

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.20 Лесная фитопатология**

**Направление подготовки 35.03.01 Лесное дело**

**Профиль подготовки Лесное хозяйство**

**Форма обучения заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
1.1 Лекция 1 (Л-1). Введение. Предмет и задачи лесной фитопатологии. Инфекционные болезни. Диагностика болезней	
1.2 Лекция 2 (Л-2). Патогенез и динамика инфекционных болезней растений. Общая характеристика отделов грибов. Отдел Аскомикота. Отдел Базидиомикота. Отдел Дейтеромикота.	
1.3 Лекция 3 (Л-3). Болезни семян, плодов и меры борьбы с ними. Болезни всходов, сеянцев и молодняков и меры борьбы с ними. Болезни листьев и хвои и меры борьбы с ними. Сосудистые заболевания и некрозно-раковые болезни древесных пород и система мероприятий по их защите.	
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>78</b>
2.1 Лабораторная работа 1 (ЛР-1). Типы болезней. Фитопатогенные бактерии, вирусы, микоплазмы, нематоды, цветковые паразиты. Методы макро- и микроскопического изучения болезней лесных культур.	
2.2 Лабораторная работа 2 (ЛР-2). Вегетативное, бесполое, половое размножение грибов. Классификация грибов. Общая характеристика отделов грибов. Основные болезни, вызываемые ими. Низшие грибы.	
2.3 Лабораторная работа 3 (ЛР-3). Отдел Аскомикота. Классификация мучнисторосяных, спорыньевых, гелогиевых, асколокулярных грибов и болезни, вызываемые ими. Отдел Базидиомикота. Классификация трутовых и ржавчинных грибов и болезни, вызываемые ими. Отдел Дейтеромикота. Их классификация и болезни, вызываемые ими.	
2.4 Лабораторная работа 4 (ЛР-4). Болезни семян, плодов и меры борьбы с ними. Болезни всходов, сеянцев и молодняков и меры борьбы с ними. Болезни листьев и хвои и меры борьбы с ними. Сосудистые заболевания и некрозно-раковые болезни древесных пород и система мероприятий по их защите.	
2.5 Лабораторная работа 5 (ЛР-5). Гнили древесных пород и меры борьбы с ними. Разрушение древесины на складах, в технических сооружениях, зданиях и меры борьбы с ними. Болезни плодово-ягодных культур.	
<b>3. Методические указания по проведению практических занятий .....</b>	<b>110</b>
Не предусмотрено РУП.	
<b>4. Методические указания по проведению семинарских занятий .....</b>	<b>110</b>
Не предусмотрено РУП.	

# **1. КОНСПЕКТЫ ЛЕКЦИЙ**

## **ЛЕКЦИЯ №1. ВВЕДЕНИЕ. БОЛЕЗНЬ И ЕЕ СУЩНОСТЬ. НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ**

### **Вопросы:**

1. Экономическая оценка последствий болезней древесных и кустарниковых пород.
2. Краткий исторический очерк развития лесной фитопатологии.
3. Современные задачи лесной фитопатологии по повышению продуктивности леса в связи с решениями правительства по сельскому хозяйству и зеленому строительству и по охране природы.
4. Болезнь, ее сущность и проявления. Понятие о болезнях. Классификация болезней растений. Болезни леса, вызываемые абиотическими факторами.
5. Неинфекционные болезни.
6. Понятие о паразитизме, классификация и специализация паразитов.
7. Фитопатогенные бактерии, вирусы, микоплазмы, нематоды, цветковые паразиты. Морфология и природа.
8. Типы повреждений, вызываемые ими, источники инфекций.
9. Паразитические цветковые растения древесных и кустарниковых пород.
10. Методы макро- и микроскопического изучения болезней лесных культур.
11. Основные типы болезней растений.
12. Диагностика болезней.
13. Морфология грибов.
14. Мицелий и его видоизменения. Вегетативное размножение

### **1. ВВЕДЕНИЕ**

Фитопатология - наука о болезнях растений, их причинах и мерах борьбы с ними. В ее названии соединены корни трех греческих слов: phyton - растение, pathos - болезнь, logos - слово, учение. Различают общую, сельскохозяйственную и лесную фитопатологию.

Общая фитопатология рассматривает причины болезней растений, закономерности взаимоотношений между возбудителями болезней, пораженными растениями и окружающей средой, факторы устойчивости растений к болезням и другие общие теоретические вопросы. Сельскохозяйственная фитопатология занимается изучением болезней сельскохозяйственных культур и разработкой мер борьбы с ними.

Лесная фитопатология изучает болезни древесных растений и процессы биологического разрушения древесины на складах, в сооружениях и постройках, разрабатывает меры борьбы с ними. В центре внимания фитопатолога находятся чаще всего не отдельные растения, а большие группы растений или их сообщества: питомник, сад, лесное насаждение в целом. В таком сложном биогеоценозе, каким является лес, массовое заболевание одного или нескольких видов древесных пород обычно влечет за собой нарушение сбалансированных связей между популяциями и внутри популяций организмов, населяющих лес, т. е. нарушение всей экосистемы. Лесная фитопатология в этих случаях имеет дело с болезнями не только отдельных видов древесных растений, но и леса в целом.

Неразрывна связь фитопатологии с лесной энтомологией - наукой о вредных и полезных для леса насекомых. Поражение и ослабление насаждений грибными болезнями, например, корневыми гнилями, часто приводят к увеличению численности и вспышкам массового размножения вредных насекомых, особенно стволовых вредителей. В свою очередь, повреждение насаждений хвое- и листогрызущими насекомыми может понизить их устойчивость к различным заболеваниям. Кроме того, некоторые насекомые являются переносчиками возбудителей болезней растений, способствуют их размножению и сохранению в природе.

Велико значение фитопатологии и защиты растений в решении экологических проблем, в деле охраны окружающей среды.

Процесс возникновения, становления и развития фитопатологии как науки связан с именами многих отечественных и зарубежных ученых. Основоположником лесной

фитопатологии считается немецкий ботаник, лесовод и фитопатолог Роберт Гартиг (1839-1901).

В 1874 г. вышел в свет учебник Р. Гартига «Болезни древесных пород», который был переведен на все европейские языки. В 1894 г. он был издан и в России. В этой и других работах ученый дал подробное описание болезней лесных пород и биологии их возбудителей, сопроводив текст превосходными иллюстрациями. После Гартига в Германии и других странах Европы и Америки в области лесной фитопатологии работали многие известные ученые.

Классические исследования грибов - возбудителей заболеваний растений были выполнены выдающимся русским ученым, основателем отечественной микологии и фитопатологии академиком М.С.Ворониным (1838-1903).

В 1897 г. в Петербурге вышел «Краткий очерк микологии с указанием грибов, наиболее вредных в сельском хозяйстве и лесоводстве» профессора И. П. Бородина. Эту книгу можно считать первым в России учебником микологии, ибо в ней самое большое место отведено описанию морфологии и биологии грибов, паразитирующих на древесных растениях и сельскохозяйственных культурах.

Неоценимый вклад в развитие отечественной и мировой микологии и фитопатологии внес А.А. Ячевский (1863-1932) - один из талантливейших учеников М. С. Воронина. Он написал около 500 научных работ, им были созданы такие фундаментальные труды, как «Паразитные и сапрофитные грибы русских лесных пород» (1897), двухтомный «Определитель грибов» (1913, 1917), «Основы микологии» (1933), «Бактериозы растений» (1935) и многие другие. Ячевский был также неутомимым организатором фитопатологических исследований, инициатором создания в нашей стране службы защиты растений. В 1902 г. он организовал и возглавил Центральную фитопатологическую станцию, где издавал «Ежегодник сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений». Эти выпуски имели важное значение в распространении и популяризации фитопатологических знаний, организации фитопатологических наблюдений на местах. В 1907 г. Ячевский организовал в Петербурге Бюро по микологии и фитопатологии; впоследствии оно было преобразовано в Лабораторию микологии им. А.А. Ячевского, вошедшую в состав Всесоюзного института защиты растений (ВИЗР).

В 1920 г. в Петроградском лесном институте (Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия) была основана первая в нашей стране кафедра лесной фитопатологии, которую в течение 26 лет возглавлял ученик А.А. Ячевского, крупнейший ученый и педагог С.И. Ванин (1890-1951).

С. И. Ванин вошел в историю науки как создатель отечественной школы лесных фитопатологов и автор первого в стране учебника лесной фитопатологии для вузов (первое издание вышло в свет в 1931 г., а последнее, пятое, - в 1951 г.). Ученым были опубликованы многочисленные работы по различным вопросам лесной фитопатологии. Среди них наиболее известны такие книги, как «Болезни семян и семян лесных пород» (1931), «Домовые грибы» (1931), «Методы исследований грибных болезней леса и повреждений древесины» (1934) и др. Плодотворная научно-педагогическая деятельность Ванина явилась стимулом к развертыванию фитопатологических исследований в других лесных вузах и научных учреждениях, оказала огромное влияние на весь ход последующего развития отечественной лесной фитопатологии, имела большое значение в подготовке высококвалифицированных специалистов лесного хозяйства и воспитании научных кадров лесных фитопатологов. Многие ученики и последователи С. И. Ванина (А. Т. Вакин, Д. В. Соколов, И. Я. Шемякин и др.) также внесли значительный вклад в развитие лесной фитопатологии и лесозащиты.

В ряду ученых, наиболее ярко вписавших свои имена в историю лесной фитопатологии, стоит имя А. С. Бондарцева (1877-1969), одного из крупнейших в мире специалистов по систематике и биологии дереворазрушающих грибов, автора капитального труда «Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа» (1953), книги «Пособие для определения домовых грибов» (1950) и др.

Работы В.Ф. Купревича (1897-1969), среди которых выделяется монография «Физиология больного растения в связи с общими вопросами паразитизма» (1947), положили начало физиолого-биохимическому направлению в отечественной фитопатологии. Исследования по патологической физиологии больного растения успешно развиваются в последние десятилетия как в нашей стране, так и за рубежом.

На современном этапе развития лесной фитопатологии большое внимание уделяется изучению факторов иммунитета растений, причин возникновения эпифитотий и их прогнозированию, разработке систем мероприятий по борьбе с наиболее опасными болезнями и комплексами заболеваний в определенных эколого-производственных объектах (питомниках, теплицах, молодых культурах, взрослых насаждениях, городских посадках и т.п.), внедрению новых способов повышения устойчивости растений к инфекционным болезням и другим неблагоприятным факторам окружающей среды.

## **2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БОЛЕЗНЯХ РАСТЕНИЙ**

### **ПОНЯТИЕ О БОЛЕЗНЯХ РАСТЕНИЙ И ИХ ПРИЧИНАХ**

**Болезнь растения** - это сложный патологический процесс, который возникает под влиянием внешних факторов, протекает во взаимодействии с окружающей средой и проявляется в нарушениях физиологических функций и анатомо-морфологических изменениях всего растения или отдельных его органов. Болезнь ведет к отмиранию пораженных тканей, ослаблению, снижению продуктивности или гибели всего растения.

Различают **инфекционные и неинфекционные** болезни растений. Неинфекционные болезни возникают без участия фитопатогенных организмов, под влиянием неблагоприятных для нормального развития растений факторов окружающей среды. Таковы болезни, вызываемые недостатком или избытком воды, нарушениями режима питания, недостатком кислорода, воздействием слишком высокой или низкой температуры, недостатком света, наличием в воздухе или почве токсичных для растений веществ и т.д.

Важнейшая особенность **неинфекционных** болезней - их неспособность передаваться от больного растения к здоровому.

**Инфекционные** болезни растений вызываются микроорганизмами (преимущественно грибами, бактериями, вирусами), паразитическими нематодами или цветковыми растениями-паразитами. Организм, вызывающий болезнь, называют ее возбудителем, или **патогеном**. Организмы способные вызывать болезни растений, называют **фитопатогенными**. Растение, на котором поселяется и за счет которого питается, растет и развивается патоген, называют **растением-хозяином**.

Инфекционные болезни растений весьма многочисленны, и многие из них причиняют большой ущерб лесному хозяйству, так как могут передаваться от больных растений здоровым. Они разнообразны по характеру вызываемых ими патологических процессов и внешним признакам.

Несмотря на существенные различия между инфекционными и неинфекционными болезнями, их нельзя рассматривать как явления совершенно обособленные. В природе между ними наблюдается тесная взаимосвязь. Часто инфекционное заболевание развивается на фоне предварительного ослабления или повреждения растений неинфекционными процессами. Например, морозобоины и ожоги коры могут явиться причиной развития инфекционных некрозов и раковых заболеваний стволов. Ослабление всходов под влиянием неблагоприятных почвенных или погодных условий, одностороннего удобрения или плохого ухода служит предпосылкой поражения сеянцев полеганием и выпреванием. Отмирание мелких корней вследствие недостатка кислорода при уплотнении почвы приводит к поражению хвойных пород корневой губкой. Такие взаимосвязанные болезни, одна из которых предопределяет или стимулирует развитие другой, называют **сопряженными**.

## **3. СИМПТОМЫ И ТИПЫ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ**

Патологические реакции клеток и тканей растений при различных заболеваниях очень разнообразны. От их характера во многом зависят и внешние проявления болезни. Видимые признаки болезней, доступные невооруженному глазу, называют **симптомами**.

Различают симптомы типичные (регулярно появляющиеся при данном заболевании) и нетипичные; главные (наиболее характерные для данной болезни) и сопутствующие; специфические (свойственные лишь данной болезни) и общие (наблюдаемые при различных заболеваниях); первичные (появляющиеся первыми в самом начале болезни) и вторичные (возникающие при дальнейшем развитии болезни).

Постоянство симптомов, появляющихся у растений при определенных заболеваниях, обуславливает специфику этих болезней и делает возможной их **диагностику**.

Основой успеха защиты растений от болезней является правильная постановка диагноза, то есть распознавание болезни по совокупности признаков.

Болезни растений проявляются различно, причем часто одни и те же признаки болезни вызываются различными причинами как инфекционного, так и неинфекционного характера.

Известно громадное разнообразие болезней растений, однако его можно свести к незначительному количеству основных типов: увядание, пятнистости, изменение окраски, налеты, пустулы, наросты, деформации, гнили.

Для постановки окончательного диагноза нужно учитывать комплекс признаков: 1) внешние признаки больного растения в динамике; 2) изменение в строении больных тканей; 3) нарушение нормального течения физиологических процессов в растении; 4) причину болезней растений; 5) определение возбудителя болезни, его систематическое положение, биологию, экологию.

Для установления окончательного диагноза болезни используют следующие методы.

**1. Макроскопический метод.** Сводится к наружному осмотру больного растения, когда обычно создается предварительное представление о болезни.

**2. Микроскопический метод.** Применяют при определении характера изменения в пораженных тканях, при этом нередко обнаруживают и исследуют возбудителя болезни.

**3. Биологический метод.** Сводится к сравнительному изучению особенности течения болезни растения, когда необходимо производить искусственное заражение растения с выяснением динамики патологического процесса, значения внешних факторов и других показателей.

**4. Культуральный метод.** Применяется для определения возбудителя заболевания растения. Патогенный организм выделяется на искусственную питательную среду и содержится в термостате при соответствующих температуре и экспозиции.

Питательные среды имеют неодинаковые значения для различных организмов, так как составные части среды могут быть пригодными для одних организмов и менее пригодными для других.

**Типом болезни** называют группу заболеваний, характеризующихся комплексом сходных симптомов и объединяемых общим названием. Тип болезни определяется характером взаимодействия патогена и хозяина и совокупностью происходящих у растения патологических изменений, а они, в свою очередь, зависят от биологических свойств патогена, особенностей пораженных органов и тканей, от возраста растений. Наиболее часто встречаются следующие типы болезней древесных пород.

Болезни растений **классифицируют** также по возрастным группам (болезни всходов, сеянцев, молодняков, приспевающих, спелых и перестойных насаждений) и по поражаемым органам (болезни плодов, семян, листьев, хвои, корней, стволов, ветвей).

У растений различают **местные и общие** болезни. При местных заболеваниях поражение ограничивается лишь отдельными участками или органами растения. Типичными примерами могут служить пятнистости, гнили, раковые и многие другие болезни растений. При общих заболеваниях растение бывает поражено полностью, хотя заражение могло произойти в каком-то одном месте. Таковы сосудистые болезни, большинство вирусных болезней растений.

В зависимости от скорости развития патологического процесса и характера его внешних проявлений, различают две **формы болезни: острую** (т.е. быстро протекающую, с

резко выраженными симптомами) и **хроническую** (медленно развивающуюся, с неясно выраженными, иногда малозаметными признаками). В острой или хронической форме могут протекать, например, сосудистые болезни древесных пород. Есть болезни, которые всегда развиваются как острые (например, некрозы ветвей и стволов) или как хронические (например, раковые, гнилевые).

**Болезнь** растения представляет собой сложный патологический процесс, возникающий при постоянном взаимодействии растения с окружающей средой. Это нарушение нормального обмена веществ клеток, органов и целого растения, возникающее под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий среды и приводящее к снижению продуктивности растений или к полной их гибели.

**Болезни растений можно классифицировать** по следующим принципам:

1) возраст или фаза развития (болезни семян, всходов, рассады, взрослых растений); 2) место проявления - местные, локальные болезни (пятнистости листьев, плодов, болезни корней и т. д.) и общие, связанные с заболеванием всего растения (увядание, общий некроз); 3) продолжительность течения - острые болезни (воздействие которых на растения проявляется быстро, скоротечно) и хронические (развиваются на одном растении в течение всего сезона или нескольких лет); 4) поражаемые культуры (болезни картофеля, болезни свеклы, болезни яблони и т. д.) или группа культур (болезни зерновых, болезни технических, болезни овощных, болезни плодовых и других культур); 5) причины возникновения (этиология) - неинфекционные болезни (вызываемые факторами неживой природы) и инфекционные (вызываемые патогенными организмами).

Возможна также комбинированная классификация болезней: по поражаемым культурам, а внутри них - по причинам возникновения. Такая система используется наиболее часто.

Классификацию по причинам болезни (этиологическому признаку) предложил А.А. Ячевский (1930), который все болезни разделил на две группы: неинфекционные и инфекционные.

#### **4. НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД**

Неинфекционные болезни растений представляют собой своеобразную группу, принципиально отличающуюся от болезней инфекционных. **Первая особенность** неинфекционных болезней заключается в том, что возбудитель патологического процесса как таковой отсутствует, а причиной развития этого процесса служат абиотические факторы окружающей среды. Неблагоприятное воздействие среды может в значительной степени нарушать те или иные функции растений, влиять на морфологические признаки, существенно изменять процессы жизнедеятельности, т. е. вызывать патологический процесс.

**Вторая особенность** неинфекционных болезней - одновременное массовое появление их признаков на растениях, что объясняется, как правило, воздействием неблагоприятных факторов внешней среды на растения в пределах всего поля, сада, теплицы и т. д. Только, когда речь идет о неблагоприятных почвенных условиях (микроклимат, неравномерное внесение удобрений и т. д.), проявление болезни может носить очаговый характер. В этих случаях четко видна ограниченность действия неблагоприятного фактора, и болезнь не распространяется за пределы его влияния.

**Третья особенность** заключается в том, что неинфекционные болезни не передаются от растения к растению и развитие их можно приостановить, исключив действие неблагоприятного фактора внешней среды.

Немаловажное последствие неинфекционного патологического процесса - ослабление растения. В результате снижается его устойчивость к патогенам. Связь между неинфекционной болезнью и следующей за ней инфекционной называют **сопряженным заболеванием**.

Сопряженные заболевания усиливают вредоносность возбудителей инфекционных болезней.

Таким образом, защита от неинфекционных болезней, предотвращение их развития имеют очень важное значение для защиты растений от инфекционных болезней. Сведения о

связи между неинфекционными и инфекционными болезнями должны использоваться для своевременного проведения специальных приемов, направленных на защиту от возбудителей, вызывающих сопряженные болезни растений.

Многообразие факторов, вызывающих неинфекционные болезни, массовость их проявления, ставят неинфекционные болезни по причиняемому (прямому или косвенному) ущербу в один ряд с инфекционными.

В зависимости от причин, вызывающих их, неинфекционные болезни можно разделить на следующие группы: болезни, вызываемые неблагоприятными климатическими условиями; болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными условиями; болезни, вызываемые неблагоприятными условиями питания; болезни, вызываемые механическими и химическими повреждениями.

В последние годы была выделена новая группа неинфекционных болезней, получившая заимствованное из медицины название ятрогенные болезни. Болезни этой группы связаны с применением пестицидов - препаратов, применяемых для защиты растений от вредных организмов.

Каждая группа болезней имеет свои характерные признаки.

Однако если различные неблагоприятные факторы действуют одновременно, вредоносность неинфекционных болезней возрастает, а симптомы меняются.

**Неинфекционные болезни** - это поражения древесных растений, вызываемые абиотическими факторами. К ним относятся неблагоприятные для растений почвенно-климатические условия, воздействие промышленных выбросов, хозяйственная деятельность человека, рекреационный пресс, механические повреждения. Нередко древесные растения подвергаются воздействию комплекса факторов, и в этом случае физиологические изменения ускоряются, проявляются внешние признаки болезни, процессы ослабления и гибель растений протекают быстрее.

### **ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ**

Почва - одна из составных частей лесной экосистемы, поэтому различные изменения в почве приводят к нарушению ее устойчивости. Отрицательное влияние на лесные биогеоценозы оказывают избыточное увлажнение и дефицит влаги в почве, недостаток или избыток питательных веществ, уплотнение почвы.

**Избыток влаги.** Причинами избыточного увлажнения почвы могут быть: обильные продолжительные дожди, быстрое таяние снега весной, заболачивание почвы, подъем уровня грунтовых вод. В этих случаях в почве образуется недостаток кислорода, происходит нарушение нормальных окислительных процессов и образование различных, вредных для растений продуктов, какими являются органические кислоты, уголекислота, соли закиси железа. В результате деятельность корневой системы нарушается, снижается поглощение корнями питательных веществ, деревья слабеют или погибают.

**Дефицит влаги в почве.** Он может возникнуть из-за регулярно повторяющихся засух, а также падения уровня грунтовых вод, вызываемого строительством гидросооружений. Недостаток воды в почве приводит к нарушениям жизнедеятельности деревьев, которые проявляются в увядании кроны, засыхании листьев, усыхании вершин, и к гибели растений.

**Недостаток и избыток питательных веществ в почве.** Для нормального роста и развития растений требуется достаточное количество питательных веществ и их определенное соотношение. Недостаток какого-либо одного элемента питания не может быть восполнен избытком другого. При недостатке питательных веществ у растений нарушаются жизненные функции, что влечет за собой различные патологические изменения. Для нормального роста растению необходимы основные элементы питания: азот, калий, фосфор, кальций, железо, сера и микроэлементы: бор, медь, марганец, молибден, цинк и др. Избыток питательных веществ также может привести к патологическим изменениям.

### **ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

**Влияние ветра.** Под влиянием ветра в лесах возникают ветровалы и буреломы, причиняющие вред лесному хозяйству, происходит обеднение почвы, нарушается нормальный рост и развитие посадок.

**Ветровал** - это отдельные деревья и древостой, поваленные с корнями, что происходит при слабой связи корней с почвой. Прежде всего, страдают деревья со слаборазвитой и поверхностной корневой системой. Из хвойных пород наиболее устойчивы к ветровалу сосна, кедр и лиственница, из лиственных - дуб, граб, ильм, ясень. Сильнее других пород ветровалу подвергается ель.

**Бурелом** - это деревья, сломанные ветром. Он характеризуется разломом ствола ниже кроны, что происходит в случае, когда корни хорошо укреплены в почве, а сила ветра превосходит сопротивление ствола по излому. Устойчивость к бурелому зависит от породы деревьев, обладающих древесиной различной прочности. Наименее устойчивы к буреломам хвойные породы. Степень устойчивости к буреломам тесно связана с возрастом насаждений: больше страдают спелые и перестойные насаждения, которые сильнее поражаются гнилями и раковыми болезнями.

Ветер оказывает отрицательное влияние и на почву. На опушках, горных хребтах, морских побережьях вследствие постоянных ветров почва осушается, сдуваются ее верхний тонкий слой и почвенная подстилка. Это вызывает снижение прироста у деревьев, препятствует естественному возобновлению, приводит к расстройству молодых насаждений. Таким образом, вред, причиняемый ветром, заключается в снижении продуктивности насаждений, выхода и качества деловой древесины.

**Влияние осадков.** Осадки в виде снега, ожеледи, града и дождя могут причинять существенный вред лесным насаждениям. Снег, задерживаясь на кронах в большом количестве, вызывает снеголомы и снеговалы.

Снеголом - это деревья, у которых стволы или вершины сломаны под тяжестью снега. При снеговале деревья бывают повалены с корнями под тяжестью снега. Скоплению снега способствует резкая смена температур. При теплой, безветренной погоде снег падает крупными, пушистыми, влажными хлопьями и легко примерзает к стволам и ветвям во время резкого понижения температуры. Большой вред причиняют снеголомы и снеговалы молодым насаждениям. От снеголома особенно сильно страдает сосна, ель, осина. При снеговале чаще ломаются деревья с кривыми стволами, слабо развитые, пораженные болезнями и поврежденные вредителями. Снеголому сосновых культур и подроста может способствовать смоляной (*Cronartium flaccidum*) и биаторелловый (*Biatorella difformis*) рак.

Существенный вред может причинять деревьям град. При этом чаще страдают их нежные части: листья, хвоя, цветки, плоды, побеги и тонкая кора. В результате преждевременной потери листьев или хвои у молодых деревьев отмечается потеря прироста, отмирают молодые побеги. Сильное повреждение градом может вызвать массовое усыхание деревьев. Наибольшую опасность градобойей представляет для лесных и декоративных питомников и городских посадок, особенно молодых. Поврежденные градом деревья заселяются стволовыми вредителями, которые ускоряют процесс усыхания. Кроме того, через повреждения градом (градобойины) часто проникают возбудители болезней. Значительный вред Древесным растениям могут причинять дожди ливневого характера, вызывающие опадение цветков, завязи, вымывание семян и плохо укоренившихся всходов и сеянцев в лесных питомниках.

