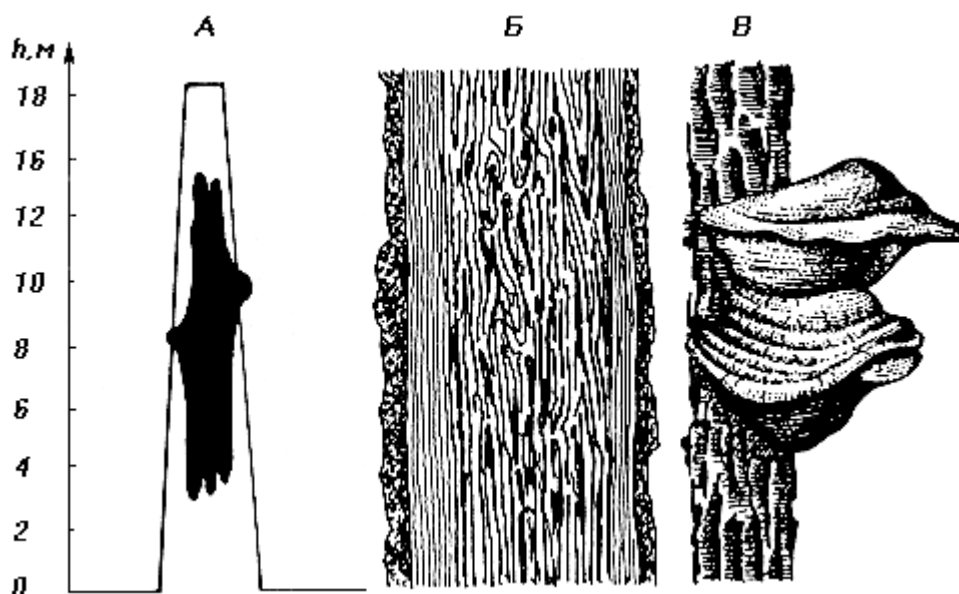


Рис. 90. Пестрая ядровая гниль дуба:

А – степень поражения ствола; Б – продольный разрез пораженного ствола; В – плодовое тело гриба *I. dryophilus*

Желто-белая коррозионно-деструктивная ядровая гниль березы. Ее возбудителем является гриб *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. Русское название гриба – скошенный трутовик. Бесплодная его форма известна под названием чаги. Он обитает чаще всего на березе, реже – на ольхе, ясене, рябине и других древесных породах.

Заражение происходит преимущественно через раны от облома ветвей, морозобойные трещины и другие повреждения ствола. При развитии грибницы древесина центральной части ствола окрашивается в желтовато-коричневый цвет, а затем в ней появляются светло-желтые пятна и полосы. Они постепенно увеличиваются и иногда сливаются друг с другом. При этом пораженная древесина отделяется от здоровой серовато-коричневой каймой. На продольном разрезе в пораженной древесине обнаруживаются скопления рыжевато-бурой грибницы и тонкие черные линии. В конечной стадии гниения древесина становится светло-желтой, рыхлой, легко разделяется на пластинки по годичным слоям. По внешнему виду она похожа на гниль, вызываемую ложным трутовиком.

Желто-белая гниль обычно располагается в нижней и средней частях ствола и имеет протяженность 6–8 м. Плодовые тела гриба формируются на отмерших частях зараженных деревьев, обычно под корой. Они широко распростерты, вначале кожисто-мясистые, при высыхании твердеют и легко разламываются на части. На верхней стороне их располагается трубчатый гименофор. В нем образуются гладкие желтоватые, эллипсоидальные базидиоспоры. Плодовые тела очень быстро разрушаются насекомыми, поэтому их трудно обнаружить.

На пораженных деревьях, кроме плодовых тел, часто формируются бесплодные образования в виде наростов различной формы (рис. 91).

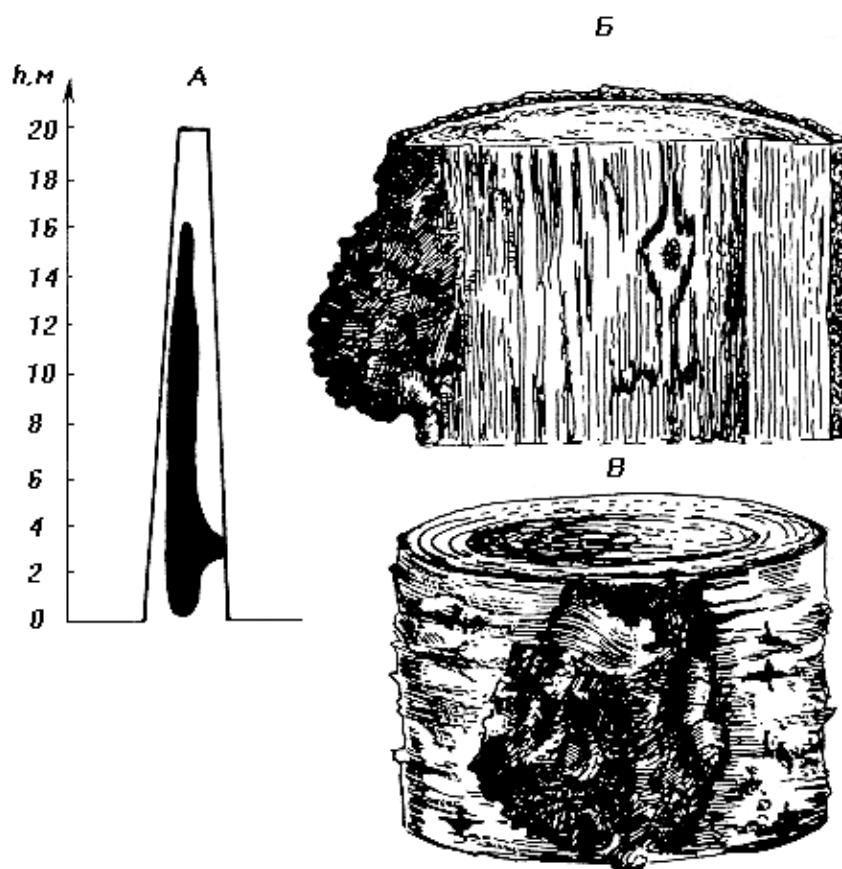


Рис. 91. Желто-белая коррозионно-деструктивная ядровая гниль березы: А – степень поражения ствола; Б – продольный разрез ствола; В – чага на стволе березы

Размеры их варьируют в широких пределах и изредка в поперечнике составляют 40–60 см. Масса таких наростов иногда достигает

10 кг. Сверху они черные, изредка слегка лакированные, сильно потрескавшиеся. Ткань их темно-коричневая, твердая, у основания более мягкая и светлая, с тонкими желтоватыми прожилками. Наросты, образующиеся на березе и называемые чагой, используются в медицине при лечении ряда заболеваний. В связи с этим производится ее заготовка как лекарственного сырья.

Желто-белая ядровая гниль встречается повсеместно в созревающих и спелых листовенных насаждениях. Пораженность деревьев этой гнилью обычно не превышает 2–5%, на отдельных участках – до 10–15%.

Желто-бурая ядрово-заболонная гниль березы. Ее вызывает гриб *Piptoporus betulinus* (Bull. ex Fr.) Rorst. (березовая губка). Он обитает только на березе, преимущественно на валеже, пнях, а также на ослабленных, усыхающих деревьях (рис. 92).

Заражаются деревья через механические повреждения ствола. Гриб вначале вызывает загнивание периферических слоев ствола в виде сплошного или прерывистого кольца. При этом древесина окрашивается в красновато-бурый цвет. На продольном разрезе пораженная древесина имеет вид более темноокрашенных полос различной ширины. Со временем процесс гниения распространяется в центральную часть и вызывает разрушение древесины по всему сечению ствола. В ней появляются продольные и поперечные трещины, где развиваются тонкие беловато-желтые пленки грибницы. В конечной стадии гниения древесина становится желтовато-бурой либо красновато-коричневой и легко растирается в порошкообразную массу.

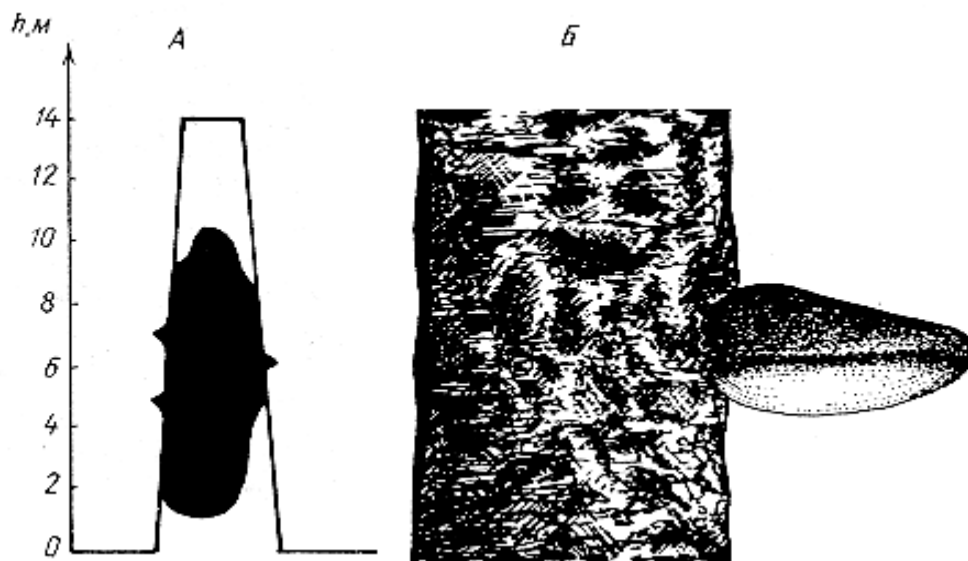


Рис. 92. Желто-бурая ядрово-заболонная гниль березы:
А – степень поражения ствола; Б – плодовое тело гриба *P. betulinus*

На зараженных деревьях, обычно во второй половине лета, формируются однолетние плодовые тела гриба. Они недолговечны и часто осенью разрушаются насекомыми. Плодовые тела имеют вид округлых или плоских шляпок, прикрепленных к субстрату боковой стороной.

Сверху они гладкие, желтоватые или светло-коричневые, покрыты тонкой кожицей. Край их тупой, округлый, ткань белая, в свежем состоянии мягкая, со временем слегка пробковатая. На нижней стороне шляпки располагается трубчатый гименофор. Трубочки длиной 2–8 мм. У старых плодовых тел они легко отделяются от бесплодной ткани. Отверстия их округлые диаметром 0,1–0,3 мм. В трубочках образуются бесцветные слегка согнутые цилиндрические базидиоспоры.

Желто-бурая гниль березы встречается повсеместно в лесах Беларуси, где произрастает данная порода.

Желтовато-белая пластинчатая ядровая гниль клена. Ее вызывает гриб *Oxyporus populinus* (Fr.) Donk. (кленовый трутовик). Он, кроме клена, иногда поражает березу, тополь, липу, вяз и другие лиственные породы. Заражение происходит через места отмерших ветвей, морозобойные трещины и другие повреждения ствола.

Гриб проникает в центральную часть ствола и вызывает загнивание древесины. Вначале пораженная часть ствола приобретает буровато-зеленоватый оттенок (стадия ложного ядра). Такая древесина

имеет красивую текстуру, отграничивается узкой темно-зеленой полоской и по прочности незначительно отличается от неповрежденной.

В дальнейшем пораженная древесина становится более светлой, желтовато-коричневой, в ней появляются беловатые пятна и тонкие многочисленные трещины, направленные вдоль сердцевинных лучей. В конечной стадии гниения она становится желтовато-белой, ломкой и разделяется на пластинки по сердцевинным лучам.

Желтовато-белая гниль локализуется в нижней и средней частях ствола на протяжении 5–7 м (рис. 93). При интенсивном развитии она охватывает почти весь ствол и часто заходит в толстые ветви. Иногда в стволе образует дупло.

В местах заражения формируются многолетние плодовые тела в виде прикрепленных боковой стороной маленьких шляпок, располагающихся черепитчатыми группами, реже одиночно (в этом случае могут иметь копытообразную или распростертую форму). Они в свежем состоянии мясисто-пробковые, насыщены влагой, при высыхании же становятся пробковато-деревянистыми. Верхняя сторона их опушенная или голая, белая либо охряно-белая. Со временем она зарастает мхом или водорослями. Край шляпки слегка утонченный и загнут книзу. Ткань белая или желтовато-буроватая, пробковато-деревянистая, на разломе радиально-волокнистая. На нижней стороне шляпки располагается трубчатый гименофор. Трубочки тонкостенные, слоистые, длиной 1–4 мм, несколько темнее окружающей ткани. Отверстия их округлые или округло-угловатые, диаметром 0,1–0,2 мм. Базидиоспоры бесцветные шаровидные или округло-яйцевидные.

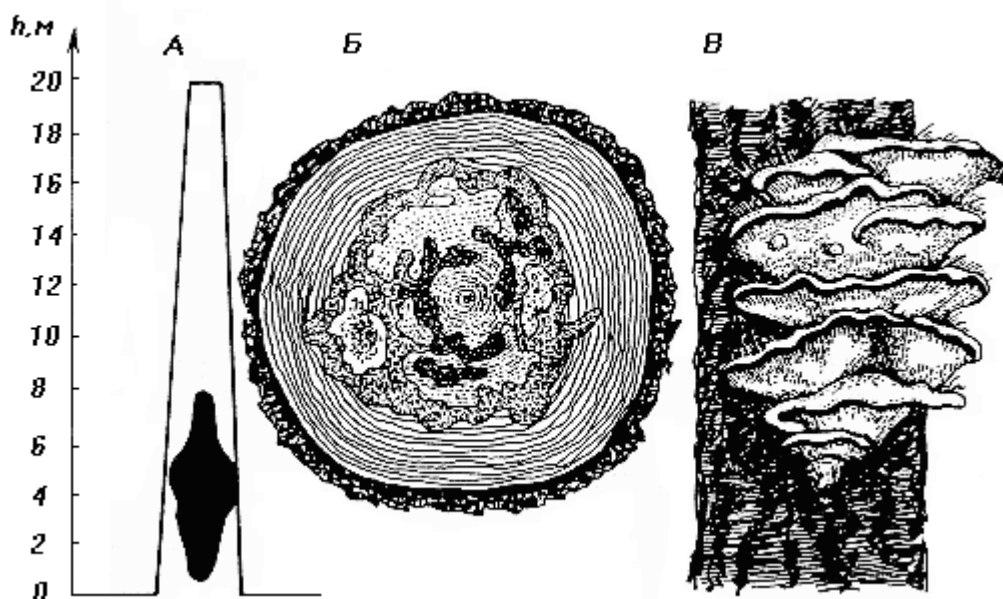


Рис. 93. Желтовато-белая пластинчатая ядровая гниль клена: А – степень поражения ствола; Б – поперечный разрез пораженного ствола; В – плодовое тело *Ox. populinus*

Желтовато-белая гниль встречается преимущественно в перестойных смешанных лиственных древостоях, а также в парках и скверах на деревьях клена.

Белая трещиноватая ядровая гниль лиственных пород вызывается грибом *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr. (чушуйчатый трутовик). Он поражает ясень, вяз, тополь, липу, березу, иву и другие лиственные породы. Встречается преимущественно на деревьях с различными механическими повреждениями в спелых древостоях, а также в лесопарках, в посадках вдоль дорог. Может также развиваться на пнях, валежной древесине, неокоренных круглых лесоматериалах.

Гриб проникает в центральную часть ствола и вызывает ее загнивание. В начале пораженная древесина приобретает темно-бурый оттенок и имеет вид пятен или полуколец различной локализации (чаще с поврежденной стороны ствола). Затем процессы гниения охватывают всю центральную часть и здесь появляются участки разрушенной древесины в виде светлых продольных полос. Со временем пораженная древесина приобретает белую окраску. В конечной стадии в ней возникают многочисленные мелкие трещины, располагающиеся в продольном и поперечном направлениях. В них скапливается белая

грибница. Пораженная древесина становится мелкоячеистой, что хорошо заметно под лупой. Она распадается на пластинки и кубики и легко растирается на волоконца.

На зараженном дереве образуются однолетние плодовые тела гриба (рис. 94).

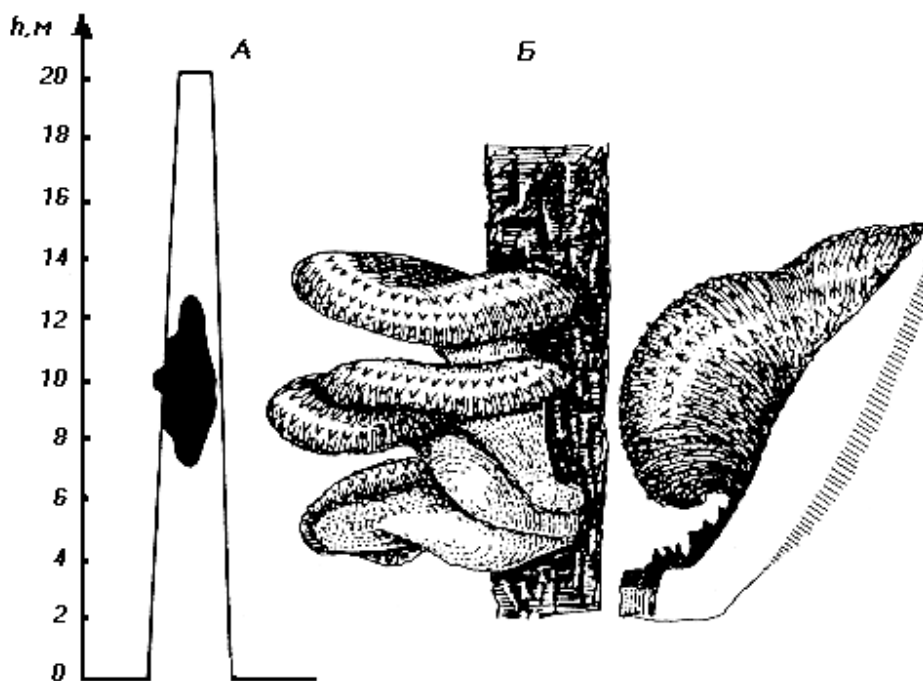


Рис. 94. Белая трещиноватая ядровая гниль лиственных пород:
А – степень поражения ствола; Б – плодовые тела гриба *P. squamosus*

Они имеют вид округлых или веерообразных шляпок, сидящих на боковой либо эксцентрической ножке. Ножка обычно короткая, плотная, светло-кремовая, у основания утолщена. Плодовые тела чаще всего собраны по несколько штук, реже растут поодиночке. Они, как правило, больших размеров (до 10-15 см в диаметре). Верхняя сторона кремовая, покрыта крупными бурыми чешуйками, располагающимися концентрическими рядами. Край шляпки более или менее тонкий, нередко загнут внутрь. Ткань белая, в молодости мясистая, сочная, затем пробковатая, ломкая, с приятным мучным запахом. На нижней стороне шляпки располагается трубчатый гименофор. Трубочки белые, длиной от 2 до 10 мм. Отверстия их угловатые, большие (1–2 мм в диаметре). Базидиоспоры бесцветные продолговато-эллипсоидальные.

Белая трещиноватая гниль чаще всего развивается в нижней и средней частях ствола, иногда заходит в корни. Протяженность ее в стволе в среднем достигает 5–6 м.

Крупномчатая ядрово-заболонная гниль дуба. Ее вызывает гриб *Stereum frustulosum* Fr. (раздробленный, или мелкоплитчатый, трутовик).

Он чаще поселяется на дубе. Заражение деревьев происходит в местах отмирания крупных ветвей. Гриб проникает в ствол и вызывает загнивание древесины. В начальной стадии гниения в древесине появляются темно-шоколадные пятна либо широкие концентрические полосы. В дальнейшем в них образуются белые продолговатые пятна, которые со временем превращаются в глубокие пустоты в виде ямочек или ячеек. В результате пораженная древесина как бы источена насекомыми. При интенсивном развитии гниль охватывает все сечение ствола (рис. 95).

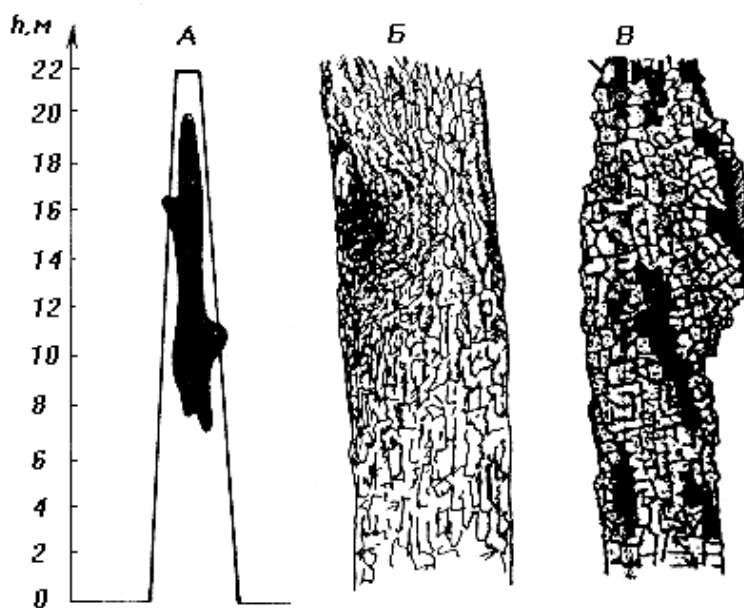


Рис. 95. Крупномчатая ядрово-заболонная гниль дуба:

А – степень поражения ствола; Б – продольный разрез пораженной древесины; В – плодовые тела *St. frustulosum*

Она располагается в средней части ствола в области отмерших ветвей и имеет протяженность от 4 до 6 м. На отмерших ветвях и на стволе образуются многолетние плодовые тела в виде мелких подушечек.

Они вначале располагаются изолированно друг от друга, со временем сливаются и превращаются в плоскую пластинку. Она растрескивается на более или менее равные по величине подушечки различной формы. Верхняя сторона подушечки гладкая, бледно-ореховая с сероватым налетом. Она представляет гимениальный слой, на котором формируются бесцветные яйцевидные базидиоспоры.

Крупномчатая гниль дуба развивается преимущественно в спелых и перестойных дубовых древостоях. Она чаще поселяется на ослабленных и усыхающих деревьях, а также на пнях и валежной древесине.

10.4. Меры защиты лесных насаждений от стволовых гнилей

Для защиты лесных насаждений от поражения стволовыми гнилями проводятся лесохозяйственные и санитарно-оздоровительные мероприятия, направленные на выращивание биологически устойчивых фитоценозов, поддержание в них хорошего санитарного состояния, удаление источников инфекции, на предохранение растущих деревьев от механических и других повреждений.

Для выращивания смешанных хвойно-лиственных древостоев используют древесные породы, более устойчивые к самым распространенным стволовым гнилям. Весьма перспективен в этом отношении отбор естественных форм и разновидностей древесных пород, обладающих повышенной устойчивостью к гнилевым болезням (например, зеленокорая форма осины слабо поражается белой полосатой ядровой гнилью).

С целью создания в молодых насаждениях благоприятных для роста деревьев условий своевременно проводят рубки ухода. Так, в насаждениях I–II классов возраста рубки ухода рекомендуется осуществлять одновременно с обрезкой у перспективных деревьев нижних ветвей (на высоте до 5–6 м). Это способствует быстрому зарастанию оснований ветвей (они являются основными путями проникновения инфекции в ствол дерева).

Большое внимание следует уделять предохранению деревьев от механических повреждений во время проведения различных лесохозяйственных мероприятий (при рубке деревьев, трелевке и вывозке лесоматериалов). Эти повреждения могут быть в виде обдира коры, облома ветвей, зарубов и затесок. Кроме того, деревья повреждаются

при воздействии неблагоприятных абиотических факторов (морозобойные трещины, повреждения стволов молнией, дикими животными и др.).

Известно, что значительная часть дереворазрушающих грибов развивается не только на растущих, но и на сухостойных деревьях, на пнях и валежной древесине. Образующиеся на них плодовые тела продуцируют многочисленные базидиоспоры, служащие основным источником грибной инфекции. Так, у ложного осинового трутовика плодовое тело средних размеров в сутки выбрасывает в воздух несколько миллионов спор. Поэтому в лесных насаждениях рекомендуется регулярно проводить мероприятия по уборке сухостоя, ветровала, бурелома и другой отмершей древесины. Вместе с тем для снижения инфекционного фона в насаждениях периодически собирают и уничтожают плодовые тела дереворазрушающих грибов, вызывающих стволовые гнили основных древесных пород.

Для оздоровления зараженных насаждений в них проводят выборочные санитарные рубки или рубки ухода с санитарным уклоном. В рубку, в первую очередь, намечают деревья, зараженные грибными болезнями и заселенные стволовыми вредителями, а также сильно ослабленные, усыхающие, сухостойные и с механическими повреждениями.

В случае сильной пораженности насаждения стволовыми гнилями (при количестве пораженных деревьев более 40–50%), когда на стволах располагается по несколько плодовых тел и гниль в стволе занимает значительный объем, насаждение назначается в сплошную санитарную рубку. Срубленную древесину рекомендуется своевременно вывозить из леса (не позже, чем через 10 дней) или подвергать окорке либо химической обработке.

Для предупреждения значительного снижения выхода деловой древесины спелые древостои, сильно пораженные стволовыми гнилями, рекомендуется в первую очередь отводить в главную рубку. Своевременная рубка их позволяет более рационально использовать древесину зараженных деревьев. Это, прежде всего, касается древесины в начальной стадии загнивания, при которой основные физико-механические свойства не претерпели существенных изменений.

Глава 11. ГРИБНЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА СКЛАДАХ

Грибному поражению подвергается не только древесина растущих деревьев, но и заготовленных лесоматериалов во время их хранения. Развитию грибов, поселяющихся на древесине, благоприятствуют погодные условия теплого периода года (температура воздуха выше 4–5°C, влажность древесины выше 30%), повреждение и отслаивание коры, стволовые вредители, заселяющие свежезаготовленные лесоматериалы, образование трещин и другие факторы. Грибные поражения древесины при ее хранении на складах очень разнообразны. Они подразделяются в зависимости от вида дереворазрушающего гриба, характера поражения древесины на следующие виды: плесневые поражения, заболонные окраски и гнили.

11.1. Плесневые поражения древесины

Плесени древесины характеризуются поверхностным загрязнением влажных лесоматериалов. При этом на открытых поверхностях лесоматериалов появляются порошистые налеты грибницы и спор различных плесневых грибов. Плесневые поражения могут обуславливаться чрезмерным накоплением свежезаготовленных лесоматериалов и хранением их в условиях повышенной влажности. Они часто появляются, когда абсолютная влажность древесины находится в пределах 60–100%, а температура окружающего воздуха превышает 10–12°C. При влажности древесины ниже 20% развитие плесневых грибов прекращается.

Плесени наблюдаются в виде отдельных пятен или сплошного налета различного цвета в зависимости от окраски спор и грибницы, а также выделяемого пигмента. Плесени могут быть зеленого, серого, розового, темно-коричневого или черного цвета. После просыхания налеты легко сметаются, оставляя на поверхности лесоматериалов грязноватые или цветные пятна. Плесени обычно не оказывают большого влияния на физико-механические свойства древесины. Однако наличие плесени на древесине свидетельствует о нарушении условий хранения лесоматериалов и о возможном развитии на древесине других более опасных дереворазрушающих грибов.

Наиболее часто их вызывают грибы из родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Verticillium*, *Fusarium* и др. Так, например, при развитии на древесине гриба *Penicillium commune* Thom. на ее поверхности появляются

ся темно-зеленые скопления (подушечки) мицелия, которые позднее становятся бурыми. В центральной части они хлопьевидные, по краям гладкие, бархатистые. На них формируются многочисленные округлые конидии. Этот гриб преимущественно встречается на пиломатериалах сосны и ели.

Aspergillus glaucus Link. формирует на древесине рыхлый налет зеленоватого мицелия различных оттенков. При его интенсивном развитии появляются мелкие порошистые подушечки, на которых располагаются эллипсоидальные конидии. Данный гриб обитает на лесоматериалах хвойных пород.