**Влияние температуры.** Все высшие растения развиваются при определенных температурах, которые неодинаковы для различных видов растений, а также для их органов. Для главных древесных пород установлены оптимальные, минимальные и максимальные температуры. Отклонение температур за пределы минимума или максимума, а также резкая смена температур отрицательно влияют на растения, вызывая патологические изменения, которые нередко приводят к гибели растений.

## **ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

К антропогенным факторам неблагоприятного воздействия на лесные и урбоэкосистемы относятся: загрязнение атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, почвы промышленными и автотранспортными выбросами; хозяйственные мероприятия, проводимые в лесных и городских насаждениях; возрастающие с каждым годом масштабы рекреации насаждений.

**Загрязнение окружающей среды.** Промышленные эмиссии и выхлопные газы автотранспорта приводят к значительным стрессам, которые испытывают лесные и урбоэкосистемы. Однако из всех компонентов экосистем от загрязнения атмосферы и почвы наиболее сильно страдает растительность. Лесные и городские насаждения, находящиеся в зоне атмосферного загрязнения, ослабляются и усыхают.

**Хозяйственная деятельность** человека наряду с положительным влиянием (уход за лесом, создание насаждений, борьба с болезнями и вредителями) в ряде случаев отрицательно сказывается на насаждениях, вызывая их ослабление, отмирание, способствуя развитию очагов вредителей и болезней. Негативными сторонами хозяйственной деятельности, способствующими развитию болезней, являются следующие мероприятия: порослевое возобновление, монокультура, неудачные типы и конструкции посадок, выпас скота, травматизм растений, применение пестицидов и других химических веществ.

**Рекреационная нагрузка.** Увеличивающиеся с каждым годом масштабы городского строительства и рост городского населения приводят к возникновению больших рекреационных нагрузок в зеленых зонах. Особенно высокий рекреационный пресс создается в наиболее посещаемых населением пригородных лесах и лесопарках. Избыточное рекреационное воздействие на пригородные лесные насаждения сопровождается уплотнением почвы, нарушением естественного живого покрова, уничтожением и повреждением подроста и подлеска, изреживанием древостоя, обнажением корневых лап, нанесением многочисленных механических повреждений стволов и корней.

### **БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ПЕСТИЦИДАМИ, ИЛИ ЯТРОГЕННЫЕ**

В фитопатологии под ятрогенными болезнями понимают все случаи, когда под воздействием пестицида (даже при соблюдении доз и сроков обработки) усиливается поражение растения какой-либо инфекционной болезнью. Классическим примером ятрогенной болезни может служить заболевание мучнистой росой винограда после опрыскивания цинебом или яблони - после опрыскивания каптаном. Ятрогенных болезней к настоящему времени зарегистрировано достаточно, но они пока еще мало изучены. Знание механизмов возникновения этих болезней необходимо для повышения эффективности защиты растений.

Ятрогенные болезни можно разделить на три группы:

болезни, вызванные воздействием пестицидов на растения;

болезни, вызванные воздействием пестицидов на возбудителей болезней;

болезни, вызванные воздействием пестицидов на экосистему.

Механизмы ятрогенных болезней, возникающих вследствие воздействия пестицидов на растения, очень разнообразны. Изменения, вызываемые пестицидами в растении, могут касаться разных сторон его жизнедеятельности: физиологических и биохимических процессов, химического состава, габитуса, естественных защитных механизмов и др. Так, гербицид 2,4-Д и гидразид малеиновой кислоты (ГМК) усиливают поражение растений разными болезнями.

Причиной ятрогенных болезней может быть изменение габитуса растений под действием пестицида. Гербициды и регуляторы роста могут изменять естественные защитные механизмы растений. Иногда обработка пестицидами вызывает выделение метаболитов на поверхность растений, вследствие чего усиливается развитие некоторых болезней. Влияние пестицидов на фитопатогены может быть прямым и косвенным. Прямое влияние проявляется в ускорении роста и развития фитопатогена, увеличение его численности и, как следствие этого, усилении поражения растений. Косвенное влияние определяется уменьшением под действием пестицида численности естественных антагонистов

фитопатогенного организма, что также создает благоприятные условия для накопления возбудителя болезни.

## **1. ГРИБЫ И ГРИБОПОДОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ - ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ**

Эта обширная группа бесхлорофилльных организмов объединяет более 100 тыс. видов. Богатство видового состава, своеобразие происхождения, морфологии и биологии грибов послужили основанием для выделения их в самостоятельное царство живой природы (Mycota). Некоторые грибоподобные организмы отнесены к царствам Protozoa и Chromista. Однако в дальнейшем как собственно грибы, так и грибоподобные организмы мы будем для краткости изложения условно называть грибами. Грибы очень разнообразны по форме, строению, физиологическим и экологическим особенностям, их роли в природе и жизни человека. Наряду с широко известными видами съедобных и ядовитых шляпочных грибов, в том числе грибов-микоризообразователей, существует огромное число видов микроскопических грибов. Многие из них являются возбудителями болезней древесных растений, а также сельскохозяйственных и цветочных культур. Известны грибные болезни животных и человека. Грибы вызывают также разрушение древесины в лесу, на складах, в зданиях и сооружениях, порчу продуктов и промышленных изделий. Некоторые виды грибов находят применение в медицине и различных отраслях промышленности.

Вегетативное тело большинства грибов состоит из тонких простых или разветвленных нитей - **гиф**. Гифы растут вершинами и, сплетаясь между собой, образуют мицелий (грибницу). Одна из специфических особенностей грибов - способность к неограниченному росту мицелия. Гифы могут быть одноклеточными (без перегородок) или многоклеточными (с поперечными перегородками - септами). Многоклеточный мицелий называют **септированным**; мицелий без перегородок - **несептированным**.

### **СТРОЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ**

У большинства грибов клетка по своему строению и выполняемым ею функциям в целом аналогична клетке растений. Она состоит из твердой оболочки и внутреннего содержимого, представляющего собой цитоплазменную систему, окруженную цитоплазматической мембраной и содержащую митохондрии, рибосомы, ядро (или ядра), вакуоли и различные включения. Однако грибная клетка имеет ряд специфических особенностей, отличающих ее от растительной клетки и послуживших в числе других аргументов основанием для выделения грибов в самостоятельное царство живой природы. Клеточная оболочка у грибов выполняет роль защитного барьера и, кроме того, непосредственно участвует в процессах питания гриба и обмена веществ между клеткой и внешней средой. Оболочка клетки может быть однослойной или многослойной, разнообразной по химическому составу. Строение, состав и свойства клеточной оболочки зависят от вида гриба и функций клетки. Они могут изменяться с возрастом, при переходе из одной фазы развития в другую, под влиянием условий питания и других факторов.

Основу оболочки составляют полисахариды (например, целлюлоза), простые сахара, белки, липиды и фосфаты. Кроме того, в ее состав входят лигниноподобные вещества, производные нуклеиновых кислот, аминокислоты, различные соли, смолы, а также хитин, свойственный покровным тканям насекомых, хитозан, р-глюкан. Эти и другие компоненты содержатся в оболочках клеток грибов в самых разнообразных сочетаниях, образуя сложные комплексы, характерные для определенных систематических групп грибов. Оболочки молодых клеток обычно тонкие, бесцветные, однородные по структуре. По мере старения оболочка может утолщаться, ослизняться, становиться более темной благодаря отложению пигментов. Наружные слои оболочки клеток (особенно спор) многих грибов кутинизированы, пропитаны воском и жиром, что делает их несмачиваемыми. У трутовых грибов, особенно часто в плодовых телах, наблюдаются лигнификация и опробковение оболочек гиф.

По строению ядерного аппарата грибы относятся к эукариотам. Ядро в клетках грибов четко обособлено, снабжено оболочкой и содержит ядрышко. У грибов разных

систематических групп число ядер в клетке неодинаково. Хорошо развитый несептированный мицелий низших грибов содержит много ядер. У большинства сумчатых грибов (за исключением мучнисторосяных) и базидиомицетов клетки одно- или двухядерны, в зависимости от фазы развития. Ядра обычно мелкие, в среднем 2-3 мкм (в сумках и базидиях - более крупные), круглой, овальной или веретеновидной формы, однако форма их не постоянна.

Своеобразная особенность грибов - отсутствие в цитоплазме их клеток растительного крахмала. В то же время важнейшая роль принадлежит гликогену, который обычно содержится в тканях животных. Гликоген является основным запасным веществом грибной клетки и равномерно распределяется по всей цитоплазме в виде мелких гранул. Клетки грибов содержат также большое количество метакроматина (волютина). Он относится к полифосфатам и играет важную роль в процессах обмена. Из других включений в клетках многих грибов содержатся жировые вещества; особенно богаты ими споры, плодовые тела, склероции, старые части мицелия. Жиры находятся в цитоплазме в мелкораспыленном состоянии или образуют более крупные капли (липосомы).

В состав клеток мицелия, репродуктивных органов, покоящихся структур грибов могут входить и многие другие вещества: пигменты, органические кислоты и их соли, витамины, терпены (ароматические эфирные масла), токсины, смолы и др. Некоторые из них играют роль запасных питательных веществ клетки, участвуют в физиологических процессах, выполняют защитную функцию, другие являются вредными для клетки продуктами ее метаболизма.

## 2. РАЗМНОЖЕНИЕ ГРИБОВ

Известны три типа размножения грибов: вегетативное, бесполое и половое.

**Вегетативное размножение** осуществляется непосредственно частями вегетативного тела или спорами, которые образуются клетками вегетативных гиф.

Простейшая форма вегетативного размножения - размножение частицами **гиф** (а также **обрывками шнуров, ризоморф, склероциями**); будучи отделены от материнского мицелия и попав в благоприятную среду, они могут дать начало новому самостоятельному мицелию. Этот способ размножения весьма распространен среди сапротрофных грибов.

Функцию вегетативного размножения у некоторых грибов, например дрожжевых, выполняет почкующийся мицелий. Его клетки на определенном этапе развития округляются, обособляются, и на их поверхности появляются небольшие выросты, которые постепенно увеличиваются в размерах, затем отделяются от материнской клетки и в свою очередь начинают почковаться. Такие клетки называют **бластоспорами**.

Особая форма вегетативного размножения - образование **оидий и хламидоспор**. **Оидии, или артросторы**, образуются в результате дробления гиф, начиная с их концов, на короткие обособленные членики, которые в дальнейшем дают начало новому мицелию. Они снабжены тонкой оболочкой и недолговечны. Разновидностью оидий являются **геммы**, отличающиеся от них более плотной темной оболочкой и способностью дольше сохраняться (например, в зимний период). Оидий и геммы известны у многих грибов разных классов.

**Хламидоспоры** возникают путем уплотнения и обособления содержимого отдельных клеток мицелия, которое при этом покрывается толстой темноокрашенной оболочкой. Освободившиеся из клеток материнских гиф хламидоспоры способны долго сохраняться при неблагоприятных условиях. Прорастая, они образуют органы спороношения или мицелий. Хламидоспоры широко распространены в природе. Они встречаются у многих видов базидиомицетов, оомицетов, несовершенных грибов.

**Артросторы и хламидоспоры** представляют собой как бы переходные формы от вегетативного к бесполому размножению.

Репродуктивное размножение осуществляется спорами, которые по своему происхождению могут быть **бесполыми** и образовавшимися в результате **полового процесса**.

## БЕСПОЛОЕ

Бесполое размножение осуществляется при помощи спор, образующихся не на мицелии, а на особых его ветвях, отличающихся от обычных вегетативных гиф по строению и характеру роста. Процесс образования спор связан с большим расходом пластических веществ, поэтому бесполое спороношение возникает на хорошо развитом мицелии с достаточным запасом питательных веществ.

**Споры** бесполого размножения могут быть **эндогенного и экзогенного** происхождения. **Первые** формируются обыкновенно в большом количестве внутри особых вместилищ - **спорангиев**, поэтому сами споры называют **спорангиеспорами**, а специальные утолщенные ветви мицелия, на которых они располагаются, - **спорангиеносцами**. Вторые образуются на поверхности производящих их органов, называемых **конидиеносцами**, сами споры называют **конидиями**.

К спорам **эндогенного** происхождения относятся также **зооспоры**. Это простейшая форма бесполого размножения низших грибов. Они образуются в **зооспорангиях**. Зооспоры представляют собой голые комочки (участки) протоплазмы с одним или двумя жгутиками, при помощи которых активно передвигаются в воде. Они сохраняют жизнеспособность только в воде. Из фитопатогенных грибов образование зооспор известно у плазмодиофоровых, оомицетов. Грибы, размножение которых осуществляется при помощи зооспор, требуют для своего развития повышенной влажности и наличия капельно-жидкой влаги. Поэтому такие болезни, как кила, рак, порошистая парша и фитофтороз и некоторые другие, возбудители которых размножаются зооспорами, развиваются интенсивно только в условиях повышенной влажности. Другая форма бесполого размножения низших грибов - **спорангиальное** спороношение. **Спорангиеспоры** одеты в твердую оболочку. Освобождаясь через разрыв оболочки спорангия, они распространяются с токами воздуха. Пример такого способа бесполого размножения - возбудитель головчатой плесени (род мукор), развивающейся иногда при проращивании семян.

Эндогенные споры, свойственные низшим грибам, четко демонстрируют их связь с водным образом жизни. Переход к жизни на суше привел к эволюции зооспорангия в спорангий, подвижных зооспор в неподвижные спорангиеспоры. Дальнейшее совершенствование грибов при жизни на суше привело к возникновению экзогенного спорообразования - конидиеносцев с конидиями.

**Формирование конидий** происходит следующим образом. Кончик конидиеносца слегка разрастается, возникает небольшое вздутие, куда притекает протоплазма. Затем появляется поперечная перегородка, отделяющая вздутый кончик от нижележащего конидиеносца. Постепенно конидия увеличивается в размере, а в результате отложения новых слоев изнутри утолщается ее оболочка. Когда перегородка полностью отделит конидию от конидиеносца, она опадает. В некоторых случаях после опадения первой конидии на ее месте подобным же образом формируется вторая, третья и т. д. Часто наблюдается одновременное образование на конце конидиеносца нескольких конидий, возникают цепочки, головки и т. д.

**Конидиальное спороношение** у грибов более распространено, чем спорангиальное. Конидии отличаются разнообразием по величине, окраске, форме, способу прикрепления к конидиеносцу. Они бывают одноклеточные и многоклеточные; шаровидные, нитевидные и иной формы; бесцветные и окрашенные.

Разнообразно и строение конидиеносцев: они могут быть простые, разветвленные и т. д. Форма и характер ветвления конидиеносцев - важные диагностические признаки.

Конидиеносцы могут располагаться одиночно или группами. У многих паразитных грибов, мицелий которых распространяется внутри пораженных органов растений, конидиеносцы выступают на поверхность через устья или под давлением их массы разрывается эпидермис. При этом на конидиеносцах возникают особые **конидиальные спороношения: коремии, ложа, спородохии и пикниды**.

## **ПОЛОВОЕ**

Сущность любого полового процесса - слияние содержимого двух клеток, в результате чего возникает новый организм, получивший наследственный материал от обоих родителей. Половой процесс - один из главных механизмов изменчивости у грибов, в результате чего появляются новые физиологические расы. Поэтому основное назначение полового процесса в жизни грибов - появление в природе форм с новыми признаками, в том числе и патогенными.

В половом процессе различают три основные фазы, протекающие иногда очень быстро одна за другой, а иногда растягивающиеся на период, охватывающий почти всю жизнь данного организма:

**Плазмогамию** - слияние отцовской и материнской клетки;

**Кариогамию** - слияние ядер;

**Редукцию** - деления ядра.

В цикле развития гриба характер прохождения отдельных фаз полового процесса, их растянутость имеют существенное значение, поэтому необходимо четко представлять себе сущность этих фаз.

Половое репродуктивное размножение наблюдается во всех группах низших и высших грибов, но протекает очень разнообразно.

1. В простейшей форме у низших грибов половой процесс представлен **изогамией**, т. е. слиянием двух одинаковых по форме **планогамет** (подвижных гамет), сходных по внешнему виду с зооспорами бесполого размножения. В результате копуляции образуется дикарион - подвижная **планозигота**, снабженная жгутиками. Она внедряется в ткани восприимчивого растения, теряет жгутики, становится неподвижной, одевается плотной оболочкой и превращается в покоящуюся спору - **цисту**. При созревании цисты происходит кариогамия и возникает диплоидное ядро. Впоследствии осуществляется его редукционное деление, затем образовавшиеся гаплоидные ядра делятся, возникает многоядерная клетка - зооспорангий. Вокруг каждого гаплоидного ядра обособляются участки (комочки) цитоплазмы - будущие зооспоры. При полном созревании оболочка зооспорангия разрывается, и подвижные зооспоры выбрасываются наружу. Описанный половой процесс - самый простой по форме и наблюдается у низших грибов, развивающихся преимущественно в растениях как внутриклеточные паразиты (*Olpidium brassicae*, *Synchytrium endobioticum*). У отдела Плазмодиофоровые. Более сложные формы полового размножения - оогамия и зигогамия.

2. При **оогамии** на мицелии закладываются различные по форме и строению половые клетки: женская - **оогоний** и мужская - **антеридий**. После слияния их содержимого образуется ооспора, окруженная плотной многослойной оболочкой. После периода покоя ядра в ооспоре сливаются, возникает диплоидное ядро. При прорастании происходит редукционное деление диплоидного ядра и образование гаплоидных ядер. Гаплоидные ядра поочередно делятся, возникает многоядерный зооспорангий. Ооспоры могут возникать на наружном мицелии экзогенно (*Pythium debaryanum* Hesse.) или внутри тканей в межклетниках - эндогенно (*Plasmopara viticola* Berl.). Оогамия встречается у патогенов отдела Оомицетов, вызывающих ложную мучнистую росу.

3. При **зигогамии** сливается содержимое двух внешне одинаковых клеток разнополюх мицелиев. На мицелии вырастают короткие гифы - **отроги**, вздутые концы которых заполнены протоплазмой со многими ядрами. Это гаметангии. Они растут навстречу друг другу до соприкосновения и отделяются перегородками от своего мицелия. В месте соприкосновения оболочки растворяются, и содержимое обеих клеток сливается. Вокруг возникшего дикариона образуется многослойная оболочка, пигментированная и бугорчатая снаружи. Такая покоящаяся клетка называется **зигоспорой**. При прорастании зигоспора дает **спорангий со спорангиоспорами**. У отдела Зигомицетов.

**Цисты, ооспоры и зигоспоры** - это покоящиеся споры, покрытые толстой оболочкой и предназначенные для сохранения вида при неблагоприятных условиях. Они характерны для низших грибов. Изучение полового процесса у представителей этой группы привело к чрезвычайно важному в биологическом отношении открытию пола у грибов. Блексли и

другие ученые еще в начале века установили, что у большинства изучаемых ими видов муконовых грибов на мицелии, выращенном из одной споры, не образуются зиготы. Лишь при встрече двух определенных мицелиев, хотя и одинаковых по внешнему виду, на месте соприкосновения гиф того и другого закладываются органы оплодотворения и в результате слияния их клеток образуются зиготы.

Так как оплодотворение у муконовых грибов носит строго изогамный характер (копулируют органы, одинаковые по форме и величине), нельзя разделить мицелий по полу на мужской и женский. Поэтому Блексли обозначил различия по полу знаками (плюс и минус), само явление раздельнополости он назвал **гетероталлизмом** (разный таллом), а явление обоеполости - **гомоталлизмом** (одинаковый таллом). В дальнейшем раздельнополость была выявлена у многих грибов, у которых по строению мужских и женских органов можно было определить пол, но терминология Блексли сохранилась для обозначения пола у грибов.

Гетероталлизм установлен среди всех основных групп грибов. У гетероталлических грибов половой процесс осуществляется только при наличии мицелиев разного пола - (+) и (-). Например, в Европе у *Phytophthora infestans* встречается только один тип мицелия, поэтому здесь у этого гриба не наблюдается полового процесса, а в Мексике, где встречаются оба типа мицелия, гриб образует массу ооспор. Некоторые из них, например, цисты, могут сохранять жизнеспособность в течение нескольких лет.

**У высших грибов (у отделов аскомицеты и базидиомицеты) половое воспроизведение завершается формированием асков или базидий.**

4. **Аски** - основной орган спороношения отдела Аскомицеты. Они представляют собой мешковидные или иной формы образования, внутри которых эндогенно формируются аскоспоры. Обычно аск содержит **восемь аскоспор**. Половой процесс у аскомицетов протекает в разных формах. У низкоорганизованных грибов этого класса он состоит из слияния двух клеток вегетативного гаплоидного мицелия, после кариогамии диплоидное ядро проходит три деления, из которых первое - редукционное. Вокруг образовавшихся восьми ядер формируются восемь аскоспор.

Подобная форма полового процесса напоминает половой процесс у низших грибов, но зигота здесь не превращается в покоящуюся спору, а немедленно разрастается в аск с аскоопорами.

У остальных аскомицетов половой процесс осуществляется путем переливания содержимого мужской половой клетки - **антеридия в женскую - аскогон** (рис. 6). Ядра не сливаются, поэтому возникает дикарион. Оплодотворенный аскогон также не переходит в состояние покоя, а разрастается, образуя ветви, так называемые **аскогенные гифы**, которые растут и ветвятся дальше. На концах этих гиф, клетки которых сохраняют двухъядерность, образуются аски, в которых происходят кариогамия и редукционное деление.

Вокруг восьми гаплоидных ядер внутри сумки, т. е. эндогенно, формируется восемь аскоспор, которые при прорастании дают гаплоидный мицелий.

Таким образом в цикле развития у аскомицетов преобладает гаплоидная фаза (n), несколько короче дикариофаза {n+n} и самая короткая диплоидная фаза (2n).

Аски у разных групп аскомицетов имеют различную форму и могут формироваться или непосредственно на мицелии, или в особых плодовых телах.

Строение плодовых тел, форма асков и аскоспор, способ их освобождения и рассеивания - важные признаки систематики грибов этого класса. Плодовые тела Аскомицетов разно образны по форме и строению. Различают следующие типы плодовых тел.

**Половой процесс у базидиомицетов** приводит к образованию базидий. **Базидия** представляет собой тело булавовидной или цилиндрической формы, на поверхности которого формируются базидиоспоры; чаще всего их четыре. Базидий располагаются на дикариофитном мицелии. Развитие их начинается после слияния в конечной клетке гифы такого мицелия - двух ядер. Образовавшееся в результате копуляции ядро проходит редук-

ционное и митотическое деления, во время которых образуются четыре гаплоидных ядра, переходящие в базидиоспоры (рис. 9). Грибы, относящиеся к отделу базидиальные, имеют многоклеточную грибницу. Основным типом спороношения у них является базидия, представляющая собой булавовидную или иной формы клетку, на которой развиваются экзогенные споры - базидиоспоры.

### **ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ**

Циклом развития у грибов называют последовательное прохождение им в течение жизни различных стадий и спороношений, завершающееся образованием исходных спор. У некоторых грибов в зависимости от этапа индивидуального развития образуются различные спороношения.

Обычный (простой) цикл развития включает два спороношения: бесполое и половое. Однако есть немало видов, имеющих наряду с половым несколько различных бесполой спороношений. Такой цикл развития называют сложным. Примером грибов со сложным циклом развития могут служить ржавчинные грибы. Многие митоспоровые (несовершенные) грибы имеют только бесполое спороношение (анаморфы). В то же время у некоторых сумчатых и базидиальных грибов известно лишь половое спороношение. В ряде групп грибов имеются виды, цикл развития которых до сих пор неясен.

Споры грибов, предназначенные для распространения и быстрого прорастания в течение вегетационного периода, называются пропативными. Они имеют тонкие, обычно бесцветные оболочки и не могут долго сохранять жизнеспособность. Таковы зооспоры, конидии и другие анаморфы.

Споры, служащие для длительного сохранения при неблагоприятных условиях, называются покоящимися. Они бывают снабжены толстой и, как правило, пигментированной оболочкой (например, ооспоры, зигоспоры, телиоспоры ржавчинных грибов).

Спорообразующая способность большинства грибов очень велика. Например, у муковок грибов один спорангий может содержать несколько десятков тысяч спорангиоспор. В каждой пустуле ржавчинных грибов созревает несколько сотен спор. Число сумкоспор в плодовом теле некоторых сумчатых грибов исчисляется миллионами, а плодовые тела многих трутовых грибов выделяют миллиарды базидиоспор в течение всего периода споруляции. Количество продуцируемых грибами спор многократно увеличивается соответственно числу генераций бесполого спороношения.

Циклом развития у грибов называют последовательное прохождение различных стадий и спороношений, завершающееся образованием исходных спор. У большинства грибов в цикле развития происходит чередование анаморфных и телеоморфных стадий.

### **РАСПРОСТРАНЕНИЕ СПОР ГРИБОВ**

Отделение спор от спорообразующих органов грибов может происходить пассивно или активно. Так, у большинства муковок грибов оболочки созревших спорангиев естественно разрушаются, и спорангиоспоры, пассивно освобождаясь, попадают в окружающую среду. Пассивно, вместе со слизистым содержимым пикниды, выделяются наружу и пикноспоры грибов. Отчленение зрелых конидий от конидиеносцев на воздушном мицелии также носит чаще всего пассивный характер. Активное освобождение спор наблюдается у различных групп грибов. Оно особенно типично для аскомицетов: при созревании сумок их содержимое благодаря особому механизму с силой выбрасывается наружу, тем самым облегчается дальнейшее распространение сумкоспор.

Освободившиеся споры частично оседают в непосредственной близости от спорообразующих органов гриба, частично распространяются на то или иное расстояние от них. Это распространение в свою очередь может быть пассивным или активным. В подавляющем большинстве случаев оно происходит пассивно, при помощи различных агентов, таких, как воздушные течения (особенно ветер), вода, животные (в том числе насекомые), человек.