Verticillium lateritium Berk. образует мицелий в виде кирпично-красных дерновинок, состоящих из ветвящихся гиф. На них формируются эллипсоидальные красновато-бурые конидии. Встречается этот гриб преимущественно на торцах круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород.

Fusarium roseum Link. формирует на поверхности древесины вначале белый мицелий, который затем становится розоватым или оранжевым. На нем образуются веретеновидные или серповидные конидии. Гриб обитает в основном на древесине хвойных пород.

11.2. Заболонные окраски древесины

Заболонные окраски изменяют натуральный цвет древесины свежезаготовленных лесоматериалов и влажных пиломатериалов при их медленном высыхании в теплый период года. В большинстве случаев заболонные окраски существенно не снижают физико-механические свойства древесины. Они распространяются в ней на различную глубину и в зависимости от этого подразделяются на поверхностные и глубокие. К первым относятся окраски, проникающие на глубину до 2 мм, ко вторым – окраски, охватывающие более глубокие слои древесины.

Изменение окраски заболонной древесины обусловлено пигментами мицелия деревоокрашивающих грибов. Они чаще всего бывают синие, коричневые, розовые, желтые.

Синюю окраску, или синеву, (рис. 96) вызывают сумчатые деревоокрашивающие грибы рода *Ceratocystis*, а также анаморфные грибы (*Pullularia pullulans* Berk., *Phialophora fastigata* Medl., *Cladosporium herbarum* Link., *Alternaria humicola* Oud. и др.). Это одна из рас-

пространенных заболонных грибных окрасок древесины хвойных и лиственных пород. Пораженная древесина принимает синевато-серую, зеленовато-голубую или серовато-черную окраску.

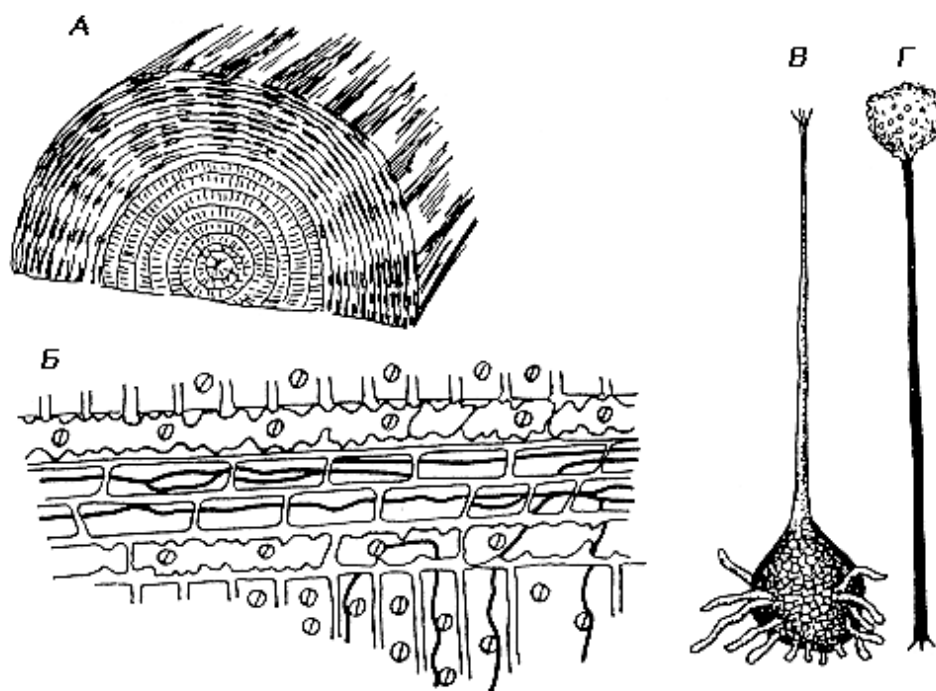


Рис. 96. Синева древесины хвойных пород:

А – поперечный разрез пораженного лесоматериала; Б – распространение мицелия гриба *C. piceae* в древесине; В – перитеций гриба; Г – конидиальное спороношение

По месту расположения в круглых лесоматериалах различают торцовую, боковую и подслоную синеву.

Торцовая синева распространяется от торцов лесоматериалов вдоль волокон древесины и на поперечных разрезах сортимента имеет вид пятен различной величины и формы или колец, а на продольных разрезах – форму вытянутых полос или широких лент. У лиственных безъядровых пород (береза, ольха, осина, липа, бук и др.) торцовая синева может проникать также в центральную часть лесоматериала.

Боковая синева распространяется от боковой поверхности сортимента в глубокие слои заболони. На свежераспиленных поперечных разрезах круглых лесоматериалов она имеет вид сегментов, штрихов или сплошного кольца, направленных к сердцевине лесоматериала. Встречается эта синева преимущественно на сортиментах, частично лишенных коры.

Подслойная синева располагается в более глубоких слоях заболони и на боковой поверхности лесоматериалов не обнаруживается, так как снаружи прикрыта тонким слоем неокрашенной древесины.

Развитие грибов синевы в основном происходит в теплый период года. Оптимальная температура для их развития находится в пределах 20–25°C, при температуре 5–7°C рост грибницы деревоокрашивающих грибов начинает замедляться. Большая часть грибов синевы может развиваться при влажности древесины от 30 до 90% и наличии в ней воздуха не менее 15% объема пор. Грибы синевы заражают древесину спорами, которые разносятся ветром, а также насекомыми, повреждающими кору круглых лесоматериалов.

Кратковременное развитие синевы не оказывает существенного влияния на прочностные свойства древесины. Однако при длительном поражении ударная вязкость древесины может снижаться на 10–20%. Вместе с тем при появлении синевы значительно изменяется внешний вид пораженной древесины, а в отдельных случаях снижается ее биостойкость.

Коричневую окраску, или кофейную темнину, вызывает гриб *Discula brunneo-tingens* N. Sp. Окрашивает прежде всего сердцевинные лучи, часто неравномерно по их длине. Кофейная темнина распространяется в радиальном и продольном направлениях, нередко на значительную глубину лесоматериала. Встречается на древесине сосны, лиственницы и ели.

Розовая окраска, или розоватость, возникает при развитии гриба *Corticium laeve* Fr. и представителей рода *Fusarium*. Первый гриб окрашивает древесину в розоватый или светло-оранжевый цвет. При поселении грибов рода *Fusarium* пораженная древесина приобретает красноватый или малиновый оттенок. Окраска может проникать на различную глубину. При высыхании древесины интенсивность ее снижается. Существенного влияния на физико-механические свойства не оказывает. Встречается на хвойных и лиственных породах.

Желтая окраска, или желтизна, вызывается грибом *Verticillium glaucum* Bon. Встречается преимущественно на хвойных породах, в основном на сплавной древесине. У сосны охватывает только заболонь. У ели может заходить в спелую древесину. Имеет вид пятен и полос, располагающихся в радиальном направлении в форме языков, обращенных узким концом к сердцевине ствола. По цвету не отлича-

ется от окраски, вызываемой воздействием химических веществ. Чтобы определить причину окрашивания древесины, ее рекомендуется обработать щелочью, в частности 10%-ным раствором NaOH. При этом желтый цвет древесины, обусловленный развитием гриба, переходит в оранжево-красный. Желтизна же, вызванная химическими веществами, под действием щелочи не исчезает.

11.3. Побурение древесины

Этот тип грибной окраски свойственен древесине лиственных пород. Наблюдается она в теплое время года и проявляется изменением натурального цвета, начинающегося с торцов лесоматериала и распространяющегося по его длине. Побурение рассматривается как комплекс нескольких биологических реакций, часто не зависящих друг от друга. Они определяются внешними факторами среды, в основном температурой и влажностью древесины.

Побурение сопровождается окислительными реакциями, происходящими в клетках древесины и приводящими к их отмиранию. Одновременно, и особенно на более поздних стадиях этого процесса, наблюдается развитие деревоокрашивающих и дереворазрушающих грибов.

Первые признаки изменения окраски появляются через 1–2 недели после рубки дерева, а спустя 2–3 месяца патологическая окраска может продвинуться по длине сортимента до 2–3 м от торца.

Характер и интенсивность окраски побуревшей древесины могут служить ориентировочным индикатором ее состояния. В начальной стадии побурения древесина окрашивается равномерно по сечению сортимента и имеет характерные цветовые оттенки в зависимости от древесной породы. Так, у березы на свежем распиле она бывает красновато- или рыжеватобурой. Со временем на воздухе бледнеет и становится лилово-бурой. У ольхи и бука при побурении древесина окрашивается в серовато-бурый или бурый цвет и эта окраска сохраняется на высушенной древесине. У осины побурение сопровождается появлением грязновато-бурой окраски иногда с розоватым оттенком.

Вторая стадия побурения, часто называемая *подпаром*, характеризуется неравномерным окрашиванием древесины по сечению лесоматериалов. На продольных разрезах проявляется слабо заметной полосатостью (лучше видимой при косом освещении), а на поперечном –

пятнистостью. Полосы и пятна могут быть светлыми или темными. Например, у березы, ольхи и бука они темно-, лиловато- или светло-бурые; у осины – ярко-кофейные или красновато-коричневые, у липы – лиловато-коричневые.

Разнообразие окрасок древесины при подпаре зависит не только от породы дерева, но и от видов поселившихся в ней грибов. Известно, что срубленная древесина может заселяться многими деревоокрашивающими и дереворазрушающими грибами, которые последовательно заменяют друг друга. Сначала в древесине появляются деревоокрашивающие грибы, иногда совместно с бактериями. Затем они сменяются преимущественно слабыми разрушителями древесины из группы афиллофороидных грибов. К примеру, в древесине березы с хорошо развитым подпаром обнаружены следующие виды: *Melanconium betulinum*, *Verticillium glaucum*, *Pullularia pullulans*, *Discocium asperum*, *Cladosporium herbarum*, *Stereum hirsutum*, *Corticium laeve*, *Schizophillum commune* и др.

Интенсивность деструкции при подпаре зависит от скорости высыхания древесины, на которую в свою очередь влияют температура и влажность воздуха, осадки и ветер, а также видовой состав дереворазрушающих грибов, продолжительность их воздействия и другие факторы. Древесина с хорошо развитым подпаром характеризуется пониженной ударной вязкостью и незначительным снижением других прочностных показателей.

Со временем пораженная древесина заселяется типичными дереворазрушающими грибами, вызывающими ее разрушение по типу белой волокнистой мраморовидной гнили.

11.4. Заболонные гнили хвойных лесоматериалов

Эти гнили широко распространены на срубленной древесине хвойных, чаще – на ели и пихте. Они располагаются обычно на торцах круглых сортиментов в виде полос и пятен неправильной формы, вытянутых в радиальном направлении, а при благоприятных условиях для развития гнили в наружных слоях лесоматериалов образуется сплошное кольцо. В зависимости от характера и интенсивности грибного поражения заболонные гнили подразделяются на твердые и мягкие.

Твердая заболонная гниль является начальным этапом деструкции древесины, вызываемой дереворазрушающими грибами. Она обычно появляется вскоре после возникновения грибных окрасок. Этот тип грибного поражения чаще протекает при развитии слабых деструкторов древесины. Среди них наибольшее распространение получили *Phlebiopsis gigantea*, *Stereum sanguinolentum*, *Schizophyllum commune* и др.

Флебиопсис гигантский – *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Julich. [syn.: *Peniophora gigantea* Mass.]. В русской литературе этот гриб известен под названием пениофора гигантская. Он поражает преимущественно древесину длительно хранящихся неокоренных лесоматериалов. Вызывает светло-бурую мелкоямчатую волокнистую гниль. Гриб заселяет заболонь и вызывает ее загнивание. Пораженная древесина приобретает бурую окраску, затем в ней появляются мелкие светлые сильно разрушенные участки в виде вытянутых полос. При благоприятных условиях на поверхности пораженной древесины часто образуются скопления белой ватообразной грибницы и веерообразно расходящиеся тонкие белые шнуры. На следующий год после заражения на поверхности древесины образуются плодовые тела (рис. 97).



Рис. 97. Плодовое тело *Ph. gigantea*



Рис. 98. Плодовое тело *Sch. commune*

Они широко распростерты, восковидные, молочно-белые либо с желтоватым оттенком, по краям лучистые, иногда в длину достигают до 50 см, в толщину – 5 мм. На верхней поверхности их образуется гладкий желтоватый или бледно-серый гименофор.

Данный гриб является сильным антагонистом возбудителя пестрой ситовой гнили корней (корневой губки) и используется в качестве

биологического средства профилактики и защиты хвойных насаждений от данного заболевания.

Стереум кроваво-красный, или кровоточивый, – *Stereum sanguinolentum* (Alb. Schw.: Fr.) Fr. заселяет древесину круглых лесоматериалов хвойных, чаще – ели. Относится к числу раневых паразитов растущих деревьев ели. Поражает заболонную древесину, вызывая вначале светло-бурую, затем более темную коричневатую-бурую гниль. Со временем в пораженной древесине появляются мелкие пустоты. Гриб отличается высокой скоростью распространения в древесине. При благоприятных влажностных и температурных условиях он быстро охватывает всю заболонь и значительную длину лесоматериалов. В течение нескольких летних месяцев может вызывать заметное снижение качества заготовленных лесоматериалов.

На пораженных лесоматериалах образуются плодовые тела в виде тонких распростерто-отогнутых шляпок. Сверху отогнутый край шляпки тонкий, волосисто-войлочный, с шелковистым блеском, светло-коричневый или серый. Снизу на шляпке располагается гладкий или слегка волнистый гименофор. Он окрашен в кремовый или коричневый цвет, при дотрагивании становится кроваво-красным.

Щелелистник обыкновенный, или щелевик, – *Schizophyllum commune* Fr. заселяет древесину хвойных и лиственных пород. Часто встречается на заготовленных лесоматериалах, валеже, сухостое, а также на отмерших участках стволов растущих деревьев (в местах сухобочин). Вызывает бурую заболонную гниль. В отличие от предыдущего вида процессы гниения протекают более слабо. На поверхности пораженных лесоматериалов образуются плодовые тела в виде мелких шляпок диаметром до 3 см (рис. 98). Они располагаются на небольшой боковой ножке либо прикрепляются боковой стороной к субстрату, иногда собраны в черепитчатые группы. Верхняя сторона их серая или белая, войлочная, с загнутым волнистым тонким краем. Ткань беловатая или буроватая. Снизу на шляпке веерообразно располагается пластинчатый гименофор. Пластинки кожистые, лиловато-коричневые.

Мягкая заболонная гниль обычно появляется в результате развития в древесине более сильных деструкторов из группы афиллофороидных грибов, вызывающих существенные изменения структуры и механических свойств древесины. При этом снижаются ее плотность,

прочность и твердость. В отдельных случаях деструкция древесины постепенно охватывает все сечение лесоматериала и гниль превращается в ядро-заболонную (смешанную). Довольно часто мягкую гниль вызывают следующие виды: трихептум буро-фиолетовый, валежный еловый и розовый трутовики.

Трихептум буро-фиолетовый – *Trichaptum fusco-violaceum* (Ehrenb.: Fr.) Ryvarden. [syn.: *Hirschioporus fusco-violaceus* (Fr.) Donk.]. Встречается на заготовленной древесине сосны и лиственницы. Вызывает бурую гниль с белыми целлюлозными пятнами, быстро превращающимися в ямки. Пораженная древесина вначале приобретает светло-бурую или палевою окраску. Затем в ней появляются продолговатые целлюлозные пятна. Они со временем превращаются в ямки и пустоты. В конечной стадии древесина становится мягкой, волокнистой. Вскоре на ней образуются плодовые тела в виде мелких тонких мягкокожистых шляпок, часто располагающихся черепитчато. Верхняя сторона их войлочная, шелковистая, желтоватая, с темно-серым или светло-бурым оттенком. Край шляпки острый, слегка фиолетовый. На нижней стороне ее формируется гименофор в виде радиально расходящихся гребенчатозубых пурпурно-фиолетовых или темно-бурых пластинок высотой 1–4 мм.

Валежный еловый трутовик – *Trichaptum abietinum* (Dicks.: Fr.) Ryvarden. [syn.: *Hirschioporus abietinus* (Fr.) Donk.]. Встречается преимущественно на лесоматериалах хвойных пород, а также на сухостое, валежной древесине, пнях, в отдельных случаях – на омертвевшей древесине стволов ослабленных и усыхающих деревьев. У сосны поражает только заболонь, у ели и пихты при благоприятных условиях захватывает также спелую древесину, образуя ядро-заболонную гниль.

Пораженная древесина вначале окрашивается в красновато-бурый цвет. Затем в ней появляются белые пятнышки целлюлозы с черными штрихами. На конечной стадии гниения в древесине образуется множество вытянутых вдоль волокон пустот, ограниченных тонкими стенками неразрушенной древесины. В результате древесина становится мягкой и без особых усилий крошится и расщепляется на волокна. Плодовые тела гриба в виде черепитчато располагающихся шляпок диаметром до 3–5 см. Верхняя сторона их бледно-серая с буроватым оттенком, ткань тонкая, двуслойная, сверху войлочная, снизу

кожистая. На нижней стороне располагается трубчатый гименофор. Трубочки светлые или серовато-бурые, короткие, длиной 1–3 мм. Отверстия их вначале округло-угловатые, затем вытянутые.

Розовый трутовик – *Fomitopsis rosea* Karst. встречается преимущественно на лесоматериалах сосны и ели, а также на отмерших стволах, пнях, валежной древесине. Пораженная древесина окрашивается в бурый или темно-бурый цвет. Затем она разделяется продольными и поперечными трещинами на отдельные призмочки. В трещинах часто появляются бледно-розовые пленки грибницы. Через определенное время на пораженной древесине образуются плодовые тела. Они округлые, выпуклые, твердые, деревянистые. Ткань их пробковато-деревянистая, розоватая, с горьковатым вкусом. Сверху они вначале розоватые или буровато-розоватые с черновато-серым пушком, затем сероватые или черные, голые. На нижней стороне плодового тела располагается трубчатый гименофор. Трубочки окрашены в тот же цвет, что и ткань базидиомы, неясно слоистые, длиной 1–3 мм. Отверстия их округлые или слегка угловатые диаметром 0,1–0,3 мм.

11.5. Бурые деструктивные ядрово-заболонные гнили лесоматериалов хвойных пород

Заготовленные лесоматериалы хвойных пород при длительном хранении могут заселяться типичными складскими грибами, вызывающими интенсивное разрушение древесины по типу бурых деструктивных гнилей. Кроме того, этот тип деструкции древесины довольно часто встречается на столбах линий связи, шпалах, деревянных конструкциях мостов и других открытых сооружений. Бурю деструктивную ядрово-заболонную гниль вызывают заборный, шахтный, пахучий и другие деструкторы.

Заборный, или столбовой, трутовик – *Gloeophyllum sepiarium* (Fr.) Karst. является одним из распространенных разрушителей лесоматериалов на складах, опор линий связи, деревянных элементов мостов, шпал. Он вызывает типичную бурю трещиноватую гниль древесины. Может служить показателем деструкции древесины при ее длительном хранении на складах.

Вначале пораженная древесина приобретает слегка желтоватый оттенок, который постепенно переходит в красноватый или краснова-

то-бурый. Одновременно в ней по годичным слоям образуются мелкие трещины. Затем она становится светло-коричневой и издает приятный запах. В конечной стадии гниения древесина приобретает темно-коричневую окраску, в ней появляются глубокие трещины, идущие в продольном и поперечном направлениях. В трещинах нередко располагаются скопления желтовато-коричневой грибницы.

Формирующиеся на пораженной древесине плодовые тела гриба представляют собой тонкие кожистые шляпки, прикрепленные к субстрату боковой стороной (рис. 99). Верхняя сторона их неровная, бородчатая, волосистая, ржаво-бурая либо темно-коричневая. Край обычно острый, светло-ржавый или желто-бурый. На нижней стороне располагается гимениальный слой в виде желтовато-бурых извилистых пластинок, в отдельных местах срастающихся друг с другом. Кроме плодовых тел, на пораженной древесине иногда формируются желтовато-коричневые войлочные скопления грибницы и тонкие коричневые шнуры, часто проникающие в ее трещины.

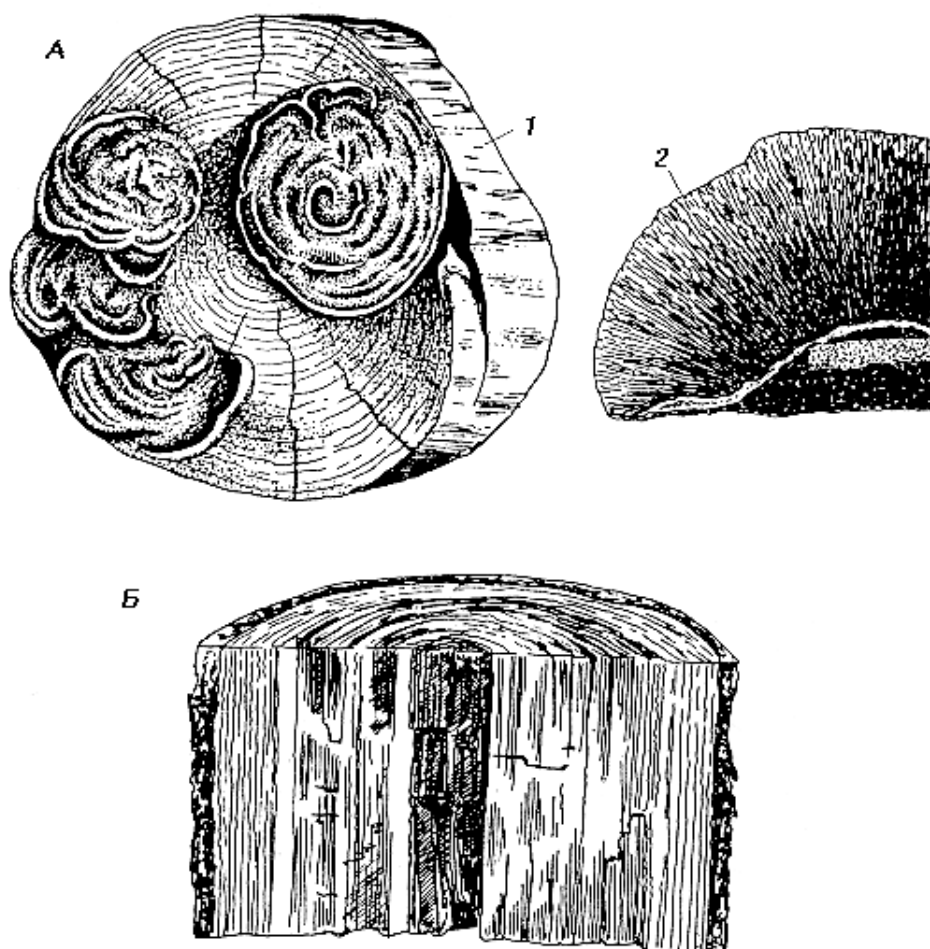


Рис. 99. Гниль древесины, вызванная заборным грибом:
 А – плодовые тела (1, 2 – вид соответственно сверху и снизу); Б – продольный
 разрез пораженной древесины

Пахучий трутовик – *Gloeophyllum odoratum* (Wulfen: Fr.) Imazeki [syn.: *Osmoporos odoratus* (Wulfen: Fr.) Singer] встречается на лесоматериалах и обработанной древесине хвойных пород. Он вызывает разрушение столбов связи, шпал, деревянных элементов мостов. Часто поражает старые еловые пни и валежную древесину. Обуславливает развитие бурой деструктивной гнили, похожей на гниль, вызываемую столбовым трутовиком.

Пораженная древесина вначале буреет, затем приобретает довольно равномерный красновато-бурый оттенок. В ней возникают трещины, в которых развивается темно-коричневая грибница с характерным запахом ванили или аниса. При интенсивном развитии она об-

разует желтовато-коричневые подушечки и темно-коричневые стелющиеся шнуры. В конечной стадии гниения древесина распадается на кусочки. На ней появляются плодовые тела гриба. Они копытообразные либо подушко - или шляпковидные с сильным запахом аниса. Верхняя сторона их темно-коричневая, вначале волосистая, позднее голая, покрыта концентрическими бороздками. Край толстый, притупленный, желтовато-коричневый. Ткань темно-коричневая, уплотненная. На нижней стороне плодового тела располагается трубчатый гименофор. Трубочки темно-коричневые длиной 4–15 мм. Отверстия их округлые или угловатые диаметром 0,4–0,8 мм.

Шпальный гриб – *Lentinus lepideus* Fr. встречается на лесоматериалах хвойных пород, на шпалах, столбах, пнях, валежной древесине, иногда в постройках и сооружениях холодного типа (погреба, сараи, подвалы). Вызывает бурую трещиноватую деструктивную гниль. Является активным разрушителем преимущественно сосновой древесины. Иногда поселяется на стволах растущих деревьев и вызывает ядровую гниль.

В начале поражения древесина приобретает буроватый оттенок, затем – темно-бурый или коричневый. Со временем в ней появляются крупные трещины, идущие в продольном и поперечном направлениях. В них располагаются бархатистые желтоватые пленки грибницы с легким приятным запахом аниса. В конечной стадии гниения древесина распадается на длинные продольные кусочки с мелкими трещинами.

Плодовые тела гриба в виде шляпки с центральной или эксцентрической ножкой (рис. 100). Шляпка довольно толстая, вначале упругая, плотная, позднее – деревянисто-кожистая. Верхняя сторона ее бледно-охряная или кремово-рыжая, покрыта темными чешуйками. Ткань шляпки плотная, после высыхания пробковая, с приятным грибным запахом. На нижней стороне шляпки располагается гименофор в виде радиальных пластинок. Пластинки желтоватые с разорванными краями. Ножка плодового тела плотная, у основания деревянистая, цилиндрическая, длиной 1–5 см.



Рис. 100. Плодовое тело гриба *L. lepideus*

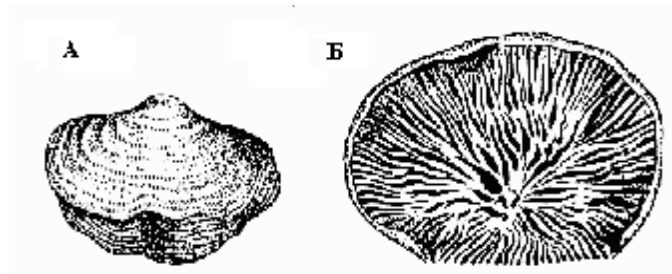


Рис. 101. Плодовое тело *L. betulina*:
А, Б – вид соответственно сверху и снизу

Антродия рядовая – *Antrodia serialis* (Fr.) Donk. [syn.: *Coriolellus serialis* (Fr.) Marr.] разрушает древесину лесоматериалов хвойных пород, опор линий связи, а также пни, сухостойную и валежную древесину. Вызывает бурую трещиноватую деструктивную гниль. Является довольно активным деструктором хвойной древесины.

Пораженная древесина становится желтовато-коричневой и распадается на мелкие призматические кусочки. В образовавшихся трещинах скапливается грибница белого цвета. В отдельных случаях она превращается в мелкую порошкообразную массу и покрывает древесину белым налетом. На пораженной древесине образуются многолетние плодовые тела. Они чаще распростерты, иногда полураспростерты, располагаются сливающимися продольными рядами, имеют вид выпуклых образований с бугорчатой поверхностью или небольших оттянутых шляпок. Верхняя сторона их сначала светлая, позднее желто-глинистая, морщинистая, покрыта волосками. Ткань твердокожистая, волокнистая, белая. Гименофор трубчатый. Трубочки короткие, беловатого или желтоватого цвета с мелкими округлыми или угловатыми, часто расщепленными порами.

11.6. Белые ядрово-заболонные гнили лесоматериалов лиственных пород

Такие гнили обычно встречаются на лесоматериалах безъядровых лиственных пород, отличающихся повышенной влажностью древесины. Гниение древесины начинается с заболони и вначале сопровождается изменением ее цвета от светло-серого до темно-бурого (в зависимости от породы, содержания в ней влаги и особенностей дест-

руктора). Эта стадия, называемая *побурением* древесины, сменяется второй стадией – *подпаром*, после которой развивается белая мраморная гниль. Пораженная древесина приобретает светло-желтый цвет с вкрапленными черными извилистыми штрихами (скопления мицелия гриба в виде микросклероциев). При благоприятных условиях процессы деструкции охватывают все сечение лесоматериала и гниль превращается в ядрово-заболонную. В подсохшей пораженной древесине появляются мелкие поперечные трещины. В итоге древесина становится легкой, мягкой и рыхлой. Она крошится или распадается на волокна.

Ядрово-заболонную гниль на лесных складах вызывают преимущественно такие деструкторы, как пластинчатый березовый трутовик, представители родов *Antrodia*, *Trametes*, *Bjerkandera*, а также настоящий и плоский трутовики.

Березовый пластинчатый трутовик – *Lenzites betulina* (Fr.) Fr., *Epict.* встречается на многих лиственных породах (береза, осина, ольха, бук и др.). Он вызывает разрушение как заготовленных лесоматериалов, так и пней и валежной древесины.

Плодовые тела (рис. 101) образуются на боковой поверхности или торцах лесоматериалов. Они в виде сидячих шляпок, часто располагаются черепитчато. Верхняя сторона их бархатисто- или пепельно-волосистая, охряно-буроватая с концентрическими зонами, окрашенными в более яркие тона. Край острый. Ткань белая или слегка желтоватая, волокнисто-ватообразная. На нижней стороне шляпки располагается пластинчатый гименофор. Пластинки радиально расходящиеся, местами срастаются друг с другом, желтовато-бурые.

Утолщенный, или охряный, трутовик – *Trametes ochracea* (Pers.) Gilb. *Et Ryvarden* [syn.: *Coriolus zonatus* (Nees : Fr.) Quel.; *Trametes zonata* fr. (Pilat)] встречается в основном на неокоренных лесоматериалах многих лиственных пород, а также на отмерших стволах, валеже, пнях. Вызывает белую гниль древесины.

Плодовые тела однолетние, образуются преимущественно во второй половине вегетационного периода. Они в виде сидячих шляпок, обычно с бугорком у основания, иногда распростерто-отогнутые, часто располагаются черепитчато. Верхняя сторона их бархатистая либо голая, матовая, со слабо заметными зонами или без них, желто-оранжевая либо ржаво-коричневая, иногда беловатая. Край острый.

Ткань тонкая, белая или слегка окрашена, пробковато-кожистая. На нижней стороне располагается трубчатый гименофор. Трубочки обычно короткие, длиной 1–3 мм, сначала белые или кремовые, затем охряно- или серовато-бурые. Отверстия их округлые или округло-угловатые диаметром 0,2–0,3 мм.

Разноцветный трутовик – *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilat [syn.: *Coriolus versicolor* (L.: Fr.) Quel.] – широко распространенный вид. Часто встречается на круглых лесоматериалах лиственных пород, валежной древесине и пнях. Вызывает белую гниль древесины.

Плодовые тела однолетние, образуются преимущественно во вторую половину вегетационного периода. Они в виде тонких кожистых полукруглых шляпок, собранных в черепитчатые группы (рис. 102).

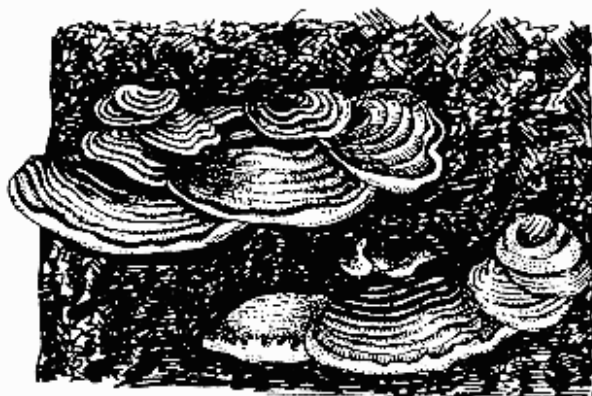


Рис. 102. Плодовые тела *T. versicolor*.

Верхняя сторона их бархатистая, с концентрическими зонами, окрашенными в серый, тускло-желтый, коричневый, темно-каштановый либо черный цвет. Край острый, прямой или волнистый, обычно более светлый, чем верхняя сторона шляпки. Ткань белая, клочковато-ватообразная. На нижней стороне шляпки располагается трубчатый гименофор. Его поверхность белая либо бледно-желтая, в старости светло-бурая. Трубочки длиной до 2 мм. Отверстия их округлые диаметром 0,2–0,4 мм.

Трутовик темнопоровый, или бьеркандера опаленная, – *Bjerkandera adusta* Karst. встречается повсеместно на лесоматериалах лиственных пород, а также на валежной древесине и пнях. Одним из первых поселяется на заготовленной древесине. Вызывает белую гниль древесины.

Плодовые тела образуются чаще во второй половине вегетационного периода. Они имеют вид тонких сидячих или полураспростертых шляпок, часто располагаются черепитчатыми группами. Верхняя сторона их бархатисто-волосистая, в старости голая или слабоволосистая, беловатая, грязно-желтоватая, пепельно-серая или бурая. Край острый, нередко волосистый, с нижней стороны представлен бесплодной тканью белого либо бледно-желтого цвета. Ткань белая или светло-бурая, отделена от гименофора тонким черным слоем. На нижней стороне располагается трубчатый гименофор. Трубочки короткие (1–3 мм) пепельно-серые либо серовато-черные, в старости почти черные. Отверстия их мелкие, округлые, цельнокрайние, диаметром 0,15–0,2 мм.

Трутовик Трога, или кориолопсис Трога, – *Corioloopsis trogii* (Berk.) Domanski [syn.: *Funalia trogii* (Berk.) Bondartsev et Singer] встречается на лесоматериалах, пнях и валежной древесине лиственных пород, преимущественно на осине. Вызывает белую гниль древесины.

Плодовые тела чаще образуются ближе к осени. Они имеют вид полукруглых шляпок, нередко с бугорком у основания. Иногда плодовые тела бывают полураспростертыми (изредка срастаются с соседними). Край шляпки более или менее острый. Верхняя сторона их сероватая, зеленовато-серая, серовато-бурая, реже – темно-бурая, грубоволокнистая. Ткань мягкопробковая, беловатая или светло-бурая с запахом аниса. На нижней стороне располагается трубчатый гименофор. Его поверхность бледно-желтоватая либо серовато-бурая, иногда с розовым оттенком. Трубочки окрашены в тот же цвет, что и ткань. Отверстия их округлые или слегка угловатые, с неровными, иногда шиповатыми краями, крупные диаметром 0,4–1 мм.

11.7. Защита заготовленных лесоматериалов

В процессе хранения свежезаготовленные лесоматериалы могут заселяться многими деревоокрашивающими и дереворазрушающими грибами, вызывающими грибные окраски и загнивание древесины. При их развитии происходят изменение естественного цвета, нарушение структуры, снижение физико-механических свойств древесины и в конечном итоге ее полное разрушение, в результате чего лесоматериалы теряют качество и становятся непригодными для использования.

Однако они могут развиваться на древесине, пока ее влажность снизится до 20–22%. При естественной сушке круглых лесоматериалов в теплый период года этот процесс затягивается до 2–3 месяцев. За это время при нарушении методов рационального хранения и несвоевременного проведения защитных мероприятий происходит поражение лесоматериалов грибами. Для предупреждения грибных поражений древесины разработаны различные способы хранения круглых лесоматериалов. Они предусматривают создание условий, неблагоприятных для развития большинства деревоокрашивающих и складских грибов.

Согласно ГОСТ 2012.0-75, способы хранения и защиты лесоматериалов подразделяются на сухие, влажные и химические.

Сухие способы предусматривают ускоренную атмосферную сушку лесоматериалов до влажности 25% и ниже. Они применяются в основном при хранении строительных бревен, столбов различного назначения, а также балансов, рудничной стойки и др. Сухим способом хранят преимущественно окоренные лесоматериалы. Их подвергают предварительной окорке, главным образом лубяной (снимают наружный пробковый слой коры, а лубяной сохраняют). При наличии специального окорочного оборудования проводят чистую окорку (удаляют полностью до древесины слой коры). Такой способ окорки применяется для балансов, рудничной стойки и лесоматериалов, подлежащих пропитке антисептиками. Однако в окоренных бревнах при летнем хранении появляются трещины от усушки (прежде всего на торцах), через которые в глубь древесины легко проникают влага атмосферных осадков и споры различных дереворазрушающих грибов. Поэтому круглые лесоматериалы после окорки рекомендуется уложить в небольшие рыхлые сушильные штабеля. Их располагают по возможности на открытых возвышенных сухих местах на подштабельных фундаментах высотой не менее 40–50 см (для обеспечения лучшей циркуляции воздуха).

В сушильный штабель бревна укладывают горизонтальными рядами на прокладках из окоренной древесины, оставляя промежутки – шпации между бревнами. Для предотвращения перекосов штабелей бревна в смежных горизонтальных рядах располагают комлями в противоположных направлениях.

Для ускорения сушки лесоматериалов, особенно в весенний и осенний периоды, а также в дождливую погоду, ширина шпаций уве-

личивается до 5 см, а толщина поперечных прокладок между рядами берется не менее среднего диаметра бревна. Нередко в качестве прокладок используют укладываемые в штабель бревна. Такой штабель называют *разреженным*.

При условиях, благоприятных для сушки лесоматериалов (жаркое сухое лето), бревна в горизонтальных рядах штабеля укладывают вплотную друг к другу (без шпаций), а для поперечных прокладок между рядами берут более тонкие бревна (толщина их не должна превышать половину среднего диаметра бревна). Такой штабель называется *рядовым*. Оптимальная высота его обычно бывает 2 м. Если же она больше, то для улучшения циркуляции воздуха и ускорения процесса сушки в нижних рядах штабеля укладывают более толстые бревна и увеличивают шпации между ними.

Длина сушильных штабелей не должна превышать 50 м. Интервалы между ними для хвойных пород следует соблюдать не более 1–1,5 м, а для лиственных – 0,6 м. Такое плотное расположение штабелей создает определенный микроклимат территории склада.

Сравнительно короткие лесоматериалы (балансы, рудничная стойка) хранят вначале в штабелях – клетках или в рыхлых поленницах высотой до 2 м, а после просушивания – в плотных поленницах. Они в рядах располагаются близко друг от друга (0,5 м), а расстояние между рядами должно быть не более 1–1,5 м.

Интенсивность атмосферной сушки лесоматериалов на складах зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, а также от породы и размеров лесоматериалов. По данным ряда авторов, заготовленные в июне еловые бревна средних размеров достигают транспортной влажности (22–25%) через 45 суток, сосновые – через 65 суток.

Одним из существенных недостатков сухого способа хранения является растрескивание круглых лесоматериалов, приводящее к потере ряда механических свойств древесины. Для снижения интенсивности растрескивания применяют специальные влагозащитные торцовые замазки или на торцах бревен наносят насечки перпендикулярно к направлению сердцевинных лучей

Влажные способы хранения предусматривают сохранение высокой влажности в заготовленных лесоматериалах. С этой целью их хранят в неокоренном виде, плотно укладывают в штабелях, которые располагают на близком друг от друга расстоянии. Кроме того, при-

меняют искусственное дождевание, охлаждение, торцовые замазки, а также погружают лесоматериалы в воду. Наиболее часто влажным способом хранят пиловочные и фанерные кряжи хвойных и лиственных пород.

Степень сохранения влаги в древесине лесоматериалов зависит от многих факторов, в частности от сроков и способа укладки бревен в штабеле. Лучше всего бревна укладывать в штабеле осенью, начиная с сентября и до момента замерзания рек. Для исключения быстрого высыхания и грибных поражений свежесрубленных лесоматериалов прибегают к компактной укладке, которая может быть трех видов: плотной, плотнорядовой и пачковой (рис. 103).

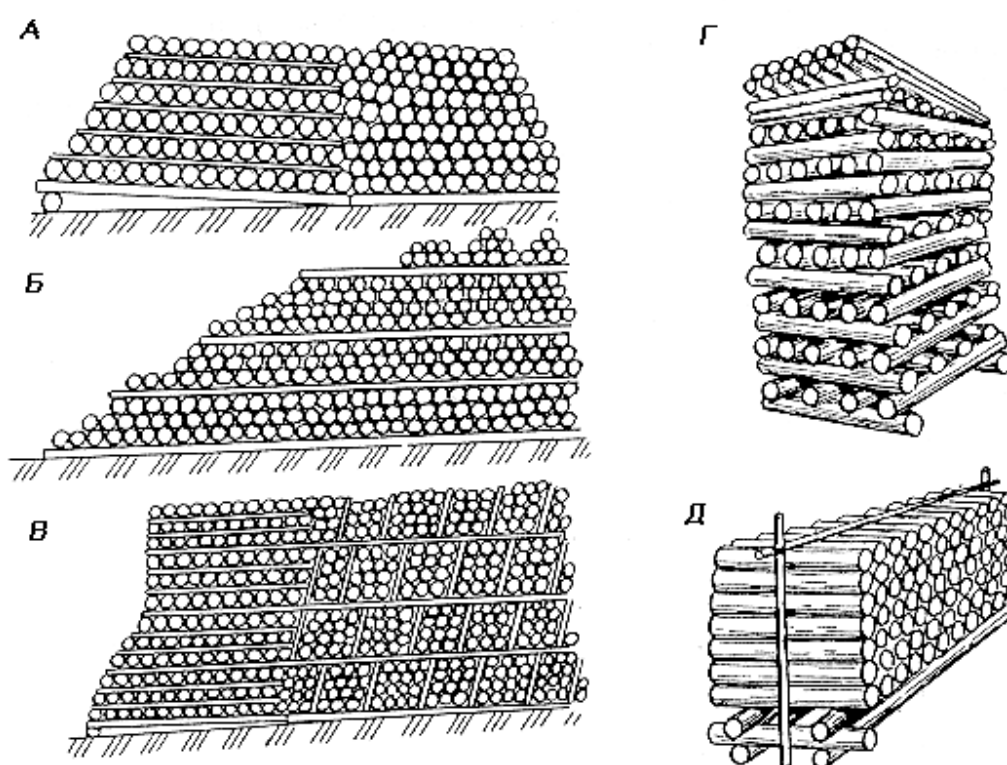


Рис. 103. Виды штабелей лесоматериалов:

А – плотный; Б – плотнорядовой; В – пачковый; Г – клетка со шпациями; Д – плотная поленница

В *плотном штабеле* в основной его части, бревна располагают тесно друг к другу (без прокладок), а по концам между рядами помещают прокладки толщиной не более половины их диаметра. Длина таких штабелей должна быть не менее 25 м, а высота штабелей лесоматериалов хвойных пород – не менее 3 м, лиственных – не менее 2 м.

Плотнорядовой штабель представляет собой пачки бревен, разделенных прокладками. В концевой его части бревна располагаются под естественным наклоном (для прочности укладки) или рядами, разграничиваемыми прокладками и вертикальными стойками.

Пачковый штабель укладывают так же, как и плотнорядовой, но в данном случае пачки бревен отделяют со всех сторон прокладками, что позволяет легко освободить трос или подводить его. Иногда пачки бревен связывают металлической лентой или проволокой.

Торцовые поверхности бревен, укладываемых в штабель, покрывают защитными замазками для предотвращения потерь влаги древесиной, ее растрескивания и поражения грибами. Из таких замазок наибольший эффект дают горячие и холодные нефтяные битумы и каменноугольные дегти.

Дождевание уложенных в штабеля круглых лесоматериалов – один их наиболее совершенных способов защиты древесины от биологического повреждения. Его применяют на складах заводов, не располагающих естественными водоемами, а также на деревообрабатывающих предприятиях, куда древесное сырье доставляется железнодорожным или автомобильным транспортом.

В Беларуси дождевание древесного сырья начинают проводить с наступлением устойчивой теплой погоды (при 5°C и выше) и заканчивают в конце сентября. Обычно в течение суток проводят несколько дождеваний. Первое должно быть обильным, а все последующие – более умеренными. Они проводятся с интервалами 2–3 часа для лиственных пород и 3–4 часа – для хвойных. Каждый полив продолжается 10 мин. Расход воды при этом составляет 6–8 л/м² поверхности штабеля. Для дождевания древесины используют специальные установки отечественного и зарубежного производства.

Химическая защита направлена на сохранение качества неокоренных свежезаготовленных лесоматериалов в период летнего хранения. Их обрабатывают во время укладки штабеля или же по ее окончании. Химическая обработка бревен может быть *полной* (по всей длине или большей ее части – 60–100% поверхности) и *частичной* (преимущественно обрабатываются концы сортиментов – 30–50% боковой поверхности). Полную обработку проводят при укладке лесоматериалов в рядовые штабеля, частичную – при укладке в плотные штабеля.

Для защиты лесоматериалов от насекомых обычно используют синтетические перетроиды в виде эмульсий. Хорошие результаты дают такие препараты, как амбуш, децис, карате и др. Норма расхода их составляет 2–4 мл на 1 м² боковой поверхности лесоматериала.

Для профилактики грибных поражений (синевы, плесени и др.) лесоматериалов, как уже отмечалось, применяют антисептические торцовые пасты (битумы, битумные эмульсии, природные и синтетические смолы, замазки на основе экстракта сульфитных щелоков и антраценового масла и др.). Однако они дают удовлетворительные результаты лишь в том случае, если продолжительность хранения лесоматериалов не превышает 2–3 месяца. Вместе с торцовыми пастами используют водные растворы антисептиков (5–10%-ный раствор соды или медного купороса, 1%-ный раствор пентахлорфенолята, 1–2%-ный раствор препарата ГР-48 и др.).

При опрыскивании лесоматериалов с толстой трещиноватой корой обычно расходуют больше рабочих растворов (0,6–2 л/м² поверхности коры), чем при обработке лесоматериалов с гладкой корой (до 0,2–0,4 л/м²).

Территорию склада необходимо ежегодно очищать от коры, щепы и древесины, пораженных грибами и насекомыми. Выявленные на складах очаги опасных дереворазрушающих грибов (на древесном хламе, загнивших бревнах и подкладках) следует ликвидировать, а места их локализации дезинфицировать 5%-ным водным раствором хлорной извести (болтушкой) из расчета 5 л на 1 м² почвы.

Защита пиломатериалов. Пиломатериалы, полученные при распиловке свежезаготовленных пиловочных бревен, имеющие повышенную влажность, могут также поражаться плесневыми, деревоокрашивающими и складскими грибами. Их поражение происходит спорами, переносимыми воздушными течениями. Этому благоприятствует большая относительная поверхность продольных сторон пиломатериалов.

Наиболее надежным способом предотвращения грибного поражения свежераспиленных пиломатериалов является их искусственная сушка в сушильных камерах. Она проводится при повышенной температуре в специальных установках, оборудованных для нагрева и циркуляции сушильного агента. Продолжительность такой сушки в среднем составляет 3–5 суток.

Однако в лесном хозяйстве из-за недостатка сушильных камер наибольшее распространение имеет сушка на открытом воздухе (атмосферная сушка). Длительность ее зависит от климатических и метеорологических условий и других факторов, которые определяют выбор способа укладки пиломатериалов в штабеле и метода их защиты.

Сушильные штабеля пиломатериалов по возможности располагают на хорошо продуваемых открытых и сухих местах на расстоянии 1,5 м друг от друга, а между рядами штабелей оставляют проходы шириной 2 м. Штабеля закладывают на прочном основании высотой 0,4–0,6 м, располагая на нем пиломатериалы горизонтальными рядами. При этом доски укладывают строго одна на одну, так, что между ними образуются как бы колодцы (шпации) для движения воздуха в вертикальном направлении. При толщине досок до 45 мм ширина шпаций должна быть не менее половины их ширины. Между горизонтальными рядами досок, на расстоянии 1–1,5 м, располагают прокладки – сухие деревянные рейки хвойных пород сечением 25×40 мм. Иногда в качестве прокладок используют доски длиной 3–5 м, укладываемые для сушки. Высота штабелей при ручной укладке обычно должна быть 4–5 м, а при механизированной – 7–8 м.

Для защиты пиломатериалов от атмосферных осадков и солнечных лучей штабель покрывают односкатной крышей из двух рядов досок. Торцы горизонтальных рядов досок укрывают низкосортными досками, располагая их вертикально.

Просушивание досок в зависимости от их толщины, породы древесины, времени года и климата длится 7–25 дней. Однако медленное просушивание способствует поражению пиломатериалов синевой и плесенью, особенно при плотной укладке досок в штабеле. Для защиты от синевы и плесени пиломатериалы при атмосферной сушке подвергают так называемому поверхностному антисептированию водными растворами антисептиков (5–10%-ный раствор двууглекислой соды, 5%-ный раствор буры, 1–2%-ный раствор препарата ГР-48, финский препарат синесто и др.). Защитную обработку проводят путем опрыскивания или погружения досок в раствор антисептика не позже чем через 1–2 дня после их распиловки.

Сухие доски, имеющие влажность ниже 22%, хранят в виде пакетов шириной около 50 см в плотно уложенных штабелях. По бокам этих штабелей (по всей высоте) выкладывают раму из досок для защиты пиломатериалов от дождя и снега.

Глава 12. ГРИБНЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СООРУЖЕНИЯХ

Деревянные конструкции в сооружениях различного назначения при нарушении правил их эксплуатации подвергаются грибным поражениям, вызываемым группой домовых грибов. Это многочисленная группа грибов, включающая свыше 50 видов, имеет широкое распространение и может поражать различные типы и элементы деревянных конструкций. Различают следующие виды гнилей деревянных конструкций, образующихся при поселении на них домовых грибов: серую, заболонную и бурую трещиноватую.

12.1. Серая, или умеренная, гниль древесины

Эта гниль обычно вызывается комплексом микромицетов, включающим анаморфные и сумчатые грибы, среди которых чаще встречаются *Chaetomium globosum* Kunze, *Trichoderma lignorum*, представители родов *Coniothecium*, *Stysanus* и др. Грибы этой группы способны к избирательному разрушению целлюлозы оболочек клеток поздней древесины.

Серая гниль развивается преимущественно на различных деревянных ограждающих конструкциях, подвергающихся периодическому увлажнению, и, прежде всего, на наружной стороне кровель, стен и на других сооружениях, недостаточно защищенных от атмосферных осадков, а также на деревянных элементах гидросооружений, в овощехранилищах, банях и пр.

Интенсивность развития серой гнили незначительна. Глубина проникновения ее обычно не превышает 1–2 мм. Однако пораженная древесина со временем, по мере загнивания, все более пропитывается влагой и даже в условиях обдувания ветром влагоудерживающая способность ее возрастает, в результате чего активизируется разрушающая деятельность грибов. В итоге гниль начинает распространяться быстрее и может проникнуть на глубину 5 мм и более.

12.2. Заболонная, или ковровая, гниль древесины

Данная гниль вызывается многими дереворазрушающими грибами из родов *Phlebiopsis*, *Stereum*, *Corticium* и др. Они обитают преимущественно на заготовленной древесине, но, по данным С.Н. Горшина (1984), могут встречаться и в деревянных постройках, где длительное время сохраняют жизнедеятельность.

Заболонная гниль обычно развивается на наружных деревянных элементах, подвергающихся периодическому увлажнению. Она может поражать всю заболонь, не затрагивая ядровую древесину. При этом в местах развития гнили появляются широкие трещины, особенно на солнечной и ветрообдуваемой сторонах, через которые влага проникает в более глубокие слои древесины. Гниль может быть вызвана почти одновременно несколькими видами грибов, и в этом случае образуются локальные различающиеся по окраске очаги деструкции. На поперечных разрезах пораженной конструкции они имеют вид пятен, окрашенных в серые, коричневые или желтые тона (напоминают тем самым пестрый ковер).

12.3. Бурая трещиноватая гниль древесины

Она вызывается различными дереворазрушающими грибами, чаще всего домовыми. Из них наиболее опасными являются настоящий, белый, пленчатый, пластинчатый домовые грибы (рис.104).

Настоящий домовый гриб – *Serpula lacrymans* (Wulf. Ex Fr.) *Bond.* – один из самых опасных деструкторов древесины в сооружениях. Он весьма неприхотлив к различным температурно-влажностным условиям. Поражает преимущественно перекрытия и замкнутые конструкции жилых и других плохо вентилируемых построек (овощехранилищ, подвалов, теплиц, складов и т. п.), вызывая бурую призматическую гниль в основном хвойной древесины.

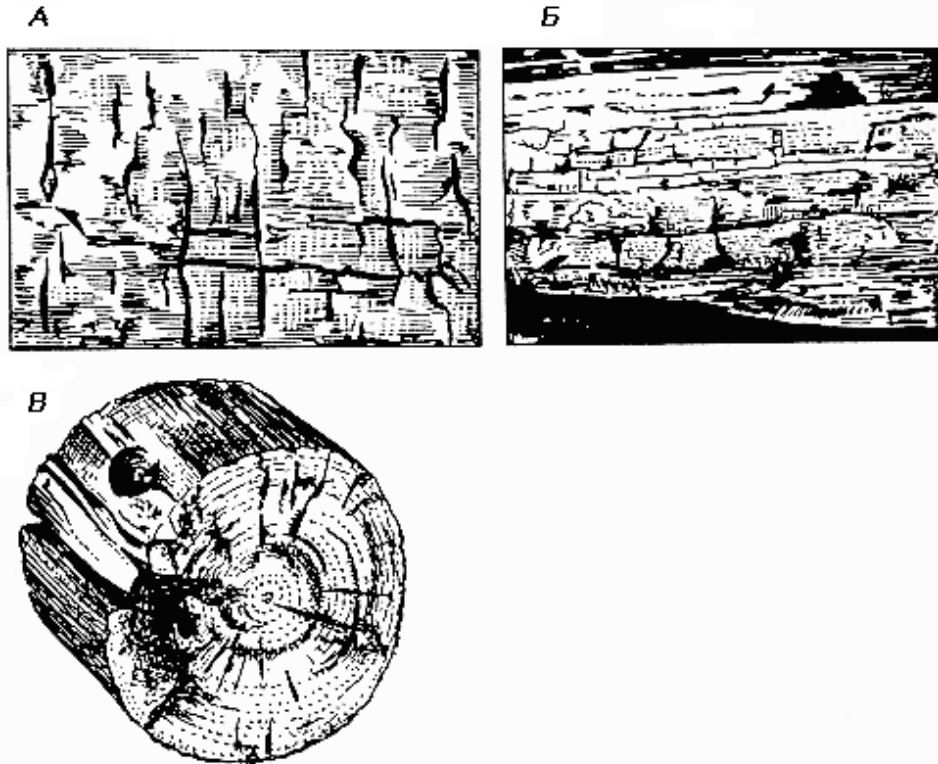


Рис. 104. Бурые трещиноватые гнили древесины, вызываемые домовыми грибами:

А – настоящим; Б – белым; В – пленчатым

При развитии гриба на древесине образуется белая пушистая ватообразная грибница, местами с розовато-кремовым оттенком или с желтоватыми пятнами, часто выделяющая на поверхность капли водянистой жидкости (рис. 105).