Важнейшим фактором, определяющим пути и способы распространения грибов в природе, является физическое состояние спорных масс в момент их созревания. В одних

случаях созревшие споры сухие и легко распыляются (их называют ксероспоры). В других случаях споры выделяются из споровместилищ вместе со слизистым веществом (это так называемые миксоспоры). Соответственно этому различают и два типа грибов: сухоспоровые и слизистоспоровые. Первые переносятся преимущественно по воздуху, вторые - с помощью воды и насекомых.

**Анемохория.** Распространение спор по воздуху встречается в природе наиболее часто. Анемохорным способом распространяются ржавчинные, мучнисторосяные, плесневые, трутовые и многие другие грибы. Их споры образуют порошащие скопления, выбрасываются из споровместилищ в виде пылевидных масс («облачков») или свободно выпадают из плодовых тел. Благодаря ничтожно малым величине и массе споры грибов подхватываются ветром, восходящими теплыми потоками воздуха и другими воздушными течениями. В то же время чрезвычайно малая скорость падения спор у грибов-анемохоров позволяет им долго удерживаться в воздухе, подниматься в верхние слои атмосферы и переноситься на огромные расстояния от мест их образования, сохраняя при этом способность к прорастанию. Так, жизнеспособные споры различных видов грибов, а том числе фитопатогенных, неоднократно находили в сотнях миль от берега над акваторией Океана, горными массивами, в Арктике.

Особенно много спор обнаруживается над лесами и плантациями сельскохозяйственных и цветочных культур, при этом их количество в воздухе и видовой состав подвержены значительным колебаниям в зависимости от времени года, направления и силы господствующих ветров. Хотя с увеличением расстояния от места спорообразования количество спор в воздухе резко снижается (основная масса спор оседает в радиусе 250-300 м), однако потенциальная угроза распространения на большие расстояния и накопления инфекционного начала постоянно существует, и этот фактор имеет важное значение для прогноза и профилактики эпифитотий. Есть основания считать, что возбудители ряда опасных грибных болезней растений попали из Америки в Европу и, наоборот, именно анемохорным путем.

**Зоохория.** Роль животных в распространении спор грибов достаточно велика. При этом чаще всего наблюдается эпихория, т. е. перенос гриба на поверхности тела животного, реже встречается эндохория - перенос внутри тела, но иногда эпихорию и эндохорию трудно разграничить. Многие грызуны (белки, мыши-полевки и др.), запасая на зиму плодовые тела шляпочных грибов, способствуют рассеиванию базидиоспор. Моллюски, питаясь плодовыми телами шляпочных грибов, также разносят их споры. В распространении трюфелей участвуют кабаны, выкапывающие плодовые тела этих грибов. Землеройные позвоночные животные, домашние и дикие копытные считаются возможными разносчиками спор дереворазрушающих грибов, в том числе корневой губки. При скормливания скоту растений, пораженных грибными болезнями, споры возбудителей, пройдя через пищеварительный тракт животных, часто сохраняют жизнеспособность. Так, с навозом могут распространяться возбудители килы крестоцветных, рака картофеля и других опасных заболеваний, а также споры копрофильных грибов. Известны случаи переноса плодовых тел и спор грибов птицами (например, распространение дятлами спор возбудителя эндотиевого рака каштана). Грибную инфекцию могут переносить дождевые черви, фитонематоды, клещи.

**Энтомохория.** Важное значение в природе имеет распространение инфекционного начала грибов насекомыми. В большинстве случаев насекомые механически переносят споры грибов на поверхности тела. Иногда между насекомым-переносчиком и грибом наблюдается более тесная биологическая взаимосвязь. Так, ильмовые заболонники являются переносчиками возбудителя голландской болезни. Дубовый заболонник, желтопятнистый усач, непарный шелкопряд, златогузка переносят возбудителей сосудистого микоза дуба. Многие виды стволовых вредителей распространяют возбудителей синевы древесины. Различные виды мух и жуков, личинки которых (а иногда и имаго) питаются плодовыми телами шляпочных и трутовых грибов, также способствуют их распространению. Насекомые (в частности, мухи) играют важную роль в распространении, половом размножении и

гибридизации ржавчинных грибов, способствуя тем самым появлению новых физиологических рас этих паразитов. В большинстве случаев насекомых-переносчиков привлекают сахаристые или пахучие выделения плодовых тел грибов, их яркая окраска. У некоторых видов грибов на спорах имеются своеобразные приспособления (крючки, выступы и т.д.), облегчающие перенос их насекомыми. Обычно насекомые распространяют инфекционное начало грибов на ограниченной территории (например, в пределах зараженного насаждения), но в периоды миграций могут переносить его и на значительные расстояния.

**Гидрохория.** Вода также может служить распространению грибов. Гидрохорным способом распространяются в основном грибы, споры которых образуют слизистые скопления или выделяются из споровместилищ в виде склеенных масс (например, грибы-целомицеты). Важная роль при гидрохории принадлежит дождям. Во время дождя слизь, склеивающая споры, набухает, разжижается, споры разъединяются и смываются с пораженных частей растений, попадая на их здоровые части и соседние растения. Особое значение дожди и росы имеют для грибов, спороношение которых возможно лишь при наличии капельно-жидкой влаги (например, ложномучнисторосяных). С каплями и брызгами дождя конидии и зооспоры этих грибов рассеиваются, попадают на растения и, тут же прорастая, заражают их. Смывая с ветвей и стволов деревьев осевшие на них споры фитопатогенных грибов, заноса их в трещины и раны на стволе и корнях, создавая при этом благоприятные условия увлажнения, дожди способствуют распространению в насаждении также гни-левых и некрозно-раковых болезней. Таким образом, гидрохория обеспечивает главным образом местное распространение инфекции - в пределах растения, поля или насаждения. Однако бурные ливневые потоки, паводки, оросительные воды, реки могут переносить плодовые тела и споры самых различных грибов и на большие расстояния.

**Антропохория.** Распространению грибов, в том числе фитопатогенных, нередко способствует хозяйственная деятельность человека. Перенос мицелия, спор, склероциев паразитных грибов может происходить при транспортировке семян, посадочного материала, сельскохозяйственной продукции, декоративных растений, древесины, причем не только внутри страны, но и в мировом масштабе. Установлено, что за последнее столетие из Америки в Европу были завезены десятки возбудителей болезней культурных растений и древесных пород, в том числе таких опасных, как мучнистая роса дуба, крыжовника, винограда, фитофтороз картофеля. В свою очередь в Америку были завезены парша яблони, эндотиевый рак каштана, пузырчатая ржавчина веймутовой сосны и многие другие болезни растений.

Инфекционное начало грибов распространяется человеком также в процессе выполнения различных лесохозяйственных работ, при уходе за растениями в питомниках и теплицах - на руках, одежде, с частицами почвы и растений, приставшими к обуви, орудиям и инструментам. Особенно часто это происходит при нарушении необходимых санитарно-гигиенических правил.

**Аутохория.** Это активное, самостоятельное распространение спор. Оно свойственно грибам, в цикле развития которых образуются зооспоры: слизевикам, многим оомицетам. Благодаря наличию жгутиков зооспоры могут свободно передвигаться в воде, при этом часто наблюдаются явления фототаксиса (движение в направлении источника света) и хемотаксиса (привлечение зооспор выделениями восприимчивого хозяина).

## **1. ФИТОПАТОГЕННЫЕ БАКТЕРИИ**

Бактерии относятся к царству дробянок (Mychota), надцарству прокариот (Procariota). В отличие от эукариот, к которым относятся растения и грибы, в клетках прокариот нет настоящего обособленного ядра, клеточная стенка не содержит ни целлюлозы, ни хитина, а ее каркас составляет мукопептид муреин. Ядерное вещество (нуклеоид) распределено в цитоплазме клетки диффузно или в виде мелких зерен.

Бактерии представляют собой одноклеточные организмы, не имеющие хлорофилла и живущие, как и все гетеротрофы, за счет готовых органических веществ растений и

животных. Среди бактерий имеются сапротрофы и паразиты, однако случаи облигатного паразитизма отсутствуют: все бактерии способны в тех или иных условиях развиваться вне живого организма.

Размеры фитопатогенных бактерий незначительны: от 0,5 до 4,5 мкм в длину и от 0,3 до 0,6 мкм в поперечнике.

Бактериальная клетка окружена жесткой, довольно толстой многослойной оболочкой, придающей клетке определенную постоянную форму. По форме клеток различают бактерии шаровидные и палочковидные; последние могут иметь вид коротких или длинных, прямых или в различной степени изогнутых палочек. Болезни растений вызываются преимущественно бактериями, имеющими форму коротких прямых палочек. Чаще они одиночные, но иногда соединены попарно или в цепочки.

У некоторых фитопатогенных бактерий имеется ослизненная оболочка (капсула), защищающая бактериальную клетку от воздействия прямых солнечных лучей и высыхания. При болезнях растений, вызываемых такими бактериями, на пораженных органах обычно образуются скопления слизи (экссудата).

Бактерии бывают неподвижные и подвижные, т.е. активно передвигающиеся при помощи жгутиков. Количество и расположение жгутиков могут быть различными. Известны бактерии с одним, двумя и большим количеством жгутиков. У одних бактерий жгутики находятся на концах клетки, тогда их называют полярными; у других они расположены по всей поверхности клетки - в этом случае их называют перитрихальными. Большинство фитопатогенных бактерий - подвижные формы.

Размножение бактерий происходит путем деления или перешнуровывания клеток. При делении посредине клетки возникает поперечная перегородка, которая разделяет материнскую клетку на две дочерние. При перешнуровывании посредине материнской клетки появляется перетяжка, которая постепенно утончается и в конце концов разделяет клетку на две дочерние. Иногда наблюдаются дробление материнской клетки на несколько дочерних и размножение почкованием. У некоторых бактерий установлен половой процесс типа конъюгации. При оптимальных условиях бактерии размножаются очень быстро: примерно через каждые 20-30 мин их число удваивается. Быстро размножаясь на одном месте, бактерии могут образовать довольно крупные скопления (колонии), имеющие у разных видов различную форму и окраску. На искусственной питательной среде фитопатогенные бактерии обычно развивают мелкие, блестящие, слизистые колонии округлой формы, чаще всего с ровными краями, белого, сероватого или желтоватого цвета.

Некоторые виды бактерий образуют споры. При этом содержимое клетки теряет воду и концентрируется в одном месте. Затем этот участок уплотняется и покрывается собственной, более плотной оболочкой, превращаясь в спору. Споры бактерий очень устойчивы к различным внешним воздействиям и могут сохранять жизнеспособность при неблагоприятных условиях, например, в течение длительного времени выдерживать нагревание до 100°C и выше, а также сильное охлаждение, высушивание, воздействие химических веществ и т. д. Попадая в благоприятную среду, спора прорастает, образуя новую вегетативную клетку, которая в дальнейшем размножается путем деления. Большинство фитопатогенных бактерий спор не образует.

Питание бактерий осуществляется осмотическим путем: питательные вещества поступают внутрь бактериальной клетки непосредственно через ее оболочку. Поселившись в растении, фитопатогенные бактерии выделяют ферменты, с помощью которых они разрушают ткани пораженных органов и используют их в пищу. Набор ферментов у фитопатогенных бактерий достаточно широк; в него входят ферменты, гидролизующие углеводы, белки и другие компоненты растительной ткани. Под действием хлорофиллазы происходит расщепление хлорофилла, вследствие чего на пораженных участках листьев и других зеленых частей растений обычно появляются характерные для бактериозов светлые маслянистые пятна. Побурение и почернение пораженных бактериями тканей связаны с воздействием окислительного фермента тирозиназы.

Заражение растений фитопатогенными бактериями осуществляется только через естественные отверстия (устьица, чечевички, гидатоды, рыльца, нектарники) или повреждения (ранки, срезы, морозобойные трещины и т. п.). Внедряться в растение через неповрежденную кутикулу или кору бактерии не могут.

Фитопатогенные бактерии различаются по степени специализации: наряду с узкоспециализированными монофагами и бактериями, поражающими растения нескольких видов или родов, имеются типичные полифаги. Таким почти «всеядным» является, например, возбудитель корневого рака - *Agrobacterium tumefaciens*, который поражает растения более чем 60 родов из различных семейств.

Одним из важных свойств бактерий является их большая изменчивость. Новые формы и биотипы, возникающие в результате мутаций, рекомбинаций генов и другими путями, нередко отличаются от исходных форм более высокой или, наоборот, меньшей патогенностью в отношении растений-хозяев.

Условия окружающей среды оказывают большое влияние на развитие и распространение фитопатогенных бактерий. Так, наиболее активное развитие большинства бактерий наблюдается при температуре от 20 до 35°C, избыточной влажности и нейтральной или слабо-щелочной реакции среды. По отношению к кислороду все фитопатогенные бактерии являются типичными аэробами. Свет неблагоприятно действует на большинство бактерий; прямые же солнечные лучи их быстро убивают. Поэтому солнечный свет является мощным фактором, ограничивающим развитие бактерий в природе.

Все фитопатогенные бактерии относятся к классу Eubacteria, порядку Eubacteriales, включающему несколько семейств. Основными признаками семейств являются форма бактериальных клеток, способность к активному передвижению, количество и расположение жгутиков, наличие или отсутствие спор. Принадлежность бактерий к тому или иному роду определяется, кроме того, формой и цветом колоний, биохимическими свойствами, например способностью к образованию определенных пигментов, отношением к прижизненному окрашиванию определенными красителями («окраска по Граму») и некоторыми другими признаками. При определении видов фитопатогенных бактерий прежде всего учитываются особенности ферментной системы, специализации, патогенность и другие паразитические свойства. Большинство фитопатогенных бактерий относится к родам *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Agrobacterium* и др.

Характер внешнего проявления бактериальных болезней растений во многом зависит от того, какие органы и ткани поражены бактериями и какие патологические процессы в них происходят. Можно выделить следующие основные группы и типы бактериальных болезней растений:

I. Болезни, связанные с отмиранием паренхимных тканей - паренхиматозные бактериозы. Они обычно носят местный характер. Среди паренхиматозных бактериозов встречаются: пятнистости, ожоги, гнили.

Проникая в межклеточные пространства листьев, фитопатогенные бактерии вызывают быстрое отмирание окружающих клеток. Это проявляется в образовании пятен чаще всего угловатой формы. Примерами бактериальных пятнистостей могут служить: пятнистость листьев и плодов ореха грецкого (возбудитель - *Xanthomonas juglandis*), пятнистость листьев смородины (возбудитель - *Xanthomonas heteroced*), дырчатая пятнистость косточковых (*Xanthomonas pruni*) и др.

Среди болезней типа ожога практическое значение имеют: бактериальный ожог груши (возбудитель - *Pseudomonas pin*), ожог сирени (возбудитель - *Pseudomonas syringae*), ожог шелковицы (возбудитель - *Pseudomonas to*). К важнейшим объектам внешнего карантина относится ожог плодовых деревьев (возбудитель - *Erwinia amylovora*).

Бактериальные гнили возникают при поражении луковиц, клубней, плодов и семян. Под действием пектолитических ферментов бактерий происходит разрушение срединных пластинок. Пораженные ткани размягчаются или превращаются в слизистую, дурно пахнущую массу (например, при поражении желудей бактериями рода *Erwinia*).

II. Болезни, связанные с разрастанием тканей — гиперпластические бактериозы. При заболеваниях этой группы бактерии вызывают ускоренное беспорядочное деление клеток, иногда сопровождающееся увеличением их размера, что приводит к образованию раковых опухолей. Опухолевидный рак встречается у многих древесных растений.

Важнейшие виды: поперечный рак стволов дуба (возбудитель - *Pseudomonas quercus*), опухолевидный рак стволов ясеня (*Pseudomonas fraxini*), бактериальный рак тополя (*Pseudomonas remifaciens*), бугорчатый рак сосны (*Pseudomonas pini*), корневой рак плодовых деревьев и лесных древесных пород (*Agrobacterium tumefaciens*), туберкулез маслины и ясеня (*Pseudomonas savastanot*).

III. Болезни, связанные с поражением сосудов - сосудистые бактериозы. Обычно характеризуются общим поражением растений и проявляются в их увядании (усыхании). Размножаясь в сосудах ксилемы, заполняя и закупоривая их густой слизистой массой, бактерии нарушают подачу воды от корней к надземным частям. Кроме того, бактерии выделяют токсины, отравляющие ткани растения. Все эти нарушения приводят к быстрому отмиранию пораженных частей, а затем и всего растения. Сосудистыми бактериозами поражаются преимущественно сельскохозяйственные и цветочные культуры. На древесных растениях они встречаются реже. В качестве примера можно привести бактериальное увядание ивы - весьма опасное карантинное заболевание, вызываемое бактерией *Erwinia salicis*.

Среди бактерий имеются виды, обладающие способностью растворять мицелий и спороношения грибов. Они получили название миколитических бактерий. Их используют в лесном и сельском хозяйстве для борьбы с грибными болезнями растений (мучнистой росой, полеганием сеянцев и др.).

Одним из основных источников бактериальной инфекции являются остатки пораженных растений. Фитопатогенные бактерии способны сохраняться в растительных тканях до тех пор, пока не произойдет их полное разложение под влиянием сапротрофных микроорганизмов. Возбудители многих бактериозов могут сохраняться на поверхности и внутри семян, саженцев, черенков и другого посадочного материала древесных и кустарниковых растений. При использовании зараженного посевного и посадочного материала бактерии переходят на развивающиеся молодые растения. Источником инфекции нередко служат зимующие части пораженных растений: луковицы, клубнелуковицы, корневища.

В распространении фитопатогенных бактерий важную роль играют дождевые брызги и потоки, ирригационные воды. Велика роль антропогенного фактора: бактерии распространяются при транспортировке пораженных растений и семян, при уходе за растениями, а также с различными орудиями, на одежде, обуви и т.д. Переносчиками фитопатогенных бактерий могут быть различные насекомые, нематоды, грызуны. Некоторые виды бактерий сохраняются в почве.

Меры борьбы с фитопатогенными бактериями в основном сводятся к уничтожению остатков пораженных растений или созданию условий для их быстрого разложения. Необходимы также использование здорового посадочного материала, дезинфекция семян и почвы.

## **2. ФИТОПАТОГЕННЫЕ ВИРУСЫ**

Вирусами называются субмикроскопические возбудители инфекционных болезней, характеризующиеся отсутствием клеточного строения, относительной простотой химического состава и способностью жить и размножаться только в живых клетках организма хозяина.

Существование вирусов было открыто в 1892 г. русским ученым-физиологом Д. И. Ивановским, который по праву считается основоположником вирусологии - науки, изучающей вирусы и вызываемые ими болезни. В настоящее время известно около 600 фитопатогенных вирусов, хотя точное их число указать трудно.

Вопрос о происхождении и природе вирусов до сих пор не решен окончательно, хотя такие свойства вирусов, как инфекционность, способность к размножению, паразитизму и

сохранению наследственных признаков, свидетельствуют об их живой природе. В то же время многие вирусы способны вступать в реакции и кристаллизоваться подобно минеральным соединениям.

Химический состав и строение вирусов достаточно хорошо изучены. Частица фитопатогенного вируса (вирион) состоит из одиночной или двойной нити нуклеиновой кислоты (почти всегда РНК), окруженной множеством симметрично расположенных молекул белка. Размеры вирусных частиц чрезвычайно малы (в большинстве случаев - менее 200 нм). Они проходят через бактериальные фильтры и недоступны для наблюдения даже при самых сильных увеличениях обычных оптических микроскопов. Лишь с появлением электронных микроскопов, увеличивающих в десятки тысяч раз, стало возможным изучение и измерение вирусных частиц. Форма частиц фитопатогенных вирусов чаще всего шаровидная или палочковидная, реже изогнуто-нитевидная.

В фазе покоя вирусные частицы образуют в зараженных клетках скопления в виде аморфных тел (х-тел) или кристаллов. Вирусные кристаллы могут иметь форму восьмигранников, тонких игл, шестиугольных пластинок. Некоторые вирусы образуют веретеновидные и петлеобразные кристаллы.

Размножение вирусов коренным образом отличается от размножения грибов и бактерий. Попад в клетку растения, вирусная частица распадается на белок и нуклеиновую кислоту. Под действием вирусной нуклеиновой кислоты обмен веществ зараженной клетки перестраивается таким образом, что в ней начинается синтез новых молекул вирусного белка и вирусной нуклеиновой кислоты, идущих на построение новых вирионов.

Перемещение вирусов из клетки в клетку происходит по плазматическим тяжам - плазмодесмам, а в тканях типа меристемы - в процессе деления клеток. Передвижение вирусов из одних органов растения в другие осуществляется с током питательных веществ по сосудам, преимущественно по флоэме, т.е. от верхних частей растения к нижним. Перемещение вирусов по растению в направлении снизу вверх наблюдается реже и происходит с меньшей скоростью.

Вирусы могут по-разному реагировать на воздействие факторов внешней среды. По этому признаку вирусы делят на стойкие и нестойкие. Стойкие вирусы выдерживают подкисление, высушивание, нагревание до 80-90°C, воздействие света и различных химических веществ. Такие вирусы могут быть выделены из растений в чистом (кристаллическом) виде с сохранением их жизнеспособности. Нестойкие же вирусы под воздействием неблагоприятных факторов быстро разрушаются (инактивируются). Например, большинство фитопатогенных вирусов инактивируется при значениях pH выше 8,0, т.е. в щелочной среде. Гибель некоторых вирусов происходит при температурах 37-50°C. На этом основано термическое оздоровление зараженного вирусами посадочного материала (саженцев, черенков и т.д.).

По характеру поражения и внешним признакам вирусные болезни растений можно отнести к двум типам: мозаики и желтухи.

Мозаики проявляются главным образом в изменении окраски различных органов растений. На листьях, стеблях, лепестках цветков возникают бледно-зеленые, желтые, иногда бурые (некротические) участки в виде пятен, колец, полос различной формы и величины. Чередуясь с нормально окрашенными участками, они создают пеструю, мозаичную расцветку. Эти симптомы появляются в результате повреждения хлоропластов, снижения их фотосинтетической активности, непосредственного разрушения вирусом хлорофилла, а также вследствие изменения активности некоторых ферментов и нарушения метаболизма клеток в связи с синтезом вирусных частиц. Иногда мозаичная окраска сопровождается деформацией листовых пластинок: они становятся курчавыми, морщинистыми или нитевидными.

Большое распространение и хозяйственное значение имеют многие мозаичные болезни цветочных культур, например вирусная мозаика гладиолуса, пестролепестность тюльпана и гвоздики. Эти болезни приводят к деформации надземных частей, измельчанию

цветков и луковиц и другим проявлениям вырождения. В южных районах часто встречаются мозаики листьев клена ясенелистного, вяза, ясеня, жимолости и других древесных пород и кустарников.

Желтухи характеризуются более сильным и глубоким воздействием вируса на организм хозяина и, как следствие этого, более тяжелыми и разнообразными нарушениями обмена веществ, роста и формы пораженных растений. При вирусных болезнях желтушного типа часто наблюдаются деформации отдельных органов или всего растения, связанные с угнетением или, наоборот, со стимуляцией ростовых процессов. В первом случае могут наблюдаться общее недоразвитие, карликовость растений, различные дегенеративные изменения поражаемых частей; во втором - разрастание тканей (опухоли и галлы), усиленное побегообразование (ведьмины метлы), пролиферация тканей, превращение генеративных органов в вегетативные (например, превращение частей цветка в листовидные образования). Для вирусных желтух, возбудители которых вызывают некроз флоэмы, характерны утолщение и скручивание листьев в результате нарушения нормального оттока ассимилятов из листьев в другие части растения. Лишь сравнительно немногие болезни этой группы проявляются в резком пожелтении листьев (общий хлороз). К болезням желтушного типа относятся ведьмины метлы робинии лжеакации, розеточная болезнь яблони и фисташкового дерева, ряд весьма распространенных и вредоносных заболеваний сельскохозяйственных и цветочных культур.

Большинство фитопатогенных вирусов способно сохраняться только в живых клетках хозяина. У вегетативно размножаемых растений вирус может из года в год сохраняться в луковицах, клубнях, корневищах и передаваться с ними. Распространение вирусов, поражающих древесные и кустарниковые растения, часто происходит с черенками и отводками, взятыми от больных маточников. Вирусы, вызывающие поражение плодовых деревьев, передаются главным образом прививкой при использовании зараженных подвоев или привоев. Подобным образом вирусы могут распространяться и при естественном срастании корней растений.

Основной способ распространения фитопатогенных вирусов в природе - передача их насекомыми и клещами. Переносчиками вирусов являются преимущественно насекомые с колюще-сосущим ротовым аппаратом: тли, цикады, клопы, трипсы и некоторые другие. Питаясь на больном растении, насекомое всасывает вирус вместе с клеточным содержимым. Попадая затем на здоровое растение, прокалывая его покровные ткани своим стилетом, вводя в растение слюну, насекомое вносит в него и вирус.

Различают два типа передачи фитопатогенных вирусов насекомыми. В одних случаях насекомые приобретают вирофорность (т. е. способность передавать вирус) сразу после питания на больном растении, но сохраняют ее недолго. Такой способ передачи часто называют механическим, а вирусы, передающиеся этим путем - непersistентными. Непersistентные вирусы вызывают, как правило, мозаичные болезни растений; они распространяются чаще всего тлями, причем в организме переносчика вирус не перемещается и не размножается. При механической передаче обычно наблюдается взаимно широкая специализация вирусов и их переносчиков: один и тот же вид тлей может переносить большое число (иногда несколько десятков) различных вирусов, а один и тот же вирус нередко передается разными видами тлей.

В других случаях насекомые становятся вирофорными не сразу после питания на зараженном растении, а лишь по истечении скрытого (инкубационного) периода, во время которого вирус перемещается (циркулирует) и размножается в теле насекомого. В этом случае насекомое, воспринявшее вирус, долго, иногда в течение всей жизни, сохраняет вирофорность. Этот способ передачи называют биологическим, а вирусы, передающиеся таким образом, - персистентными, или циркулятивными. Большинство персистентных вирусов вызывает болезни типа желтух и переносится цикадами, реже трипсами, тлями, белокрылками и другими насекомыми, а также клещами. Переносчики персистентных вирусов, как правило, характеризуются более узкой специализацией: некоторые виды цикад

способны передавать только один определенный вирус. Соответствующую высокую степень избирательности в отношении переносчиков обнаруживают и вирусы этой группы.