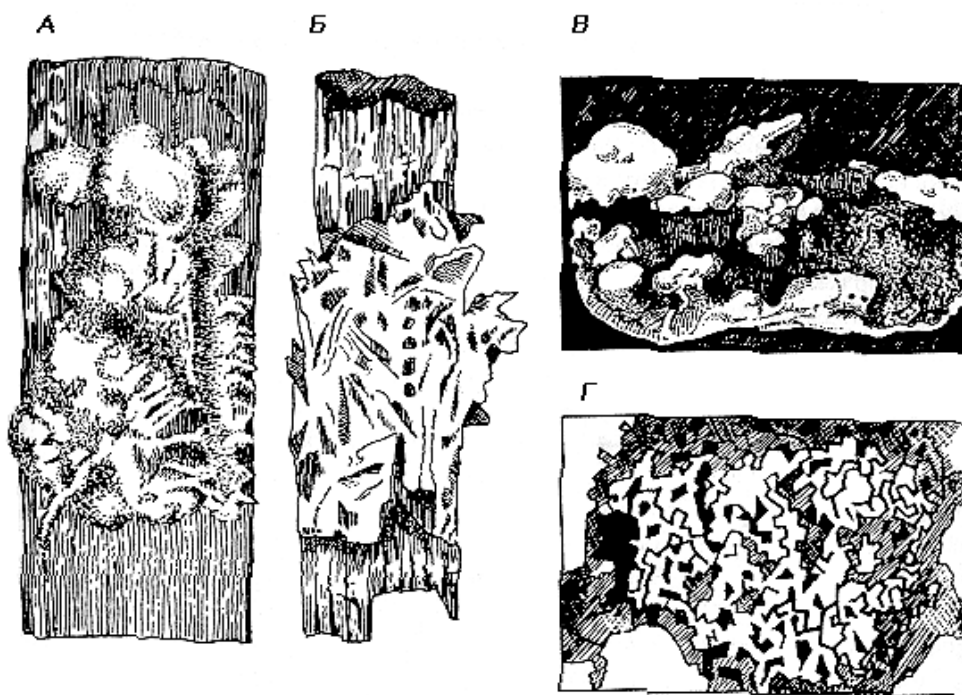


Рис. 105. Настоящий домовый гриб:

А – мицелий; Б – пленка на пораженной древесине; В – плодовое тело; Г – гименофор

Грибница постепенно превращается в пепельно-серые пленки и шнуroidные тяжи, достигающие иногда значительной длины (до 2 м) и толщины (6–10 мм). Они сначала белые, округлые, эластичные, затем уплотняются и становятся серовато-пепельными, деревянистыми и ломкими. На грибнице формируются широко распростертые охряно-желтые губчато-мясистые базидиомы гриба, иногда покрытые каплями водянистой жидкости. Со временем они становятся толстокожистыми, темно-ржавыми либо оливково-коричневыми. Край их часто бывает утолщенный, белый, хорошо отграничивается от основной части плодового тела. На верхней стороне плодового тела формируется ячеистый или сетчатый гименофор. В зрелом состоянии он окрашен в коричневый цвет. Диаметр и глубина ячеек около 2–3 мм. В них образуются базидиоспоры, которые часто покрывают пораженную древесину тонким слоем спор ржаво-коричневого цвета.

Древесина в начале гниения становится бурой или буровато-коричневой. Затем в ней появляются мелкие, а со временем и крупные продольные и поперечные трещины. В конечной стадии она как бы

обугливается и разрушается (легко растирается в порошок). Интенсивность разрушения древесины зависит от внешних факторов. При благоприятных для развития гриба условиях деревянные конструкции могут подвергаться значительному разрушению.

Белый домовый гриб – *Antrodia sinuosa* (Fr.) P. Karst. [syn.: *Coriolus vaporarius* (Fr.) Bond. et Sing.] относится к сильным деструкторам хвойной древесины в постройках и сооружениях. Часто поражает междуэтажные и чердачные перекрытия и другие деревянные конструкции. Вызывает бурую призматическую гниль древесины. Она по внешнему виду слабо отличается от гнили, возникающей при развитии настоящего домового гриба. Грибница, развивающаяся при прорастании спор, белая, вначале рыхлая, хлопьевидная, затем ватообразная, образует уплотненные скопления в виде пленок и разветвленных шнуров толщиной 3–4 мм. Шнуры волокнистые, белые, округлые в поперечном сечении, при подсыхании сохраняют эластичность и в старости приобретают желтовато-кремовый цвет.

На грибнице формируются плодовые тела (рис. 106).

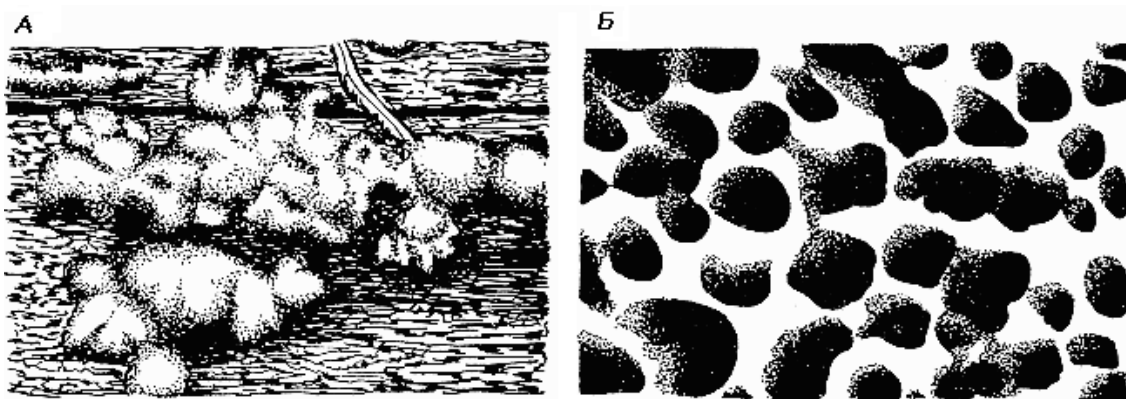


Рис. 106. Белый домовый гриб:
А – плодовое тело; Б – гименофор

Они распростерты, мягкие, в виде белой плоской подушечки. На верхней стороне их располагается трубчатый гименофор. Трубочки длиной 5–8 мм, направлены косо, вначале белые, затем желтоватые. Отверстия их довольно крупные, округлые или угловатые, нередко почти шестиугольные диаметром 0,5–1 мм.

Пораженная белым домовым грибом древесина буреет, затем растрескивается продольными и поперечными трещинами и распадается на крупные призматические участки и в конечной стадии гниения

при незначительных механических воздействиях на нее легко рассыпается в порошок.

Пленчатый домовый гриб – *Coniophora puteana* (Schum.: Fr.) P. Karst. [syn.: *Coniophora cerebella* (Pers.: Fr.) Pers.] является одним из наиболее распространенных видов, встречающихся в постройках и сооружениях. Относится к сильным деструкторам древесины хвойных и лиственных пород. Часто поражает деревянные перекрытия, перегородки и другие конструкции в сырых зданиях и сооружениях, а также погреба, овощехранилища, шпалы, столбы и т. д. По интенсивности разрушения древесины несколько уступает настоящему и белому домовым грибам.

Грибница в виде тонких пленок и шнуров. Пленки часто плотно прилегают к древесине. Вначале они желтоватого цвета, но со временем становятся коричневыми или темно-коричневыми. Шнуры тонкие, нитевидные (диаметр 1–2 мм), ветвистые, часто располагаются веерообразно. Цвет их оливково-коричневый, в старости темно-коричневый, почти черный. Шнуры постепенно переходят в паутинистую или тонкую, как бумага, пленку; часто располагаются в трещинах пораженной древесины, где вначале почти белые, затем темно-бурые.

В местах поражения древесины образуются плодовые тела (рис. 107).

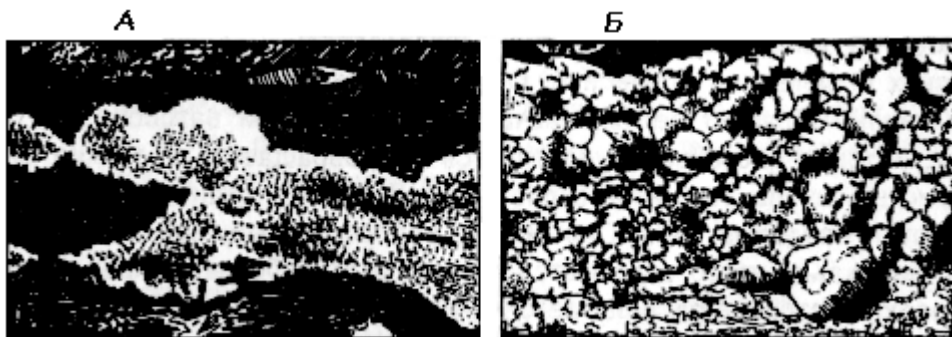


Рис. 107. Пленчатый домовый гриб:
А – плодовое тело; Б – гименофор

Они плоские, широко распростерты, мясисто-перепончатые, легко отделяются от субстрата, в зрелом состоянии издают специфический запах. Верхняя сторона их вначале желтоватая, со временем темно-коричневая. Край белый, волокнистый. На верхней стороне плодовых тел формируется гладкий либо слегка волнистый, или не-

ровно бугорчатый гименофор. В период споруляции он покрыт оливково-бурым налетом базидиоспор.

Древесина в начале гниения приобретает буроватый оттенок, затем в ней появляются мелкие поперечные трещины, располагающиеся на довольно близком расстоянии друг от друга (4–6 мм). В итоге пораженная древесина становится бурой и распадается на мелкие призмочки.

Пластинчатый домовый, или шахтный, гриб – *Paxillus raiioides* Fr. относится к числу деструкторов древесины хвойных пород. Весьма часто встречается в жилых домах, постройках различного назначения, подвалах, шахтах. Предпочитает увлажненные и затененные места. Вызывает бурую трещиноватую гниль древесины.

Гриб формирует нежную паутинистую грибницу желтовато-зеленого цвета в виде веерообразно разветвляющихся тонких шнуров (толщиной 0,5–1 мм). Они иногда переплетаются и образуют рыхлую ткань, как бы пленку, в старости темнеют.

На грибнице образуются плодовые тела гриба (рис. 108).

Это мясистые округлые или веерообразные с загнутыми краями шляпки на короткой боковой ножке, реже без нее. Располагаются они одиночно или группами. Верхняя сторона их вначале опушенная, впоследствии голая и гладкая, желтовато-кремовая либо желтовато-охряная. Край острый, волнисто-лопастный. Ткань мягкая, губчатая. На нижней стороне шляпки располагается пластинчатый гименофор. Пластинки радиально расходятся от основания ножки. Они тонкие, волнистые, дихотомически ветвятся, вначале беловатые, затем яично-желтые, а в конце развития буроватые.



Рис. 108. Плодовое тело пластинчатого домового гриба

Антродия Вайяна – *Antrodia vaillantii* (DC.: Fr.) Ryvardeen. [syn.: *Fibuloporia vaillantii* (DC.:Fr.) Bon. et Singer] является довольно распространенным деструктором древесины хвойных пород. Часто поражает деревянные элементы чердачных перекрытий, другие элементы жилых зданий и сооружений. Иногда встречается на лесоскладах. Обитает также на пнях и валежной древесине. Обуславливает бурую,

крупнотрещиноватую гниль. Образует белую, вначале рыхлую, затем ватообразную грибницу, которая постепенно уплотняется и превращается в тонкие сильно ветвистые шнуры толщиной около 1 мм.

В местах развития грибницы образуются плодовые тела. Они белые, распростертые, кожисто-мясистые, при высыхании часто отделяются по краям от субстрата. Край их узкий. На верхней стороне располагается трубчатый гименофор. Трубочки белые, со временем бледно-кремовые, длиной 1–3 мм. Отверстия их чаще угловатые, диаметром 0,3–1 мм.

Пораженная древесина вначале буреет, затем в ней возникают широкие продольные и поперечные трещины и она распадается на крупные призматические участки.

Антродия золотистая – *Antrodia xantha* (Fr.) Ryvarde[n] [syn.: *Amyloporia xantha* (Fr.) Bond. et Sing.] поражает чердачные перекрытия, встречается также в лесу на пнях и валеже. Вызывает бурую трещиноватую гниль древесины хвойных пород. Образует белую хлопьевидную грибницу, часто располагающуюся в трещинах пораженной древесины. В местах ее развития формируются плодовые тела. Они распростертые, тонкие (толщина 1–4 мм) либо подушковидные (10–12 мм). Вначале мясисто-кожистые, со слабым лимонным запахом, со временем кожистые, ломкие. Край их белый, паутинистый. На верхней стороне плодового тела располагается трубчатый гименофор. Трубочки вначале белые с желтоватым оттенком, затем серо-желтые, длиной 1–4 мм. Отверстия их угловато-округлые диаметром 0,1–0,3 мм.

Пораженная древесина вначале приобретает светло-буроватый оттенок, затем в ней появляется продольная белая штриховатость, представляющая скопления мицелия гриба. В конечной стадии гниения древесина становится бурой, трухлявой, покрывается крупными и мелкими трещинами и распадается на отдельные участки.

12.4. Мероприятия по защите деревянных конструкций от гниения

Мероприятия по защите деревянных конструкций от гниения подразделяются на профилактические и защитные. К первым относятся конструкционная и производственная профилактика, а также мониторинг за состоянием сооружений в период их эксплуатации.

Целью *конструкционной профилактики* является создание в деревянных конструкциях температурно-влажностного режима, неблагоприятного для развития гнилостного процесса. Известно, что жизнедеятельность дереворазрушающих грибов зависит от ряда факторов, в частности от влажности древесины: при влажности ниже 22% большинство из них не развивается. Следовательно, путем использования в конструкциях древесины с влажностью менее 22% и поддержания в период эксплуатации условий, исключающих ее повышение, можно предупредить их загнивание.

Конструкционные мероприятия в соответствии с "Инструкцией по защите от гниения, поражения дереворазрушающими насекомыми и возгорания деревянных элементов зданий и сооружений (СН и ПП-8.4.62)" предусматривают следующие положения: а) предохранение древесины от увлажнения атмосферными осадками, грунтовыми и производственными водами путем устройства гидроизоляции, сливных досок и козырьков; б) обеспечение тепло- и пароизоляции ограждающих частей зданий (стены, полы первого этажа, чердачные перекрытия) и сооружений; в) создание проветриваемого (осушающего) режима эксплуатации конструкций.

Тип конструкций следует выбирать с учетом климатических условий и при необходимости рекомендуется вносить в них соответствующие коррективы, предусматривающие повышение биостойкости и увеличение продолжительности службы сооружения. Однако при проведении мероприятий по конструкционной и эксплуатационной профилактике не всегда удается предохранить древесину от увлажнения и микодеструкции. В таких случаях прибегают к химической защите. Она предусматривает обработку деревянных конструкций антисептиками.

Химическая защитная обработка древесины может быть поверхностной и глубокой. Первая обеспечивает в основном временную защиту ее, поскольку при обработке только поверхностных слоев антисептические вещества легко вымываются. Однако благодаря своей доступности она наиболее часто применяется в лесном хозяйстве. При этом перед сборкой конструкций растворы антисептиков или антисептические пасты либо наносят на деревянные элементы, либо сами элементы погружают в ванны с пропиточным раствором.

Чаще поверхностную обработку проводят дважды путем опрыскивания раствором из гидропульта или ранцевого опрыскивателя ли-

бо путем обмазки с помощью кисти. Для этой цели обычно используют 2–3%-ные растворы фтористых солей. При двухкратном опрыскивании сосновых строительных элементов расходуется около 630 г, а при обмазке – 515 г рабочего раствора на 1 м² поверхности. Еловая древесина по сравнению с сосновой впитывает меньше антисептика. При ее опрыскивании за один прием расходуется около 170 г раствора фтористых солей или 200 г маслянистых антисептиков. Поэтому, чтобы защитить еловую древесину от разрушающего действия грибов, ее необходимо опрыскивать 3–4 раза с интервалом не более 3–4 ч. При большем интервале антисептик концентрируется только в верхнем слое древесины и раствор при последующих обработках не может проникнуть более глубоко.

Опрыскиванию или обмазке подвергают предварительно подсушенные строительные элементы, имеющие влажность не более 24–30%. При этом наносимый раствор антисептика подвергается капиллярному всасыванию, и в результате на древесине создается поверхностная защитная оболочка толщиной 1–2 мм.

Для более глубокой пропитки древесины и длительной защиты строительных конструкций используют антисептические пасты. Они представляют собой вязкую массу, состоящую из антисептика, клеевой основы и наполнителя. В Республике Беларусь обычно применяют пасты, приготовленные преимущественно из антисептиков, содержащих фтористый или кремнефтористый натрий. Клеящей основой их служит экстракт сульфитных щелоков, жидкое силикатное стекло, битум или различные клеи. Пасты наносят на поверхность предварительно увлажненных (влажность не ниже 40–60%) строительных элементов малярной кистью либо краскопультом. После этого строительные элементы укладывают в плотные штабеля и покрывают их толем или полиэтиленовой пленкой, чтобы водорастворимый антисептик диффундировал в древесину по всей толщине заболони.

Основания деревянных столбов, опор, стоек, вкапываемых в землю, нередко защищают антисептическими бандажами. Их готовят из двух слоев мешковины, между которыми располагают антисептическую пасту. С внешней стороны бандаж обрабатывают нефтебитумом или другим гидроизолирующим составом. Размер бандажа зависит от габаритов защищаемого элемента. Для столбов и стоек бандаж делается шириной около 50–70 см. При этом верхний край его должен выступать на 15–25 см над уровнем земли. Таким же способом можно

защищать столбы и опоры, пораженные гнилью (в начальной стадии). Для этого опору откапывают на 50–60 см и металлической щеткой очищают от земли и разрушенной древесины. Затем на нее наносят слой антисептической пасты толщиной не менее 3–5 мм, так чтобы нижний уровень его был погружен в землю на 30 см, а общая длина составляла не менее 50–60 см. Место обмазки покрывают водостойкой пленкой или толем. На антисептирование 1 м² лесоматериала расходуется 0,2–0,25 кг сухого антисептика.

Пропитка древесины погружением в ванны обычно применяется при защитной обработке небольших партий древесины. Для этой цели используют специальные ванны или другие емкости (бочки, чаны), которые заполняют пропиточной жидкостью, и на определенное время погружают в них строительные элементы. В зависимости от влажности древесины и длительности выдержки в ванне разработаны три варианта данного способа.

1. *Пропитка сырой древесины* путем кратковременной выдержки в ванне (в течение нескольких минут). Обычно используется для малогабаритных элементов. На этих элементах за время выдержки в ванне в результате капиллярного впитывания древесины и отчасти гидростатического давления жидкости образуется тонкий слой (около 1 мм) пропитанный антисептиком. Для этих целей применяют водорастворимые антисептики, иногда их подогревают до 80–90°С (для повышения скорости пропитки). Расход водного раствора антисептика оставляет 0,6–1 л/м² обрабатываемой поверхности.

2. *Пропитка сырой древесины* путем длительной выдержки строительных элементов в ванне. Чаще применяется для крупных элементов. В данном случае процесс идет непосредственно в ванне в основном за счет диффузии. Эффективность его зависит от температуры раствора и продолжительности выдержки (обычно 5–15 суток). Глубина пропитки может достигать 5–10 мм.

3. *Пропитка подсушенной древесины* при длительной выдержке в ванне. Чаще применяется для обработки деталей, используемых при ремонте зданий и замене пораженных конструкций. Глубина пропитки в этом случае зависит от продолжительности выдержки и в среднем составляет 0,2–5 мм в сутки. При выдержке в ванне сухой древесины в течение 20–30 суток можно получить такую же глубину пропитки, как и при пропитке под давлением.

12.5. Методы обследования деревянных конструкций на пораженность дереворазрушающими грибами

Для своевременного обнаружения и борьбы с дереворазрушающими грибами рекомендуется периодически проводить обследования зданий и сооружений с целью: 1) установить общее техническое состояние деревянных конструкций; 2) выявить в них очаги дереворазрушающих грибов и насекомых; 3) определить вид деструктора древесины и степень его жизнеспособности; 4) установить причины поражения и наметить мероприятия по его ликвидации (особое внимание обращают на степень увлажненности древесины в разных конструкциях).

Обследование, как правило, начинается с осмотра объекта. Это дает возможность выявить дефекты конструкций, в том числе и очаги дереворазрушающих грибов. Наличие поражения древесины грибами можно определить по специфическому запаху, прежде всего в местах с влажным и застойным воздухом или при обнаружении грибных образований (скопления мицелия, пленок, шнуров, плодовых тел), а также по короблению и оседанию пораженных элементов либо по наличию типичной бурой трещиноватой гнили.

Плодовые тела деструкторов древесины наиболее часто располагаются на невидимой стороне деревянных элементов, поэтому их можно обнаружить лишь при вскрытии отдельных конструкций. По плодовым телам или другим грибным образованиям (пленки, шнуры, вегетативный мицелий) определяют вид дереворазрушающего гриба.

Более детальное обследование здания начинают с подвального помещения и заканчивают осмотром крыши и кровли. Все выявленные дефекты записывают в рабочий журнал. В местах, где были обнаружены признаки грибного поражения, берут образцы древесины методом зондирования для микологического анализа и определения влажности. Для анализа образцы древесины также берут из концов балок и лаг у самой стены, из досок пола и балок, расположенных под раковинами и радиаторами. Отобранные образцы нумеруют, помещают в пакетики, на которых указывают название строительного элемента, номер этажа и объекта, а также состояние древесины.

Гнилостное состояние древесины оценивают в баллах по следующей шкале: 1 – плотность и прочность древесины снижена до 20% (первая стадия поражения); 2 – плотность и прочность древесины

снижена до 40–60% (вторая стадия поражения); 3 – плотность и прочность древесины снижена более чем на 60% (третья стадия поражения); 4 – аварийное состояние.

В отдельных случаях прибегают к вскрытию конструкций, что облегчает осмотр и установление характера и объема грибного поражения. В зависимости от степени поражения деревянные конструкции подразделяют на две группы: 1) элементы (или часть их), подлежащие удалению; 2) элементы, требующие антисептической обработки.

По материалам обследования составляют акт с подробным описанием мест поражения и условий, благоприятствующих развитию деструктивных грибов, а также дают рекомендации по борьбе с ними или (при необходимости) по замене отдельных пораженных элементов здания (полы, чердачные перекрытия и т. п.) на более устойчивые конструкции. В случае сильного разрушения наиболее важных несущих конструкций до начала ремонтных работ устанавливают временные крепления и запрещают пользоваться этим помещением.

При выявлении в здании очагов деструктивных грибов и насекомых-древоточцев назначают противогнилостный ремонт. Он предусматривает следующие работы: 1) устранение источников увлажнения деревянных конструкций, благоприятствующих развитию грибов; 2) вскрытие и просушку конструкций в случае сильного их увлажнения; 3) удаление сильно пораженных деревянных элементов и замену их новыми; 4) дезинфекцию мест поражения и антисептирование деревянных конструкций.

Сильно разрушенные элементы (вторая и третья стадии поражения) удаляют из конструкций и сжигают (на кострах или в топках). Использование их в качестве топлива в жилых помещениях, а также хранение на складах либо в хозяйственных постройках не допускается.

При очаговом поражении разрушенную часть элемента удаляют вместе с непораженным участком длиной до 0,5 м. Лесоматериалы, предназначенные для ремонтных работ, высушивают до влажности 20% и обрабатывают антисептиками.

Деревянные элементы при неглубоком поверхностном поражении оставляют в конструкциях, но наружную поврежденную древесину стесывают топором до здоровой и подвергают усиленному антисептированию. Для этого в ней просверливают отверстия диаметром 15 мм на расстоянии 15–20 см друг от друга (в зависимости от степени грибного поражения), глубиной не менее половины толщины антисеп-

тируемого элемента. В отверстия многократно заливают 10%-ный раствор кремнефтористого аммония либо 3%-ный раствор фтористого натрия. Более глубокую пропитку деревянных элементов можно получить с помощью инъекционного аппарата. После такой обработки элементы покрывают антисептической пастой.

Примыкающие к пораженным участкам деревянных элементов кирпичные, бетонные или металлические поверхности тщательно очищают и также обрабатывают 3%-ным раствором фтористого натрия или 10%-ным раствором кремнефтористого аммония (из расчета 2 л/м² поверхности). Кроме того, антисептиками обрабатывают земляную засыпку подвальных помещений.

РАЗДЕЛ IV. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА ОТ БОЛЕЗНЕЙ

Глава 13. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ

В лесных насаждениях можно наблюдать развитие разных комплексов вредных организмов (грибов, бактерий, вредителей и др.), трофически связанных с определенной древесной породой. В здоровом лесу они встречаются в небольших количествах и не оказывают существенного влияния на его состояние и продуктивность. Однако при сочетании определенных экологических условий их численность резко возрастает, они расселяются по всему участку и могут причинить значительный вред, а иногда и вызвать отмирание отдельных участков либо их полное расстройство. В таких неблагоприятных по фитопатологическому и санитарному состоянию участках рекомендуется проводить лесозащитные мероприятия. Они должны быть направлены на создание условий, исключающих возможность заражения растущих деревьев или предотвращающих распространение возбудителей болезней, а в случае необходимости – на изоляцию и подавление их паразитической активности. С другой стороны, эти мероприятия должны быть направлены на повышение биологической устойчивости лесных насаждений, создание благоприятных условий для роста древесных пород, формирование высокопродуктивных древостоев.

По содержанию и направленности все лесозащитные мероприятия делятся на следующие группы:

- 1) надзор за появлением и распространением болезней;
- 2) лесохозяйственные методы защиты;
- 3) биологические методы;
- 4) химические методы;
- 5) физико-механические методы;
- 6) интегрированный метод;
- 7) карантин растений.

Выбор метода защиты леса в значительной степени зависит от биологических особенностей возбудителя болезни, стадии и характера его распространения и развития, а также от состояния, возраста и лесорастительных условий пораженного насаждения. Применением одного какого-либо метода довольно трудно достигнуть высокой эффективности.

Наибольший лесозащитный эффект, как правило, получается при сочетании различных методов с использованием всех доступных средств. Для защиты лесных насаждений от вредных организмов и неблагоприятных факторов среды наиболее часто применяют системы мероприятий, направленные на предупреждение появления и ограничения распространения комплекса наиболее опасных болезней, создание неблагоприятных условий для патогенов в сочетании с активными истребительными мерами.

13.1. Надзор за появлением и распространением болезней леса

Эффективность лесозащитных мероприятий существенно возрастает при грамотном и своевременном их проведении. Для своевременного обнаружения очагов болезней и других патологических явлений в лесу организована система лесопатологического надзора. Согласно "Инструкции по надзору за появлением и распространением вредителей и болезней в лесах Белорусской ССР" (1970), надзор подразделяется на общий и специальный.

Общий лесопатологический надзор осуществляется работниками лесной охраны под руководством лесничего с целью своевременного обнаружения очагов болезней, участков леса, ослабленных и поврежденных различными причинами. Внешними признаками неблагополучного состояния насаждений являются преждевременное пожелтение и усыхание листьев (хвои) и ветвей в кроне, групповое или куртинное отмирание деревьев, наличие бурелома или ветровала, появление на стволах раковых язв и другие патологические явления. При обнаружении патологических симптомов в лесу работники лесной охраны обязаны заполнить специальный листок сигнализации и передать его в лесничество. Лесничий в 3-дневный срок должен выехать на место и проверить состояние поврежденного насаждения, уточнить причину повреждения и назначить соответствующие меры защиты. На основании проведенного осмотра составляется акт обследования, который направляется в лесхоз.

Специальный лесопатологический надзор ведется за опасными видами болезней, которые могут представлять угрозу лесным насаждениям данного лесничества (лесхоза) с учетом их породного состава, возраста, условий произрастания. С этой целью прокладываются

ся специальные маршруты, проходящие через наиболее распространенные для данного лесничества насаждения, в которых отмечено развитие очагов болезней или возможно их появление в будущем. Специальный надзор может быть рекогносцировочным и детальным.

Рекогносцировочный надзор проводят техники-лесоводы под непосредственным руководством лесничего. Он заключается в глазомерной оценке состояния насаждений и степени его пораженности той или иной болезнью. С этой целью производится осмотр насаждений хозяйственно ценных древесных пород по проложенным маршрутам в сроки, когда особенно четко проявляются симптомы поражения деревьев той или иной болезнью. Например, наблюдения за появлением сосудистых микозов вяза и дуба лучше проводить в летний период (июнь–июль), когда в кронах зараженных деревьев хорошо видны усохшие ветви с бурыми листьями. В то же время куртинное отмирание деревьев сосны в очагах корневой гнили можно наблюдать в любое время года.

Рекогносцировочный надзор позволяет оперативно выявлять очаги болезней, насаждения с нарушенной устойчивостью. Однако полученные данные не всегда бывают достаточными для правильного выбора методов и средств защиты, а также для разработки прогнозов дальнейшего развития опасных болезней в насаждениях региона. Необходимый материал может быть получен при детальном надзоре.