Имеются сведения о распространении некоторых вирусов и грызущими насекомыми - жуками, прямокрылыми, уховертками. При этом наблюдается малоспециализированная механическая передача вируса. Переносчиками фитопатогенных вирусов в природе могут быть также нематоды. Установлена передача вирусов грибами, в частности фитопатогенными видами хитридиевых, и паразитическими цветковыми растениями, например повиликой.

С семенами больных растений передаются сравнительно немногие вирусы. Зараженные вирусом семена часто не отличаются внешне от здоровых, и это создает особую угрозу распространения с семенами карантинных вирусных заболеваний.

Стойкие фитопатогенные вирусы могут передаваться контактным способом непосредственно от растения к растению при их соприкосновении через мельчайшие ранки, например через обломанные волоски, при трении друг о друга листьев или стеблей. Возможна контактная передача вируса через загрязненные соком больных растений сельскохозяйственные машины, инструмент, руки и одежду работающих. Некоторые наиболее стойкие вирусы способны передаваться через почву, где они адсорбируются на почвенных коллоидах или сохраняются некоторое время в зараженных растительных остатках.

В системе профилактических мероприятий против вирусных болезней растений первостепенное значение имеют отбор здорового семенного и посадочного материала, борьба с насекомыми-переносчиками, соблюдение санитарно-гигиенических правил, культивирование вирусоустойчивых видов и сортов растений.

### **3. ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКОПЛАЗМЫ**

Микоплазмы как возбудители болезней растений впервые описаны в 1967 г. японскими вирусологами Исии, Дои, Асуяма и др. При электронно-микроскопическом исследовании тканей шелковицы, пораженной карликовостью, были выявлены частицы, во многом сходные с бактериями, но в то же время отличающиеся от них некоторыми чертами строения и другими особенностями.

Микоплазмы представляют собой мельчайшие тельца (лишь немного крупнее вирусов) неопределенной формы (часто округло-продолговатые и гантелевидные), окруженные трехслойной мембраной, но не имеющие клеточной стенки.

Микоплазменные частицы содержат два типа нуклеиновых кислот (РНК и ДНК) и способны размножаться делением. Среди микоплазм имеются как паразиты, так и сапротрофы. Их можно культивировать на специальных искусственных средах.

Фитопатогенные микоплазмы передаются цикадами по типу персистентных вирусов, т. е. биологическим способом, хотя особенности их передачи могут варьировать, и они еще недостаточно хорошо изучены. Микоплазмы вызывают патологические изменения в проводящей системе (чаще всего во флоэме) пораженных растений. Симптомы микоплазменных болезней очень сходны с симптомами вирусных желтух. Исследованиями последних лет доказано, что многие болезни желтушного типа, прежде считавшиеся вирусными, в действительности вызываются микоплазмами. Таковы желтуха астр, махровость (реверсия) смородины, карликовость шелковицы, ведьмины метлы некоторых растений.

Микоплазмы - специфическая группа фитопатогенных организмов, занимающих промежуточное положение между бактериями и вирусами. Они представляют собой полиморфные организмы. Клетки их, как правило, округлы, но некоторые имеют удлиненную или гантелевидную форму. Один и тот же фито-плазменный организм может иметь клетки неодинаковых размеров и форм. Так, в клетках флоэмы столбурных растений табака присутствуют микоплазменные организмы сферической, овальной, вытянутой и другой формы. Диаметр клеток 0,1-1 мкм, ограниченной элементарной мембраной, чем и отличаются от бактерий. В отличие от вирусов для микоплазм характерны клеточное

строение и способность размножаться на искусственных питательных средах. На плотных средах они образуют мелкие специфические колонии, по виду напоминающие яичницу-глазунью. В отличие от вирусных частиц в клетках микоплазм присутствуют два типа нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и рибосомы микоплазм, по размерам близкие к рибосомам растений. Микоплазмы в отличие от бактерий устойчивы к пенициллину, но отличаются от вирусов чувствительностью к тетрациклину.

Микоплазмы размножаются почкованием или бинарным делением. Эти организмы очень вредоносны. Пораженные ими растения часто вообще не дают урожая или он резко снижается. Это объясняется тем, что при микоплазмозах нарушаются рост и развитие растений, наблюдается карликовость. Другие характерные симптомы болезней - патологические изменения генеративных органов, проявляющиеся в позеленении цветков (столбур пасленовых) либо в превращении их в листовидные образования (филлодия клевера и др.), ведьмины метлы, возникающие в результате усиленного побегообразования.

Микоплазмы заселяют в основном флоэму, распространяются по растению системно. Многие виды имеют широкую филогенетическую специализацию (например, возбудитель желтухи астр заражает также морковь, сельдерей, землянику и многие другие растения). Столбур пасленовых поражает растения семейства Пасленовые, а также сорные растения других семейств, например вьюнок, молочай, бодяк и др.

Переносчиками фитоплазм служат в основном цикадки, листоблошки, трипсы и клещи. Некоторые паразиты размножаются в организме насекомого-переносчика. Такое насекомое приобретает способность передавать инфекцию не сразу после питания на больном растении, а через определенный период, в течение которого фитопlasма размножается в организме насекомого. Микоплазмы могут сохраняться только в живых тканях растения: в клубнях, корнеплодах, луковицах, корнях, корневищах многолетних сорняков, дикорастущих растениях.

#### **4. ФИТОПАТОГЕННЫЕ НЕМАТОДЫ**

Нематоды относятся к типу круглых червей (Nemathelminthes), которые широко распространены в природе и представлены как свободно живущими, так и паразитическими видами.

Фитонематодами (фитогельминтами) называются микроскопические черви класса Nematoda - возбудители нематодных болезней растений (фитогельминтозов). Подавляющее большинство фитонематод относится к отрядам Tylenchida и Dorylaimida. Зараженность фитонематодами некоторых почв очень велика и может достигать нескольких тысяч особей в 100 м<sup>3</sup> верхнего слоя почвы и нескольких сотен особей в 1 г корней.

Тело у фитонематод - преимущественно нитевидное или веретеновидное, реже лимоновидное или шарообразное, длиной 0,5-3,5 мм, толщиной 0,01-0,6 мм, покрытое оболочкой (кутикулой), чаще гладкой, но иногда снабженной щетинками или чешуйками. В ротовой полости фитонематод расположен колюще-сосущий иглообразный орган - стилет, которым нематода прокалывает ткани растений и вводит в них ферменты и токсины. В средней части пищевода имеется мускулистое расширение - бульбус, выполняющий функцию насоса при поглощении нематодой жидкого содержимого растительных тканей.

Фитонематоды размножаются яйцами, откладывая их в субстрат в свободном виде (стеблевая нематода) или выделяя в желатинозном мешке (галловая нематода); у нематод рода Heterodera яйца остаются в теле самки, которое после ее смерти превращается в твердую цисту. Отрождающиеся из яиц личинки заражают растения, внедряясь преимущественно в мелкие корни. Некоторые виды продолжают развиваться в корнях до взрослой стадии, другие переходят из корней в надземные части. Немногие виды заражают проростки и затем распространяются в тканях развивающихся растений. Известны виды, которые передвигаются из почвы вверх по растению в пленке воды и поражают надземные органы: стебли, листья, цветки, семена.

Плодовитость фитонематод очень велика. Например, самка галловой нематоды откладывает за сезон до 3 тыс. яиц. В течение вегетационного периода многие нематоды

дают несколько генераций, поэтому потомство одной самки за год может составить несколько миллионов особей.

Среди факторов окружающей среды, влияющих на энергию размножения, скорость развития, распространение и динамику численности фитонематод, главную роль играют влажность и температура почвы, так как нематоды активны только в пленке воды и очень чувствительны к охлаждению или перегреву. Важное значение имеют также кислотность почвы, ее механический состав, сезонные физиологические изменения у растений-хозяев и другие факторы. Например, максимальная численность фитонематод, вызывающих болезни сеянцев хвойных пород, наблюдается в питомниках, расположенных на легких песчаных и супесчаных почвах, при температуре почвы 18-20°C и влажности 18-28%, особенно в годы с теплым дождливым летом. Фитогельминтозы цветочных культур чаще встречаются и наиболее вредоносны в условиях защищенного грунта.

При неблагоприятных условиях фитонематоды могут впадать в состояние анабиоза, но чаще сохраняются на фазе яйца. Большинство их зимует в почве, некоторые виды - в корнях, клубнях, луковицах, галлах. Они распространяются с зараженным растительным материалом, почвой, поливными и дождевыми водами.

Степень паразитической специализации различных видов фитонематод неодинакова. Большинство их имеет ограниченный круг растений-хозяев, однако известны и полифаги: например, корневая галловая нематода *Meloidogone marioni* поражает свыше 1700 видов растений, а нематода *Xiphinema americanum* - более 70 видов деревьев и кустарников, в том числе 12 видов сосны.

Нематодные болезни часто встречаются в питомниках, теплицах, лесных культурах и естественных насаждениях различного возраста. Известны фитогельминтозы многих лиственных и хвойных пород, плодовых деревьев и декоративных кустарников. Широко распространены нематодные болезни цветочных и сельскохозяйственных культур. Однако их диагностика затруднена тем, что симптомы фитогельминтозов во многом сходны с симптомами других болезней. Например, при нематодных заболеваниях всходов часто наблюдаются увядание, полегание и другие общие симптомы, характерные для некоторых грибных и неинфекционных болезней. Неспецифичны и многие признаки поражения нематодами взрослых деревьев.

Для древесных растений нематодные болезни наиболее опасны в первые годы их жизни. В зараженных нематодами питомниках часто наблюдаются запоздалые всходы, резко увеличивается отпад (отмечались случаи 50 %-й и даже 100 %-й гибели посевов), ухудшается качество посадочного материала: у пораженных растений, вследствие нарушения физиологических функций, наблюдаются общее ослабление, ухудшение приживаемости, снижение морозостойкости и устойчивости к другим патогенам.

Признаки нематодных болезней, проявляющиеся на надземных частях молодых древесных растений, - отставание в росте, деформация стволиков и побегов, увядание верхушек, изменение цвета хвои, некротические пятна на листьях и др. Иногда наблюдаются короткоиглость, образование галлов.

Патологические изменения корней более разнообразны. Самые обычные из них - общее недоразвитие и деформация корневой системы. При поражении сеянцев хвойных пород нематодами, относящимися к родам *Tylenchorhynchus* и *Trichodorus*, корни становятся укороченными, утолщаются, искривляются, иногда отмирают, наблюдается комковатость корневой системы, сопровождающаяся хлоротичностью и увяданием надземных частей. Нематода *Paralongidorus maximus* вызывает у саженцев сосны деформацию корневых окончаний с одновременным угнетением роста растений. При этом хвоя осенью приобретает фиолетово-красный оттенок, а на следующий год желтеет, отмирает, и саженцы погибают.

Корневые галловые нематоды рода *Meloidogone* образуют на корнях многих лиственных пород типичные сферические галлы, а у хвойных вызывают утолщение корней. Галлообразование на корнях древесных растений вызывают также нематоды родов *Xiphinema*

и *Longidorus*. Из-за оттока питательных веществ к формирующимся галлам растения сильно отстают в росте и нередко засыхают.

Нематоды рода *Heterodera* вызывают массовое образование вторичных боковых корешков, благодаря чему корневая система приобретает «бородатый» вид.

Под влиянием токсичных выделений эктопаразитических фитонематод (например, родов *Xiphinema*, *Tylenchorhynchus*, *Paratylenchus*, *Dolichodorus*, *Rotylenchus*) происходит образование на корнях бурых некротических пятен, обесцвечивание тканей, усыхание кончиков сосущих корней, некроз и шелушение коры, отмирание молодых корешков. Эндopазитические нематоды рода *Pratylenchus*, проникая внутрь корней, образуют глубокие некротические ранки и полости; пораженные корни отмирают.

У взрослых деревьев нематодные болезни характеризуются разнообразными признаками: снижением прироста, частичной сухокронностью, увяданием молодых побегов, ослаблением цветения и плодоношения, преждевременным опадением плодов, недоразвитием и утолщением корней. При резком ухудшении почвенных, метеорологических или других условий на фоне высокой численности нематод может произойти быстрое усыхание пораженных деревьев.

Одной из наиболее опасных болезней считается бурсафеленхоз сосны, вызываемый нематодой *Bursaphelenchus xylophilus* Stein, et Buhr. Заболевание распространено в США, Канаде, Китае и особенно в Японии, где оно приобрело характер эпифитотии. В нашей стране бурсафеленхоз не обнаружен и является объектом внешнего карантина.

Поражаются деревья разного возраста. Первый признак болезни - обесцвечивание ветвей с последующим их ярким красно-коричневым окрашиванием. Пораженные ветви отмирают, а затем усыхают и сами деревья. Эта нематода может размножаться и накапливаться в сосновой щепе. Ее переносчиками являются жуки-усачи рода *Monochamus*.

Фитонематоды вызывают тяжелые заболевания многих цветочных культур; это приносит очень большой вред промышленному цветоводству.

Повреждая корневые волоски, кору корней, многие фитонематоды способствуют проникновению в них вторичной грибной или бактериальной инфекции, загниванию корней. Вызывая биохимические изменения в тканях пораженных растений, фитонематоды часто снижают их устойчивость к грибным и бактериальным болезням или усиливают развитие последних. В свою очередь, грибы и другие патогены также могут вызывать определенные сдвиги в физиолого-биохимических реакциях клеток хозяина, создавая более благоприятные условия для нематод. Такие взаимосвязи приводят к возникновению комплексных заболеваний. Например, причиной загнивания корней у сеянцев хвойных пород может быть одновременное заражение их нематодами и грибами рода *Fusarium*; поражение сеянцев сосны обыкновенным шютте часто сочетается с более высокой зараженностью их паразитическими нематодами. Некоторые фитонематоды отряда *Dorylaimida* способны быть переносчиками фитопатогенных вирусов.

Для защиты растений от нематод применяют комплекс агротехнических, лесохозяйственных, физико-механических, химических и биологических мер борьбы. Он включает: выращивание устойчивых к фитонематодам видов и сортов растений; использование здорового посадочного материала или его пропаривание; специальные севообороты, сбалансированное удобрение, использование минеральных субстратов; уничтожение больных растений и сорняков; термическое или химическое обеззараживание почвы, применение системных нематодицидов; выращивание ловчих культур, внесение в почву биопрепаратов хищных грибов, а также паразитирующих на нематодах грибов и бактерий; карантинные и другие мероприятия.

## **5. ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ ЦВЕТОКОВЫЕ РАСТЕНИЯ**

Большинство высших (цветковых) растений обладает способностью к самостоятельному (автотрофному) питанию. Эти растения, как правило, имеют хорошо развитую корневую систему, дающую им возможность добывать из почвы воду и минеральные вещества, и надземный ассимилирующий аппарат, с помощью которого они

синтезируют сложные органические соединения, идущие на построение всех тканей и органов растений. Однако в составе некоторых семейств есть растения, частично или полностью утратившие способность к автотрофному питанию и перешедшие к паразитическому существованию за счет других растений.

Переход к паразитизму осуществлялся у них путем приспособления к жизни на корнях или на надземных органах других растений. Соответственно этому среди паразитических цветковых растений сформировались группы корневых и стеблевых (стволовых) паразитов. У тех и у других наблюдаются значительное видоизменение, недоразвитие или полная дегенерация корневой системы. Те и другие берут у растения-хозяина воду и минеральные вещества. Вместе с тем в обеих группах есть виды, резко различающиеся по способности ассимилировать углекислоту и создавать органические вещества своего тела. Одни в полной мере сохранили эту способность: они имеют зеленые листья и стебли, что дает основание называть их полупаразитами, или частичными паразитами. Другие полностью утратили это свойство высших растений (а вместе с ним - хлорофилл и зеленую окраску). Они извлекают из растения-хозяина не только воду и элементы минерального питания, но и органические вещества. Такие растения являются абсолютными паразитами.

Иногда растение-паразит почти целиком находится внутри растения-хозяина (например, между древесиной и корой корня или стебля), причем его вегетативные органы настолько видоизменены, что напоминают тонкие нити мицелия. Они пронизывают ткани растения-хозяина, а наружу выходят лишь цветки и плоды. Некоторые виды наряду с присосками (гаусториями) имеют настоящие корни, способные извлекать воду и питательные вещества из почвы; другие на начальных этапах своего развития ведут паразитический образ жизни, но в дальнейшем переходят к самостоятельному питанию. Однако, несмотря на столь существенные различия между отдельными группами и видами паразитических цветковых растений в степени и форме паразитизма, все они являются облигатными паразитами, поскольку не в состоянии развиваться (на протяжении всей жизни или на определенных стадиях) без растения-хозяина. Степень специализации цветковых паразитов также различна: наряду с узкоспециализированными видами встречаются виды с широкой, но четко выраженной специализацией.

Экономическое значение паразитических цветковых растений в целом по сравнению с другими группами фитопатогенных организмов (например, грибами или вирусами) не столь велико, однако некоторые виды, особенно повилики, заразихи, омела, причиняют значительный вред.

Большинство паразитических цветковых относится к семействам норичниковых (*Scrophulariaceae*), ремнецветниковых (*Loranthaceae*), повиликовых (*Cuscutaceae*), заразиховых (*Orobanchaceae*), орхидных (*Orchidaceae*).

#### **Корневые полупаразиты**

Типичным представителем корневых полупаразитов является иван-да-марья (*Melampyrum nemorosum* L.), широко известное растение из семейства норичниковых, часто встречающееся на опушках леса и лесных полянах. Корни иван-да-марьи снабжены особыми присосками, которые присасываются к корням других растений, в основном деревьев и кустарников, и таким путем извлекают из растения-хозяина растворы минеральных питательных веществ. Другие представители семейства норичниковых (погремок - *Rhinanthus major* Ehrh., очанка - *Euphrasia officinalis* L., мытник - *Pedicularis palustris* L.) являются полупаразитами луговых трав. Они отрицательно влияют на густоту и высоту травостоя, снижают качество сена.

#### **Стволовые полупаразиты**

Среди стволовых полупаразитов наибольшее хозяйственное значение имеет омела белая (*Viscum album* L.), растение из семейства ремнецветниковых. Омела широко распространена в южных районах нашей страны и на Дальнем Востоке. Она поражает

многие лиственные и хвойные породы. На пихте паразитирует близкий вид - пихтовая омела (*Viscum abietis* Beck. Stank).

Омела - двудомное растение, имеющее форму куста, с ярко-зелеными кожистыми листьями и зеленым дихотомически ветвящимся стеблем. Плоды омелы - шаровидные сидячие ягоды белого цвета. Созревающие в них зимой семена покрыты клейким веществом — висцином. Они распространяются птицами, особенно дроздами, и, попадая на ветви и стволы деревьев, прилипают к ним, а весной прорастают. Кончик проростка при соприкосновении с корой образует плоскую присоску. От нее берет начало первичное сосальце (гаусторий), которое внедряется в кору, а затем по мере роста проникает в древесину. На следующий год первичное сосальце образует корнеподобные боковые ветви - ризоиды, они продвигаются от основания первичного сосальца в стороны по коре. Из них перпендикулярно отходят вторичные сосальца, постепенно погружающиеся в глубь древесины.

Вред, причиняемый омелой, очень велик. Он заключается, прежде всего, в том, что паразит отнимает у растения-хозяина большое количество воды, а также азота, фосфора, калия и других зольных элементов. Вследствие этого деревья, в сильной степени пораженные омелой, плохо растут, слабо плодоносят, частично или полностью усыхают. Кроме того, пораженные омелой стволы обесцениваются с технической точки зрения: из них нельзя получить высококачественные деловые сортаменты.

К семейству Loranthaceae относятся также можжевельная омела и ремнецветник. Можжевельная омела, или можжевельоядник (*Arceuthobium oxycedri* M. B.), часто встречается в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии, поражает различные виды можжевельника. Растения можжевельоядника имеют вид небольших кустиков с разветвленными побегами и мелкими чешуйчатыми листьями. Обильное ветвление делает эти кустики похожими на ведьмины метлы. Плод - мелкая продолговатая голубовато-зеленая ягода, содержащая одно семя. При созревании плодов семена «выстреливаются» из них на расстояние до 10 м и благодаря висцину прочно приклеиваются к чему-либо, в том числе и к коре ветвей и стволов можжевельника, а затем прорастают, давая начало новым особям паразита. Распространению семян способствуют птицы, поедающие мякоть плодов. На одном растении можжевельника иногда развивается более 100 кустиков паразита, продолжительность жизни которых достигает нескольких десятилетий. В местах поражения ветвей и стволов можжевельника возникают патологические изменения тканей, нарушается сокодвижение, появляются утолщения и другие деформации. У больных деревьев снижается прирост, отмирают отдельные ветви, а при сильной степени поражения деревья полностью усыхают.

У стволовых полупаразитов в распространении и прорастании семян, благодаря участию птиц и наличию в ягодах висцина, существует много общего. Внедрение же паразита в ствол растения-хозяина, дальнейшее развитие в нем и механизм питания у разных видов имеют свои особенности, причем многие моменты этих процессов еще не вполне ясны.

### **Корневые паразиты**

К абсолютным корневым паразитам древесных растений относится петров крест (*Lathraea squamaria* L.) из семейства норичниковых. Свое название это растение получило благодаря наличию у него мясистых подземных стеблей с характерными крестовидными разветвлениями. У паразита есть многолетнее корневище, от которого отходят особые корни, присасывающиеся к корням деревьев. На поверхность земли ранней весной выходит невысокий желтоватый стебель с чешуевидными розоватыми листьями и малиново-красными цветками. Петров крест поражает березу, осину, ольху, лещину, черемуху, бук, ель и другие древесные растения.

### **Стеблевые паразиты**

Из паразитов этой группы наиболее широко распространены и хорошо известны повилики - виды рода *Cuscuta* (семейство повиликовые). Это бесхлорофилльные растения, не имеющие ни корней, ни настоящих листьев. Тонкие, иногда ветвящиеся стебли повилики

обвиваются вокруг стеблей растения-хозяина, прочно прикрепляются к ним с помощью особых присосков (гаусториев) и извлекают из сосудов пораженного растения воду, минеральные и органические вещества.

Повилика - наиболее опасный и трудно искоренимый паразит среди цветковых растений. Она очень плодовита (каждое растение дает несколько тысяч мелких, как пыль, семян). У большинства видов повилики резерваторм семян служит почва, но у некоторых видов они сохраняются только с семенами растения-хозяина. Семена повилики не теряют всхожести, проходя через пищеварительный тракт животных. Распространяется повилика с семенами растений, с навозом, с оросительными водами и другими путями. При этом распространяться могут не только ее семена, но и кусочки стеблей. Различные виды повилики поражают ценные технические и плодово-ягодные культуры, многолетние травы.

На деревьях и кустарниках чаще всего паразитируют два вида: повилика европейская (*C. europaea* L.) и повилика одностолбиковая (*C. monogyna* Vahl.), принадлежащие к числу карантинных объектов. Они поражают иву, робинию лжеакацию, тополь, ольху, клен, бузину, сирень, смородину и другие деревья и кустарники, а также многие культурные растения.

Вред, наносимый повиликами, исключительно велик. В лесном хозяйстве он особенно ощутим при распространении повилики в пойменных лесах, а также в полезащитных насаждениях, питомниках, молодых культурах и парках. Кроме того, повилики могут служить переносчиками фитопатогенных вирусов.

### **1. Методы макро- и микроскопического изучения болезней лесных культур.**

Патологические реакции клеток и тканей растений при различных заболеваниях очень разнообразны. От их характера во многом зависят и внешние проявления болезни. Видимые признаки болезней, доступные невооруженному глазу, называют **симптомами**.

Различают симптомы типичные (регулярно появляющиеся при данном заболевании) и нетипичные; главные (наиболее характерные для данной болезни) и сопутствующие; специфические (свойственные лишь данной болезни) и общие (наблюдаемые при различных заболеваниях); первичные (появляющиеся первыми в самом начале болезни) и вторичные (возникающие при дальнейшем развитии болезни).

Постоянство симптомов, появляющихся у растений при определенных заболеваниях, обуславливает специфику этих болезней и делает возможной их **диагностику**.

Основой успеха защиты растений от болезней является правильная постановка диагноза, то есть распознавание болезни по совокупности признаков.

Болезни растений проявляются различно, причем часто одни и те же признаки болезни вызываются различными причинами как инфекционного, так и неинфекционного характера.

Известно громадное разнообразие болезней растений, однако его можно свести к незначительному количеству основных типов: увядание, пятнистости, изменение окраски, налеты, пустулы, наросты, деформации, гнили.

Для постановки окончательного диагноза нужно учитывать комплекс признаков: 1) внешние признаки больного растения в динамике; 2) изменение в строении больных тканей; 3) нарушение нормального течения физиологических процессов в растении; 4) причину болезней растений; 5) определение возбудителя болезни, его систематическое положение, биологию, экологию.

Для установления окончательного диагноза болезни используют следующие методы.

**1. Макроскопический метод.** Сводится к наружному осмотру больного растения, когда обычно создается предварительное представление о болезни.

**2. Микроскопический метод.** Применяют при определении характера изменения в пораженных тканях, при этом нередко обнаруживают и исследуют возбудителя болезни.

**3. Биологический метод.** Сводится к сравнительному изучению особенности течения болезни растения, когда необходимо производить искусственное заражение растения с

выяснением динамики патологического процесса, значения внешних факторов и других показателей.

**4. Культуральный метод.** Применяется для определения возбудителя заболевания растения. Патогенный организм выделяется на искусственную питательную среду и содержится в термостате при соответствующих температуре и экспозиции.

Питательные среды имеют неодинаковые значения для различных организмов, так как составные части среды могут быть пригодными для одних организмов и менее пригодными для других.