Детальный надзор осуществляют инженеры-лесопатологи либо специалисты республиканского производственного унитарного предприятия "Беллесозащита". Он проводится ежегодно в течение многих лет на закрепленных в натуре участках леса или постоянных пробных площадях. На них путем детального обследования устанавливают степень пораженности деревьев той или иной болезнью, интенсивность их усыхания, скорость распространения гнили в стволе, инфекционный запас патогена, динамику развития болезни и т. д.

Данные детального надзора используют для характеристики санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений, а также для разработки краткосрочных и долгосрочных прогнозов массового развития грибных болезней, а также для планирования лесозащитных мероприятий в следующем календарном году. Лесопатологический надзор дополняется материалами лесопатологических обследований ослабленных и поврежденных насаждений. В практике лесного хозяйства наиболее широкое распространение получили текущие

оперативные и экспедиционные наземные лесопатологические обследования лесных насаждений.

Текущие лесопатологические обследования проводят ежегодно в каждом лесничестве с целью проверки листов сигнализации об усыхании и ослаблении насаждений, появления и распространения очагов болезней, для установления причин и размеров плохого санитарного состояния насаждений, подвергшихся воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов (пожары, буреломы, ветровалы, повышенные рекреационные нагрузки, промышленные выбросы, засуха и т. п.). Оперативному обследованию также подлежат лесокультурные площади, пропавшие лесные культуры, молодняки, поврежденные дикими копытными, мышевидными грызунами и т. п. Полученные данные используют для подбора участков лесных насаждений, нуждающихся в проведении санитарно-оздоровительных мероприятий на следующий календарный год, а также для контроля за состоянием особо ценных насаждений, произрастающих в лесах данного региона.

Экспедиционные лесопатологические обследования выполняют специальные лесопатологические партии, входящие в состав производственного предприятия “Белгослес”. Они проводятся по договорам с отдельными лесхозами республики. В результате обследования выявляются действующие очаги грибных болезней и вредных насекомых, устанавливаются площади ослабленных и усыхающих насаждений, дается анализ санитарного и лесопатологического состояния лесов, разрабатывается проект лесозащитных и санитарно-оздоровительных мероприятий в лесах обследованного лесхоза.

Лесопатологическое обследование насаждений осуществляется двумя методами – рекогносцировочным и детальным. При рекогносцировочном обследовании проводят визуальный осмотр обследуемых насаждений. Для получения более полных данных рекомендуется осматривать насаждение, произрастающее на данном таксационном выделе, в нескольких местах. В процессе осмотра устанавливается глазомерно процент сухостойных, пораженных болезнями деревьев, степень отмирания хвои (листьев) или ветвей в кроне дерева. Определяется видовой состав возбудителей и вызываемых ими болезней древесных пород. Обращается внимание на характер расположения пораженных либо усохших деревьев по площади выдела (единичное, групповое, куртинное или сплошное).

Детальное обследование проводят в насаждениях с нарушенной устойчивостью для выяснения причин их ослабления, установления степени пораженности деревьев и динамики развития болезни, а также для обоснования целесообразности, выбора метода и объема лесозащитных мероприятий. Детальное обследование ведется на пробных площадях, закладываемых в наиболее характерных участках пораженных насаждений. Размер и форма пробных площадей, их количество и расположение в обследуемом насаждении зависит от видового состава болезней, характера их распределения, поставленных целей обследования. На пробных площадях осуществляют сплошной пересчет деревьев с измерением диаметра на высоте 1,3 м с обязательным установлением у каждого дерева категории состояния в соответствии с "Санитарными правилами в лесах Беларуси" (1996). При пересчете деревьев дополнительно выявляются пораженность их болезнями, степень усыхания хвои, количество усохших ветвей в кроне дерева и другие показатели патологического состояния. В случае необходимости на пробных площадях отбираются модельные деревья. Они срубаются и детально анализируются.

Полученные данные пробных площадей используются при составлении краткосрочных и долгосрочных прогнозов развития болезни и для разработки проекта и обоснования объемов лесозащитных мероприятий.

13.2. Лесохозяйственные методы защиты

В общей системе мероприятий по защите леса от болезней большое значение имеют лесохозяйственные методы. Они представляют собой научно обоснованный комплекс приемов и методов, выполняемых на протяжении всего периода лесовыращивания, начиная с заготовки семян, выращивание посадочного материала, создания и ухода за насаждениями, вплоть до их главной рубки. Основной их целью является выращивание высокопродуктивных лесных насаждений, обладающих повышенной устойчивостью к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам. Наряду с чисто лесоводственными они также решают и лесозащитные задачи. Лесохозяйственные мероприятия должны включать все новейшие достижения лесозащиты, направленные на создание условий, ограничивающих или препятствующую

щих массовому развитию патогенных организмов в лесу, повышению резистентной способности насаждений.

При выращивании высоко устойчивых насаждений важное значение имеет правильный подбор древесных пород в соответствии с климатическими и почвенно-грунтовыми условиями, с учетом их повреждаемости и возможности перехода возбудителей болезней с одной породы на другую. Важную роль приобретает использование видов древесных пород, обладающих повышенной устойчивостью к инфекционным болезням, селекция и гибридизация с целью получения новых более устойчивых внутривидовых форм и гибридов древесных пород.

Для получения высококачественного посадочного материала необходимо проведение соответствующих агротехнических мероприятий по организации лесосеменного и питомнического хозяйства, по сбору и хранению высококачественных семян древесных пород, соблюдению технологии выращивания сеянцев в лесных питомниках. Положительную роль в улучшении роста сеянцев и саженцев и повышении их устойчивости играет удобрение почв в питомниках и культурах. Особенно сильно реагируют растения на внесение повышенных доз минеральных и органических удобрений. Так, при избытке азотных удобрений наблюдается бурный рост вегетативных органов, что задерживает их созревание и способствует поражению многими ржавчинными и мучнисторосяными грибами, в то время как сбалансированные дозы калийных и фосфорных удобрений повышают устойчивость растений к ряду болезней.

Заслуживают внимания вопросы создания смешанных по составу и по возможности разновозрастных насаждений, характеризующихся меньшей восприимчивостью к большинству инфекционных болезней древесных пород. При подборе древесных пород следует учитывать также характер взаимоотношений между отдельными породами.

Важное значение приобретает правильный и своевременный уход за вновь создаваемыми культурами, грамотное проведение рубок ухода в перегущенных и ослабленных насаждениях с удалением, в первую очередь, всех пораженных, ослабленных и сухостойных деревьев. При уходе за культурами, особенно в молодом возрасте, нужно учитывать возможность развития болезней. Так, затенение саженцев сосны травой или порослью лиственных пород способствует поражению молодых культур сосновым вертуном и болезнями типа шютте. С

помощью рубок ухода формируются состав и структура насаждения, поддерживается сомкнутость на оптимальном уровне, удаляются пораженные и неперспективные деревья и тем самым улучшаются условия роста насаждений и повышается их устойчивость.

Своевременное осуществление основных санитарных правил в лесах (проведение выборочных и сплошных санитарных рубок, уборка захламленности, вывозка заготовленной древесины в указанные сроки и т. п.) является залогом поддержания лесов в хорошем санитарном состоянии. Рекомендуются появляющиеся участки усохших насаждений, ветровала, бурелома, горельники, свежеселенные вредителями и пораженные деревья в кратчайшие сроки отводить в рубку, чтобы не допустить потери технических качеств древесины, дальнейшего распространения возбудителей болезней и стволовых вредителей.

При необходимости проводить реконструкцию насаждений путем изменения их состава с учетом типа лесорастительных условий с целью повышения их устойчивости к наиболее опасным болезням. Так, к примеру, при реконструкции сосновых культур, пораженных корневой губкой, в их состав вводят лиственные породы и кустарники (березу, дуб красный, акацию аморфу и др.), препятствующие распространению корневой гнили и повышающие плодородие почвы.

Лесохозяйственные мероприятия могут обеспечить весьма эффективную защиту насаждений от патогенов при своевременном и тщательном их проведении, особенно когда источники инфекции накапливаются в лесу постепенно.

13.3. Биологический метод защиты

Среди различных методов защиты лесных насаждений от болезней одним из перспективных является биологический. Он основан на использовании микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности для подавления развития возбудителей болезней древесных пород. В основе этого метода лежат существующие в природе явления антагонизма, возникающие между различными группами микроорганизмов при совместном развитии на одном и том же субстрате, имеющих одинаковые потребности в питательных веществах. В этом случае между видами идет конкурентная борьба за источники питания.

В настоящее время биологические методы защиты в лесном хозяйстве основываются главным образом на использовании антагани-

стических отношений между фитопатогенными и сапротрофными грибами. Установлено, что ряд грибов из родов *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Trichothecium* оказывает антагонистическое действие на многие фитопатогенные грибы, обитающие в почве. Так, грибы из рода *Trichoderma* подавляют развитие возбудителей инфекционного полегания всходов и сеянцев древесных пород в лесных питомниках.

Препарат микоризин, представляющий культуру микоризных грибов, выращенных на субстрате определенного состава (разработан сотрудниками отдела защиты леса ВНИИЛМ в 1986 г.), применяется при защите сеянцев древесных пород от полегания.

Широко распространенные в лесах сапротрофные дереворазрушающие грибы, выступающие в роли пневых конкурентов, стали использоваться при защите хвойных насаждений от поражения корневой губкой. Среди них наиболее эффективны: *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Juelich, *Bjerkandera adusta*, *Trichaptum abietinum* (Dick.) Donk., *Fomitopsis pinicola*. Споры этих грибов, оседая из воздуха на поверхность пней, прорастают, и мицелий быстро заселяет древесный субстрат, тем самым препятствуя проникновению корневой губки в здоровые насаждения. Чистые культуры этих грибов, выращенные на питательных средах в виде специальных биопрепаратов, применяются для обработки пней свежесрубленных деревьев в сосновых и еловых культурах при проведении в них рубок ухода в теплый период года. Так, к примеру, в Финляндии выпускается биопрепарат под названием Rotstop, представляющий культуру гриба *Phlebiopsis gigantea*. Он используется при профилактике корневой губки в хвойных насаждениях Финляндии. Подобные препараты созданы и используются во Франции, Германии, Польше и других странах мира.

Антагонистические отношения микроорганизмов могут быть обусловлены образованием антибиотических веществ. Такая форма антагонизма широко представлена в мире микроорганизмов. Специфические продукты обмена одних видов, угнетающие или полностью подавляющие развитие других, получили название антибиотиков. Для них характерна избирательность действия, т.е. каждый антибиотик проявляет свое биологическое действие по отношению к определенным группам организмов, не оказывая никакого воздействия на другие организмы. Эти вещества высокоэффективны, они могут в очень низких концентрациях подавить развитие патогенных организмов. Наиболее распространенными методами применения антибиотиков в защите

растений являются обработка семян и посадочного материала и внесение их в почву. Эти методы основаны на том, что препарат, нанесенный на поверхность семян или внесенный в почву, угнетает рост или полностью подавляет патогенный организм, находящийся на поверхности или внутри тканей растения. Антибиотики поглощаются корнями и другими органами и довольно быстро распространяются по растению. Они сохраняются в растении до 20–30 дней и могут оказывать иммунизирующее действие на растение, значительно повышая его устойчивость к болезни.

В лесном хозяйстве при защите сеянцев от инфекционного полегания хорошие результаты показали антибиотики фитобактериомицин и трихотецин. Предпосевная обработка семян древесных пород этими антибиотиками значительно снизила отпад сеянцев от данного заболевания. Для борьбы с полеганием сеянцев можно также использовать нативные антибиотики, образующиеся в плодовых телах таких дереворазрушающих грибов, как ложный осиновый, окаймленный, настоящий трутовик и стерильная форма скошенного трутовика (чага). Водными вытяжками из свежесобранных плодовых тел или из пораженной ими древесины проводят предпосевное намачивание семян либо обрабатывают почву в питомниках в местах отмирания сеянцев.

Весьма перспективным биологическим методом защиты растений является использование сверхпаразитов (гиперпаразитов) – микроорганизмов, паразитирующих на других фитопатогенных организмах. Известно, что в природных условиях ряд грибов ведет паразитический образ жизни на ряде возбудителей болезней древесных пород. Например, гриб *Tuberculina maxima* Sacc. вызывает угнетение эциального спороношения гриба *Cronartium ribicola* – возбудителя пузырчатой ржавчины сосны веймутовой, а *T. persicina* Sacc. подавляет развитие возбудителя ржавчины груши, барбариса и крушины. Гриб *Ampelomyces quisqualis* (= *Cicinnobolus cesatii*) развивается на мицелии, конидиях и клейстотециях мучнисторосяных грибов, поражающих яблоню и другие плодовые породы, и вызывает их лизис. В настоящее время предпринимаются попытки разработки на базе этого гриба биопрепарата (ампеломицина) для борьбы с мучнистой росой многих растений.

Грибы-гиперпаразиты связаны со многими другим возбудителями болезней растений, но пока они не используются в производстве

из-за недостаточно устойчивой эффективности и отсутствия препаративных форм.

В настоящее время при разработке биологических методов защиты древесных пород все большее внимание уделяется вопросам аллелопатических взаимоотношений между отдельными видами. Установлено, что многие растения выделяют в окружающую среду биологически активные вещества, оказывающие стимулирующее или угнетающее воздействие на другие растения. Характер этих взаимоотношений следует учитывать, подбирая древесные породы и кустарники для создания смешанных насаждений. Компоненты смешанных фитоценозов (кустарники, основные представители травяного и мохового покрова) не должны угнетающе действовать друг на друга и одновременно создавать условия, ингибирующие развитие возбудителей опасных болезней лесных пород. Например, по данным С.Ф. Негруцкого (1986), фитонциды рябины обыкновенной, бузины красной, аморфы, акации желтой и других кустарников оказывают негативное действие на развитие корневой губки. Установлено, что корневые выделения ряда древесных пород стимулируют или ингибируют развитие многих почвенных микроорганизмов, в том числе и возбудителей корневых гнилей.

Несмотря на положительный опыт применения отдельных приемов биологической защиты в лесном хозяйстве он пока используется слабо. Необходимость расширения работ в этом направлении очевидна, так как биологический метод не загрязняет окружающую среду и не представляет опасности для человека, животных и растений.

13.4. Химические методы защиты

Химические методы защиты основаны на использовании специальных химических соединений и других ядовитых веществ против возбудителей инфекционных болезней растений. Химическая защита растений от болезней носит преимущественно профилактический характер и направлена на предотвращение проникновения возбудителей болезней в растение, т. е. патоген должен быть подавлен до того, как он вызовет его заражение. С этой целью химические вещества наносятся на поверхность растений (листья, хвою, побеги, стволы), чем и достигается наружная защита их от возбудителей болезней.

Для лечения пораженных растений используют метод внутренней терапии (хемотерапии), когда препараты системного действия вводят внутрь растения или семян. Химические вещества применяют и для уничтожения промежуточных хозяев ржавчинных грибов-возбудителей многих болезней древесных пород.

Химические методы по защите лесных насаждений от болезней могут быть профилактическими и истребительными.

Профилактические мероприятия проводятся обычно до начала распространения патогенов и направлены на предупреждение массового развития тех или иных инфекционных болезней древесных пород. Эти мероприятия в настоящее время лежат в основе защиты леса, поскольку любое заболевание легче предупредить, чем заниматься его лечением.

Истребительные мероприятия направлены на подавление возбудителей в период их активного развития на растении или на уничтожении зимующей инфекции патогенов.

Химические методы защиты широко применяются в лесных питомниках и при защите лесных культур от болезней, так как они высокоэффективны и универсальны. Их можно использовать для защиты всех древесных пород, борьбы с возбудителями болезней семян, сеянцев, молодых культур. Они благодаря использованию современной высокопроизводительной аппаратуры относительно нетрудоемки и позволяют ликвидировать очаги болезней на больших площадях за короткий срок.

Однако с расширением масштабов химической защиты растений выявились и ее недостатки. Оказалось, что большинство применяемых химических веществ ядовиты для человека и животных. Многие из них накапливаются в почве и растениях, с продуктами питания попадают в организм человека, где кумулируясь, вызывают хроническое отравление. Кроме того, при систематическом применении одних и тех же или близких по химическому составу и характеру действия препаратов к ним вырабатывается устойчивость вредных организмов, что существенно снижает эффективность химической защиты растений. Более того, систематическое применение химических средств защиты растений нарушает сложившееся равновесие биогеоценозов. Химические вещества при избыточном накоплении в почве способны

подавлять деятельность полезной почвенной фауны и микрофлоры, что может привести к ухудшению плодородия почвы.

В связи в вышеизложенным масштабы проведения химических мероприятий с целью защиты лесных насаждений начинают ограничивать, периодически пересматривается список разрешенных для применения в лесном хозяйстве химических препаратов, из него исключаются препараты, ядовитые для человека или кумулирующиеся в организме, совершенствуются технология и способы химической защиты.

Химические меры борьбы следует исключать из комплекса защитных мероприятий в тех случаях, когда численность вредных организмов невелика и они не представляют угрозы произрастающим насаждениям, когда их распространение можно предотвратить с помощью лесохозяйственных мероприятий в сочетании с биологическими и другими методами защиты.

13.4.1. Способы химической защиты растений

В зависимости от биологических особенностей возбудителей болезней и защищаемого объекта (семена, посадочный материал, растущие деревья) применяют различные способы их химической защиты: опрыскивание, опыливание, протравливание, фумигацию, хемотерапию и др.

Опрыскивание. Сущность опрыскивания заключается в нанесении раствора пестицида, эмульсии или суспензии в капельно-жидком состоянии на обрабатываемую поверхность с помощью опрыскивателей разных типов.

Опрыскивание – один из наиболее распространенных способов защиты древесных пород от различных патогенных организмов, с помощью которого можно достичь значительного эффекта при использовании небольшого количества действующих веществ, добиться равномерного покрытия препаратами обрабатываемых поверхностей и хорошей их фиксации на растении. При опрыскивании происходит меньший снос пестицидов за пределы обрабатываемых участков по сравнению с опыливанием и имеется возможность применять комбинированные составы (баковые смеси) препаратов, что практически невозможно осуществить при опыливании.

Для опрыскивания используют специальные формы препаратов: концентраты эмульсий, образующие при разбавлении водой различные ее типы; смачивающиеся порошки, дающие стабильные водные суспензии; вещества, непосредственно растворимые в воде; заводские концентрированные растворы в маслах или других органических растворителях.

По количеству рабочей жидкости, расходуемой на обработку единицы площади, опрыскивание подразделяют на три основных вида: многолитражное, малообъемное и ультрамалообъемное. При многолитражном наземном опрыскивании допускается относительно низкий уровень дробления рабочей жидкости до размера капель 120–130 мкм в диаметре. Норма расхода рабочей жидкости для обработки 1 га питомника составляет 800–1200 л. *Многолитражное опрыскивание* применяется при использовании фунгицидов контактного действия, когда требуется для получения максимальной эффективности обильное смачивание растений. Оно сопряжено со значительными затратами, вызванными необходимостью подвоза большого количества воды и малой производительностью обработок.

В настоящее время основным способом применения пестицидов для обработки посевов в питомниках и лесных насаждений является *малообъемное опрыскивание*. Современные формы препаратов (концентраты эмульсий, тонкодисперсные смачивающиеся и растворимые порошки) позволяют применять рабочие жидкости повышенной концентрации, а современные опрыскиватели – увеличить дисперсность дробления жидкости для обеспечения достаточной плотности и равномерности отложения капель на обрабатываемой поверхности. Норма расхода рабочей жидкости при малообъемном опрыскивании лесных насаждений уменьшается до 250–500 л/га. При использовании авиационной аппаратуры норма расхода рабочей жидкости при данном виде опрыскивания составляет 200–400 л/га.

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) – это опрыскивание готовыми препаратами без разбавления водой в форме жидких технических продуктов пестицидов или их концентрированных растворов в органических растворителях с помощью специальной аппаратуры для УМО. Норма расхода препарата при ультрамалообъемном опрыскивании составляет 0,5–5 л/га.

Опрыскивание лучше проводить в безветренную погоду в утренние или вечерние часы, чтобы предотвратить снос препарата и

ожоги листьев. Фиксация препаратов на растениях и проникновение их в верхние слои кутикулы происходит в течение не менее 6 часов. Поэтому если после опрыскивания менее чем через 6 часов прошел дождь, защитную обработку следует повторить.

Опыливание также является универсальным способом борьбы со многими возбудителями болезней растений и другими патогенными организмами. Он сводится к нанесению на пораженное растение пылевидных фунгицидов с помощью специальных аппаратов – опылителей. Этот способ сравнительно прост, не требует большого количества воды и специальной подготовки фунгицидов. Однако их расходуется значительно больше, чем при опрыскивании, распределяются они на обрабатываемых поверхностях растений менее равномерно и удерживаются на них хуже, поэтому в ветреную погоду препарат может быть снесен с растения (особенно при авиаопыливанием).

Для улучшения свойств пылевидных препаратов в их состав вводят специальные наполнители (чаще всего тальк, золу с электрофильтров, смесь талька с каолином или мелом), минеральные масла (соляровое, веретенное), что снижает расход действующего вещества пестицида, повышает его фиксацию на растении. Опыливание следует проводить рано утром или поздно вечером по росе или после дождя, в тихую безветренную погоду, при таких условиях препарат лучше фиксируется на растениях. В настоящее время в лесном хозяйстве при применении способа опыливания используют в основном порошок молотой серы для защиты древесных пород от поражения мучнистой росой.

Фумигация представляет введение пестицида в паро- или газообразном состоянии в среду обитания патогенного организма. Применяется для уничтожения вредных организмов, обитающих в труднодоступных местах (в щелях стен складских помещений, теплиц, парников, в почве), а также для обеззараживания семян, плодов, посадочного материала. Она проводится обычно на ограниченных пространствах – в складах, камерах, теплицах и других замкнутых помещениях. В состав воздуха вводится в паро- или газообразном состоянии фумигант, обладающий высокими токсическими свойствами. Патоген или другие вредные организмы поглощают его в процессе дыхания, отравляются и погибают. Эффективность этого способа зависит, в первую очередь, от интенсивности испарения фумиганта и скорости его проникновения

в объект фумигации. Все работы по фумигации проводят с соблюдением мер личной и общественной безопасности. Для распознавания фумигантов, не определяемых по запаху, к ним добавляют в небольшом количестве сигнализаторы – вещества, которые обладают ясно различимым запахом.

Выделяют следующие основные виды фумигационных работ: *фумигация помещений* (складов, семяохранилищ, теплиц и др.); *камерная фумигация* (семян, посадочного материала, плодов и др.) в специальных камерах, где обеспечивается полная герметизация, точное дозирование препарата и регулирование температуры; *палаточная фумигация* (для обработки отдельных ценных деревьев или кустарников); *фумигация почвы* (для уничтожения обитающих в ней нематод и возбудителей грибных болезней). При фумигации почв необходимо учитывать ее высокую поглотительную способность. Фумиганты заделывают в почву на нужную глубину и поверхность почвы мульчируют или покрывают синтетическими пленочными материалами.

Аэрозольная обработка проводится для борьбы с возбудителями болезней древесных пород и вредных организмов. Аэрозоли получают путем дробления жидкого пестицида струей воздуха под большим давлением с помощью специальных аэрозольных генераторов либо растворяют пестицид в летучей жидкости, которую затем разбрызгивают, при этом жидкость испаряется, а капли пестицида приобретают размеры аэрозольных частиц. Это сравнительно новый и довольно перспективный способ химической защиты растений. Расход препарата в этом случае меньше, чем при любом другом способе. Он благодаря высокой дисперсности и способности "распыляться" легко проникает в ткани растений, равномерно распределяется в кронах деревьев, сравнительно прочно фиксируется на листьях и ветвях. Основными недостатками при работе с аэрозолями являются зависимость от скорости ветра и небольшая продолжительность действия пестицида.

Простейший способ получения аэрозолей – сжигание различных составов, содержащих пестицид. На этом принципе основано использование аэрозольных шашек пестицидов (шашки "Гамма").

Предпосевное протравливание семян фунгицидами осуществляется для защиты их от возбудителей полегания и других болезней грибного либо бактериального происхождения. Этот способ обычно применяется в период, когда возбудители находятся на поверхности

семян. После их проникновения в ткани его эффективность значительно снижается, поэтому в таких случаях проводят термическую обработку: семена обрабатывают горячей водой в течение определенного времени. В зависимости от физического состояния препарата и способа обработки различают влажное, полусухое и сухое протравливание.

Влажное протравливание: семена обильно смачивают раствором протравителя или погружают в него на определенное время, после чего подсушивают в тени и высевают.

Полусухое протравливание: семена опрыскивают суспензиями или растворами протравителей повышенной концентрации, затем перелопачивают и выдерживают под газонепроницаемой тканью в течение нескольких часов.

Сухое протравливание: семена в специальных протравочных машинах покрывают тончайшим слоем пылевидных препаратов.

В лесном хозяйстве чаще всего применяется сухой способ, так как он прост и позволяет использовать наиболее эффективные фунгициды, а также механизировать процесс. В настоящее время предпосевное протравливание рекомендуется осуществлять комбинированными препаратами, содержащими действующие вещества фунгицидов и инсектицидов и обеспечивающими одновременную защиту молодых всходов от возбудителей болезней и вредных насекомых.

Хемотерапия растений представляет собой методы их защиты от возбудителей болезней путем введения фунгицидов в ткани организма. При этом обычно используются препараты системного или внутрирастительного действия. Они способны быстро и почти полностью проникать в растение, легко распространяться по его сосудистой системе, накапливаться в тканях в необходимых количествах и сохраняться в течение продолжительного времени (иногда до 4–6 недель), оказывая токсическое действие на патогенные организмы.

Введение системных фунгицидов в древесные растения осуществляется предпосевным опудированием семян, вымачиванием их в растворах, суспензиях и эмульсиях фунгицидов, внесением препаратов в зону корневой системы, опрыскиванием надземных частей, введением препаратов в ствол дерева. Скорость проникновения, распространения, накопления и разложения фунгицидов внутрирастительного действия зависит от их свойств, вида и возраста растения, а также от условий внешней среды.

13.5. Физико-механические методы защиты

Сущность физико-механических методов защиты лесных насаждений заключается в уничтожении источников инфекции (зараженных деревьев или их частей, плодовых тел трутовиков, опавшей зараженной листвы), пространственной изоляции промежуточных растений-хозяев ржавчинных грибов или в создании условий окружающей среды, неблагоприятно действующих на патогены. Однако большинство приемов и способов физико-механической защиты очень трудоемко, требует специальной механизации, поэтому их, как правило, сочетают с другими методами (биологическими, химическими) и обычно применяют на небольших площадях. Они включают следующие лесозащитные мероприятия.

Удаление зараженных и усохших деревьев – наиболее распространенный прием физико-механической защиты. Его используют для оздоровления лесных насаждений и молодых культур. Известно, что зараженные деревья в насаждении служат местом формирования источников инфекции, которые различными путями могут распространяться на соседние участки. Для предупреждения этого зараженные деревья необходимо своевременно удалять, т. е. проводить санитарные рубки. В лесных питомниках больные сеянцы удаляют механически во время прополки посевов. В молодых культурах сильно пораженные и отмершие деревца сжигают на месте или закапывают в землю на специально отведенных для этого участках.

Обрезка и уничтожение больных частей деревьев осуществляется на начальных этапах патологического процесса или при местном поражении лишь отдельных органов такими болезнями, как сосудистые, некротические, раковые, "ведьмины метлы" и др. Обрезка ветвей, пораженных сосудистым микозом, рекомендуется при их появлении в кроне в летний период. Иногда обрезку зараженных частей деревьев следует проводить периодически по мере обнаружения новых очагов болезни (особенно в условиях садово-паркового хозяйства).

В случае образования на стволах и ветвях небольших раковых язв или ран их вырезают до здоровой древесины и обрабатывают специальными защитными составами (замазками) либо покрывают масляной краской. Однако эти работы весьма трудоемки и проводятся только для защиты ценных деревьев в лесопарковом хозяйстве.

У деревьев, пораженных опенком осенним, осуществляют раскопку корневых систем и удаляют больные корни, находящиеся в стадии засмоления или типичной гнили. Это ограничивает распространение мицелия патогена в пределах одного дерева и предупреждает заражение соседних деревьев. Такие мероприятия целесообразно проводить в особо ценных насаждениях (лесопарках, мемориальных комплексах и др.).

Уничтожение, или пространственная изоляция, промежуточных растений-хозяев проводится с целью защиты лесных культур и посевов в питомниках от поражения ржавчинными грибами, жизненный цикл развития которых проходит на разных растениях. Обычно уничтожению подлежат растения, являющиеся промежуточными хозяевами и не представляющие большого хозяйственного значения. Так, для защиты шишек ели от ржавчины на лесосеменных участках и вокруг них вырубается черемуха, служащая промежуточным хозяином гриба *Thekopsora padi* – возбудителя этого заболевания. Для ограничения распространения соснового вертуна в молодых культурах сосны (до 10-летнего возраста) в начале июня рекомендуется уничтожать поросль осины, поскольку она служит промежуточным хозяином его возбудителя соснового вертуна – гриба *Melampsora pinitorqua*. Однако если промежуточный хозяин также имеет существенное хозяйственное значение (например, промежуточным хозяином ржавчины хвои лиственницы служит береза), то в этом случае прибегают к пространственной изоляции этих пород (посадки рекомендуется располагать на расстоянии не менее 250 м друг от друга).

Сбор и уничтожение плодовых тел дереворазрушающих грибов проводят в ценных спелых насаждениях, полезащитных полосах, лесопарках, садах с целью ограничения распространения стволовых и корневых гнилей древесных пород. Образующиеся на растущих деревьях плодовые тела (базидиомы) дереворазрушающих грибов, продуцируют в течение теплого периода года огромное количество базидиоспор, являющихся источником грибной инфекции. Сбору подлежат только плодовые тела тех грибов, споры которых могут поражать растущие деревья. Плодовые тела сапротрофных грибов, заселяющие отмершую и валежную древесину, следует сохранять. Они выполняют полезную функцию разложения отмерших субстратов. Собранные плодовые тела рекомендуется сжигать или закапывать в землю на глубину не менее 25 см.

Эффективность этой работы зависит от возраста и полноты насаждения, степени пораженности, высоты расположения плодовых тел и других факторов.

Сбор и сжигание опавших листьев (хвои) проводится наиболее часто в лесных питомниках, школах, ценных лесных культурах, в лесопарках и скверах. Известно, что на опавших листьях нередко зимует грибная, бактериальная или другая инфекция, которая весной может стать опасным источником для многих древесных пород. Например, на опавших листьях дуба, клена и других пород зимуют возбудители мучнистой росы, многих пятнистостей, парши и других болезней. Для предупреждения их распространения опавшие листья нужно собирать и сжигать либо закапывать в землю. Это лучше делать осенью после массового их опадения.

Физические методы защиты связаны с использованием высоких температур, радиационных излучений, ультразвука, токов высокой частоты и т. д. Наиболее распространено прогревание пораженных органов растений. Его применяют для уничтожения патогенов в семенах и посадочном материале. Прогревают в тех случаях, когда паразит находится внутри тканей и не доступен действию контактных фунгицидов.

Для освобождения посадочного материала плодовых культур от вирусной инфекции его выдерживают в термокамерах при 38°C ($\pm 1^\circ$) от 2 до 5 недель в зависимости от вида растения и патогена.

Хорошим способом термического обеззараживания является обработка почвы водяным паром, при этом погибают все почвенные возбудители болезней растений и микроорганизмы (актиномицеты, бактерии, нематоды и др.), а сама почва претерпевает определенные биологические изменения. Время пропаривания зависит от состава и степени зараженности почвы, от целей ее обработки. К примеру, парниковая почва, бывшая в употреблении, должна пропариваться при температуре не ниже 100°C в течение не менее 30 мин, а при опасных заболеваниях – до 3 ч. Термическая обработка почвы обычно проводится в парниковом и тепличном хозяйствах.

Многие физические методы защиты растений находятся в стадии разработки.

13.6. Интегрированный метод защиты

Опыт лесозащиты показывает, что использование отдельных даже исключительно эффективных приемов защиты не в силах обеспечить долговременного подавления возбудителей болезней древесных пород. Этого можно достигнуть лишь при систематическом комплексном применении всех доступных профилактических и истребительных мероприятий. За последнее время получил широкое распространение интегрированный метод защиты лесных насаждений. Он представляет сочетание химических и биологических средств борьбы. За последнее время под интегрированной защитой леса понимают оптимальную комбинацию химических, биологических и других методов, направленных против комплекса вредных организмов в конкретной лесорастительной зоне, с целью снижения численности патогенных организмов до хозяйственно допустимых уровней при сохранении жизнедеятельности полезных естественных видов. Таким образом, стратегия интегрированного метода защиты леса основана не на простом истреблении вредных организмов, а на регулировании их численности до определенного уровня с минимальными отрицательными последствиями для окружающей среды. Схема такой защиты всегда строго увязывается с особенностями региона, древесной породы, биологией патогенна, циклом его жизненного развития.

Средства активного подавления численности вредных организмов и, в первую очередь химические и биологические препараты, используются в интегрированной защите на основе объективной оценки ожидаемого развития вредных организмов и возможного уровня экономического ущерба с учетом порога вредоносности. Интегрированная защита леса развивается в направлении снижения вредного влияния химических препаратов (пестицидов) на численность полезных организмов.

Одним из приемов интегрированной защиты леса является частичная и выборочная обработка очагов вредных организмов в оптимальные сроки, когда полезные виды (энтомофаги), регулирующие численность вредителей, находятся в неактивной стадии развития (в фазе яйца или куколки). Следует также отметить, что естественные полезные организмы более чувствительны к пестицидам, чем вредные. В связи с этим важное значение имеет оптимальный выбор пестицидов. Они должны обладать селективным (избирательным) действием по отношению к патогенному организму и быть минимально вредным для остальных обитателей окружающей среды. В этом отношении

наиболее перспективны пестициды системного действия и биопрепараты.

В отдельных случаях для получения более высокой эффективности в рабочие растворы биопрепаратов добавляют в небольших количествах пестициды. В результате этого сокращается расход защитных средств и полученная смесь оказывает меньшее отрицательное влияние на окружающую среду. При интегрированной защите лесных насаждений можно получить более высокие показатели эффективности лесозащитных мероприятий при более полном соблюдении экологических требований и минимальных отрицательных воздействиях на природные комплексы и в целом на окружающую среду.

Иногда вместо интегрированной защиты леса используют термин "система лесозащитных мероприятий", которая представляет сочетание методов, приемов и средств, используемых для защиты от вредителей и болезней лесных насаждений определенных природных территориальных регионов либо производственных лесных объектов (питомников, плантаций и т. п.). Это понятие более обширное. Оно включает: организованную службу надзора за появлением и массовым распространением вредителей и болезней, мероприятия по повышению биологической устойчивости насаждений, активные меры борьбы с вредными организмами, содержащие все доступные средства и способы защиты растений, экономическую и экологическую оценку результатов проведенных мероприятий.

13.7. Карантин растений

Под карантинном растений понимают систему государственных мероприятий, направленных на защиту растительных ресурсов республики от проникновения с территории других государств карантинных возбудителей болезней растений и локализацию их очагов. Карантинным объектом называют возбудителя болезни растений, который отсутствует или имеет ограниченное распространение в каком-либо регионе страны, но может проникнуть и вызвать существенный вред в определенной культуре (породе). Задача карантина не допустить дальнейшего распространения опасных патогенов в регионы, где он отсутствует. Руководство всеми работами по карантину осуществляет Государственная комиссия при Министерстве сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. В государственную службу

карантина входят областные, районные инспекции, карантинные и пограничные пункты карантина. Различают карантин внешний и внутренний.

Внешний карантин объединяет мероприятия, направленные на проверку грузов, поступающих из-за границы, в частности семян культурных и диких растений, саженцев, черенков, клубней, луковиц цветочных растений и т. п.; продовольственного зерна, плодов растений, технического сырья растительного происхождения, в том числе и древесины, образцов почв, тары, различных упаковочных материалов. Такие проверки осуществляются на всех пограничных и таможенных пунктах республики. Завозимые в Республику Беларусь новые растения или их семена специально проверяются на зараженность болезнями. Их высаживают в карантинные питомники, наблюдают за их развитием и для дальнейшего размножения выпускают только здоровый посадочный материал. Растения, пораженные такими болезнями, как аскохитоз хризантемы (возбудитель *Ascochyta chrysantemi* Stey), белая ржавчина хризантем (*Puccinia horiana* Henn.), желтая гниль гиацинтов (*Xanthomonas Hyacinthi* Dowsen), бактериальное увядание (вилт) гвоздики (*Pseudomonas caryophylli* Starr. and Burkholder), бактериальный ожог плодовых деревьев (*Erwinia amylovora* Com. S.A.B.), бактериальный рак тополя (*Xanthomonas populi*), сосудистое увядание дуба (*Ceratocystis fagacearum*), усыхание, вызванное сосновой нематодой (*Bursaphelenchus xylophilus*), ввозить не разрешается. Они считаются объектами внешнего карантина.

Внутренний карантин направлен прежде всего на предупреждение распространения тех болезней, ареал возбудителей которых ограничен. Это имеет большое значение для лесного хозяйства, поскольку многие болезни древесных пород встречаются лишь в определенных регионах, но при проникновении их возбудителей в другие районы могут возникнуть эпифитотии. К объектам, ограниченно распространенным по территории бывшего Советского Союза, относятся следующие болезни лесных пород: сосудистые микозы ильма и дуба, побеговый рак хвойных пород, повилики.

Перечень карантинных объектов периодически обновляется. Большое значение имеет раннее выявление очагов карантинных объектов. При их обнаружении немедленно рекомендуется поставить в известность районную карантинную инспекцию.

Глава 14. ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Химическая защита лесных насаждений и заготовленных лесоматериалов основана на применении в борьбе с патогенными организмами различных органических и неорганических веществ, так называемых *пестицидов*.

Одним из основных свойств пестицидов является их токсичность – способность в определенном количестве (дозе) вызывать отравление патогенного организма. *Доза* служит мерой токсичности пестицида и выражается в единицах массы действующего вещества (в г или мг) по отношению к единице массы тела организма, объема воздуха или площади участка, которые являются объектом воздействия. Различают летальную и сублетальную дозы пестицидов.

Летальная, или смертельная, доза – это минимальное количество действующего вещества, которое при определенных условиях вызывает гибель вредного организма.

Сублетальная доза близка к летальной и представляет собой такое количество действующего вещества, которое вызывает серьезные нарушения функций организма, но не приводит к смертельному исходу. Существует также понятие "пороговая доза", обозначающее количество действующего вещества, вызывающего незначительные изменения в организме.

Оценка токсичности пестицидов производится путем сравнения их летальных доз. Обычно сопоставляют дозы, вызывающие смертность части подопытной группы организмов. Чаще определяют среднюю смертельную дозу (СД), вызывающую смертность 50% организмов. Ее сокращенно обозначают СД₅₀.

В практике защиты леса от болезней часто используют термины "концентрация" и "норма расхода препарата"

Под *концентрацией* следует понимать содержание действующего вещества (яда) в рабочем составе (в суспензии, эмульсии, дусте и т. д.), применяемом для борьбы с патогенными организмами. Ее выражают в процентах, а также в массовых либо объемных единицах вещества (яда), содержащегося в определенных массовых или объемных единицах жидких либо порошкообразных препаратов (в мг или г

на 1 л или 100 л раствора, суспензии, эмульсии; в мг или г в 1 кг либо 100 кг дуста).

Норма расхода – это количество яда или рабочего состава (раствора, суспензии, дуста), расходуемого на единицу поверхности (га, м²) либо на отдельный объект (дерево, куст). При использовании порошкообразных препаратов (для опыливания) определяется только норма расхода; жидких рабочих составов (для опрыскивания) – наряду с нормой расхода устанавливается их концентрация.

В зависимости от объекта применения различают следующие группы пестицидов: фунгициды, инсектициды, гербициды, арборициды, антисептики. Для защиты леса и заготовленной древесины используют фунгициды, антисептики и биологические препараты.

14.1. Фунгициды

К фунгицидам относятся химические вещества, используемые для борьбы с болезнями растений, вызываемыми фитопатогенными грибами. По характеру действия на возбудителей болезней различают фунгициды защитного действия (профилактические), лечебные (искореняющие) и иммунизирующие.

Фунгициды защитного действия применяются для предупреждения заражения или распространения заболевания путем наружной обработки растений с расчетом, что патоген будет уничтожен до того, как растение заболит или будет пресечено дальнейшее распространение болезни. Такие препараты применяются до массового распространения инфекции. Они предотвращают развитие патогена при контакте с ним, образуя защитные пленки на листьях растений.

Лечебные (искореняющие) фунгициды действуют на вегетативные и репродуктивные органы возбудителей болезней, на зимующие стадии грибов, а также уничтожают возбудителей болезней, уже проникших в растительные ткани. Эта группа фунгицидов вызывает угнетение или гибель патогена уже после того, как произошло заражение растений, однако эффективность их будет тем выше, чем меньше времени прошло от момента заражения растения до обработки. Одно и то же химическое соединение в разных концентрациях может обладать и лечебным, и защитным действием. Искореняющими свойствами препараты обладают в более высоких концентрациях. Разновидностью искореняющего лечения является протравливание семян.

По характеру распределения на растении все фунгициды делятся на контактные и системные. *Контактные фунгициды* распределяются по поверхности растения, не проникают внутрь его тканей и действуют на возбудителя болезни лишь при непосредственном контакте с ним. Но некоторые из них могут обладать местным проникающим действием и способны убивать возбудителей болезней, находящихся в поверхностных тканях листьев, хвои, семян. Продолжительность действия контактных фунгицидов определяется временем нахождения их на поверхности растения и зависит от метеорологических условий.

Системные фунгициды проникают в сосудистую систему растения и распространяются по нему в основном снизу вверх. Единичные системные фунгициды обладают весьма ограниченной возможностью перемещения по растению сверху вниз (байлетон). Сок растений при проникновении туда фунгицида становится ядовитым для питания возбудителей болезней, и они погибают. Продолжительность действия системных фунгицидов в меньшей мере зависит от метеорологических условий и тесно связана с химической природой препарата.

В зависимости от целевого назначения фунгициды делятся на протравители семян, для обработки вегетирующих растений, обработки почвы и обработки в период покоя растений (искореняющие фунгициды).

Протравители семян – химические вещества, применяемые для обработки семян с целью обеззараживания их от вредных организмов, находящихся на поверхности или внутри тканей, а также для защиты семян и проростков от болезней, возбудители которых находятся в почве. Протравители комбинированного состава с включением инсектицида защищают проростки и от почвообитающих вредителей.

Фунгициды для обработки растений в период их роста и развития должны обладать высокой токсичностью для возбудителей болезней, быть относительно безопасными для людей, животных и полезных насекомых, безопасными для защищаемых растений, обладать широким спектром действия, хорошей смешиваемостью с пестицидами других групп и удобрениями. Последнее имеет большое значение при применении баковых смесей препаратов и удобрений, что позволяет сократить число обработок и затраты на их проведение.

Фунгициды для обработки почвы – химические вещества, вносимые в почву для обеззараживания ее от вредных микроорганизмов. Наиболее широкое применение находят в защищенном грунте. Осо-

бенно эффективны препараты, обладающие повышенной летучестью и действующие в почве в виде газов или паров (карбатион и тиазон).

Фунгициды для обработки растений в период покоя – химические вещества, обладающие контактным, искореняющим действием, уничтожающие зимующие стадии возбудителей болезней. Они в эффективных для этой цели концентрациях могут вызывать ожоги вегетирующих растений, поэтому применять их необходимо ранней весной (до распускания почек) или поздней осенью.

При подборе ассортимента фунгицидов следует иметь в виду, что продолжительное применение одного какого-либо препарата может привести к развитию устойчивости возбудителя болезни, в результате чего эффективность такой обработки резко снижается.

Сроки применения фунгицидов определяются биологическими особенностями возбудителя болезни и защищаемого растения, погодными условиями и регламентируются медицинской службой. Эти положения особенно важно учитывать при обработке растений контактными фунгицидами, которые действуют на возбудителя только тогда, когда он еще находится на поверхности защищаемого растения. Поэтому определение первого и последующих сроков обработки имеет важное значение. Сроки обработки определяет служба сигнализации и прогнозов, которая на основе изучения биологических особенностей возбудителей болезней, анализа метеоусловий устанавливает время возможного инфицирования растений тем или иным патогеном.

Согласно "Каталогу пестицидов, разрешенных для применения в лесном хозяйстве Республики Беларусь" (2002), можно отметить следующие фунгициды.

Бордоская жидкость – суспензия голубого цвета, действующим началом которой является серноокислая соль меди. Правильно приготовленная бордоская жидкость должна иметь нейтральную или слабощелочную реакцию. Бордоскую жидкость готовят непосредственно перед употреблением. В практике обычно берут медный купорос и известь в соотношении 1:1, при этом приготовленный раствор медного купороса медленно вливают, помешивая, в известковое молоко (если вливать известковое молоко в раствор медного купороса, то будут образовываться крупные частицы и суспензия станет нестабильной и непригодной для употребления). Реакцию бордоской жидкости можно проверить лакмусовой бумажкой (синяя лакмусовая бумажка не должна изменять свою окраску). Бордоскую жидкость с кислой реакцией

нейтрализуют известковым молоком, иначе могут быть ожоги растений.

Бордоская жидкость – один из универсальных фунгицидов, обладающих самой большой длительностью защитного действия (до 30 дней). Почти во всех случаях она оказывает на растения стимулирующее действие. Бордоскую жидкость нельзя смешивать с фосфорорганическими инсектицидами.

Препарат широко применяется как профилактическое средство при защите сеянцев и молодых культур древесных пород от поражения обыкновенным и снежным шютте, сосновым вертуном, ржавчиной и другими болезнями. В период вегетации бордоскую жидкость обычно используют в 1%-ной концентрации при норме расхода 600–800 л/га питомника. При ранневесеннем опрыскивании деревьев ("голубое", резервное опрыскивание) концентрацию увеличивают до 3–4%. Максимальная кратность обработок сеянцев в питомнике не более трех. Чтобы предотвратить быстрое оседание частиц суспензии на дно опрыскивателя, в бордоскую жидкость добавляют небольшие количества (0,02–0,05%) патоки, сахара, крахмального клейстера или других веществ.

Хлорокись меди (оксихлорид меди) – действующим веществом ее является основная соль хлорной меди. Выпускается в виде 90%-ного смачивающегося порошка светло-зеленого цвета, без запаха. Устойчив к солнечному свету, влаге, повышенной температуре, но разрушается щелочами. Хлорокись меди среднетоксична для человека и теплокровных животных (II класс опасности). При попадании в глаза вызывает конъюнктивит. Применяется в виде 0,3–0,5%-ной суспензии как заменитель бордоской жидкости для защиты сеянцев и молодых культур хвойных и лиственных пород от болезней листьев и хвои. Расход препарата 4–8 кг/га.

По эффективности практически не уступает бордоской жидкости, но значительно хуже удерживается на растениях. У растений, чувствительных к меди, во влажную погоду может вызывать ожоги листьев. В течение 20 дней после обработки растений данным препаратом запрещаются сенокосение, сбор грибов и ягод.

Сера коллоидная – смачивающийся порошок серовато-желтого цвета, содержит 90% элементарной серы. При разбавлении водой коллоидная сера благодаря наличию щелока образует стабильные мелко-

дисперсные суспензии, хорошо смачивающие поверхности растений. Ее широко используют для борьбы с мучнистой росой в питомниках и молодых культурах, а также для защиты сеянцев и молодых культур от болезней типа шютте (снежное и обыкновенное шютте сосны, шютте лиственницы). Применяется в 1,5–2%-ной концентрации при норме расхода 6–25 кг/га. Наибольший эффект достигается при температуре воздуха выше 20°C. Существенным недостатком коллоидной серы является то, что она при хранении сравнительно легко слеживается в комки. Сера малотоксична. Однако несоблюдение правил безопасности при работе с ней может привести к пылевым заболеваниям легких. Порошкообразная сера может вызывать раздражение кожи, вплоть до образования экземы. Содержание серы в пищевых продуктах не нормируется.

Сера молотая – порошок светло-желтого цвета, содержит 97–99% элементарной серы. Он практически не растворяется в воде. Сера молотая применяется для борьбы с возбудителями мучнистой росы древесных пород в питомниках и молодых культурах (норма расхода препарата 20–30 кг/га). Чтобы добиться лучшего распыления молотой серы, ее иногда предварительно смешивают с известью или тальком (1:1–3). Сера обладает хорошей летучестью, особенно при температуре свыше 30°C. Это обуславливает ее токсические свойства. Действие серы при температуре менее 20°C малоэффективно.

При обычной температуре сера не окисляется, но при нагревании легко загорается и, вступая в соединение с кислородом воздуха, образует сернистый газ, который используется при фумигации теплиц, парников, семеновранилищ.

ТМТД (тетраметилтиурамдисульфит) представляет собой смачивающийся светло-серый или бледно-желтый порошок со специфическим запахом. Используется для сухого и полусухого протравливания семян древесных и кустарниковых пород при норме расхода 1–4 кг/т семян. Протравливание можно проводить непосредственно перед посевом или за 2–3 месяца до него. ТМТД также эффективен при подавлении местной почвенной фитопатогенной инфекции в питомниках при появлении первых признаков полегания сеянцев. С этой целью осуществляется двухкратный полив почвы 0,5%-ной водной суспензией препарата. Препарат среднетоксичен для теплокровных.

Байлетон (триадимефон) представляет собой бесцветное кристаллическое вещество. Растворяется в воде очень плохо, хорошо – в циклогексане, метиленхлориде, толуоле. Выпускается в виде 25%-ного смачивающегося порошка. Препарат системного действия, применяется в период вегетации растений для борьбы с возбудителями болезни многих овощных, сельскохозяйственных культур и плодовых пород. В лесном хозяйстве рекомендуется 0,2%-ная водная суспензия байлетона для профилактической защиты сеянцев хвойных пород от поражения болезнями типа шютте и мучнистой росы дуба (норма расхода препарата 1,5–2,4 кг/га). Препарат относится к среднетоксичным соединениям, может вызывать незначительное раздражение кожи. Для пчел и энтомофагов малотоксичен.

Дерозал (БМК, действующее вещество карбендазим) выпускается в виде 50% смачивающегося порошка или концентрированной суспензии. Фунгицид контактного и системного действия. По фунгицидной активности близок к фундазолу. Применяется для защиты плодовых, овощных и декоративных растений от ряда болезней. В лесном хозяйстве рекомендуется 0,2%-ная водная суспензия для защиты сеянцев сосны в питомниках и сосновых молодняках от обыкновенного и снежного шютте (норма расхода препарата 1,2–24 кг/га). Дерозал для теплокровных животных и человека среднетоксичен. Концентрированные водные растворы могут вызывать раздражение слизистых оболочек. Следует избегать попадания препарата на кожу и особенно на глаза.

Фундазол (беномил) выпускается в виде 50%-ного смачивающегося порошка. Обладает широким спектром действия: оказывает защитное, искореняющее и лечебное действия. При растворении в воде образует стабильную водную суспензию. Применяется в виде водного раствора для защиты плодовых пород от мучнистой росы и парши, борьбы с возбудителями болезней листьев многих сельскохозяйственных культур в период вегетации. В лесном хозяйстве используется в качестве протравителя в борьбе с плесневением семян (норма расхода 4–6 г/кг) и для защиты сеянцев хвойных пород в питомниках от поражения обыкновенным и снежным шютте. Для опрыскивания обычно рекомендуется 0,1–0,2%-ная суспензия. Может быть использован для протравливания почвы при первых признаках полегания

всходов и сеянцев в питомниках. Препарат относится к числу малотоксичных соединений

Топсин М (тиофанатметил) – 70%-ный смачивающийся порошок белого цвета, в воде не растворим, растворяется в ацетоне, хлороформе, метаноле. Системный препарат широкого спектра действия, применяется для опрыскивания вегетирующих растений против мучнистой росы и парши на плодовых породах. В лесном хозяйстве рекомендуется для защиты сеянцев хвойных пород от поражения обыкновенным и снежным шютте. Применяется в концентрации 0,7–1,0%-ной суспензии при норме расхода препарата 2–4 кг/га. Эффективен также в качестве протравителя семян при зимнем хранении (норма расхода 5–10 г/кг) и для предпосевного протравливания их с целью защиты всходов хвойных пород от полегания. Препарат совместим с большинством пестицидов, кроме бордоской жидкости и хлорокиси меди. Малотоксичен для теплокровных животных и человека.

Витавакс 200 (карбоксин) представляет собой белое кристаллическое вещество. Практически не растворим в воде, растворяется во многих органических растворителях. Выпускается в виде 75%-ного смачивающегося порошка. Используется для протравливания семян зерновых культур в борьбе с пыльной головней. В лесном хозяйстве рекомендуется для предпосевного протравливания семян хвойных и лиственных пород от полегания всходов и сеянцев при норме расхода препарата 6 г/кг. В течение 4–6 недель после внесения в почву препарат полностью разлагается микроорганизмами до простейших веществ.

Марганцевокислый калий (перманганат калия) представляет собой темно-фиолетовые, почти черные кристаллы с характерным металлическим блеском, хорошо растворимые в воде. Обладает дезинфицирующими и антисептическими свойствами. Применяется для предпосевного протравливания семян и обеззараживания почвы в питомниках, подавления фитопатогенных грибов, обитающих в ней. Для протравливания семена древесных пород погружаются в 0,5%-ный водный раствор препарата, выдерживаются в нем 2 ч, после чего извлекаются и просушиваются в тени. В лесных питомниках в местах отпада сеянцев почва обрабатывается 0,5–1,0%-ным водным раствором препарата (норма расхода 5–6 л/м²). При необходимости обработку почвы рекомендуется повторить через 5–7 дней.

14.2. Биологические препараты

В эту группу входят антибиотики и антибиотические вещества, оказывающие антигрибное и антибактериальное воздействие. Они способны проникать внутрь растения, распространяться по его тканям и оказывать токсическое действие на возбудителей болезней. Антибиотики безвредны для растений и среднетоксичны для человека и животных. В лесном хозяйстве разрешены к применению следующие препараты.

Трихотецин содержит в качестве активного начала сложный эфир, образованный неопредельной кротеновой кислотой и тетрациклической трихотеколовой системой. Препарат представляет собой желтое или кремовое кристаллическое вещество, не растворимое в воде. Выпускается в виде 10%-ного смачивающегося в воде порошка белого или желтого цвета (активность 100 000 мгк/г). Препарат повышает энергию прорастания семян сосны и ели, а также сохранность сеянцев. Применяется для предпосевного намачивания или опудривания семян с целью защиты всходов от инфекционного полегания. Рекомендуются также для борьбы с корневыми гнилями.

Фитобактериомицин (ФБМ) – антибиотик, являющийся продуктом жизнедеятельности актиномицета из группы лавендула (*Actinomyces lavendulae*). В чистом виде представляет собой аморфный порошок кремового цвета, хорошо растворимый в воде. Выпускается в виде 2 и 5%-ного дуста, наполнителем которого служит каолин или тальк (биологическая активность 5%-ного дуста 50 000 ед/г). Обладает широким спектром фунгицидного и бактерицидного действия. Применяется для борьбы с возбудителями инфекционного полегания сеянцев сосны и ели. С этой целью проводится предпосевное протравливание (опудривание) или замачивание семян. Срок хранения препарата до 1 года (в сухом помещении при температуре не выше 20°C). Фитобактериомицин среднетоксичен для животных, может оказывать раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки.

Триходермин – биопрепарат, изготовленный на основе почвообитающих грибов из рода *Trichoderma*. Он выпускается в виде сухого порошка с титром не менее 6–10 млрд. жизнеспособных спор в 1 г. Формы триходермина различаются составом субстрата, на котором

выращивают гриб (торф, опилки, солома, полова и др.). В борьбе с болезнями растений препарат применяют свежеприготовленным, если такой необходимости нет, то его высушивают при 30–40°C и хранят в бумажных мешках в сухом помещении при 5–10°C. Срок хранения – 1 год.