## **2. Основные типы болезней.**

**Типом болезни** называют группу заболеваний, характеризующихся комплексом сходных симптомов и объединяемых общим названием. Тип болезни определяется характером взаимодействия патогена и хозяина и совокупностью происходящих у растения патологических изменений, а они, в свою очередь, зависят от биологических свойств патогена, особенностей пораженных органов и тканей, от возраста растений. Наиболее часто встречаются следующие типы болезней древесных пород.

Болезни растений **классифицируют** также по возрастным группам (болезни всходов, сеянцев, молодняков, преспевающих, спелых и перестойных насаждений) и по поражаемым органам (болезни плодов, семян, листьев, хвои, корней, стволов, ветвей).

У растений различают **местные и общие** болезни. При местных заболеваниях поражение ограничивается лишь отдельными участками или органами растения. Типичными примерами могут служить пятнистости, гнили, раковые и многие другие болезни растений. При общих заболеваниях растение бывает поражено полностью, хотя заражение могло произойти в каком-то одном месте. Таковы сосудистые болезни, большинство вирусных болезней растений.

В зависимости от скорости развития патологического процесса и характера его внешних проявлений, различают две **формы болезни: острую** (т.е. быстро протекающую, с резко выраженными симптомами) и **хроническую** (медленно развивающуюся, с неясно выраженными, иногда малозаметными признаками). В острой или хронической форме могут протекать, например, сосудистые болезни древесных пород. Есть болезни, которые всегда развиваются как острые (например, некрозы ветвей и стволов) или как хронические (например, раковые, гнилевые).

**Болезнь** растения представляет собой сложный патологический процесс, возникающий при постоянном взаимодействии растения с окружающей средой. Это нарушение нормального обмена веществ клеток, органов и целого растения, возникающее под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий среды и приводящее к снижению продуктивности растений или к полной их гибели.

**Болезни растений можно классифицировать** по следующим принципам:

- 1) возраст или фаза развития (болезни семян, всходов, рассады, взрослых растений);
- 2) место проявления - местные, локальные болезни (пятнистости листьев, плодов, болезни корней и т. д.) и общие, связанные с заболеванием всего растения (увядание, общий некроз);
- 3) продолжительность течения - острые болезни (воздействие которых на растения проявляется быстро, скоротечно) и хронические (развиваются на одном растении в течение всего сезона или нескольких лет);
- 4) поражаемые культуры (болезни картофеля, болезни свеклы, болезни яблони и т. д.) или группа культур (болезни зерновых, болезни технических, болезни овощных, болезни плодовых и других культур);
- 5) причины возникновения (этиология) - неинфекционные болезни (вызываемые факторами неживой природы) и инфекционные (вызываемые патогенными организмами).

Возможна также комбинированная классификация болезней: по поражаемым культурам, а внутри них - по причинам возникновения. Такая система используется наиболее часто.

Классификацию по причинам болезни (этиологическому признаку) предложил А.А. Ячевский (1930), который все болезни разделил на две группы: неинфекционные и инфекционные.

В практике различные внешние признаки (симптомы) болезней группируют в отдельные типы, что дает возможность поставить правильный диагноз заболевания.

Чаще всего встречаются такие типы заболеваний: увядание, отмирание тканей, или некрозы, разрушение отдельных органов растений, гнили, образование налетов, наростов, появление пустул (подушечек), деформация органов растений, мумификация, выделение камеди, изменение цвета растений.

Увядание внешне проявляется в поникании листьев, стеблей и других органов растений. В большинстве случаев оно связано с потерей тургора клеток и тканей вследствие недостатка воды. Причиной этого могут быть также закупорка сосудов растений патогенами или поражение их токсинами. Нередко растение увядает при поражении корней и стеблей как патогенами, так и вредителями. Причиной увядания могут быть и неблагоприятные факторы внешней среды.

Отмирание тканей, или некрозы, характеризуются образованием пятнистостей на листьях, стеблях, репродуктивных органах, корнях. Пятна бывают различного размера и цвета, часто окружены каймой. Нередко на них можно увидеть налет или другие патологические образования.

Разрушение органов растений происходит при обильном разрастании и размножении на них грибов и других паразитических организмов. Особенно часто это наблюдается при головневых заболеваниях, развитии спорыньи и некоторых других болезнях.

Гнили проявляются в размягчении и разложении растительных тканей. При этом часто разрушается межклеточное вещество, вследствие чего происходит мацерация (разъединение) клеток.

Налеты на органах растений наблюдаются при грибных заболеваниях. Нередко они появляются вследствие разрастания на поверхности пораженных растений грибницы или формирования спороношения грибов. Цвет налета бывает различным.

Пустулами принято называть выпуклые подушечки различного размера и цвета, которые состоят из спороношений возбудителя болезни. Чаще всего они появляются при развитии ржавчинных заболеваний.

Деформация характеризуется изменением формы органов растений под воздействием возбудителя болезни. При этом листья и стебли могут быть укорочены, сильно разветвлены или срастаются. Иногда изменяется форма цветков, и они становятся бесплодными.

Наросты, или опухоли, появляются вследствие ненормального разрастания отдельных частей растений под влиянием возбудителя болезни. Бывают также наросты, состоящие из тела гриба.

Мумификация — тип болезни, при котором орган растения густо пронизан грибницей и часто превращается в склеротий.

Выделение камеди наблюдается при поражении растений преимущественно грибами и бактериями. Характеризуется оно выделением клейкой слизи светлого или бурого цвета. Иногда причиной камедетечения бывают повреждения, причиняемые сельскохозяйственными орудиями и вредителями.

Изменение цвета тканей чаще наблюдается на листьях, стеблях и соцветиях под воздействием возбудителей болезней, особенно вирусных и микоплазменных, а также при нарушении питания растений. Причиной этого явления могут быть и генетические заболевания. Изменение цвета тканей связано с нарушением строения и физиологических функций хлоропластов. Этот тип болезни проявляется в виде хлороза, мозаичности листьев, пестроты окраски и общего пожелтения.

Бессимптомные (латентные) заболевания чаще бывают при поражении растений некоторыми вирусами и микоплазмами и характеризуются отсутствием внешних признаков патологического процесса. Латентные болезни могут быть причиной слабого плодообразования. Иногда наблюдается временное исчезновение симптомов болезни, особенно в жаркую погоду, но при похолодании они появляются вновь.

### **3.Диагностика болезней**

Необходимо отметить, что перечисленными типами заболеваний не ограничивается все многообразие проявления патологических изменений растений. В фитопатологической практике нередко бывают случаи, когда внешние признаки нескольких болезней почти одинаковы, а причины их возникновения и возбудители различны. Поэтому для точного определения болезни, кроме внешнего осмотра пораженного растения, необходимы специальные исследования с целью установления возбудителя и источников инфекции. В большинстве случаев внешние признаки заболевания дополняются микроскопическими исследованиями и морфологическими данными о возбудителе. В отдельных случаях применяются методы фиксации и окраски срезов пораженных тканей для гистологических и гистолого-химических исследований.

Для более правильного определения возбудителя и выявления источников инфекции нередко используют культуральные и биологические исследования.

Культуральные исследования возбудителя болезни заключаются в выделении его в чистую культуру, изучении по морфологическим и биохимическим признакам, а также биологическим особенностям.

Биологические исследования проводят при изучении специализации возбудителя в отношении поражаемого растения и определении степени восприимчивости последнего к возбудителю. В этих случаях осуществляют искусственное заражение растений возбудителем с последующим сравнительным изучением симптомов поражения и других особенностей течения болезни. Большую помощь в этом деле оказывают знания физиологических и биохимических особенностей больного растения. Важно также установить факторы, которые способствуют или сдерживают развитие болезни.

Следует иметь в виду, что большинство возбудителей в цикле своего развития могут претерпеть различные изменения, которые необходимо знать для правильного определения болезней. Поэтому ниже приведено описание главнейших признаков возбудителей паразитарных заболеваний.

#### **4. СИСТЕМАТИКА ГРИБОВ**

##### **МИКСОМИЦЕТЫ (МУХОМУСОТА)**

Миксомицеты - сборная группа, объем которой разными авторами понимается по-разному. Раньше их относили к грибам и до сих пор иногда традиционно сближают с ними. Отличаются миксомицеты тем, что вегетативное тело у них амeboидное: либо одна гигантская многоядерная амеба (плазмодий), либо колония амeб, сохраняющих свою индивидуальность (псевдоплазмодий). В этом состоянии они способны к активному передвижению и активному захвату пищи (например, клеток бактерий), т.е. для них характерен голозойный тип питания. На определенном этапе своего жизненного цикла они образуют споры, часто в очень больших количествах.

##### **ОТДЕЛ ПЛАЗМОДИОФОРОВЫЕ (PLASMODIOPHOROMYCOTA)**

Плазмодиофоровые - внутриклеточные паразиты цветковых растений, обычно вызывающие у них местные разрастания или опухоли пораженных мест. Различные виды плазмодиофоровых могут быть переносчиками многих вирусов растений.

Плазмодиофоровые образуют многоядерные, лишенные жесткой клеточной стенки плазмодии. Однако здесь существуют значительные различия с миксогастровыми. Так, вегетативное тело плазмодиофоровых неспособно к амeboобразному движению и активному захвату пищи - оно существует только целиком в клетках или гифах своих хозяев. Споры развиваются из плазмодия прямо внутри клетки хозяина. Представлены классом *Plasmodiophoromycetes*.

##### **ОТДЕЛ ООМИЦЕТЫ (ООМУСОТА)**

Представители отдела - бесцветные сородичи охрофитовых водорослей. Большинство имеет хорошо развитый не клеточный мицелий. Жгутиковые стадии здесь сходны со жгутиковыми стадиями охрофитов. Как и там, жгутиков может быть два или (значительно реже) один. Жгутиковые стадии гетероконтные и гетероморфные, т. е. различны по длине и морфологии. Более длинный жгутик перистый, несущий трехчастные мастигонемы, на-

правлен вперед. Гладкий жгутик более короткий, направлен назад. Возможно апикальное (на переднем конце) и латеральное (боковое) прикрепление жгутиков. Это организмы водные или наземные, сапротрофы или паразиты.

Из-за внешнего сходства и в силу традиции эти организмы рассматривают вместе с настоящими грибами. Из них мы рассмотрим класс Оомицеты.

### **КЛАСС ООМИЦЕТЫ (OOMYCETES)**

Вегетативное тело оомицетов - хорошо развитый мицелий, сложенный из многоядерных, лишенных перегородок гиф с неограниченным верхушечным ростом. Бесполое размножение зооспорами, гораздо реже неподвижными апланоспорами, а у ряда видов порядка Пероноспоровые (Peronosporales) зооспорангий, не дифференцируясь на зооспоры, прорастает сразу в гифу. Половой процесс - своеобразная оогамия, при которой антеридий не дифференцирует свое содержимое на гаметы. Большинство оомицетов - обитатели водной среды, но есть и наземные формы. Сапротрофы и паразиты, причем освоение вневодных местообитаний в значительной степени сочеталось здесь с переходом от сапротрофного образа жизни к паразитизму.

### **ЦАРСТВО ГРИБЫ MYCOTA (MYCETES, MYCOPHYTA, FUNGI)**

Грибы отличаются от животных организмов хорошо выраженной клеточной стенкой, неподвижностью на вегетативной стадии жизненного цикла, неограниченным ростом, осмотрофным (всасывающим) типом питания, размножением с помощью разного типа спор. От растений грибы отличает наличие хитина, хитозана, глюкана в матриксе клеточной стенки, отсутствие фотосинтезирующих пигментов; запасные продукты питания - гликоген, волютин, масло, а не крахмал, как у растений.

### **ОТДЕЛ ЗИГОМИЦЕТЫ (ZYGOMYCOTA)**

Зигомицеты обладают хорошо развитым многоядерным, преимущественно неклеточным бесцветным мицелием, в котором септы возникают при старении или при образовании репродуктивных структур. Клетки мицелия окружены хорошо заметной твердой стенкой, образованной главным образом комплексом хитина и хитозана.

Бесполое размножение зигомицетов осуществляется неподвижными спорами, покрытыми оболочкой, образующимися эндогенно внутри особых споровместилищ - многоспоровых спорангиев, называемых спорангиоспорами. У эволюционно более развитых представителей зигомицетов спорангиоспоры образуются в малоспоровых мероспорангиях или односпоровых спорангиолях, которые при созревании отпадают целиком, так как стенка споры срастается со стенкой спорангиоли. Переход от формирования многоспоровых спорангиев к односпоровым служит приспособлением к наземному образу жизни: в наземных условиях на образование массивного многоспорового спорангия необходимо больше времени, чем на формирование многочисленных мелких спорангиолей экзогенных спор, а условия на суше гораздо более переменчивы, чем в воде, и легко могут измениться в худшую сторону. Половой процесс у зигомицетов называется зигогамией: в типичном случае сливается недифференцированное на отдельные гаметы содержимое двух клеток (гаметангиев), отделяющихся от концевых участков гиф мицелия поперечными перегородками (септами). Среди зигомицетов существуют гетероталлические (большинство) и гомоталлические виды. У гомоталлических видов сливаются гаметангии, образующиеся на одном мицелии, а у гетероталлических - гаметангии, формирующиеся на разных мицелиях. У одних видов копулирующие гаметангии могут не различаться по внешнему виду и размеру, тогда как у других - одна из сливающихся клеток (женская) большего размера, чем другая (мужская). Часто от суспензора - гифы, несущей женский гаметангий, - отрастают придатки, а в случае их образования от обоих суспензоров придатки на суспензоре с мужским гаметангием более мелкие. В месте слияния гаметангиев формируется покоящаяся зигоспора (зигота) с толстыми темноокрашенными стенками. При прорастании зигоспоры образуется короткая ростковая гифа со спорангием, морфологически сходным со спорангием, формирующимся при обычном бесполом размножении.

### **ОТДЕЛ СУМЧАТЫЕ ГРИБЫ, или АСКОМИЦЕТЫ (ASCOMYCOTA)**

Аскомицеты, или сумчатые грибы, относятся к высшим грибам, имеющим септированный многоклеточный мицелий. Основная особенность аскомицетов - образование в результате полового процесса специальных одноклеточных структур - сумок (асков), внутри которых формируются обычно 8 аскоспор, хотя их число у разных видов может варьировать от 2 до 4-5 тыс. Сумки могут возникать непосредственно на мицелии, но у большинства аскомицетов они формируются внутри или на поверхности плодовых тел, образованных сплетением мицелия. Различают три основных типа плодовых тел.

#### **КЛАСС ТАФРИНОМИЦЕТЫ (TAPHRINOMYCETES)**

Этот класс представляет собой наиболее древнюю группу, исходную для остальных аскомицетов. Из него рассмотрим только один порядок - Тафриновые, к которому в значительной мере относится характеристика всего класса.

#### **КЛАСС САХАРОМИЦЕТЫ (SACCHAROMYCETES), или ГЕМИАСКОМИЦЕТЫ (HEMIASCOMYCETES)**

Грибы этой группы не образуют плодовых тел. Их вегетативное тело представлено овальными продолговатыми клетками, размножающимися почкованием, делением или почкованием, совмещенным с делением. Такие грибы называют дрожжами. Однако дрожжеподобные грибы представляют собой чрезвычайно гетерогенную группу, включающую представителей зигомицетов, аскомицетов, базидиальных грибов и дейтеромицетов с дрожжеподобным типом вегетативного роста.

#### **КЛАСС СОРДАРИОМИЦЕТЫ (SORDARIOMYCETES)**

Эта группа объединяет грибы, плодовые тела которых - перитеции кувшиновидной, грушевидной или колбовидной формы, с более или менее выраженным вытянутым носиком и с отверстием на его вершине. Они имеют хорошо развитый перидий, состоящий из нескольких слоев угловатых коричневатых, черноватых или светлоокрашенных плотно сросшихся клеток. Внутри перитеция образуется пучок цилиндрических, цилиндрически-булавовидных или булавовидных сумок с более или менее выраженной ножкой, отходящих от слоя клеток, расположенных на дне перитеция. По мере созревания сумки вытягиваются, достигая отверстия (устья) на вершине перитеция. В сумках в результате ферментации гликогена резко увеличивается тургорное давление, и они с силой выстреливают аскоспоры. Сумки такого типа, для которых характерно активное отбрасывание спор, называют эутуникатными. Оболочка опустевшей сумки спадается, и на ее место поднимается следующая. В перитеции содержится большое количество сумок, находящихся на разной стадии развития - от совсем молодых, еще формирующихся до созревающих и зрелых. Споровая продукция перитеция по сравнению с клейстотецием значительно больше. Перитеции имеют обычно диаметр около 1 мм. Они образуются одиночно на мицелии или на поверхности особого мицелиального сплетения - стромы, или погружены в строму. В жизненном цикле некоторых сордариомицетов имеются также анаморфные (конидиальные) спороношения. Сордариомицеты в основном сапротрофы. Они обитают в почве, на растительных остатках, многие на помете животных. Среди них есть также паразиты растений.

#### **КЛАСС ДОТИДЕОМИЦЕТЫ (DOTHIDEOMYCETES)**

В отличие от рассмотренных ранее аскомицетов у представителей этого класса сумки образуются не в настоящих плодовых телах, а в аскостромах (псевдотециях), внешне чаще похожих на перитеции, но иногда напоминающих клейстотеции или апотеции. Они развиваются по асколокулярному типу, т.е. за счет раздвигания мицелиального сплетения в имевшихся ранее стромах образующимися сумками или частичного лизиса мицелия стромы. Остающиеся при этом вертикальные гифы называют псевдопарафизами. Таким образом, сумки формируются в полостях - локулах. Кроме того, стенка сумок у дотидеомицетов битуникатная, т.е. состоит из двух слоев: жесткого наружного и эластичного внутреннего. При освобождении аскоспор внешний слой разрывается, внутренний некоторое время растягивается, а затем тоже разрывается. Большинство видов этой группы грибов образует аскоспоры с перегородками.

## **ДИСКОМИЦЕТЫ**

Два последующих класса - Пезизомицеты (*Pezizomycetes*) и Леоциомицеты (*Leotiomyces*) - широко известны под общим названием Дисломицеты. Они характеризуются тем, что их плодовые тела - апотеции, реже производные апотециев - вторично замкнутые плодовые тела.

### **КЛАСС ЛЕОЦИОМИЦЕТЫ (LEOTIOMYCETES)**

У представителей этого класса, как и у предыдущего, плодовые тела - апотеции, иногда очень похожего облика, но чаще они мелкие, кожистые или восковидные. Развиваются поодиночке или на стромах. Сумки иноперкулятные (т. е. вскрываются продольной трещиной). У некоторых видов преобладают конидиальные спороношения или телеоморфа практически отсутствует.

### **КЛАСС ЭРИЗИФОМИЦЕТЫ (ERYSIPTHOMYCETES)**

Класс Эризифомицеты представлен только одним порядком - **Эризифовые**, или **Мучнисторосяные** (*Erysiphales*), на который распространяется вся его характеристика.

Это облигатные паразиты многих растений преимущественно двудольных. На верхней поверхности пораженных органов растений (листьях, плодах, молодых побегах) развивается беловатый беловато-сероватый, позднее бурящийся паутинистый мицелий. В местах контакта мицелия с эпидермисом отдельные его клетки расширяются, формируя присоски (апрессории), от которых отрастают короткие гифы, проникающие в клетки растения и образующие гаустории. На поверхностном мицелии появляются короткие приподнимающиеся булабовидные конидиеносцы, отчленивающие цепочки многочисленных конидий, распространяющихся потоками воздуха. Часть конидий оседает на поверхностном мицелии, придавая мучнистый вид пораженным органам растения. Эта особенность отражена в названии заболевания «мучнистая роса», а вызывающие ее грибы именуют мучнисторосянными, или мучнеросами. Строение конидиеносцев и цепочек конидий практически у всех мучнисторосяных грибов одинаково. Позднее на мицелии появляются мелкие, сначала желтые, затем становящиеся темно-коричневыми или черными плодовые тела - вторично замкнутые перитеции (внешне напоминающие клейстотеции) с одной или несколькими сумками, отходящими от дна плодового тела и содержащими несколько аскоспор. Таким образом, в жизненном цикле этих грибов имеются две стадии - конидиальная (бесполая, или анаморфная) и половая (сумчатая, или телеоморфная). Согласно правилам таксономии и систематики, анаморфная стадия классифицируется в отделе *Deuteromycota*.

### **ОТДЕЛ БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ (BASIDIOMYCOTA)**

Отдел включает грибы, характеризующиеся многоклеточным (септированным) мицелием и образованием базидий с экзогенными базидиоспорами. В жизненном цикле базидиомицетов присутствуют два типа мицелия: один - одноядерный, гаплоидный (первичный), существующий кратковременно; другой - дикариотический (вторичный), занимающий основное место в жизненном цикле базидиомицетов. Именно из дикариотического мицелия образованы разнообразные плодовые тела.

### **КЛАСС УРЕДИНИОМИЦЕТЫ (UREDINIOMYCETES) или ТЕЛИОМИЦЕТЫ (TELIOMYCETES)**

Для жизненного цикла этого класса характерны телиоспоры возникающие как специальное образование.

#### **Порядок Ржавчинные (Uredinales)**

Все представители порядка - облигатные паразиты голосеменных, покрытосеменных и папоротников, вызывающие заболевание, известное под названием «ржавчина».

Мицелий ржавчинных грибов распространяется по межклетникам тканей пораженных растений, а в клетки проникают гаустории. Клетки мицелия и спор содержат капли масла с растворенными в них каротиноидами. На пораженных растениях развиваются подушечки (пустулы), окрашенные в разные оттенки оранжевого или красновато-бурого цвета, сходные

с пятнами ржавчины на металле. Благодаря этому заболевание, вызываемое этими грибами, получило свое название.

Для многих видов характерно последовательное чередование нескольких стадий в жизненном цикле, который завершается образованием специальных покоящихся спор - телиоспор, прорастающих фрагмобазидией. Отдельные стадии в жизненном цикле ржавчинных грибов принято обозначать римскими цифрами: 0 - гаплоидные спермогонии (пикнии) со спермациями и воспринимающими гифами; I - эции (эцидии) с дикариотическими эциоспорами; II - урединии (уредоспороношения) с дикариотическими урединоспорами; III - телии (телейтоспороношения) с дикариотическими телиоспорами (телейтоспорами); IV - фрагмобазидии с гаплоидными базидиоспорами.

В жизненном цикле многих ржавчинных грибов происходит смена питающих растений-хозяев, вследствие чего разные стадии жизненного цикла развиваются на разных растениях. Такие грибы носят название разнохозяинных в отличие от однохозяинных, весь жизненный цикл которых проходит на одном виде растения. У разнохозяинных ржавчинных основным хозяином называют то растение, на котором формируются телиоспоры, а второй хозяин получает название промежуточного. Ржавчинные грибы не образуют плодовых тел, и базидиоспоры образуются на фрагмобазидии, появляющейся при прорастании покоящейся телиоспоры.

В настоящее время принята новая терминология для обозначения спороношений ржавчинных грибов. Поскольку в литературе (особенно в определителях, которые редко переиздаются) фигурирует старая (традиционная) терминология, она приводится в скобках.

#### **КЛАСС УСТИЛАГИНОМИЦЕТЫ (USTILAGINOMYCETES), или УСТОМИЦЕТЫ (USTOMYCETES)**

Базидия, как и у телиомицетов, обычно развивается из покоящейся споры - устоспоры, но эта спора возникает из ранее существовавшего мицелия по типу хламидоспоры.

##### **Порядок Экзобазидиальные (Exobasidiales)**

Эта небольшая группа грибов, насчитывающая около 20 видов, паразитирует на видах семейства Вересковые (Ericaceae) и некоторых других, преимущественно на бруснике, голубике и других видах рода *Vaccinium*. У них нет плодовых тел, и базидии развиваются на рыхлом слое, похожем на гимений мицелии, или образуются пучками.

#### **КЛАСС СОБСТВЕННО БАЗИДИОМИЦЕТЫ (BASIDIOMYCETES)**

Представители класса образуют базидии на поверхности или внутри плодовых тел разнообразного строения. Базидии могут состоять из одной клетки - гомобазидии или состоять из двух разных по происхождению частей - гетеробазидия.

##### **Подкласс Гомобазидиомицеты (Homobasidiomycetydae)**

Подкласс объединяет несколько групп порядков, из которых наибольшее значение имеют представители афиллофороидных, агарикоидных и гастероидных базидиомицетов. Виды этих групп грибов образуют базидии с базидиоспорами на (или внутри) разнообразных по форме и строению плодовых телах. У афиллофороидных и агарикоидных гомобазидиомицетов базидии вместе со стерильными элементами формируют гимений, в котором, кроме базидии, могут развиваться одноклеточные цистиды, обычно более крупные, чем базидии, резко отличающиеся по форме и размеру у разных видов грибов из этих групп, а также парафизы и щетинки. Часть плодового тела, на которой развивается гимений, называется гименофором, стерильная часть - трамой. Существует несколько типов гименофора. Наиболее простой тип гименофора гладкий. По мере усложнения на нем развиваются бугорки, складки, шипики, пластинки или трубочки, несущие на своей поверхности гимений. Эти особенности имеют важное систематическое значение.

##### **Афиллофороидные базидиомицеты**

Плодовые тела афиллофороидных базидиомицетов чрезвычайно разнообразны. Они могут быть распростертыми и полностью прирастающими к субстрату; в виде небольших шляпок, отогнутых от распростертой части плодового тела (распростерто-отогнутые),

половинчатые, копытовидные сидячие или с более или менее развитой ножкой. Гименофор плодовых тел афиллофороидных грибов может быть разнообразным, но обычно не бывает пластинчатым (в переводе с латинского термин «афиллофоровый» означает «непластинчатый»).

### **Трутовые грибы**

Трутовые грибы, не представляющие собой определенного таксона, растут преимущественно на древесине и вызывают ее разрушение. Они развиваются как сапротрофы на мертвой или как паразиты на живой древесине. Мицелий трутовых грибов образуется внутри древесного субстрата, густо пронизывает его и формирует на поверхности плодовые тела. Гименофор трутовых грибов может быть гладким, складчатым, ячеистым, лабиринтовидным, пластинчатым или трубчатым.

### **АНАМОРФНЫЕ, или МИТОТИЧЕСКИЕ ГРИБЫ, или ДЕЙТЕРОМИЦЕТЫ (DEUTEROMYCOTA)**

Эта группа грибов - одна из наиболее многочисленных. К дейтеромицетам относятся грибы с многоклеточным септированным мицелием, которые размножаются бесполым путем - с помощью конидий и вегетативно - фрагментами мицелия. Кроме настоящих дейтеромицетов, известных исключительно в конидиальной (анаморфной или митотической) стадии, сюда относят бесполое стадии плеоморфных грибов (преимущественно аскомицетов и немногих базидиальных грибов), у которых в жизненном цикле чередуются половая и конидиальная стадии (например, *Venturia inaequalis*, *V. pirina*, виды порядка *Erysiphales*, представители родов *Aspergillus*, *Penicillium*). Традиционная классификация и применяемая на практике идентификация дейтеромицетов основана в основном на морфологических признаках конидиального спороношения, которые чрезвычайно разнообразны. До сих пор наиболее широко используется система дейтеромицетов, созданная итальянским микологом П. Саккардо еще в 1884 г. Он разделил их на три порядка - Гифомицеты (*Hyphomycetales*), Меланкониевые (*Melanconiales*) и Сферопсидные (*Sphaeropsidales*). Два последних порядка сейчас выделены в один класс - Целомицеты (*Coelomycetes*).

Дейтеромицеты чрезвычайно широко распространены в природе. Они обитают повсеместно и развиваются как сапротрофы в почве, на растительных остатках, как паразиты на растениях, вызывая серьезные заболевания культурных растений, многие из них образуют микотоксины, а также могут паразитировать на животных и человеке как опасные возбудители микозов. Некоторые виды дейтеромицетов используются как продуценты антибиотиков, органических кислот, витаминов и других биологически активных веществ.

### **КЛАСС ДЕЙТЕРОМИЦЕТЫ (DEUTEROMYCETES)**

#### **Порядок Гифомицеты (*Hyphomycetales*, *Hyphales* или *Moniliales*)**

Порядок Гифомицеты - один из наиболее крупных среди дейтеромицетов. Представители этого порядка характеризуются конидиеносцами, представляющими ответвления субстратного мицелия, образующимися поодиночке или срастающимися в небольшие пучки, называемые коремиями. Строение конидиеносцев, характер роста используются в качестве систематических признаков. Наиболее простые конидиеносцы одноклеточные, неветвящиеся, как у большинства видов рода *Aspergillus*. Наибольшим разнообразием обладают многоклеточные и разветвленные конидиеносцы. Важный признак в идентификации гифомицетов - разнообразие морфологии конидий.

### **КЛАСС ЦЕЛОМИЦЕТЫ (COELOMYCETES)**

К этой группе относятся грибы, у которых короткие конидиеносцы расположены плотным палисадным слоем на плотном мицелиальном сплетении, образующем ложе (ацервула), или развиваются в специальных темноокрашенных споровместилищах - пикнидах, имеющих шаровидную или грушевидную форму с узким выводным отверстием наверху. Ранее грибы с такими типами спороношения (ложем и пикнидами) относили к разным порядкам Дейтеромицетов - Меланкониевые (*Melanconiales*) и Сферопсидные (*Sphaeropsidales*).

### **5. Мицелий и вегетативное тело грибов.**

## ВЕГЕТАТИВНОЕ ТЕЛО ГРИБОВ И ЕГО ВИДОИЗМЕНЕНИЯ

Вегетативное тело большинства грибов состоит из тонких простых или разветвленных нитей - **гиф**. Гифы растут вершинами и, сплетаясь между собой, образуют мицелий (грибницу). Одна из специфических особенностей грибов - способность к неограниченному росту мицелия. Гифы могут быть одноклеточными (без перегородок) или многоклеточными (с поперечными перегородками - септами). Многоклеточный мицелий называют септированным; мицелий без перегородок - несептированным.

У небольшого числа простейших грибоподобных организмов вегетативное тело представляет собой голый комочек цитоплазмы (плазмодий). Грибы, имеющие плазмодий или одноклеточный мицелий, считаются низшими, а грибы с многоклеточным мицелием - высшими. В поперечных перегородках септированных гиф имеются отверстия - поры, через которые происходит движение цитоплазмы по направлению к растущим концам гиф. Гифы грибов чаще всего бесцветны, но иногда имеют зеленый, серый, розовый оттенок или бурую окраску различной интенсивности.

Грибы, мицелий которых наделен свойствами обоих полов, называют гомоталлическими, а грибы, у которых каждый мицелий обладает свойствами только одного пола, - гетероталлическими.

У многих грибов в связи с особенностями их биологии или условиями развития на мицелии образуются специальные органы, выполняющие определенные функции. Например, для паразитных грибов характерны гаустории - различной формы боковые отростки гиф, внедряющиеся внутрь клеток пораженного растения. С помощью гаусториев гриб извлекает из тканей растения-хозяина растворы питательных веществ. У некоторых грибов формируются пучки тонких разветвленных гиф, напоминающих корни, - ризоиды, посредством которых гриб прикрепляется к субстрату и осуществляет питание. Нередко наблюдается образование анастомозов - соединительных «мостиков» между соседними гифами. Через анастомозы происходит обмен содержимым, в том числе и ядерным. На диплоидном мицелии некоторых базидиальных грибов образуются пряжки - особые каналцы, соединяющие соседние клетки одной и той же гифы и обеспечивающие переход ядер из клетки в клетку. Известны и другие видоизменения гиф.

Мицелий, развивающийся на поверхности пораженного растения или другого питательного субстрата, называют поверхностным, или воздушным (экзофитным). Такой мицелий обычно имеет вид нежного пушистого или паутинистого налета, тонких пленочек или ватообразных скоплений. Мицелий, распространяющийся внутри субстрата, называют субстратным (эндофитным). Субстратный мицелий фитопатогенных грибов в свою очередь бывает межклеточным, но может распространяться также внутри клеток пораженной ткани. Плазмодии фитопатогенных видов обычно развиваются только внутри живых клеток растения.

Распространение мицелия по поверхности или внутри субстрата чаще всего ограничено определенными небольшими участками. Такой мицелий называют местным, или локальным. Если же мицелий полностью пронизывает субстрат или все органы пораженного растения, то его называют диффузным.

В процессе эволюционного развития у грибов выработалась способность видоизменять мицелий соответственно изменениям условий среды или при переходе в состояние покоя. Например, в трещинах древесины, пораженной грибами-трутовиками, или под корой часто развиваются довольно толстые и плотные мицелиальные пленки, напоминающие замшу. Ткань таких пленок образована плотным равномерным переплетением гиф гриба.

Другое видоизменение мицелия - тяжи, или шнуры, сложенные из параллельно идущих, частично сросшихся, обычно однородных по строению и функциям гиф. Мицелиальные тяжи представляют собой разветвленные образования различной толщины (от нескольких микрометров до нескольких миллиметров). Они характерны для некоторых базидиальных грибов, например домовых.

Ризоморфы - более мощные темные ветвящиеся шнуры, длина которых может достигать нескольких метров при толщине в несколько миллиметров. Гифы, образующие ризоморфы, различны по строению и выполняемым функциям. Наружная часть ризоморф сложена из темных толстостенных гиф, а внутренняя - из бесцветных тонкостенных гиф и гиф типа сосудов: неветвящихся, без перегородок, с широкими просветами и кольцевыми утолщениями на оболочках. Типичным примером могут служить ризоморфы опенка.

Ризоктонии в отличие от ризоморф имеют более рыхлую структуру и меньшие размеры, они встречаются у некоторых сумчатых грибов. Тяжи и ризоморфы грибов играют роль проводящих органов. По ним поступают вода и питательные вещества к развивающимся плодовым телам. Кроме того, тяжи и ризоморфы способствуют распространению гриба.

Своеобразным видоизменением мицелия являются склероции. Это плотные твердые тела различной формы и величины. Они образуются в результате тесного переплетения гиф, богатых запасными питательными веществами, и предназначены для сохранения гриба при неблагоприятных условиях и для его распространения. Внутренняя часть склероция обычно формируется из бесцветных гиф. Наружная часть (кора) состоит из толстостенных темноокрашенных элементов, поэтому склероции снаружи чаще всего выглядят черными. По окончании периода покоя склероции прорастают, образуя грибницу или органы спороношения. Склероции известны у многих грибов, главным образом сумчатых, некоторых базидиальных и несовершенных. Они образуются, например, на сеянцах, погибших от выпревания, цветочных растениях, пораженных белой гнилью.

Внутри пораженных тканей растений иногда образуются микросклероции - очень мелкие склероции, сложенные из однородных бурых клеток.

Кроме настоящих склероциев, которые формируются только из гиф гриба и легко отделяются от ткани пораженного растения, встречаются склероциальные стромы, или мумии, в формировании которых участвуют не только гифы гриба, но и пораженная ткань растения. Примерами подобных образований могут служить мумифицированные желуди и яблоки.

Многие грибы (особенно сумчатые) образуют мицелиальные стромы - мясистые сплетения гиф, на поверхности или внутри которых закладываются плодовые тела или другие органы спороношения. Стромы могут быть однолетние или многолетние, мягкие или деревянистые, различной формы и окраски.

**Ткани грибов.** Формирование тканей у грибов в отличие от растений происходит не путем деления клеток в разных направлениях, а в результате переплетения и срастания «готовых» гиф мицелия. Таким образом, грибная ткань является ложной; она называется плектенхимой. Как и у высших растений, у грибов различают несколько типов тканей: образовательную, механическую, покровную, проводящую.

## **ЛЕКЦИЯ №2. ПАТОГЕНЕЗ И ДИНАМИКА ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ.**

### **Вопросы:**

1. Инфекционный процесс, этапы инфекции.
2. Патологические изменения больного растения.
3. Понятие об эпифитотиях. Иммуитет растений к инфекционным болезням. Категория иммунитета растений. Пассивный, активный, врожденный типы иммунитета и пути повышения устойчивости растений к болезням.

### **4. ИНФЕКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС И ЕГО ЭТАПЫ.**

К инфекционным относят болезни, способные передаваться от растения к растению. Возбудителями инфекционных болезней могут быть грибы, бактерии, вирусы, виоиды, микоплазмы, нематоды, цветковые растения-паразиты. Способность организма вызывать болезнь у растений называют **патогенностью**, а сам организм - **фитопатогеном**. Поскольку в основе инфекционных болезней лежит паразитизм, т. е. способность одного организма удовлетворять свои потребности в источниках энергии за счет растения, возбудителей

болезней нередко называют **паразитами**. Процесс заимствования веществ растения для удовлетворения потребностей паразитов приводит к нарушению его нормальной жизнедеятельности, т. е. к болезни. Растение, обеспечивающее паразиту пропитание, называют **растением-хозяином**.

При инфекционных болезнях большое значение в причиняемом растению-хозяину ущербе имеет расход его органического вещества на рост и развитие паразита. Кроме того, патоген оказывает воздействие на растение своим присутствием в его ткани и выделением в нее продуктов обмена веществ. Накопление в тканях растения продуктов обмена веществ возбудителя может приводить к токсичности получаемой от растения продукции. Так, некоторые виды грибов рода фузариум, развивающиеся на зернах злаков, делают хлеб, приготовленный из этих зерен, непригодным в пищу («пьяный хлеб»).

Патогенезом, или патологическим процессом, называют процесс развития инфекционной болезни, протекающий во взаимодействии растения-хозяина, патогена и окружающей среды.

Патологический инфекционный процесс может возникнуть лишь в том случае, если произойдет нападение патогена на восприимчивое к нему растение. Для этого необходимо, чтобы патоген был способен проникать в растение и распространяться в нем;

чтобы он обладал способностью убивать зараженную ткань или питаться содержимым живых клеток, преодолевая их защитные механизмы и изменяя обмен веществ хозяина соответственно своим потребностям. Иными словами патоген должен обладать определенными свойствами, обеспечивающими заражение растения и дальнейшее развитие болезни.

Развитие патологического процесса при инфекционных болезнях растений обычно проходит несколько этапов, последовательно сменяющих друг друга. Основные этапы патогенеза: заражение, инкубационный период, собственно болезнь и выздоровление (или отмирание) пораженных частей либо всего растения. Каждый из этапов характеризуется определенными взаимоотношениями между патогеном и растением-хозяином, причем развитие этих взаимоотношений в значительной степени зависит от условий окружающей среды.

**Заражение.** Этот этап инфекционного процесса, в свою очередь, включает как бы несколько фаз: попадание возбудителя на поверхность растения, прорастание инфекционного начала, проникновение возбудителя в растение.

Попадание возбудителя на поверхность растения обеспечивается способностью патогенов распространяться в природе самостоятельно или с помощью различных агентов (воздушных течений, воды, животных или человека). В большинстве случаев этот процесс протекает неспецифично: одним и тем же способом (например, с помощью воздушных течений) могут распространяться как различные паразитические, так и непатогенные сапротрофные микроорганизмы. На поверхность растения могут попадать любые сапротрофы и возбудители не свойственных данному растению болезней. Однако в некоторых случаях наблюдается специфичность распространения возбудителя (например, при передаче персистентных вирусов специализированными насекомыми-переносчиками, распространении возбудителей сосудистых болезней определенными видами стволовых вредителей).

Прорастание инфекционного начала наблюдается у грибов и паразитических цветковых растений: у первых прорастают споры, у вторых - семена. Прорастание спор фитопатогенных грибов может происходить не только на поражаемых органах восприимчивых растений, но и на других растениях и даже на мертвых субстратах, если имеются подходящие внешние условия. В ряде случаев, однако, прорастание спор патогенных грибов и семян паразитических растений стимулируется специфическими выделениями восприимчивого растения-хозяина. Иногда прорастание инфекционного начала у специализированных паразитов вообще возможно только при наличии выделений восприимчивых растений.

Для прорастания спор и семян фитопатогенных организмов необходим комплекс условий внешней среды: определенные значения температуры, влажности, кислотности, аэрации и т.д. Важное значение среди факторов окружающей среды имеет также присутствие других микроорганизмов, которые могут стимулировать или, наоборот, подавлять прорастание патогенов. Факторы внешней среды обуславливают не только возможность прорастания инфекционного начала, но влияют и на скорость этого процесса, что имеет иногда решающее значение для заражения растений. При этом разные группы и виды возбудителей болезней предъявляют к факторам среды различные, подчас очень строгие требования.

Проникновение возбудителя в растение может происходить различными путями. Способ внедрения патогена в растение зависит от его биологических особенностей и во многих случаях является специфичным для той или иной группы фитопатогенных организмов.

Грибы могут проникать в растение по-разному. Например, ростковые трубки (инфекционные гифы) базидиоспор ржавчинных грибов, конидий мучнисторосяных, некоторых гифомицетов и других паразитных грибов обладают способностью внедряться в растение через неповрежденные наружные покровы. При таком прямом проникновении в растение гриб оказывает на кутикулу и наружные стенки клеток эпидермиса как механическое давление, так и химическое воздействие, размягчая и растворяя их соответствующими ферментами. Ростковые гифы сумкоспор многих аскомицетов, урединиоспор ржавчинных грибов, зооспоры низших грибов проникают внутрь растений через устьица, чечевички, гидатоды, рыльца пестиков и другие естественные отверстия, а зооспоры - также через органы растений, не покрытые кутикулой, например корневые волоски. Многие грибы, относящиеся к факультативным паразитам и факультативным сапротрофам (так называемые раневые паразиты), способны заражать растения через какие-либо ранки, повреждения коры и кутикулы или отмершие части. Таковы, например; возбудители ступенчатого рака, некрозных и гнилевых болезней древесных пород.

Бактерии, вирусы и микоплазмы внедряются внутрь растений без прорастания, непосредственно после попадания на их поверхность.

Бактерии проникают во внутренние части растений только через естественные ходы или различные повреждения. Вирусы и микоплазмы чаще всего вносятся в ткани растений насекомыми во время их питания, а также через мелкие ранки, возникающие при трении соприкасающихся частей растений или при уходе за растениями.

Проростки семян паразитических цветковых растений углубляются в ткани стеблей, стволов или корней растения-хозяина путем прямого внедрения через неповрежденную кутикулу или кору. Фитонематоды проникают в растения преимущественно через корневые волоски.

Внедрение патогена в растение еще не означает, однако, что заражение осуществилось. Через устьица и другими путями внутрь растения могут проникнуть и случайные микроорганизмы, не способные к дальнейшему развитию в данном растении. Только в том случае, когда внедрившийся патоген начинает питаться и расти за счет тканей хозяина, т. е. когда между партнерами устанавливаются стабильные паразитические взаимоотношения, заражение можно считать осуществившимся.

**Инкубационный период.** Инкубационным (или скрытым) периодом называется отрезок времени от момента заражения до появления первых симптомов болезни. Продолжительность инкубационного периода зависит, прежде всего, от паразитических свойств возбудителей болезней, поэтому при разных заболеваниях она различна. Например, при некоторых вирусных болезнях инкубационный период может составлять несколько часов, при поражении растений мучнистой росой — несколько дней, при болезнях типа шютте - несколько недель или месяцев, а при поражении сосен возбудителями пузырчатой ржавчины (смоляного рака) - более полутора лет.

В пределах, характерных для определенных групп или видов заболеваний, продолжительность инкубационного периода может колебаться в зависимости от степени устойчивости или выносливости растения-хозяина (т. е. от типа реакций растения на воздействие патогена), а также от многих внешних факторов, в первую очередь от температуры и влажности. Если возбудитель способен проникать в растение разными путями, то период инкубации может изменяться и в зависимости от способа заражения. При оптимальных для развития паразита условиях инкубационный период сокращается, при неблагоприятных - соответственно увеличивается. В течение инкубационного периода патоген активно воздействует на обмен веществ растения-хозяина, полностью переходит к питанию за счет его тканей, распространяется, а иногда (например, при бактериозах и вирусных болезнях) и размножается в нем, заселяя подходящие органы и ткани. В этот период в растении постепенно, пока еще скрыто, накапливаются те патологические изменения, которые к концу инкубационного периода становятся явными.

**Собственно болезнь.** Появление видимых внешних признаков болезни означает начало третьего, основного этапа инфекционного процесса. В этот период взаимодействие растения-хозяина и патогена достигает наибольшей остроты и проявляется в характерных для данной болезни физиологических, анатомических и морфологических нарушениях. Продолжительность этого этапа может быть различной и зависит от многих факторов. Чаще всего он завершается отмиранием пораженных частей или всего растения. Выздоровление больных растений наблюдается реже.

**Выздоровление растений.** Процесс восстановления и нормализации нарушенных болезнью физиологических функций может происходить естественным путем или при помощи человека. Естественное выздоровление наблюдается в тех случаях, когда изменение внешних условий (например, резкое колебание температуры окружающей среды) подавляет жизнедеятельность патогена в тканях растений. Выздоровление растений иногда бывает связано и с накоплением в пораженных тканях токсичных для патогена веществ, под влиянием которых возможны угнетение роста и развития, дегенерация или гибель возбудителя болезни.

Изменением условий минерального питания пораженных растений (путем внесения удобрений, микроэлементов), введением антибиотиков и других веществ, воздействием на пораженные растения различных физических факторов человек может резко изменить обмен веществ растения-хозяина, создать тем самым неблагоприятные условия для развития патогена и вызвать у него регрессивные изменения (например, прекращение роста, дегенерацию и лизис мицелия паразитных грибов), что ведет к прекращению патологического процесса и выздоровлению растений.

Выздоровление деревьев, пораженных некрозно-раковыми болезнями, опенком, может быть достигнуто применением системы соответствующих лечебных мероприятий (зачисткой, дезинфекцией и пломбированием ран, обрезкой больных ветвей и корней, аэрацией корней и т. п.).

## 5. ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ БОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ

**Основные пути воздействия патогенов на растение-хозяина можно разделить на следующие шесть групп:**

**1. Разрушение запасющих органов** - семян, плодов, древесины и других, сопровождающееся развитием гнилей. Паразиты этой группы - грибы и бактерии - обладают большой вредоносностью. Разрушение тканей может быть очень быстрым, как при мокрых гнилях клубней, плодов, корнеплодов, или медленным, как при разрушении древесины. В каждом отдельном случае скорость разрушения определяется природой ткани.

**2. Разрушение проростков или сдерживание их развития.** При заболеваниях этого типа погибают только молодые ткани, поэтому их называют болезнями всходов. Возбудители - главным образом грибы, реже - бактерии. Проростки поражаются до появления их над поверхностью почвы или сразу после этого. Во втором случае растения

иногда выживают, но остаются ослабленными. Болезни всходов вызывают изреживание посевов.

**3. Снижение водопоглощающей способности** растений наблюдается при болезнях типа корневых гнилей. Основные возбудители - грибы, но в патологическом процессе могут принимать участие и бактерии. Возбудители проникают как в молодые, так и в полностью развитые корни, поэтому болезнь развивается на протяжении всего периода вегетации. В результате поражения ограничивается поступление воды в растение, оно увядает, а нередко и гибнет.

**4. Нарушение восходящего тока воды** и растворенных в ней веществ из-за поражения сосудистой системы растения (болезни увядания). Болезни вызывают грибы и бактерии. Возбудители заселяют проводящие ткани (ксилему). Вредное действие на растение обусловлено уменьшением восходящего тока воды и выделением в него токсичных веществ паразита. Болезни вызывают грибы и бактерии.

**5. Снижение фотосинтетической активности** в результате разрушения возбудителями фотосинтезирующей паренхимы приводит к недобору урожая. Болезни вызывают все группы возбудителей - грибы, бактерии, вирусы, микоплазмы. Основные признаки заболевания - пятнистости, налеты, пустулы, некрозы на листьях.

**6. Нарушение обмена веществ** в результате деятельности паразитов, изменяющих его таким образом, чтобы обеспечить синтез необходимых им соединений. Возбудители болезней этого типа - грибы, вирусы, бактерии. В некоторых случаях паразит стимулирует процесс роста или деления клеток, из-за чего возникают различного рода пролиферации тканей.

Существуют и другие способы влияния паразитов на растения, например нарушение репродуктивных процессов. Так, многие головневые грибы разрушают цветки, завязи; некоторые вирусы вызывают стерильность у зараженных растений.

### **ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ БОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ**

В процессе заболевания паразиты механически повреждают покровные ткани растения-хозяина, клеточные оболочки и мембраны, воздействуют на них своими ферментами, токсинами и другими биологически активными выделениями, отнимают воду и питательные вещества, закупоривают сосуды растений. В результате у растений нарушаются нормальные связи между отдельными структурами внутри клетки и между самими клетками, различными тканями и органами, нарушается синтез ферментов, контролирующих и координирующих биохимические реакции клеток. Это приводит к дальнейшим нарушениям обмена веществ и физиологических функций больного растения. Как следствие физиолого-биохимических нарушений возникают отклонения от нормы в росте и развитии растений, а также разнообразные анатомо-морфологические изменения, создающие внешнюю картину (симптомокомплекс) болезни.

#### **Физиолого-биохимические нарушения**

Нарушения биохимических реакций, обмена веществ и физиологических процессов, наблюдаемые у больных растений, возникают уже на самых первых этапах патогенеза и оказывают решающее влияние на дальнейшее развитие болезни и состояние растения-хозяина, хотя внешние симптомы болезни могут долго не проявляться. К наиболее важным и характерным физиолого-биохимическим нарушениям относятся нарушения ферментного аппарата и функций клеточных мембран, нарушения фотосинтеза, дыхания, углеводного и белкового обмена, водного режима растений и другие патологические изменения.

**Нарушения ферментного аппарата.** Нарушения синтеза и деятельности ферментов наблюдаются при любых болезнях растений. Они приводят к весьма тяжелым последствиям, поскольку именно ферменты управляют всем ходом биохимических процессов клетки. От них зависят синтез структурных элементов, запасных и биологически активных веществ, координация энергетических процессов, скорость обмена веществ, интенсивность физиологических функций растения. Особенно резко деятельность ферментов нарушается

при инфекционных заболеваниях. При поражении фитопатогенными грибами, вирусами, бактериями может быть нарушена деятельность различных групп ферментов.

**Нарушения функций клеточных мембран.** Повреждение плазмалеммы и других клеточных мембран в результате механического, или химического воздействия патогена приводит к нарушению нормального взаимодействия между отдельными компонентами клетки, вследствие чего в ней возникают патологические реакции с образованием токсичных веществ. Повреждение полупроницаемых мембран ведет также к нарушению нормальных взаимоотношений клетки с окружающей средой: в клетку начинают проникать вредные для нее вещества и в то же время усиливается отток из клетки необходимых для ее жизнедеятельности соединений и запасных питательных веществ; значительно повышается и водоотдача. Все эти нарушения влекут за собой патологические изменения концентрации клеточного сока, осмотического давления, сосущей силы, тургора клеток. При большинстве инфекционных болезней эти показатели у пораженных растений по сравнению со здоровыми снижаются.

**Нарушения фотосинтеза.** В большинстве случаев у пораженных растений наблюдается значительное снижение интенсивности фотосинтеза, вплоть до прекращения процесса ассимиляции. Это связано, прежде всего, с разрушением токсинами возбудителя хлорофилла и ферментов, управляющих фотосинтезом. При поражении растений облигатными паразитами (чаще всего ржавчинными грибами) и некоторыми факультативными сапротрофами (например, грибом *Rhizoctonia solani*) на начальных этапах инфекционного процесса нередко отмечается усиление фотосинтеза. У больных растений иногда повышается и содержание хлорофилла: зараженные участки листьев (места формирования пустул или пятен) бывают в этих случаях окружены кольцом ткани более яркой зеленой окраски. Однако со временем стимуляция фотосинтеза сменяется резким снижением или полным торможением этого процесса.

**Нарушения дыхания.** Нарушения дыхания происходят в результате воздействия патогена на деятельность дыхательных ферментов. Начальные этапы инфекционного процесса, как правило, характеризуются повышением активности дыхания пораженных органов растений. По мере развития болезни интенсивность дыхания обычно снижается. Усиление дыхания приводит соответственно к усиленному расходованию растением запасных питательных веществ. Если повышение активности дыхания, при котором увеличивается количество освобождающейся энергии, сопровождается нарушениями в системе переноса энергии, может возникнуть явление гипертермии - повышение температуры пораженных органов растений.