Триходермин-БЛ – низкотоксичный препарат, но обладает раздражающим действием. Он широко используется для защиты овощных культур от болезней, его применяют также при защите цветочных, плодовых и зерновых культур. В лесном хозяйстве показал высокую эффективность при локализации очагов полегания сеянцев в лесных питомниках.

Фитолавин 100 – биопрепарат в виде порошка желтовато-серого или светло-коричневого цвета. Представляет продукт жизнедеятельности *Streptomyces lavendulae*, относящийся к ряду стрептомициновых антибиотиков. Действующее вещество препарата – немедицинский антибиотик фитобактериомицин (ФБМ) с биологической активностью 100 000 единиц в 1 г. Хорошо растворим в воде, мало растворим в этаноле и метаноле и практически не растворим в большинстве органических растворителях. Фитолавин обладает фунгицидными и бактерицидными свойствами, стимулирует рост и развитие растений. Малотоксичен для теплокровных животных.

Предназначен для обработки семян овощных культур и для борьбы с корневыми гнилями. В лесном хозяйстве рекомендуется для предпосевного протравливания семян хвойных пород. Срок хранения – 2 года при температуре от +20 до –15°C.

Миколин – биопрепарат, созданный на основе штамма продуцента *Bacillus mycoides* 683. Биологическая активность его обусловлена метаболитами микроорганизма. Препаративная форма – жидкость светло-мутного цвета и сухой порошок серого цвета, представляющий собой споры антагониста, высушенные при помощи леофильной сушки. Срок хранения жидкого препарата – 3 месяца (при температуре 3–5°C), сухого порошка в герметичной таре – 1 год. В сельском хозяйстве применяется для замачивания семян овощных культур против семенной инфекции и для обработки корневых систем молодых растений от бактериозов. Нетоксичен для теплокровных животных.

В лесном хозяйстве может быть рекомендован для производственной проверки в качестве протравителя семян древесных пород с целью защиты всходов от полегания.

Бактофит – биопрепарат в виде смачивающегося порошка от светло-серого до светло-коричневого цвета. Представляет продукт жизнедеятельности штамма *Bacillus subtilis* ИПМ-215. Биологическая активность препарата обусловлена как самой культурой, так и синтезируемым ею антибиотиком – аминоклюкозидом – 10 000 единиц в 1 г. Препарат гигроскопичен, поэтому условия хранения предусматривают герметичность тары и оптимальную влажность. Срок хранения – 2 года при температуре от –30 до +30°С.

Малотоксичен для теплокровных животных, не фитотоксичен.

Бактофит используют для обработки семян и рассады овощей, выращиваемых в защищенном грунте, полива растений в период роста и профилактических опрыскиваний посевов от листовых инфекций. В лесном хозяйстве может быть перспективен для обработки сеянцев древесных пород от поражения ржавчинными и мучнисторосянными грибами.

Рутстоп – биопрепарат финского производства, представляющий чистую культуру дереворазрушающего сапротрофного гриба *Phlebiopsis gigantea*, выращенную на древесном субстрате. Выпускается в форме сухого смачивающегося порошка в стеклянных бутылках или полиэтиленовых пакетах. Применяется в виде 0,5%-ной водной суспензии с содержанием 5000 оидий/см² поверхности пня. Рекомендуются для профилактики поражения хвойных насаждений корневой губкой путем нанесения суспензии спор на поверхность пней свежесрубленных деревьев. Широко применяется в лесах Финляндии, Швеции и Норвегии.

Аналогичный препарат под маркой Pg IBL применяется в Польше для контроля корневой губки в сосновых насаждениях.

14.3. Антисептики для защиты древесины

Антисептиками называются химические вещества и их составы, применяемые для защиты древесины от биологического разрушения (грибов, бактерий, насекомых). Они используются для предохранения

здоровой древесины от преждевременного загнивания и зараженной древесины от дальнейшего разрушения.

Антисептики для древесины должны удовлетворять следующим основным требованиям: быть высокотоксичными по отношению к дореворазрушающим и древоокрашивающим грибам; сохранять свои свойства при длительном хранении и после введения в древесину; хорошо проникать в древесину; не вымываться из обработанных конструкций и не разрушаться под действием солнечных лучей; не вызывать изменения цвета, текстуры и снижения прочностных качеств древесины; не корродировать металлы; обладать комплексным воздействием; быть относительно безопасными для теплокровных животных и человека. К сожалению, ни один из известных антисептиков не обладает всеми перечисленными свойствами. Применение того или иного антисептика определяется его свойствами, характером пропитываемой древесины и условиями службы, планируемым сроком ее эксплуатации.

По действующему началу антисептики делятся на следующие три группы: неорганического происхождения, органического происхождения и комбинированные антисептики. Кроме того, они подразделяются на водорастворимые и водонерастворимые.

К водорастворимым антисептикам относятся однородные вещества или их смеси, вводимые в древесину в виде водных растворов или наносимые на защищаемую поверхность в виде антисептических паст. Это многочисленная группа защитных средств, которая в зависимости от химического состава подразделяется на фторсодержащие, хромсодержащие, фенолсодержащие и борсодержащие.

Фтористый натрий (ФН) наиболее широко применяется для защиты древесины в строительстве. Он представляет собой белый порошок, содержащий 76–96% чистого антисептика. Растворимость его в горячей воде составляет 3,5–4%. Обычно используют 3%-ный рабочий раствор. Плотность фтористого натрия 2,76 г/см³. Он нелетуч, легко проникает в древесину, имеющую влажность 40–50%, не снижает ее прочность, не окрашивает древесину, слабо корродирует металлы. Может утрачивать токсичность при соприкосновении с известью, алебастром, мелом и цементом. Служит в качестве эталона: коэффициент токсичности чистого фтористого натрия принимают за единицу.

Кремнефтористый натрий (КФН) – белый кристаллический порошок, часто с серым или желтоватым оттенком. Слабо растворяется в холодной воде (0,65%), легче – в горячей (2,5%). Обладает такими же свойствами, как и фтористый натрий. Для повышения антисептических свойств к растворам кремнефтористого натрия добавляют кальцинированную соду, аммиак технический или другие щелочи. При этом в результате химической реакции образуется чистый фтористый натрий или фтористый аммоний. Чтобы контролировать равномерность обработки древесины антисептическим веществом, в него добавляют органические краски – ультрамарин, фуксин, аурамин или метил фиолетовый (20–50 г на 100 л раствора) либо неорганические – охру, мумие, окись железа и глину (до 1%).

Рекомендуются следующие составы рабочих растворов.

1. Кремнефтористый натрий – 2,24 кг, кальцинированная сода – 2,9 кг, краска – 0,05 кг, вода – 95 л.
2. Кремнефтористый натрий – 2,43 кг, 25%-ный технический аммиак – 3,87 кг, краска – 0,05 кг, вода – 94 л.

Кроме того, кремнефтористый натрий смешивают с водорастворимыми солями в соотношении 4:1 и получают антисептические смеси. Примером могут служить его смеси с железным купоросом либо хлористым цинком. Эти смеси используются для антисептирования древесины в жилых и промышленных зданиях. Смеси кремнефтористого натрия с солями промышленного изготовления содержат 73–95% чистого антисептика.

Пентахлорфенолят натрия (ПХФН) получают путем воздействия едкого натра на технический пентахлорфенол. Он не снижает прочности древесины и не корродирует металлы. Хорошо растворяется в воде. Для обработки древесины используются его 5–10%-ные растворы. Установлено, что пентахлорфенолят натрия эффективен в борьбе с плесневыми и многими дереворазрушающими грибами, а также с древооточцами. Обладает слабой проникающей способностью, активно сорбируется в поверхностных слоях древесины. Пропитанная древесина слегка темнеет, склеивается и окрашивается. Приобретенный запах со временем исчезает. Препарат применяют как в чистом виде, так и в составе комбинированных антисептиков. Вызывает коррозию меди и латуни.

Препарат ББК-3 представляет собой смесь буры технической, борной кислоты (в соотношении 1,54:1) и небольшого количества пентахлорфенолята натрия (1%). Характеризуется высокой проникающей способностью, не снижает прочности древесины. Повышает ее способность хорошо склеиваться. Защищает древесину не только от гниения, но и от возгорания, но легко вымывается из нее. Поэтому применяется только в закрытых сооружениях в виде концентрированных водных растворов. Препарат не опасен для человека и животных.

Препарат ГР 48-11ПС – желто-коричневый порошок без запаха, представляющий собой смесь из компонентов направленного действия (пентахлорфенолята натрия, этилмеркурфосфата, кальцинированной соды и едкого натра). Растворимость препарата в воде при 20°C достигает 15%. Применяется в водных растворах концентрацией 0,5–2,0%. Не вызывает коррозию металлов, снижения прочности и изменения цвета древесины. Наибольший эффект дает при защите свежераспиленных пиломатериалов от плесени и деревоокрашивающих грибов. Для антисептирования пиломатериалов атмосферной сушки обычно применяют 0,5–1,5%-ные растворы, а для обработки влажной древесины 1,5–2,0%-ные. Препарат не рекомендуется для антисептирования древесины внутри жилых и общественных зданий, а также складов пищевых продуктов.

Хромомедный препарат (ХМ-11) представляет смесь, состоящую из равных частей медного купороса и бихромата натрия или калия (по 50%) с добавкой уксусной кислоты (0,05%). Характеризуется высокой токсичностью к дереворазрушающим грибам и термитам. Хорошо растворяется в воде (растворимость при 20°C – 15%). В результате химического взаимодействия бихромата натрия с фенольными соединениями лигнина древесины на стенках ее клеток фиксируется нерастворимый в воде кислый хромат меди, который почти не вымывается. Препарат применяют в виде 7–10%-ных водных растворов. Окрашивает древесину в зеленоватый цвет, несколько повышает ее электропроводность и способность склеиваться. При интенсивной пропитке снижается прочность древесины, незначительно усиливает коррозию черных металлов. Эффективен при защите древесины в конструкциях, постоянно омываемых водой (градирен).

Хромоцинковый препарат (ХХЦ) состоит из смеси технического хлористого цинка (80%), бихромата натрия или бихромата калия

технического (20%). Растворимость в воде более 10%. Слегка окрашивает древесину в желто-зеленый цвет. Хорошо фиксируется в древесине. Используется в виде 3–5%-ных рабочих растворов. При введении в древесину препарата в дозе свыше 20 кг/м³ снижается ее прочность. Препарат вызывает коррозию черных металлов. Пропитанная древесина хуже склеивается и окрашивается, чем непропитанная.

Фторохромомышьяковый препарат (ФХМ) состоит из 35% фтористого натрия, 35% бихромата натрия, 25 % двухзамещенного арсената натрия и 5% динитрофенола. Растворяется в воде до 6%. Применяется в концентрации 3–4%. Обладает высокой токсичностью ко многим дереворазрушающим грибам и насекомым. Но менее эффективен при защите древесины от грибов мягкой гнили. Древесина, пропитанная препаратом, окрашивается в зеленоватый цвет. Компоненты препарата при взаимодействии в древесине образуют труднорастворимые соединения хромкреолит и арсенат хрома, фиксирующиеся на клеточных стенках древесины. Процесс их фиксации может ускоряться прогреванием древесины. Препарат не вызывает коррозию металлов.

Меднохромоцинковый препарат (МХХЦ) представляет собой смесь, состоящую из хлористого цинка технического (70–73%), медного купороса (7–10%) и бихромата калия технического (20–23%). Растворимость в воде более 10%. Применяется в виде 4–5%-ных растворов. Окрашивает древесину в бледный голубовато-зеленый цвет. Снижает ее способность склеиваться. Прочность древесины, пропитанной большими дозами (свыше 20 кг/м³), снижается. Препарат вызывает коррозию черных металлов.

Синесто Б – препарат для защиты пиломатериалов хвойных пород от синевы и плесени. Поставляется в виде концентрированной жидкости желтоватого цвета со слабым запахом. В ее составе содержится около 40% активных веществ. В качестве их использован буферный раствор соли буры, включающий соль аммония и натриевую соль этилгексановой кислоты.

Синесто Б рекомендуется для использования в 5–8% водной концентрации. Защита пиломатериалов осуществляется путем их погружения в ванну с раствором антисептика или их смачиванием с помощью опрыскивания. Время выдержки пиломатериалов в ванне должно быть не менее 1 мин. Препарат хорошо фиксируется в поперех-

ностных слоях древесины (1–2 мм) и обеспечивает защиту пиломатериалов от поражения грибами синевы и плесени на период их атмосферной сушки.

При работе с препаратом необходимо соблюдать меры предосторожности: препарат не должен попадать в глаза и на кожу человека. Поставляется в 25-литровых пластиковых канистрах и металлических емкостях массой 1000 кг.

Волманит СХ – антисептический препарат, представляющий смесь фтористого натрия, нитрофенола и двузамещенного натрия. По токсическим свойствам значительно превосходит чистый натрий, хорошо проникает в древесину, с трудом вымывается из нее, слабо корродирует металлы. Применяется для защиты древесины открытых сооружений – элементов мостов, опор линий связи и электропередачи, деревянных конструкций, контактирующих с грунтом и т. д. Эффективная защита древесины, эксплуатируемой на открытом воздухе, достигается введением препарата в количестве 4 кг/м^3 .

Антисептический препарат УЛТАН разработан в Уральской лесотехнической академии под руководством профессора Д.А. Беленкова. Получен из промышленных отходов медеплавильных предприятий. Содержит соединения мышьяка, меди, хрома, серной кислоты. По своим свойствам и защищающей способности не уступает лучшим антисептикам типа вольманита, болидена. Рекомендуются для защиты древесины столбов линий связи и электропередачи, шпал, деталей теплиц, оранжерей, животноводческих помещений и т. д. При введении в древесину $0,75 \text{ кг/м}^3$ мышьяка он надежно защищает ее от поражения дереворазрушающих грибов, насекомых и термитов.

Пинотекс классик (Pinotex classic) – это декоративное атмосфероустойчивое средство для защиты древесины. Выявляет текстуру поверхности и сохраняет естественную окраску. Защищает древесину от плесени, синевы и загнивания. Образует на поверхности водоупорную прозрачную пленку. Выпускается около 30 оттенков. Препарат наносится на поверхность сухой и хорошо очищенной древесины не менее двух раз с помощью кисти. Долговечность покрытия можно увеличить за счет увеличения количества наносимых слоев, при чем каждый следующий слой делает тон древесины более темным и глянцевым. Для обновления ранее покрытой препаратом поверхности достаточно одного покрытия. Pinotex classic поставляется в однолитровых

металлических банках в готовом виде для использования и не требует разбавления.

К органикорастворимым защитным средствам относятся пентахлорфенол и препараты на его основе, нафтенаты меди и цинка, металлоорганические соединения и т. д.

Пентахлорфенол (ПХФ) обладает высокой токсичностью по отношению ко многим биоразрушителям древесины. Он хорошо растворим в маслах и многих органических растворителях. В воде практически не растворяется. Препараты пентахлорфенола представляют собой растворы этого вещества 2–6% в нефтепродуктах и других органических растворителях, иногда с добавками красителей или водоотталкивающих компонентов. Древесина, пропитанная препаратами без добавки пигмента, темнеет. В зависимости от свойств растворителя препараты делятся на маловязкие легкопроникающие (ПЛ), у которых большая часть растворителя со временем улетучивается из древесины, и тяжелые маслянистые (ПМ), у которых растворитель в небольших количествах улетучивается.

Иногда в препараты пентахлорфенола добавляют жирорастворимые красители (до 0,5%) или водоотталкивающие вещества (петролатум, парафин).

Нафтенат меди (НМ) – порошок ярко-зеленого цвета с запахом фенола, растворимый в органических растворителях. Для пропитки лесоматериалов его растворяют в смеси керосина и каменноугольных смол, соляровом масле или в дизельном топливе. Применяется в виде 5%-ного раствора темно-зеленого цвета, который придает обработанной древесине зеленоватый оттенок. После испарения растворителя пропитанная древесина приобретает запах мыла. Препарат используется для защиты древесины, периодически подвергающейся увлажнению. В древесину проникает несколько труднее, чем препараты пентахлорфенола.

Отдельную группу составляют *антисептические масла*, которые являются лучшими антисептиками для защиты шпал, опор, свай и деталей гидротехнических сооружений. К ним относятся каменноугольное масло, антраценовое масло и сланцевое масло.

Каменноугольное пропиточное масло (КМ) представляет собой фракцию каменноугольной смолы, получающейся при высокотемпературном коксовании каменного угля. Это темно-коричневая

жидкость с едким запахом. Ее фракционный состав и вязкость зависят от технологии получения. Каменноугольные пропиточные масла практически не вымываются водой из древесины в течение длительного времени, не снижают ее прочности, не вызывают коррозии металлов. У древесины, пропитанной ими, снижается способность поглощать воду, а также электропроводность, повышается стабильность размеров пропитанных изделий. Каменноугольные пропиточные масла применяют для пропитки древесины открытых сооружений (шпалы, столбы, сваи, мостовые брусья и др.).

Антраценовое масло (АМ) также представляет собой фракции каменноугольной смолы, отгоняющиеся при температуре 210–360°C. Оно не гигроскопично, не вызывает коррозии металлов. Пропитанная древесина трудно склеивается и не окрашивается. Повышает горючесть, окрашивает древесину в темно-бурый цвет, обладает резким запахом. Используется в сооружениях, эксплуатируемых на открытом воздухе.

Сланцевое масло (СМ) представляет собой продукт химической переработки горючих сланцев и содержит фракции, отгоняющиеся при температуре 210–350°C. По токсичности оно уступает каменноугольным маслам и может применяться как самостоятельный антисептик при пропитке древесины, так и в смеси с каменноугольным маслом в любых соотношениях. Для усиления токсических свойств в него вводят дополнительные компоненты – 1–3% пентахлорфенола. Окрашивает древесину в темно-бурый цвет. Пропитанная древесина приобретает запах мыла.

Одним из недостатков антисептических масел является канцерогенное влияние на организм человека. При длительном воздействии и нарушении установленных мер предосторожности во время работы может вызывать рак кожи.

Антисептические пасты применяют для защиты древесины от поражения грибами влажностью более 40–50%. Они представляют собой вязкую массу, состоящую из антисептика, клеевой основы и наполнителя. При контакте с древесиной будет происходить растворение антисептика и его диффузия в глубь влажной древесины. В пастах применяют такие водорастворимые антисептики, как фтористый натрий, кремнефтористый натрий с кальцинированной содой, кремнеф-

тористый аммоний. Для предотвращения расслоения пасты в ее состав вводят наполнитель, например каолин, латекс, древесную муку.

В зависимости от вида вяжущей основы различают следующие антисептические пасты:

битумные, в которых вяжущей основой служит битум марок 2 и 3;

экстрактовые, если вяжущей основой является экстракт сульфитных щелоков или сульфитно-спиртовая барда, получаемые при производстве целлюлозы;

силикатные, в которых вяжущей основой служит жидкое стекло (щелочная соль кремневой кислоты);

пасты на каменноугольном лаке, получаемом путем растворения пека в каменноугольной смоле.

По содержанию антисептика пасты бывают трех марок:

1) *паста марки 100*, в которой содержание антисептика не менее 100 г на 1 м² обрабатываемой поверхности древесины (50% сухого антисептика на 50% воды);

2) *паста марки 200*, если она содержит не менее 200 г антисептика на 1 м² обрабатываемой поверхности (70% сухого антисептика на 30% воды);

3) *паста марки 300*, в которой содержание сухого антисептика не менее 300 г на 1 м³ обрабатываемой поверхности древесины.

Применение паст различных марок определяется размерами поперечного сечения обрабатываемых деталей и классом условий их службы. Пасты марки 100 применяются для обработки древесины, находящейся в условиях влажного климата (класс условий службы VI–VIII). Пасты марки 200 являются более эффективными и применяются для защиты древесины ответственного назначения и крупных сечений, подвергающейся постоянному или периодическому увлажнению или соприкасающейся с землей, камнем или бетоном (элементы фундамента, лаги, концы балок и прогонов, шпалы, столбы).

Паста марки 300 чаще используется для диффузионной пропитки столбов, имеющих контакт с почвогрунтом.

Пасты марки 100 имеют жидкую консистенцию и наносятся на поверхность древесины путем опрыскивания или погружения древесины в ванну с пастой. Пасты марки 200 и 300 имеют густую консистенцию и наносятся на поверхность древесины кистями слоем тол-

щиной 3–5 мм. В зимнее время при температуре ниже 0°С пасты подогревают до температуры 30–40°С (битумные – 50–70°С).

Экстрактовые и силикатные пасты являются неводостойкими и применяются для обработки влажных элементов в закрытых помещениях, защищенных от непосредственного воздействия влаги. Эти пасты также можно использовать и для уничтожения насекомых-разрушителей древесины. В этом случае применяют пасты, в которых в качестве действующего вещества используют кремнефтористый натрий.

Битумные пасты и пасты на каменноугольном лаке являются водостойкими и применяются для обработки элементов конструкций, находящихся в условиях постоянного или периодического увлажнения, соприкасающихся с землей или открытых для атмосферной влаги. Не рекомендуется применять битумные пасты и пасты на каменноугольном лаке для антисептирования древесины в закрытых помещениях, так как они препятствуют просыханию древесины и содержат летучие вещества.

Элементы конструкций, подвергающиеся увлажнению в процессе их эксплуатации, после обработки пастами должны быть защищены от вымывания водой гидроизоляционными покрытиями из нефтебитума, каменноугольного лака, смолы и пленочным материалом. В настоящее время для защиты деревянных конструкций от гниения в соответствии с ГОСТ 20022.2-80 рекомендуются следующие марки антисептических паст: ФН-П, ПАЛ-Ф, ПАЛ-КФА, ПАФ-КЛ, ПАФ-КСДБ. Краткая характеристика их приведена в табл. 3.

Таблица 3

Растворимость и вымываемость пасты	Наименование пасты	Обозначение пасты	Состав антисептической пасты	Назначение защитного средства	Характеристика защитного средства
ВР-В	Паста ФН-П	ФН-П	Фтористый натрий – 44% каолин – 13% каменно-	Анти-септик	Вызывает коррозию черных металлов, пропитанная древесина приобретает запах каменноугольного ла-

			угольный лак-Б – 19–17%, вода – 26%		ка, загрязняет поверхность древесины, делая ее неблагоприятной для склеивания и окрашивания
ВР-В	Паста ПАЛ-Ф	ПАЛ-Ф	Натрий фтористый – 46%, латекс СКС-65 ГП – 14,8%, каолин – 17%, вода – 22,2%	Анти-септик	Вызывает коррозию черных металлов, окрашивает древесину в светло-бурый цвет, без запаха, обработанная древесина склеивается и окрашивается
ВР-В	Паста ПАЛ-КФА	ПАЛ-КФА	Аммоний кремнефтористый – 25%, латекс СКС-65ГП – 7%, каолин – 25%, вода – 43%	Анти-септик	Вызывает коррозию черных металлов, образует на древесине сплошную пленку светло-палевого цвета, без запаха, обработанная древесина склеивается и окрашивается

Примечание. ВР – водорастворимые; В – вымываемые защитные средства.

14.4. Меры безопасности при работе с фунгицидами и антисептиками

Все работы, связанные с применением пестицидов, а также с их перевозками, приемом, отпуском и хранением, должны проводиться в строгом соответствии с действующими правилами техники безопасности и производственной санитарии. К выполнению этих работ допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр и получившие медицинское разрешение. Эти лица должны быть хорошо проинструктированы и специально обучены обращению с ядовитыми веществами и защитными средствами, уметь оказывать первую помощь при несчастных случаях. К работе с пестицидами не допускаются беременные женщины, кормящие матери и лица с поврежденными кожными покровами. Работающие с ядами снабжаются противогазами, защитными одеждой и обувью, предохранительными очками и респираторами. За каждым из них на весь период работ закрепляется комплект индивидуальных защитных средств.

Для работы с пастообразными и жидкими пестицидами предназначаются резиновые перчатки, а с пылевидными – хлопчатобумажные рукавицы с пленочным покрытием. Для защиты глаз от пестицидов рекомендуется применять очки герметические ПО-2, ПО-3 или противопылевые.

По окончании работ индивидуальные защитные средства и верхнюю одежду необходимо тщательно вычищать, а резиновые перчатки мыть в обезвреживающем растворе. Спецодежду запрещается уносить домой или хранить в жилых помещениях. Она должна находиться на складах в специально отведенном месте.

Во время работы с ядовитыми веществами нужно остерегаться попадания их в глаза, на губы и другие места тела (особенно на увлажненные потом); не разрешается есть и курить. Для работы с ядовитыми веществами должно быть отведено специальное помещение, расположенное не ближе 100 м от места постоянной работы. Входить в это помещение разрешается только в специальной одежде. После работы с ядовитыми веществами, перед едой и курением следует обязательно мыть с мылом руки и лицо.

Продолжительность смены при работе с ядами не должна превышать 6 ч, а с сильнодействующими и высокотоксичными веществами – 4 ч. Остальное рабочее время используется на работах, не связанных с пестицидами. Каждому лицу, проводящему работы по химической защите растений от болезней и вредителей, выдается спецпитание.

Оставшиеся после окончания неизрасходованные пестициды должны быть учтены и отправлены к месту постоянного хранения. Пестициды следует хранить на специальных складах, которые должны располагаться от жилых построек и других складских помещений не ближе чем на 200 м, иметь хорошую вентиляцию и надежно закрываться. Помещение для хранения ядов должно быть сухим, с плотными стенками и иметь не менее двух отделений, в одном из которых хранят, принимают и выдают пестициды, а в другом – содержат спецодежду, воду, аптечки и др.

Яды должны находиться на полках в крепкой, плотно закрытой таре, исключаяющей их усушку, рассыпание или размокание. Тара должна иметь этикетки с указанием названия пестицида, его количества, содержания действующего вещества и даты изготовления.

Список использованной и рекомендуемой литературы

1. Алексеев И.А. Лесохозяйственные меры борьбы с корневой губкой. М., 1969. – 76 с.
2. Биологическая защита растений / И.Т. Король, В.И. Сидярович, Н.А. Таран, А.В. Свиридов. Мн., 2000. – 414 с.
3. Бондарцев А.С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. М., 1953. – 1106 с.
4. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. СПб., 1998. Вып. 2. – 391 с.
5. Бондарцева М.А., Пармасто Э.Х. Определитель грибов СССР. Порядок Афиллофоровые. Л., 1986. Вып. 1. – 192 с.
6. Василюскас А.П. Корневая губка и устойчивость экосистем хвойных лесов. Вильнюс, 1989. – 176 с.
7. Все о грибах / М.В. Горленко, Л.В. Гарибова, И.И. Сидорова и др. М., 1985. – 280 с.
8. Гарибова Л.В. Обзор и анализ современных систем грибов. Петрозаводск, 1999. – 28 с.
9. Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии (Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов). М., 2003. – 320 с.
10. Гарибова Л.В., Сидорова И.И. Грибы. Энциклопедия природы России. М., 1997. – 352 с.
11. Гвоздяк Р.И., Яковлева Л.М. Бактериальные болезни лесных древесных пород. Киев, 1979 – 242 с.
12. Горшин С.Н. Консервирование древесины. М., 1977. – 332 с.
13. ГОСТ 21507 – 76. Защита растений. Термины и определения. М., 1977. – 30 с.
14. Грибные сообщества лесных экосистем / Под ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутова, Н.Н. Селочник. М.; Петрозаводск, 2000. – 321 с.
15. Дудка И.А., Вассер С.П. Грибы: Справочник миколога и грибника. Киев, 1987. – 535 с.
16. Дьяков Ю.Т. Фитопатогенные вирусы. М., 1984. – 140 с.
17. Дьяков Ю.Т. Введение в альгологию и микологию: Учеб. пособие. М., 2000. – 192 с.
18. Защита леса от вредителей и болезней: Справочник / А.Д. Маслов, Н.М. Ведерников, Г.И. Андреева и др. М., 1988. – 414 с.

19. Защита плантационных культур ели и сосны от вредителей и болезней / В.Г. Яковлев, В.П. Гребенщикова, Н.Д. Молоткова и др. Л., 1990. – 53 с.
20. Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь. Мн., 2002. – 362 с.
21. Крутов В.И. Грибные болезни молодняков хвойных пород. М., 1994. – 44 с.
22. Крутов В.И., Минкевич И.И. Грибные болезни древесных пород: Учеб. пособие. Петрозаводск, 2002. – 193 с.
23. Курс низших растений / Под ред. М.В. Горленко. М., 1991. – 504 с.
24. Крюкова Е.А., Плотникова Г.С. Биологические основы защиты дуба и вяза от инфекционного усыхания. М., 1991. – 124 с.
25. Минкевич И.И. Прогноз болезней леса. Л., 1980. – 30 с.
26. Минкевич И.И. Эпифитотии грибных болезней древесных пород. Л., 1986. – 114 с.
27. Минкевич И.И. и др. Защита леса от вредителей и болезней. Сборн. лекций. Л., 1990. – 172 с.
28. Мир растений. Т. 2. Грибы / Под ред. М.В. Горленко. М., 1991. – 475 с.
29. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М., 1984. – 152 с.
30. Мюллер Э., Леффлер В. Микология. М., 1995. – 343 с.
31. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России. М., 2001. – 86 с.
32. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам / В.Г. Стороженко, М.А. Бондарцева, В.А. Соловьев, В.И. Крутов. М., 1992. – 221 с.
33. Негруцкий С. Ф. Корневая губка. М., 1986. – 194 с.
34. Новое в систематике и номенклатуре грибов / Под ред. Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеевой. М., 2003. – 496 с.
35. Попкова К.В. Общая фитопатология. М., 1989. – 320 с.
36. Ролл–Хансен Ф., Ролл–Хансен Х. Болезни лесных деревьев. СПб., 1998. – 120 с.
37. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь. Мн., 1996. – 27 с.
38. Семенкова И.Г., Соколова Э.С. Лесная фитопатология. М., 1992. – 352 с.

39. Семенкова И.Г. Лесная фитопатология: Учеб. пособие. М., 2001. – 201 с.
40. Соколова Э.С., Ведерников Н.М. Указания по диагностике болезней хвойных пород в питомниках и лесных культурах. М., 1988. – 77 с.
41. Стороженко В.Г. Гнилевые фауны коренных лесов русской равнины. М., 2002. – 156 с.
42. Федоров Н.И. Корневые гнили хвойных пород. М., 1984. – 160 с.
43. Федоров Н.И. Лесная фитопатология. Мн., 1992. – 317 с.
44. Федоров Н.И., Сарнацкий В.В. Особенности формирования еловых лесов Беларуси в вязи с их периодическим массовым усыханием. Мн., 2001. – 180 с.
45. Шевченко С.В., Цилюрик А.В. Лесная фитопатология. Киев, 1986. – 382 с.
46. Common Fungal Diseases of Russian Forests / E.P. Kuz'michev, E.S. Sokolova, E. G. Kulikova. USDA Forest service, 2001. – 137 p.
47. Diseases of trees and shrubs / Wayne A. Sinclair, Howard H. Lyon and Warren T. Johnson. Ithaca and London, 1989. – 575 p.
48. Fox R. T. V. Armillaria Root Rot: Biology and Control of Honey Fungus. Andover, England, 2000. – 222 p.
49. Hawksworth D.L., Kirk P.M., Sutton B.C., Pegler D.N. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 8 th edit. CAB International, 1995. – 616 p.
50. Heretobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control / Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R. and Huttermann. CAB International, 1998. – 589 p.
51. Kirk P.M., Cannon P.F., Lavid J.C. and Stalpes J.A. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. CABI Bioscience. 2001. – 655 p.

Указатель русских названий болезней древесных пород

- Антракноз желудей дуба 183
 – листьев дуба 236
 – – березы 236
- Бактериоз** семян сосны 204
- Болезни неинфекционные** 142
 – некрозные 241
 – раковые 257
 – сосудистые 276
- Бурелом** 154
- Вертициллезное усыхание** клена 281
- Вертун** сосновый 241
- Ветровал** 155
- Вилт** клена 281
- Водянка** березы бактериальная 273
- Выжимание** семян 145
- Выпревание** семян 193
- Гниль заготовленных лесоматериалов** 355
 – деструктивная белая 358
 – деструктивная бурая 355
 – заболонная, или ковровая 368
 – серая, или умеренная 368
 – бурая трещиноватая 369
- Гниль желудей** белая 184
 – – желтая 185
 – – сухая 183
 – – черная 185
- Гниль комлевая** дуба ядровая бурая призматическая 315
 – – – темно-бурая трещиноватая 315
 – ели пестрая ямчато-волокнистая 304
 – ели и пихты бурая мелкотрещиноватая 312
 – лиственных пород ядрово-заболонная белая 317
 – хвойных пород бурая трещиноватая 310
 – пестрая ямчатая 311
- ядрово-заболонная светло-желтая 313
- Гниль корней** семян дуба 194
 – – дуба белая волокнистая 314
 – – сосны пестрая ямчато-волокнистая 299
 – – хвойных и лиственных пород заболонная белая 306
- Гниль стволовая** березы ядрово-заболонная желто-бурая 339
 – – ядровая желто-белая коррозионно-деструктивная 337
 – – дуба ядровая желтовато-белая полосатая 329
 – – красно-бурая призматическая 334
 – – ядровая пестрая 336
 – – ядрово-заболонная крупномчатая 343
 – – ели ядровая пестрая 321
 – – ядрово-заболонная раневая бурая 327
 – – клена ядровая пластинчатая желтовато-белая 340
 – – лиственницы ядровая бурая призматическая 322
 – – лиственных пород белая трещиноватая 341
 – – ядровая белая полосатая 328
 – – ядрово-заболонная белая мраморная 333
 – – осины ядровая белая полосатая 331
 – – пихты ядровая белая 323
 – – сосны ядровая пестрая 320
 – – хвойных пород пестрая мелкоямчатая 326
 – – бурая призматическая 324
 – – бурая ямчатая 325
- Голодание** растений 159
 – – азотное 161
 – – калийное 162

- – кальциевое 163
- – магниевое 164
- – фосфорное 161
- Деформация плодиков женских сережек тополя и осины 179
- плодов косточковых пород 179
- плодов ольхи 180
- Желтая окраска, или желтизна, древесины 349**
- Заболонная гниль хвойных лесоматериалов 351
- – – – мягкая 353
- – – – твердая 351
- Заболонные окраски древесины 347
- Засыхание ветвей дуба 285
- – можжевельника 286
- – хвойных и лиственных пород 284
- Искривление побегов сосны 241**
- Корнедушителъ дубовый 195**
- Коричневая окраска, или кофейная темнина, древесины 349
- Марссониоз листьев тополя 237**
- Мериоз лиственницы 217
- Морозобойные трещины 147
- Мумификация семян 176
- – березы 176
- – желудей дуба 177
- Мучнистая роса дуба 224
- Наросты 288**
- Некроз коры дуба виллеминиевый 250
- – клитрисовый 247
- – нуммуляриевый 249
- – черный немоспоровый 248
- – клена массариевый 252
- – сосны ценангиевый 246
- – лиственных пород нектриевый 251
- – тиростромовый 253
- – цитоспоровый бурый 254
- – черный 256
- – ясеня гистерографиевый 250
- Ожог коры 151**
- Опал шейки корня 150
- Опухоли 288
- Парша листьев 228**
- – березы 230
- – ивы 229
- – тополя и осины 229
- Песталоциоз семян 200
- Плесень семян 180
- – головчатая 182
- – зеленая 181
- – розовая 181
- – серая 182
- – черная 182
- Плесень семян хвойных пород темно-оливковая 198
- – серая 196
- Плесневые поражения древесины 346
- Плесневение семян и плодов 180
- Побурение древесины 350
- хвой ели 215
- Повреждения деревьев от вредных примесей в атмосфере 167
- – – диоксида серы 170
- – – фторидов 171
- – – озона 172
- Полегание всходов и семян 187
- Поражение корней лиственных пород 287
- Прогноз инфекционных болезней древесных пород 138
- Пятнистость листьев 233
- – ивы черная 235
- – каштана конского бурая 238
- – клена остролистного черная 234
- – осины серая 238
- Рак дуба опухолевидный поперечный 270**
- корневой бактериальный 203

– лиственницы ступенчатый 262
– лиственных пород ступенчатый 269
– осины и тополя черный 274
– осины и тополя опухолево-язвенный 275
– пихты ржавчинный 266
– сосны биаторелловый 267
– – бугорчатый 268
– – смоляной (серянка) 260
– хвойных пород побеговый 257
– ясеня цитофомовый 271
– – эндоксилиновый 272
Ржавчина листьев березы 232
– – ивы 233
– – тополя и осины 230
– сосны пятихвойной пузырчатая 265
– хвои ели пузырчатая 221
– – – линейная золотистая 221
– – лиственницы 222
– – сосны пузырчатая 219
– шишек ели грушанковая 174
– – – черемуховая 173
Розовая окраска, или розоватость, древесины 349
Рост побегов усиленный 289

Синева древесины 348
Склерофомоз сосны 245
Снеговал 155
Снеголом 155
Солнечные ожоги листьев 150
Сосудистый микоз дуба 279
– – ильмовых пород 277

Трахеомикозы древесных пород 276
Тополевый мор 256
Удушье сеянцев 202
Устойчивость растений 120

Фасциация 289
Фацидиоз сосны 210
Филлостиктоз листьев ясеня 237
Фитофтороз сеянцев 199
Хлороз 163

Церкоспороз листьев клена 237
– – липы 237
– сеянцев клена 201
Цитоспороз желудей 185

Чернь листьев 240

Шютте бурое 215
– ели низинное 215
– – обыкновенное 213
– можжевельника 219
– сосны обыкновенное 206
– – серое 213

Эпифитотии 135

**Указатель латинских названий
возбудителей болезней древесных пород**

- Abortiporus borealis* 312
Agrobacterium 101
Agrobacterium tumefaciens 100, 103, 203
Albugo candida 39
Alternaria 30, 180, 182, 187, 190
 – *humicola* 347
Amyloporia xantha 374
Apiosporium piniphilum 240
 – *salicinum* 240
Antrodia serialis 358
 – *sinuosa* 371
 – *vaillantii* 373
 – *xantha* 374
Arceuthobium oxycedri 286
Armillaria 85, 297, 306
 – *mellea* 306
 – *ostoyae* 306
 – *borealis* 306
Ascocalyx abietina 257
Aspergillus 65, 180, 347
 – *glaucus* 181, 347
 – *niger* 182
- B**
Biatorella difformis 267
Biatoridina pinastri 267
Bjerkandera adusta 360
Bondarzewiales 82
Botrytis 29, 93, 180
 – *cinerea* 182, 196, 197
Brunchorstia pinea 257
Bursaphelenchus xylophilus 117
- C**
Cantharellales 82
Cenangium abietis 246
Cercospora acerina 201, 237
 – *microsora* 237
Ceratocystis 45, 348
 – *fagacearum* 71
 – *roboris* 185, 279
 – *ulmi* 71, 93, 118, 277
 – *valachicum* 185, 279
Chaetomium globosum 368
Chrysomyxa abietis 221
 – *ledi* 221
 – *pirolae* 174
Cladosporium 93, 180
 – *herbarum* 94, 182, 198, 347, 351
Climacocystis borealis 312
Clithris 74
 – *quercina* 74, 247
Coccomyces hiemalis 95
Coleosporium 219
 – *campanulae* 220
 – *senecionis* 220
 – *sonchi-arvensis* 220
 – *tussilaginus* 219
Coniophora puteana 309, 372
 – *cerebella* 372
Coniothecium 368
Coriolellus serialis 358
Corioloopsis trogii 361
Coriolus vaporarius 371
 – *versicolor* 360
 – *zonatus* 359
Corticium 368
 – *laeve* 349, 351
Cronartium flaccidum 260
 – *ribicola* 265
Cryptodiaporthe populea 256
Cuscuta europaea 115, 286
 – *monogyna* 115, 286
Cytophoma pulchella 271
Cylindrosporium hiemale 95
Cytospora chrysosperma 70, 96, 254
 – *foetida* 256
 – *intermedia* 96, 185
 – *leucostoma* 70
 – *quercella* 247

- Daedalea quercina** 315, 316
Daldina 69
Dasyscyphus willkommii 262
Diaporthales 69
Diaporthe perniciosa 70
Diatrype stigma 248
Discocum asperum 351
Discula bruneo-tingens 349
Dothichiza ferruginosa 246
Dothichiza populea 256
Dothideales 75
Dothidella betulina 236
 –ulmi 236
- Endomyces magnusii** 62
Endomycopsis vernaes 62
Endothia parasitica 70
Endoxylina astroidea 272
Entomophtorales 58
Erysiphales 67
Erysiphe 68
Erwinia 101, 104
 – nimipressuralis 273
 – salicis 104
Eurotiales 65
- Fibuloporia vaillantii** 373
Fistulinales 82
Fistulina hepatica 315
Flammulina velutipes 85
Fomes 83
 – fomentarius 83, 333
Fomitopsis 84
 – annosa 299
 – officinalis 84, 322
 – pinicola 84, 324
 – rosea 354
Fumago vagans 240
Funalia trogii 361
Fusarium 30, 34, 94, 180, 187, 347, 349
 – bulgigenum 189
 – oxysporum 94, 181, 189
 – roseum 347
 – sporotrichoides 189
Fusicladium betulinum 230
 – saliciperdatum 229
- Ganoderma applanatum** 317
 – lipsiene 317
Gloeophyllum sepiarium 355
 – odoratum 356
Gloeosporium 29, 95
Gloeosporium betulinum 236
 – quercinum 95, 183, 236
 – tremulae 238
Gnomonia quercina 70
Graphium 93, 280
 – ulmi 93
Gremmeniella abietina 257
Grumenula abietina 257
Guignardia aesculi 238
Gymnosporangium juniperum 89
- Helotiales** 73
Hendersonia acicola 213
Herpotrichia nigra 216
 – juniperi 215
Heterobasidion 83
Heterobasidion annosum s. str. 298, 299
 – parviporum 298, 304
 – abietinum 298
Hirschioporus abietinus 354
 – fusco-violaceus 353
Hormiscium pinophilum 240
Hymenochaetales 82
Hyphomycetes 92
Hypocrea 71
Hypodermella sulcigena 213
Hypoxydon 69
Hypoxydon pruinatum 274
Hysterographium 76
 – fraxini 250
- Inonotus** 82
Inonotus dryadeus 82, 314
 – dryophilus 82, 336

- hispidus 82
- obliquus 82, 337
- Ischnoderma benzoinum 313
- Kuehneromyces mutabilis** 85
- Lachnellula willkommii** 73, 263
- Laetiporus 83
 - sulphureus 83, 334
- Lentinus lepideus 357
- Lenzites betulina 359
- Libertella fraxini 272
- Lophodermium 74
 - abietis 215
 - conigenum 207
 - macrosporum 213
 - pinastri 206
 - seditiosum 207
 - juniperinum 219
- Loranthus europaeus 285
- Marssonina betulae** 95
 - populi 237
- Massaria inguinans 252
- Melampsora 230, 233
- Melampsora alli-populina 230
 - evonymi-caprearum 233
 - larici-caprearum 233
 - larici-populina 222, 230
 - larici-tremulae 231
 - larici-salicina 222
 - pinitorqua 89, 231, 241
 - ribesii-vinimalis 233
- Melampsorella cerastii 266
- Melampsoridium betulinum 222, 232
- Melanconiales 94
- Melanconium betulinum 351
- Meria laricis 217
- Microascales 70
- Microsphaera 68
 - alphitoides 17, 68, 224, 227
 - betulae 227
 - berberides 227
 - grossulariae 228
- lonicera 227
- penicillata 227
- syringae 227
- vanbruntiana 227
- viburni 227
- Mucor 180
- Mucorales 57
- Mucor mucedo 58, 183
 - racemosus 183
- Monilia sitophila 181
- Mycosphaerella ribis 76
- Naemospora croceola** 248
- Nectria 45, 71, 269
- Nectria cinnabarina 72, 251
 - coccinea 269
 - ditisima 269
 - galligena 72, 269
- Nummularia buillardii 69, 249
- Onnia triqueter** 311
- Orobanche 287
- Osmoporus odoratus 356
- Oxyporus populinus 340
- Paxillus panuoides** 373
- Penicillium 65, 180, 347
 - commune 347
- Peniophora gigantea 352
- Peridermium pini 89, 260
- Peronosporales 53
- Pestalotia hartigii 200
- Phacidium infestans 74, 210
- Phaeolus schweinitzii 310
- Phialophora fastigata 347
- Phellinus 82
 - chrysoloma 83, 321
 - ignarius 83, 328
 - hartigii 323
 - pini 83, 319
 - robustus 83, 329
 - tremulae 83, 331
- Phlebiopsis gigantea 29, 33, 309, 352
- Pholiota adiposa 85, 325

- squarrosa 85
- Phomopsis quercella 184
- Phragmidium disciformum 89
- Phyllactinia 68
 - suffulta 69, 228
- Phyllosticta fraxini 237
 - sphaeropsoidea 238
- Phytophthora cactorum 54, 199
 - infestans 54
- Piptoporus betulinus 339
- Plasmopara viticola 55
- Pleosporales 76
- Pleurotus ostreatus 85, 309
- Podosphaera 68
- Podosphaera oxyacanthae 228
- Pollacia elegans 229
 - radiosa 76, 229
- Polyporus squamosus 83, 341
- Polystictus circinatus var. triqueter 311
- Poriales 82
- Polyporales 82
- Pseudomonas fluorescens 100, 204
 - fraxini 103
 - quercus 103
 - quercina 270
 - pini 103, 268
 - piri 103
 - remifaciens 103, 275
 - syringae 103
- Pullularia pullulans 347, 351
- Pucciniaceae 89
- Puccinia graminis 119
- Pycnidiales 95
- Pythiales 53
- Pythium debaryanum 39, 53, 190

- Rhizoctonia** 97, 187, 189
 - solani 97
- Rhizopus nigricans 58, 183
- Rhizosphaera kalkhoffii 215
- Rhytismatales 74
- Rhytisma acerinum 74, 234
 - acerinum f. campestre 235
 - pseudoplatanum 235

- punctatum 235
- salicinum 235
- Rosselinia 69
- Rosselinia quercina 69, 119, 195

- Sclerophoma pithyophila 245
- Sclerotium 97
- Sclerotinia 176
 - alni 177
 - aucupariae 177
 - betulae 73, 176
- Sclerotinia graminearum 73, 193
- Scleroderris lagerbergii 257
- Schizophyllum commune 351, 353
- Septoria quercina 96, 236
 - ribis 76
- Serpula lacrymans 369
- Sphaeropsidales 95
- Sphaeropsis malorum 96
- Sphaerotheca pannosa 228
- Stereum 368
 - abietinum 326
 - frustulosum 343
- Stereum hirsutum 185, 351
 - sanguinolentum 327, 352
- Stigmina compacta 253
- Stromatinia pseudotuberosa 177
- Stysanus 368
- Sydowia polyspora 245
- Synchytrium endobioticum 56

- Taphrina** 61, 179, 239
 - acerina 62
 - alni-incanae 62, 180
 - aurea 62, 240
 - betulae 240
 - carnea 240
 - cerasi 62
 - epiphylla 240
 - johansonii, 180
 - pruni 62, 179
 - rhisophorus 180
 - turgida 61
 - tosquinetii 240

Taphrinales 60
Tilletia caries 90
Thamnidium elegans 58, 183
Thecopsora areolata 173
– padi 89, 173
Thelephorales 82
Thelephora terrestris 202
Thyrostroma compactum 253
Trichaptum abietinum 354
– fusco-violaceum 353
Trichocladia caraganae 228
– enonymi 228
Trichoderma 94, 180
– lignorum 181
Trichothecium 94, 180
– roseum 181
Tubercularia vulgaris 94, 251
Typhula graminearum 193

Uncinula 68
– aceris 69, 228
– salicis 228
– fraxini 228
– clandestina 228
Uredinales 86
Ustilago nuda 90
– tritici 90

Valsa sordida 70, 254
Venturia chlorospora 229
– ditricha 230
– populina 229
– tremulae 76, 229
Verticillium 93, 347
– albo-atrum 281
– dahliae 93, 281
– glaucum 349, 351
– latericium 347
Viscum album 112, 284
– album f. abietis 285
– album f. mali 285
– album f. pini 285
Vuilleminia comedens 250

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БОЛЕЗНЯХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД	5
1. Природа и классификация болезней древесных пород	5
1.1. Понятие "болезнь растения"	5
1.2. Симптомы и признаки болезней растений.....	7
1.3. Патологические изменения больного растения.....	13
1.4. Классификация болезней растений.....	20
1.5. Вредоносность болезней древесных пород.....	23
2. Грибы - возбудители болезней древесных пород.....	26
2.1. Морфология грибов.....	26
2.2. Размножение грибов.....	33
2.2.1. Вегетативное размножение.....	33
2.2.2. Репродуктивное размножение.....	34
2.3. Питание грибов.....	43
2.4. Распространение фитопатогенных грибов.....	46
2.5. Систематика грибов.....	49
Царство грибоподобные организмы (Chromista)	
2.5.1. Отдел оомикота (Oomycota).....	53
Царство настоящие грибы (Fungi, Mycota)	
2.5.2. Отдел хитридиомикота (Chytridiomycota)	55
2.5.3. Отдел зигомикота (Zygomycota).....	56
2.5.4. Отдел аскомикота (Ascomycota).....	58
2.5.5. Отдел базидиомикота (Basidiomycota).....	77
2.5.6. Отдел анаморфные, несовершенные, или митоспоровые грибы (Deuteromycota).....	90
3. Бактерии, вирусы, микоплазмы, высшие цветковые растения – возбудители болезней древесных пород.....	97
3.1. Фитопатогенные бактерии.....	97
3.1.1. Морфология и систематика бактерий.....	97
3.1.2. Типы бактериозов и методы их диагностики.....	102
3.2. Фитопатогенные вирусы.....	105
3.2.1. Строение и биология вирусов.....	105
3.2.2. Типы вирусных болезней растений.....	108
3.3. Микоплазмы.....	109

3.4. Паразитические цветковые растения.....	111
3.5. Фитопатогенные нематоды.....	115
4. Патогенез инфекционных болезней растений. Понятие об эпифитотиях.....	117
4.1. Свойства патогенов.....	118
4.2. Устойчивость растений к болезням.....	120
4.3. Инфекционный процесс.....	129
4.4. Влияние факторов внешней среды на развитие инфекционных болезней древесных пород.....	132
4.5. Эпифитотии.....	135
4.6. Прогноз инфекционных болезней древесных пород.....	138
РАЗДЕЛ II. БОЛЕЗНИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ.....	142
5. Неинфекционные болезни древесных пород.....	142
5.1. Болезни, вызываемые неблагоприятными метеорологическими факторами.....	142
5.1.1. Болезни, вызываемые низкими температурами.....	144
5.1.2. Болезни, вызываемые высокими температурами.....	149
5.1.3. Повреждения, вызываемые пожарами и молнией...	152
5.1.4. Повреждения, вызываемые ветром.....	154
5.1.5. Повреждения от града, снега и льда.....	155
5.2. Болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными условиями.....	156
5.2.1. Болезни от недостатка почвенной влаги.....	156
5.2.2. Болезни от избытка почвенной влаги.....	158
5.2.3. Болезни от недостатка минеральных веществ (голодание растений).....	159
5.3. Повреждения древесных пород, вызываемые вредными примесями в воздухе.....	167
6. Болезни семян и плодов древесных пород.....	173
6.1. Болезни семян, развивающиеся на растущих деревьях.....	173
6.1.1. Ржавчина шишек ели.....	173
6.1.2. Мумификация семян.....	176
6.1.3. Деформация плодов и семян.....	179
6.2. Болезни семян, развивающиеся во время их хранения.....	180

6.2.1. Плесневение семян и плодов.....	180
6.2.2. Гнили семян и плодов.....	183
6.3. Мероприятия по защите плодов и семян от болезней.....	186
7. Болезни сеянцев древесных пород.....	187
7.1. Полегание всходов и сеянцев.....	187
7.2. Выпревание сеянцев.....	193
7.3. Гниль корней сеянцев дуба.....	194
7.4. Серая плесень сеянцев хвойных пород.....	196
7.5. Темно-оливковая плесень сеянцев хвойных пород.....	198
7.6. Фитофтороз сеянцев.....	199
7.7. Песталоциоз сеянцев.....	200
7.8. Церкоспороз сеянцев клена.....	201
7.9. Удушье сеянцев хвойных пород.....	202
7.10. Бактериальный корневой рак (зобоватость корней).....	203
7.11. Бактериоз сеянцев сосны.....	204
8. Болезни хвои и листьев древесных пород.....	204
8.1. Болезни хвои.....	205
8.1.1. Болезни типа шютте.....	205
8.1.2. Ржавчина хвои.....	219
8.2. Болезни листьев.....	223
8.2.1. Мучнистая роса.....	223
8.2.2. Парша листьев.....	228
8.2.3. Ржавчина листьев.....	230
8.2.4. Пятнистости листьев.....	233
9. Болезни побегов, ветвей и стволов древесных пород.....	240
9.1. Некрозы коры побегов, ветвей и стволов.....	241
9.2. Раковые болезни древесных пород.....	257
9.3. Сосудистые болезни (трахеомикозы).....	276
9.4. Болезни древесных пород, вызываемые цветковыми растениями и другими организмами.....	283
9.5. Мероприятия по защите древесных пород от некротных, раковых и сосудистых болезней.....	290
РАЗДЕЛ III. ГНИЛИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД И ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ.....	293
10. Гнили древесины растущих деревьев.....	293
10.1. Корневые и комлевые гнили древесных пород.....	298

10.2. Стволовые гнили хвойных пород.....	318
10.3. Стволовые гнили лиственных пород.....	328
10.4. Меры защиты лесных насаждений от стволовых гнилей	344
11. Грибные поражения заготовленной древесины на складах	
11.1. Плесневые поражения древесины.....	346
11.2. Заболонные окраски древесины.....	347
11.3. Побурение древесины.....	350
11.4. Заболонные гнили хвойных лесоматериалов	351
11.5. Бурые деструктивные ядрово-заболонные гнили лесоматериалов хвойных пород.....	355
11.6. Белые ядрово-заболонные гнили лесоматериалов лиственных пород.....	359
11.7. Защита заготовленных лесоматериалов.....	361
12. Грибные поражения деревянных конструкций в сооружениях	
12.1. Серая, или умеренная, гниль древесины.....	368
12.2. Заболонная, или ковровая, гниль древесины.....	369
12.3. Бурая трещиноватая гниль древесины.....	369
12.4. Мероприятия по защите деревянных конструкций от гниения.....	375
12.5. Методы обследования деревянных конструкций на пораженность дереворазрушающими грибами.....	378
РАЗДЕЛ IV. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕСА ОТ БОЛЕЗНЕЙ.....	381
13. Методы защиты лесных насаждений от болезней.....	381
13.1. Надзор за появлением и распространением болезней леса.....	381
13.2. Лесохозяйственные методы защиты.....	385
13.3. Биологический метод защиты.....	387
13.4. Химические методы защиты.....	390
13.4.1. Способы химической защиты растений	392
13.5. Физико-механические методы защиты.....	396
13.6. Интегрированный метод защиты.....	399
13.7. Карантин растений.....	401
14. Химические и биологические средства защиты лесных насаждений и заготовленной древесины.....	402
14.1. Фунгициды.....	403

14.2. Биологические препараты.....	410
14.3. Антисептики для защиты древесины.....	412
14.4. Меры безопасности при работе с фунгицидами и антисептиками.....	422
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	424
Приложение 1. Указатель русских названий болезней древесных пород.....	427
Приложение 2. Указатель латинских названий возбудителей болезней древесных пород.....	430