**Нарушения углеводного и белкового обмена.** При инфекционных болезнях растений наблюдаются как количественные, так и качественные изменения процессов обмена веществ, в том числе основных органических веществ клетки - белков и углеводов.

**Нарушения водного режима.** Все болезни растений сопровождаются нарушениями водного режима, причем по мере развития:

патологического процесса и увеличения степени поражения растений эти нарушения усиливаются и проявляются в более острой форме. У пораженных растений, как правило, изменяется водоудерживающая способность, нарушается транспирация. В большинстве случаев (при поражении ржавчиной, мучнистой росой, паршой и многими другими болезнями) больные растения характеризуются повышенной транспирацией, но при некоторых заболеваниях (например, при сосудистых болезнях, поражении корневой губкой) интенсивность транспирации уменьшается.

#### **Анатомо-морфологические нарушения**

Анатомо-морфологические изменения растений, возникающие на основе физиолого-биохимических нарушений, определяют характер симптомов и тип болезни. Они проявляются в нарушениях строения и структуры тканей, роста и формы пораженных органов или растения в целом.

**Нарушения строения и структуры тканей.** Анатомические изменения происходят в клетках и тканях пораженных растений при самых различных заболеваниях. Наиболее распространенные среди них - гипертрофия, гиперплазия, гипоплазия, некроз, мацерация, дегенерация, облитерация.

### **СВОЙСТВА ПАТОГЕНОВ**

Важнейшими свойствами возбудителей болезней являются патогенность (вирулентность) и агрессивность.

Патогенностью называется болезнетворная способность патогена, его свойство вызывать у растения-хозяина патологические реакции, т.е. болезнь. Патогенность проявляется в повреждениях клеток и тканей, нарушениях обмена веществ и физиологических функций растения. Она обуславливается воздействием на растение ферментов, токсинов, регуляторов роста и других биологически активных веществ. Эти вещества служат основными средствами нападения патогенов на растения. Именно они определяют механизмы патогенности, характерные для определенных групп и видов возбудителей болезней. С их помощью патоген выводит из строя защитные механизмы растения-хозяина и использует его ткани в качестве питательного субстрата.

Важнейший фактор патогенности грибов и бактерий - ферменты. Они играют основную роль в патогенезе инфекционных болезней растений. Ферменты разрушают покровную ткань, оболочки и содержимое клеток растения, делая возможным внедрение патогена в растение, его распространение во внутренних тканях хозяина и питание за его счет. Особенности ферментного аппарата, качественный состав ферментов и характер их воздействия на растительную ткань зависят от типа питания, уровня паразитической активности и специализации возбудителей.

Ферменты облигатных паразитов-биотрофов обычно оказывают умеренное воздействие на живые клетки растения, не вызывая (особенно на начальных этапах патогенеза) сильного повреждения их структур, заметных нарушений обмена веществ и физиологических функций хозяина. Мягкое воздействие некоторых биотрофов на ткани и обмен веществ растения-хозяина связаны с отсутствием у них оксидаз, амилаз и протеолитических ферментов или низкой их активностью. Облигатные паразиты иногда даже стимулируют у пораженных растений обменные процессы, что выражается во временном усилении фотосинтеза, дыхания и других физиологических функций.

Ферменты некротрофных паразитов, как правило, грубо воздействуют на ткани растения-хозяина, вызывая более полное разрушение клеточных структур и резкие нарушения физиологических функций.

Второй фактор патогенности грибов и бактерий, присущий главным образом некротрофам (в основном факультативным паразитам и факультативным сапротрофам) - токсины, т. е. вредные для растений продукты жизнедеятельности возбудителей болезней. Они вызывают у растений специфические повреждения клеток, ведущие к быстрому отмиранию (некрозу) тканей, что делает их доступными для заселения патогеном.

Патогенность ряда грибов обусловлена воздействием таких токсинов, как ликомаразмин, патулин, диапортин, альтернариевая и фузариевая кислоты и др. Нарушения водного режима, ведущие к усыханию деревьев при сосудистых микозах, связаны главным образом с действием токсинов, вызывающих отмирание тканей, окружающих сосуды, и закупорку сосудов образующимися при этом камедообразными веществами, слизью, тиллами. Токсины увядания (например, гликопептиды), выделяемые некоторыми фитопатогенными бактериями, вызывают повреждение клеточных мембран, что приводит к большой потере воды клетками больного растения.

Некоторые биотрофы также образуют токсины, но в отличие от некротрофов они повреждают ткань растения-хозяина не во время ее заселения, а после завершения в ней своего вегетативного роста и размножения.

Третий фактор патогенности грибов и бактерий - ростовые вещества. Вещества, регулирующие рост тканей (индолилуксусная и гибберелловая кислоты, гиббереллины и

др.), играют важную роль в механизмах патогенности многих биотрофных паразитов. Обычно они вырабатываются патогеном или самим растением-хозяином под влиянием патогена на ранних этапах инфекционного процесса, в период вегетативного роста и распространения возбудителя болезни в живых тканях растения.

Дисбаланс ростовых веществ вызывает временную стимуляцию процессов роста (это проявляется в патологическом разрастании зараженных тканей) или, наоборот, угнетает эти процессы, что приводит к недоразвитию пораженных органов или всего растения.

Патогенность вирусов связана с воздействием вирусной нуклеиновой кислоты на зараженные клетки растения-хозяина. Она проявляется, прежде всего, в повреждении ферментного аппарата растения и как следствие этого - в разнообразных нарушениях обмена веществ и физиологических функций, процессов роста и развития, разрушении хлорофилла, а также в использовании азота, фосфора и других элементов содержимого клеток хозяина для построения новых вирусных частиц.

Патогенность цветковых растений-паразитов обуславливается главным образом выносом из тканей растения-хозяина больших ; количеств воды, органических и минеральных веществ, что ведет к истощению, угнетению роста или гибели пораженных растений. Патогенность некоторых видов цветковых паразитов (например, повилики, омелы) усиливается выделением ими токсинов.

Вирулентность - понятие, тесно связанное с филогенетической специализацией возбудителей болезней. Это Патогенность определенного таксона (вида, специализированной формы, расы) паразита по отношению к определенному таксону (семейству, роду, виду, сорту) растений. Например, Патогенность гриба *Ophiostoma ulmi* - возбудителя голландской болезни, проявляется только в отношении ильмовых; следовательно, этот гриб вирулентен только для древесных пород этого семейства.

Если вид паразита физиологически неоднороден и состоит из специализированных форм, то он неоднороден и по вирулентности. Примером может служить мучнисторосяной гриб *Phyllactinia suffulta*: каждая из специализированных форм этого вида вирулентна только для растений определенного рода (ясеня, березы, лещины, граба и т.д.). Точно так же определенные физиологические расы патогенов (в пределах специализированных форм) вирулентны лишь для определенных видов, сортов или форм растений.

Агрессивностью называют способность фитопатогенных организмов вызывать массовые заболевания растений (эпифитотии).

Агрессивный патоген должен обладать определенным комплексом свойств: высокой энергией размножения (плодовитостью), способностью быстро распространяться на далекие расстояния и накапливаться в природе, способностью заражать хозяина минимальным количеством инфекционного начала, малой продолжительностью процесса заражения и инкубационного периода, высокой экологической пластичностью (приспособляемостью к различным условиям внешней среды).

Высокой агрессивностью характеризуются многие ржавчинные, мучнисторосяные, пероноспоровые грибы. Они способны не только заразить растение малым количеством спор (нередко одной спорой), но и быстро осуществить заражение, имеют короткий инкубационный период, образуют в течение лета несколько поколений бесполок спороношений, которые легко распространяются ветром и служат для массовых повторных заражений. Таким образом, увеличивается запас инфекции и создается предпосылка для возникновения эпифитотии.

Возьмем для сравнения два гриба: *Microsphaera alphitoides* и *Rosellinia quercina*. Оба гриба патогенны и вирулентны для дуба. Однако первый, возбудитель мучнистой росы, обладает всеми качествами высокоагрессивного паразита, поэтому развитие мучнистой росы часто носит характер эпифитотии. Второй, возбудитель корневой гнили сеянцев, лишен этих качеств, имеет незначительное распространение и массового заболевания растений обычно не вызывает.

Патогенность и вирулентность - постоянные, не подверженные колебаниям свойства возбудителей болезней. Уровень же агрессивности одного и того же патогена может изменяться в зависимости от условий развития и других причин.

### **3. ПОНЯТИЕ ОБ ЭПИФИТОТИЯХ**

Инфекционные болезни растений существенно различаются между собой не только по особенностям патогенеза и внешнему проявлению, но и по характеру их развития в природе. Некоторые болезни распространены повсеместно, но встречаются редко, и уровень их встречаемости почти не меняется. Другие болезни встречаются чаще, но также мало подвержены колебаниям; массовое развитие этих болезней на больших площадях и сильное поражение растений, представляющее угрозу посевам или насаждениям, не наблюдается. К таким болезням относятся многие виды стволовых гнилей древесных пород, выпревание семян и ряд других заболеваний.

Вместе с тем существуют болезни, распространение и развитие которых в определенной местности или в пределах всего ареала непостоянно, подвержено резким колебаниям. Таковы многие виды ржавчины и мучнистой росы, некоторые виды сосудистых болезней и корневых гнилей древесных пород, ряд вирусных и других болезней.

Массовое развитие инфекционной болезни растений на определенной территории в течение определенного периода времени называется эпифитотией. Изучением эпифитотий занимается специальный раздел фитопатологии - эпифитотиология. Это учение о развитии популяций патогена внутри популяций хозяина и о болезнях растений, возникающих в результате их взаимодействия под влиянием окружающей среды или вмешательства человека.

#### **Типы эпифитотий**

В зависимости от особенностей развития и масштабов распространения в природе различают следующие основные типы эпифитотий.

**Местные эпифитотии, или энфитотии.** Характеризуются ежегодным (в течение нескольких лет) сильным развитием болезни на ограниченной территории, иногда в виде отдельных очагов. Возбудители местных эпифитотий, как правило, постоянно присутствуют в данной местности. Они способны долго сохраняться в почве, на растительных остатках, семенах, сорняках и т.п. Инфекционное начало таких патогенов обычно медленно накапливается в природе и сравнительно медленно распространяется. Однако, если запас инфекции достигает высокого уровня, то при наличии восприимчивых растений и благоприятных внешних условиях нередко возникают эпифитотии. Примером местных эпифитотий могут служить энфитотии полегания всходов, ежегодно наблюдаемые в питомниках многих районов страны.

**Прогрессирующие эпифитотии.** Эпифитотии этого типа начинаются как местные, но со временем охватывают более обширные территории. Они обычно вызываются наиболее агрессивными патогенами, которые имеют высокую энергию размножения, образуют в течение лета несколько поколений бесполого спороношения и способны быстро распространяться по воздуху или с помощью насекомых (например, эпифитотии ржавчины, мучнистой росы, некоторых сосудистых и вирусных болезней).

**Повсеместные эпифитотии, или панфитотии,** характеризуются массовым развитием болезни на территории целой страны, иногда нескольких стран или континентов. Панфитотии - явление довольно редкое, но они могут принимать размеры национального бедствия, как это случилось во время панфитотии фитофтороза картофеля в середине XIX в. В начале XX в. характер панфитотии носило массовое распространение мучнистой росы дуба и мучнистой росы крыжовника, завезенных из Америки в Европу. Повсеместное распространение корневой гнили во многих странах Европы и Северной Америки в течение последних десятилетий также достигло уровня панфитотии.

Кроме того, различают медленно развивающиеся, или тардивные, и быстро развивающиеся, или эксплозивные, эпифитотии. Первые чаще всего наблюдаются при поражении многолетних растений (например, древесных) заболеваниями типа голландской

болезни ильмовых или корневой губки на хвойных. Они характеризуются плавным ходом нарастания вспышки и постепенным ее затуханием. Вторые вызываются в основном патогенами с высокой скоростью размножения и характеризуются резким нарастанием вспышки и быстрым ее затуханием. Ход эпифитотии этого типа часто подчинен сезонным изменениям и в значительной степени определяется факторами внешней среды. Примерами могут служить эпифитотии парши яблони, полегания сеянцев, мучнистой росы, ржавчины, шютте и др.

Знание особенностей различных типов эпифитотии позволяет предвидеть их возникновение, ход дальнейшего развития и использовать эти данные для составления более точных прогнозов и планирования лесозащитных мероприятий.

## **1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КАТЕГОРИИ ИММУНИТЕТА**

Иммунитетом называется невосприимчивость (устойчивость) организма к инфекционной болезни при контакте с ее возбудителем и наличии условий, способствующих заражению. Например, хвойные породы никогда не поражаются мучнистой росой, а лиственные - болезнями типа шютте. Ель абсолютно невосприимчива к ржавчине побегов, а сосна - к ржавчине шишек. Такой абсолютный иммунитет обусловлен биологическим несоответствием этих растений свойствам и требованиям возбудителей данных болезней. Чаще всего он объясняется неспособностью патогена проникнуть в растение и развиваться в нем даже при самых благоприятных внешних условиях.

Наряду с абсолютной невосприимчивостью к одним болезням у растений может наблюдаться относительная устойчивость (или, соответственно, относительная восприимчивость) к другим заболеваниям. Она зависит от индивидуальных свойств растения, его анатомо-морфологических или физиолого-биохимических особенностей, уменьшающих возможность заражения или ограничивающих распространение патогена в тканях растения-хозяина. Степень устойчивости растений к болезням может быть различной: от весьма высокой (близкой к полной невосприимчивости) до очень низкой.

У растений различают неспецифический и специфический иммунитет. Неспецифическим (или видовым) иммунитетом называется устойчивость определенного вида растений к тем возбудителям, которые вообще не способны поражать этот вид. Неспецифический иммунитет обеспечивает недоступность растений для основной массы сапротрофной и патогенной микрофлоры, населяющей среду обитания этих растений. Специфическим (или сортовым) иммунитетом называется устойчивость отдельных сортов или форм какого-либо вида растений к возбудителям, способным поражать этот вид.

Различают также иммунитет врожденный (естественный) и приобретенный (искусственный). Врожденным иммунитетом называется наследственная невосприимчивость к болезни, сформировавшаяся в результате длительной совместной эволюции (филогенеза) растения-хозяина и патогена или направленной селекции. Приобретенным иммунитетом называют устойчивость к болезни, приобретаемую растением в процессе его индивидуального развития (онтогенеза) под влиянием определенных внешних факторов или в результате перенесения данной болезни. Приобретенный иммунитет не передается по наследству.

Устойчивость растений (обычно какого-либо сорта) лишь к определенным физиологическим расам патогена называют вертикальной, эту или иную степень устойчивости ко всем расам данного патогена - горизонтальной. Устойчивость какого-либо вида или сорта растений одновременно к нескольким болезням называют групповой, или комплексной, устойчивостью.

Врожденный иммунитет растений бывает пассивным и активным. Пассивный иммунитет, или аксенция, - это устойчивость к болезни, которая обеспечивается свойствами, проявляющимися у растений независимо от угрозы заражения. Таким образом, свойства, обуславливающие пассивный иммунитет, не являются защитными реакциями растения на нападение патогена.

Активный иммунитет - это устойчивость к болезни, которая обеспечивается свойствами растений, проявляющимися у них только в случае нападения патогена, т.е. в виде защитных реакций растения-хозяина на внедрение возбудителя.

### **ПАССИВНЫЙ ВРОЖДЕННЫЙ ИММУНИТЕТ**

Пассивный иммунитет может быть связан с особенностями формы и анатомического строения растений или с их функционально-физиологическими и биохимическими особенностями.

Свойства растений, обуславливающие пассивный иммунитет, - это, как правило, проявления горизонтальной устойчивости. Они весьма многочисленны, разнообразны и могут быть объединены в две основные группы: анатомо-морфологические и физиолого-биохимические.

#### **Анатомо-морфологические факторы пассивного иммунитета**

Защитные приспособления растений, выражающиеся в особенностях их формы или строения, широко распространены в природе и играют важную роль в естественном иммунитете растений. Эти особенности растений в основном препятствуют заражению, не давая возможности возбудителю болезни прорасти и проникнуть внутрь растения. Иногда они повышают устойчивость растений, препятствуя распространению паразита в тканях хозяина, если заражение уже осуществилось. Иммунитет, основанный на анатомических или морфологических особенностях растений, называют также структурным.

Анатомо-морфологическими факторами пассивного иммунитета могут служить раскидистая форма кроны, малое количество и особое строение устьиц, закрытый тип цветка, наличие на поверхности поражаемых органов густого опушения или воскового налета, толстая кутикула или пробковый слой, мощное развитие склеренхимной ткани и другие особенности строения.

При рыхлой, раскидистой форме куста или кроны в нее беспрепятственно проникают прямые солнечные лучи, она лучше проветривается, в ней почти не задерживается влага, вследствие чего создается неблагоприятный микроклимат для сохранения инфекционного начала возбудителей болезней, прорастания спор фитопатогенных грибов. Поэтому при прочих равных условиях деревья и кустарники с такой кроной меньше поражаются болезнями, чем деревья с густой, компактной кроной.

Количество и размеры устьиц и чечевичек, форма устьичной щели могут быть факторами устойчивости растений против патогенов, проникающих в растение через эти естественные ходы. Чем меньшее число устьиц и чечевичек приходится на единицу поверхности поражаемых органов, чем меньше устьичные щели, тем меньше у патогена шансов на заражение, тем выше устойчивость растения.

Строение цветка и характер цветения могут определять устойчивость или восприимчивость растений к заболеваниям, возбудители которых внедряются через рыльца, нектарники и другие части цветков. Виды и сорта растений, характеризующиеся закрытым типом цветения, обычно поражаются такими болезнями меньше, чем виды или сорта с открытым цветением.

Неблагоприятные условия для прорастания спор грибов создаются при наличии на хвое, листьях, плодах воскового налета или обильного опушения, так как это делает их несмачиваемыми. Например, сизые («голубые») формы некоторых хвойных пород, хвоя которых покрыта восковым налетом, как правило, более устойчивы к шютте и ржавчине по сравнению с обычными формами.

Устойчивость некоторых видов и сортов растений к заражению грибами, которые внедряются непосредственно через кутикулу, часто обуславливается большей, чем у восприимчивых видов, толщиной кутикулярного слоя. Так, у сильно поражаемого ржавчиной вида барбариса *Berberis dictyophylla* общая толщина кутикулы и наружной стенки эпидермиса составляет 0,82 мкм, а у невосприимчивого *Berberis thunbergii* - 1,57 мкм, т.е. она почти вдвое больше. С этим фактором связана и возрастная устойчивость листьев и побегов дуба к мучнистой росе. Молодые растущие листья, имеющие тонкую, нежную кутикулу,

сильно поражаются мучнистой росой. По мере увеличения толщины и прочности кутикулярного слоя повышается и устойчивость листьев. Листья же, закончившие рост, практически невосприимчивы к болезни. Такую же защитную роль играет одревеснение побегов. Кутикула может служить для патогенов не только механическим, но и химическим барьером, так как содержащиеся в ней воск и кутан обладают фунгицидными свойствами.

Важным фактором устойчивости могут быть анатомические особенности и физико-механические свойства внутренних тканей растений: более плотная паренхимная ткань, мощное развитие склеренхимы и расположение ее в периферической части стебля или вокруг сосудисто-проводящих пучков препятствуют распространению и нормальному развитию патогена внутри растения. Так, устойчивые (или выносливые) к корневой губке экземпляры сосны в очагах болезни обычно характеризуются большей толщиной годичных слоев и стенок трахеид, более высоким процентом поздней древесины и другими особенностями. Исследования показали, что утолщение клеточных стенок в древесине устойчивых сосен обусловлено повышенным содержанием в них гемицеллюлозы и лигнина.

#### **Физиолого-биохимические факторы пассивного иммунитета**

К этой группе факторов относятся специфические особенности обмена веществ растений, высокое содержание или определенный качественный состав углеводов, белков и продуктов их распада, наличие в клетках растений веществ, выполняющих защитную роль, физико-химические особенности тканей, некоторые функциональные особенности растений.

Устойчивость растения к болезни может быть связана с отсутствием в его тканях необходимых для возбудителя элементов питания или физиологически активных веществ, несоответствием обмена веществ растения-хозяина обмену веществ патогена, угнетением патогена токсичными продуктами метаболизма растения, другими неблагоприятными для патогена факторами.

Одним из важнейших факторов устойчивости к инфекционным болезням является неблагоприятный для патогенов характер углеводного и белкового обмена растений. Устойчивость, связанная с этим фактором, в значительной мере зависит от типа питания патогена, степени его паразитической активности и специализации. Так, растения, устойчивые к некротрофам (факультативным паразитам и факультативным сапротрофам), обычно характеризуются более высоким общим содержанием углеводов по сравнению с восприимчивыми. Это установлено, например, для вязов, устойчивых к голландской болезни. Качественный состав углеводов в этом случае не имеет большого значения, поскольку некротрофы обладают богатым ассортиментом гидролитических ферментов, в том числе карбогидраз. На устойчивость же растений к узко специализированным биотрофам, имеющим ограниченный набор ферментов, в большей степени влияет качественный состав углеводов в тканях растения-хозяина. В то же время к облигатным паразитам особенно восприимчивы наиболее жизнеспособные и хорошо развитые растения, характеризующиеся активным течением процессов фотосинтеза и, следовательно, высоким общим содержанием углеводов в их тканях.

Фактором устойчивости растений к факультативным паразитам может служить высокое содержание в тканях белков и промежуточных продуктов белкового обмена. Устойчивость же к облигатным паразитам определяется в основном качественными особенностями белкового комплекса растений, несходством строения белков растения-хозяина и патогена, отсутствием в тканях растения белковых соединений, доступных для питания патогена.

Наличие в тканях растений определенных аминокислот, токсичных для паразита (или, наоборот, отсутствие аминокислот, необходимых для его жизнедеятельности), высокое содержание токсичных продуктов распада белков - аммиака и мочевины - также могут обеспечивать устойчивость растений к инфекционным болезням.

Среди химических соединений, обуславливающих устойчивость растений, большое значение имеют фенолы, алкалоиды, эфирные масла, пигменты, смолы, терпены, дубильные

и другие вещества. Некоторые из них сами по себе токсичны для паразитов, и наличие их в растении служит как бы «химическим барьером», препятствующим заражению.

Защитная роль других веществ более сложна и связана с их активным участием в биохимических реакциях клетки, ведущих к образованию токсичных соединений. В тех случаях, когда подобные реакции происходят под влиянием возбудителя, их следует рассматривать уже как защитные реакции активного иммунитета.

Одним из факторов устойчивости сосны к корневой губке является содержание в древесине веществ фенольной природы (в частности, резорцина), оказывающих на гриб сильное ингибирующее и токсическое действие. Доказана также связь устойчивости луба у ели к распространению корневой губки с содержанием в нем фенольных соединений.

Антибиотические вещества, свойственные определенным видам высших растений и всегда содержащиеся в их тканях, называют фитонцидами. Фитонциды обуславливают неспецифический иммунитет растений к сапротрофным микроорганизмам, сдерживая процесс их приспособления к обмену веществ растений-хозяев. В некоторых случаях фитонциды могут служить одним из факторов устойчивости растений к факультативным паразитам, однако их роль в комплексе защитных средств растений невелика. В иммунитете растений к облигатным паразитам и факультативным сапротрофам фитонциды не имеют значения, хотя и могут в какой-то мере препятствовать прорастанию спор патогена, его внедрению в растение.

Определенную роль в пассивном иммунитете растений к фитопатогенным организмам играют такие физико-химические показатели растительных клеток, как проницаемость цитоплазмы, осмотическое давление и кислотность клеточного сока.

Устойчивость к внедрению патогенов может быть обусловлена некоторыми функциональными особенностями растений, например суточным ритмом движений устьиц, характером прорастания семян, способностью к интенсивному образованию каллюса, быстрому заживлению ран и др.

### **АКТИВНЫЙ ВРОЖДЕННЫЙ ИММУНИТЕТ**

Проявления активного иммунитета носят характер специфических защитных реакций растения, возникающих в ответ на заражение. Они могут быть направлены на подавление самого возбудителя болезни, разрушение и обезвреживание его выделений или на восстановление нарушенных болезнью физиологических функций и обмена веществ пораженного растения. Различают антиинфекционные и антитоксические защитные реакции растений (однако между ними не всегда можно провести четкую грань).

**Антиинфекционные защитные реакции** направлены непосредственно против патогена. Они препятствуют распространению паразита в тканях растения, подавляют его развитие, приводят к его локализации и гибели. Примерами таких реакций могут служить реакция сверхчувствительности, явление фагоцитоза, синтез фитоалексинов.

Реакция сверхчувствительности, возникающая в ответ на внедрение патогена, наиболее ярко проявляется при заражении растений облигатными паразитами, которые характеризуются биотрофным типом питания, например ржавчинными и мучнисторосяными грибами, вирусами, микоплазмами. Суть этой реакции заключается в быстром отмирании клеток устойчивого растения в местах внедрения возбудителя. Оказавшись в зоне мертвой ткани, паразит - биотроф локализуется в ней, лишается питания и погибает.

Внешне реакция сверхчувствительности выражается в появлении на листьях небольших хлоротичных, а затем некротических пятен (так называемых защитных некрозов). У высокоустойчивых растений образуются мелкие, точечные некрозы, которые практически не влияют на работу ассимиляционного аппарата. Реакция сверхчувствительности - наиболее характерное проявление вертикальной устойчивости.

Фагоцитозом называют внутриклеточное переваривание патогенных микроорганизмов. В наиболее характерной форме он проявляется при развитии эндотрофной микоризы в корнях растений. Когда гифы гриба-микоризообразователя проникают в клетки первичной коры, в цитоплазме этих клеток возникают ответные защитные реакции,

направленные на ослабление и уничтожение мицелия паразита или на предотвращение дальнейшего распространения гиф в живых тканях корней. В результате этих реакций гифы микоризного гриба сплетаются в клубки (везикулы), которые затем постепенно перевариваются клеткой, или образуют древовидные разветвления - арбускулы, не способные активно расти и переходить в соседние клетки корня. Благодаря фагоцитозу развитие и распространение гриба в корнях растения-хозяина поддерживается на уровне симбиоза, обеспечивающего определенную выгоду для обоих партнеров.

Фитоалексины - особые липидоподобные защитные вещества, которые, как и фитонциды, обладают антибиотическим действием. Они задерживают развитие возбудителей болезни или подавляют синтез патогенами ферментов и токсинов.

Однако в отличие от фитонцидов, фитоалексины в здоровых тканях отсутствуют и образуются только в случае заражения растений микроорганизмами. В очень малых количествах (следы) они обнаруживаются также при механическом повреждении тканей.

Фитоалексины вырабатываются зараженным или поврежденным растением в результате взаимодействия метаболитов патогена и метаболитов растения-хозяина, причем образование фитоалексинов может быть вызвано не только паразитирующими на данном растении видами возбудителей, но и не патогенными для него микроорганизмами. Растениям определенного рода или вида свойственны определенные фитоалексины. Характерно, что фитоалексины продуцируются как устойчивыми, так и восприимчивыми к патогену формами и сортами растений. Степень устойчивости (или восприимчивости) определяется в этом случае количеством фитоалексинов и скоростью их накопления в тканях зараженного растения. Устойчивые растения могут вырабатывать в 2-3 раза больше фитоалексинов, чем восприимчивые.

**Антитоксические защитные реакции** растений направлены главным образом на обезвреживание ферментов, токсинов и других вредных продуктов жизнедеятельности патогенов. К реакциям этого типа можно отнести перестройку и активизацию ферментных систем растения-хозяина, образование механических барьеров и др.

Важнейшим фактором активного иммунитета является перестройка ферментных систем растения, прежде всего окислительной системы. При заражении устойчивых растений деятельность окислительной системы у них резко активизируется и приобретает характер защитной реакции, направленной на уменьшение причиняемого патогеном вреда.

Окислительные ферменты устойчивого растения инактивируют гидролитические ферменты возбудителя или подавляют синтез этих ферментов. Кроме того, они нейтрализуют токсины возбудителя, разрушая их или окисляя до безвредных для растения соединений. Следует отметить, что у растений устойчивых (в отличие от восприимчивых) преобладают окислительные ферменты, не чувствительные к токсинам патогена и даже активизирующиеся под их действием. Защитная роль окислительных ферментов растения-хозяина заключается и в том, что они активно участвуют в процессах синтеза веществ, необходимых для восстановления разрушенных паразитом клеточных структур и тканей и нормализации физиологических процессов.

Активное сопротивление растения может проявляться в утолщении оболочек клеток, окружающих зону заражения, образовании вокруг зараженного участка пробкового слоя или слоя вторичной перидермы. Такие механические барьеры задерживают распространение патогена и его токсинов, ведут к его локализации или вытеснению из растения вместе с участком пораженной ткани (как это наблюдается при дырчатой пятнистости листьев). Еще один пример антитоксической защитной реакции этого типа - образование в корнях деревьев, зараженных опенком, вторичной перидермы, препятствующей распространению токсинов гриба в вышележащие части дерева. Процессы образования защитных тканевых барьеров также тесно связаны с активизацией ферментных систем растения-хозяина.

Резюмируя сказанное о врожденном иммунитете растений, необходимо подчеркнуть, что устойчивость растений к инфекционным болезням в большинстве случаев обуславливается не отдельными особенностями или свойствами организма, а комплексом

сложнейших защитных механизмов, тесно взаимосвязанных между собой и действующих на определенных этапах патологического процесса.

### **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ**

Наследуемые защитные свойства растений, являющиеся факторами врожденного иммунитета, контролируются генами устойчивости, а свойства патогенов, обуславливающие их способность вызывать болезни, - генами патогенности (вирулентности). Наследование устойчивости растений, как и других свойств, контролируемых генами, подчиняется законам Менделя.

Одной из теорий, объясняющих генетические механизмы иммунитета, является теория «ген на ген», разработанная американским фитопатологом Х. Флором. Согласно этой теории каждому гену растения-хозяина, определяющему его устойчивость, соответствует ген паразита, определяющий его вирулентность. Такие взаимосвязанные гены хозяина и паразита называют комплементарными. Совершенно очевидно, что гены устойчивости имеют большую селекционную ценность.

Механизм эволюции и саморегуляции взаимоотношений в системе паразит-хозяин заключается в постоянном появлении (при мутациях и естественном отборе) новых генов устойчивости в популяциях растения-хозяина и новых генов вирулентности в популяциях паразита. Результатом такой изменчивости паразита и хозяина является генетическая неоднородность популяций как возбудителя болезни, так и поражаемых растений. Столь сложное генетическое взаимодействие в системе паразит-хозяин, обеспечивающее выживание обоих партнеров и их равновесие в природе, могло сложиться лишь в результате их длительной совместной эволюции.

Теория сопряженной эволюции паразита и хозяина на их совместной родине была выдвинута и блестяще аргументирована основоположником учения об иммунитете растений к инфекционным болезням Н. И. Вавиловым. Сущность этой теории состоит в том, что географические центры формирования видов растений в большинстве случаев являются одновременно и центрами формирования рас их паразитов. Исходя из того, что именно в этих генетических центрах происходит интенсивный процесс естественного отбора устойчивых форм растений, Н. И. Вавилов обосновал положение о том, что устойчивые виды и формы растений, которые могут служить исходным материалом для селекции на устойчивость, следует искать на первичной родине хозяина и паразита.

Искусственный отбор устойчивых форм растений является одним из основных методов селекционной работы. Наилучшие результаты дает отбор на инфекционном фоне, т.е. при наличии контакта популяции растений с возбудителями болезней. Так, отдельные устойчивые экземпляры хвойных пород нередко встречаются в очагах корневой гнили, а устойчивые экземпляры осины - в очагах осинового трутовика. Семена, собранные с таких деревьев, могут служить исходным материалом для дальнейшего отбора на устойчивость к гнилевым болезням. Второй не менее важный метод селекции на устойчивость - гибридизация. Этот метод дает возможность получать новые формы растений, сочетающие высокие хозяйственные качества, унаследованные от одного родителя, с устойчивостью к болезням, унаследованной от другого. Таким путем, например, были получены гибридные формы ильмовых пород, устойчивые к голландской болезни, и формы тополей, устойчивые к стволовой гнили и некрозам стволов и ветвей.

### **ВЫНОСЛИВОСТЬ РАСТЕНИЙ**

Под выносливостью (толерантностью) понимают свойство растений, не обладающих устойчивостью к болезни и не способных противостоять заражению, оказывать сопротивление дальнейшему развитию инфекционного процесса, сохраняя при этом жизнеспособность и удовлетворительную продуктивность.

Наиболее часто выносливость проявляется в том, что симптомы болезни (т.е. видимая реакция растения на воздействие патогена) бывают плохо выражены. Таким образом, выносливые растения, как правило, отличаются слабой поражаемостью. Высшая степень

выносливости характеризуется отсутствием внешних признаков болезни у зараженного растения.

Понятие выносливость употребляют и в тех случаях, когда растения характеризуются сильной поражаемостью, однако удовлетворительно растут и развиваются, как это иногда наблюдается при поражении пятнистостями, некоторыми видами ржавчины, гнилевых и других болезней. Такая выносливость может объясняться несинхронностью развития растения-хозяина и патогена, способностью растения развивать новые побеги, листья или корни взамен пораженных (компенсаторный рост), вегетативной мощностью растения и т. п.

Например, поражение растений многими видами пятнистостей листьев происходит во второй половине лета, когда растения в основном уже закончили рост, сформировали плоды и семена. Растения, выносливые к болезням корней, обычно обладают способностью к образованию придаточных корней. В очагах корневой гнили часто встречаются деревья, пораженные грибом, но при этом отличающиеся нормальным приростом и отсутствием явных признаков ослабления; их выносливость обусловлена мощным развитием корневой системы.

В природных популяциях растений выносливость является одним из факторов естественного отбора: растения, сильно страдающие от болезни, не выдерживают конкуренции с более выносливыми экземплярами, вследствие чего повышается выносливость популяций в целом. Однако выносливые растения могут стать накопителями патогенов и источниками инфекции для других растений, особенно в том случае, если патоген обладает широкой специализацией. Кроме того, в больших популяциях патогенов возрастает вероятность появления новых рас возбудителей болезней.

## **2. ПРИОБРЕТЕННЫЙ ИММУНИТЕТ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ**

У растений различают инфекционный и неинфекционный приобретенный иммунитет. Инфекционный приобретенный иммунитет может появиться в результате перенесенной болезни, если она закончилась выздоровлением растения. Проявления такого иммунитета у растений встречаются крайне редко, и его практическое значение невелико.

Гораздо большее значение имеет неинфекционный приобретенный иммунитет, возникающий под влиянием каких-либо внешних факторов, под действием определенных химических веществ. Растения могут также приобрести устойчивость к инфекционным болезням в результате обработки их специальными биологическими препаратами (вакцинами).

Приобретение растениями искусственного иммунитета, повышение их устойчивости к болезням с помощью различных приемов называют иммунизацией.

### **Химическая иммунизация растений**

Методы химической иммунизации получили наиболее широкое распространение и признание. В качестве химических иммунизаторов используют основные удобрения (азотные, калийные, фосфорные), микроэлементы, антиметаболиты.

**Применение удобрений.** Использование азота, калия и фосфора основано на том, что они оказывают существенное влияние на анатомическое строение, обмен веществ и физиологические функции растений. Изменяя их в направлении, неблагоприятном для фитопатогенных организмов, основные удобрения могут повышать устойчивость или выносливость растений к болезням.

Особенно важное значение для повышения устойчивости растений имеют калийно-фосфорные удобрения. Калий и фосфор активизируют деятельность ферментов, снижают скорость гидролитических процессов, увеличивают вязкость цитоплазмы, тургор клеток, механическую прочность тканей. В результате повышается общая сопротивляемость растений воздействию неблагоприятных факторов среды, их устойчивость или выносливость к инфекционным болезням. Например, внесение в питомниках повышенных доз калия и фосфора уменьшает поражаемость сеянцев полеганием, выпреванием, мучнистой росой, ржавчиной.

Азотные удобрения, в сочетании с калийно-фосфорными, усиливают рост, повышают продуктивность, устойчивость и выносливость растений. Однако относительный избыток азота или внесение его в поздние сроки могут понизить устойчивость растений к болезням. Так, например, одностороннее азотное удобрение заметно усиливает поражение сеянцев и молодых культур дуба мучнистой росой. Это объясняется тем, что под влиянием азота удлиняется период образования и роста новых побегов и листьев. Они дольше остаются восприимчивыми к возбудителю болезни, так как он поражает именно молодые, растущие органы растений. Избыток азота в почве снижает также устойчивость сосны к корневой губке.

**Применение микроэлементов.** Медь, цинк, железо, марганец и другие микроэлементы играют очень важную роль в биохимических реакциях клеток, синтезе структурных элементов растительных тканей и других процессах. Сдвигая их в неблагоприятном для патогена направлении, микроэлементы могут повысить болезнеустойчивость растений.

Микроэлементы способствуют утолщению кутикулы и клеточных стенок, повышению прочности тканей, т.е. формированию механических защитных барьеров, препятствующих заражению растений и распространению в них возбудителей болезней.

Многие микроэлементы входят в состав окислительных и других ферментов, непосредственно участвующих в защитных реакциях растений. Кроме того, микроэлементы могут инактивировать ферменты и токсины патогенов, вызывать у них регрессивные изменения: угнетение роста, лизис и дегенерацию клеток. Например, цинк, кобальт, медь, бор, молибден угнетают рост мицелия корневой губки, других фитопатогенных грибов.

Велика роль микроэлементов и в профилактике неинфекционных болезней, связанных с недостатком этих веществ в почве. Существуют различные способы применения основных удобрений и микроэлементов: внесение в почву, предпосевная обработка семян и посадочного материала, внекорневая подкормка вегетирующих растений. Наилучший результат может быть достигнут при сбалансированном сочетании микроэлементов, минеральных и органических удобрений. Эффективность иммунизации зависит также от применяемых концентраций и доз макро- и микроэлементов, способов и сроков их применения (с учетом биологических особенностей патогенов и обрабатываемых растений), почвенных и других условий.

**Применение антиметаболитов.** Антиметаболитами называют органические вещества, очень близкие по химическому составу, структуре и свойствам к соединениям, участвующим в нормальном обмене веществ растений.

Антиметаболиты настолько сходны с нормальными метаболитами, что могут замещать их в обменных процессах. Будучи безвредными для самого растения, антиметаболиты вызывают в его тканях биохимические изменения, неблагоприятные для патогена: увеличение количества белков, дубильных и других защитных веществ, усиление активности ферментов и т.д. В результате растение приобретает устойчивость к инфекционной болезни. Например, гидрохинон и паранитрофенол повышают устойчивость ильмовых к голландской болезни. К антиметаболитам относят также аргинин, аденозин, пиритиамин. Предполагают, что свойствами антиметаболитов обладают и некоторые фунгициды, например, коллоидная сера и др.

Антиметаболиты применяют разными способами: замачиванием семян в их растворах, внесением в почву, путем инъекций и др. Иммунизирующее действие антиметаболитов может проявляться не только в год обработки растений, но и в последующие 1-3 года.

#### **Биологическая иммунизация (вакцинация) растений**

В качестве биологических иммунизаторов (вакцин) используют ослабленные или убитые культуры фитопатогенных микроорганизмов, вытяжки из них, продукты их жизнедеятельности (токсины), антиинфекционные сыворотки. Механизм иммунизирующего действия вакцин изучен еще недостаточно. Под влиянием вакцины в тканях растений

изменяется обмен веществ, образуются соединения, подавляющие развитие патогена или нейтрализующие его токсины, возникают защитные реакции типа фагоцитоза, подобные тем, какие наблюдаются при врожденном активном иммунитете растений.

Действие вакцин специфично: растения, обработанные вакциной, приготовленной из определенного патогена, приобретают устойчивость только к этому патогену. Однако известны случаи и перекрестной защиты, когда введение в ткани растения одного патогена повышает его устойчивость и к другим возбудителям. Основные способы применения вакцин: обработка семян, опрыскивание вегетирующих растений, введение внутрь растений путем инъекций.

Устойчивость и выносливость насаждений можно повысить направленным изменением условий их роста, применением комплекса эффективных лесохозяйственных мероприятий. Важное значение имеют использование высококачественных семян и здорового посадочного материала, правильный уход за насаждениями на всех фазах развития, профилактика повреждений, регулирование рекреационных нагрузок, строгое соблюдение санитарных правил и т. п.

## **ЛЕКЦИЯ №6. БОЛЕЗНИ СЕМЯН, ПЛОДОВ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ. БОЛЕЗНИ ВСХОДОВ, СЕЯНЦЕВ И МОЛОДНЯКОВ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ. БОЛЕЗНИ ЛИСТЬЕВ И ХВОИ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ. СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И НЕКРОЗНО-РАКОВЫЕ БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД И СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ ЗАЩИТЕ.**

1. Распространение и зона вредоносности.
2. Обзор отдельных болезней.
3. Меры борьбы с ними.

### **1. БОЛЕЗНИ ПЛОДОВ И СЕМЯН И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

Получение необходимого количества здоровых сеянцев, рост лесных культур, формирование высокопродуктивных устойчивых насаждений в значительной мере зависят от качества посевного материала. Качество семян играет важную, подчас решающую роль в естественном возобновлении леса, в развитии благонадежного подростка. Одним из главных факторов, снижающих качество семян и влияющих на дальнейшее развитие сеянцев, является поражение плодов и семян микроорганизмами, чаще всего грибами.

Грибы - возбудители болезней семян существенно различаются между собой по уровню паразитической активности и специализации. Они весьма многочисленны, а вызываемые ими болезни разнообразны по характеру развития и симптомам.

Грибные болезни плодов и семян причиняют лесному хозяйству немалый ущерб: они вызывают гибель семян или снижают их посевные кондиции, приводят к заболеваниям всходов и посадочного материала в питомниках, ухудшают развитие самосева под пологом леса. Иногда наблюдается гибель всего урожая семян на дереве или под пологом насаждения, потеря всхожести больших партий семян во время хранения и транспортировки.

Заражение фитопатогенными грибами может происходить еще на дереве, на различных этапах развития и созревания семян. В других случаях семена заражаются грибами во время сбора или хранения.

Многие болезни плодов и семян, особенно болезни, связанные с весенним заражением завязей паразитными грибами, развиваются в летний период, вызывая характерные изменения формы, цвета, размеров или структуры семян, и поэтому легко обнаруживаются во время их заготовки. В этом случае больные семена могут быть тем или иным способом отделены от здоровых и уничтожены. Таковы мумификация семян березы, болезни, вызываемые голосумчатыми и ржавчинными грибами, пятнистости плодов и семян.

При заболеваниях, связанных с более поздним заражением семян (особенно после их созревания и опадения), внешние признаки поражения в момент заготовки еще не проявляются в полной мере. Поэтому зараженные семена могут попасть в хранилища и явиться источником инфекции для здоровых семян. К болезням такого типа относятся различные гнили, мумификация желудей и заболевания, вызываемые плесневыми грибами.

Болезни плодов и семян характеризуются внутренней инфекцией, при которой мицелий гриба проникает внутрь семени и развивается в тканях оболочки, зародыша или семядолей, используя их как питательный субстрат. Встречается и поверхностное загрязнение семян спорами фитопатогенных грибов или так называемая внешняя инфекция, при которой сами семена обычно не поражаются, но при их высеве могут возникнуть заболевания проростков, всходов и посадочного материала. Бактериальные болезни плодов и семян встречаются сравнительно редко и не имеют большого практического значения. По характеру заражения семян, срокам развития и особенностям проявления можно выделить следующие основные группы и типы болезней плодов и семян.

### **БОЛЕЗНИ, РАЗВИВАЮЩИЕСЯ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА**

Большинство болезней, поражающих семена во время вегетации, вызывается узкоспециализированными грибами из числа облигатных паразитов и факультативных сапротрофов. Это ржавчина шишек, деформации плодов и семян, болезни типа мумификации. Исключение составляют лишь некоторые виды пятнистостей, вызываемые факультативными паразитами или факультативными сапротрофами с более широкой специализацией. Болезни этой группы разнообразны по внешнему проявлению. Как правило, они характеризуются глубокими специфическими изменениями пораженных тканей.

### **БОЛЕЗНИ, РАЗВИВАЮЩИЕСЯ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА**

#### **Ржавчина шишек**

Ржавчиной поражаются шишки ели. Их легко отличить от здоровых по широко раскрытым чешуям, на которых располагаются эции ржавчинных грибов в виде оранжевых или коричневых шаровидных вместилищ. Поражение ржавчиной резко уменьшает выход семян. Кроме того, семена, развивающиеся в таких шишках, обычно щуплые, мелкие, легковесные. Они обладают низкой всхожестью. При сильном развитии болезни пораженные шишки иногда совсем не дают всхожих семян. Поэтому на семена не следует собирать шишки, даже в незначительной степени пораженные ржавчиной. Это заболевание причиняет вред лесному хозяйству, препятствуя естественному возобновлению леса и получению полноценных семян для искусственного разведения ели. Ржавчину шишек ели вызывают два вида разнохозяйных грибов с полным циклом развития.

### **БОЛЕЗНИ, РАЗВИВАЮЩИЕСЯ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА**

#### **Деформация плодов**

Деформация плодов наблюдается при заболеваниях, вызываемых сумчатыми грибами рода *Taphrina*. У пораженных плодов резко изменяются форма, цвет, анатомическое строение. Семена в деформированных плодах обычно совсем не образуются, иногда остаются недоразвитыми и невсхожими. Наиболее часто встречается деформация плодов косточковых древесных пород и плодиков ольхи. Иногда болезнь поражает осину и некоторые виды тополя.

### **БОЛЕЗНИ, РАЗВИВАЮЩИЕСЯ ПРИ ХРАНЕНИИ СЕМЯН**

Болезни этой группы вызываются главным образом факультативными паразитами из числа сумчатых и несовершенных грибов. В большинстве случаев активное развитие возбудителей происходит во время транспортировки и хранения семян, хотя их заражение могло осуществиться еще в лесу, в период созревания или сбора. Болезни плодов и семян при хранении обычно проявляются в форме гнили или плесени. Заражению семян способствуют их повреждение и ослабление. Массовое развитие этих заболеваний, как правило, является следствием нарушения правил сбора и перевозки семян или неправильного режима их хранения.

### **БОЛЕЗНИ, РАЗВИВАЮЩИЕСЯ ПРИ ХРАНЕНИИ СЕМЯН**

#### **Плесневение плодов и семян**

Плесневение плодов и семян всегда служит показателем плохой организации их сбора или хранения. Грибы, вызывающие плесневение семян, относятся к числу сапротрофов или факультативных паразитов и способны развиваться лишь на мертвых или сильно ослабленных тканях. Их ослабление или отмирание могут вызвать механические

повреждения, подмерзание, чрезмерное увлажнение или, наоборот, пересыхание семян, повреждение насекомыми, повышенная температура, недостаточная аэрация и другие факторы.

Споры плесневых грибов обычно попадают на семена во время их заготовки и перевозки, иногда еще при созревании семян на деревьях. Для прорастания же спор, развития мицелия и спороношений, внедрения гриба в ткань семени необходимы условия, которые чаще всего возникают при неправильном хранении семян.

Развиваясь вначале на покровных тканях семян, плесневые грибы не оказывают существенного влияния на их посевные качества. Однако в дальнейшем гифы грибов могут разрушить оболочки семян, проникнуть в их внутренние ткани и вызвать гибель зародыша.

## **СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ПЛОДОВ И СЕМЯН ОТ БОЛЕЗНЕЙ**

Система мероприятий по защите плодов и семян включает проведение надзора, выполнение правил лесной профилактики в лесосеменных хозяйствах, правильную организацию сбора и хранения плодов и семян, фитопатологическую экспертизу семян, химические меры борьбы.

**Надзор** за появлением и распространением болезней плодов и семян проводится с целью выявления их видового состава, степени пораженности семян, динамики их развития в насаждениях и причиняемого вреда. Для проведения надзора в лесосеменных хозяйствах отводят таксационные выделы сроком на 10 лет. Надзор осуществляют путем периодического сбора и анализа плодов (желудей, шишек и т.д.). Сбор плодов проводят не менее двух раз в год в соответствии со сроками развития плодов и семян, а также возбудителей главнейших заболеваний.

В каждом отведенном для надзора выделе с 3-5 плодоносящих деревьев методом случайной выборки снимают не менее 300 плодов и определяют их зараженность болезнями. На основании этих данных делают заключение о необходимости тех или иных мероприятий. Анализ данных надзора за несколько лет позволяет судить о динамике развития болезней и угрозе поражения ими плодов и семян в последующие годы.

Для получения здоровых семян с высокими генетическими и посевными качествами необходимо производить их заготовку на специальных лесосеменных плантациях или семенных участках. Под лесосеменные участки отводят совершенно здоровые, лучшие по всем показателям древостой. При закладке новых участков следует отбирать экотипы и формы древесных пород, наиболее устойчивые к инфекционным болезням и воздействию абиотических факторов. На лесосеменных плантациях и в окружающих насаждениях необходимо строго выполнять санитарные правила, осуществлять надзор за распространением вредителей и болезней, проводить борьбу с теми из них, которые могут снизить урожай и качество семян.

На территории лесосеменных участков и в прилегающих к ним насаждениях следует уничтожать деревья и кустарники, являющиеся промежуточными хозяевами возбудителей болезней семян.

**Сбор семян** на лесосеменных участках следует проводить только с абсолютно здоровых, лучших по росту и развитию деревьев. Важное значение имеет выбор оптимальных сроков сбора и способов заготовки семян с учетом биологических особенностей древесных пород и кустарников, а также местных условий. Для предупреждения заражения плодов и семян фитопатогенными грибами необходимо во время сбора, транспортировки и переработки плодов и шишек оберегать их от загрязнения, механических повреждений, самонагревания или подмерзания, чрезмерного увлажнения и пересушивания.

**Способ и режим хранения семян** определенных пород имеют очень большое значение. При этом особое внимание следует уделять поддержанию оптимальных температуры и влажности воздуха, аэрации семенохранилищ. Так, во время хранения семян допускаются колебания температуры лишь в пределах от 0 до 5°C, а влажности - от 65 до

70%. Хранящиеся семена рекомендуется периодически перемешивать, а семенохранилища - проветривать. Для контроля за состоянием и качеством семян в процессе хранения периодически берутся пробы.

**Химическая защита семян** включает следующие мероприятия: дезинфекцию 3%-м раствором формалина орудий труда и тары для семян как перед сбором, так и по окончании сбора каждой партии семян; дезинфекцию семенохранилищ перед закладкой семян на хранение путем фумигации - сжигания серы из расчета 30-40 г на 1 м<sup>3</sup> помещения; протравливание семян химическими препаратами. Для предотвращения развития грибных болезней во время зимнего хранения рекомендуется сухое протравливание семян, особенно желудей, перед закладкой их в хранилища. Наиболее эффективно применение ТМТД, фундазола, топсина-М и некоторых других фунгицидов.

Семена всех древесных растений, предназначенные для посева, перед посевом должны пройти специальную проверку (фитопатологическую экспертизу) на лесосеменной станции. По результатам этой проверки лесосеменная станция делает заключение о наличии грибной или бактериальной инфекции и степени зараженности семян, дает рекомендации по предпосевной обработке семян соответствующими препаратами.

ТМТД, ВСК (400 г/л) 4-12 л/т протравливание семян за 1-15 дней до посева. Расход рабочей жидкости – 10 л/т.

## **2. БОЛЕЗНИ ВСХОДОВ, СЕЯНЦЕВ, МОЛОДНЯКОВ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

Питомники и культуры представляют собой эколого-производственный объект, включающий определенные возрастные группы растений: всходы, сеянцы, молодняки. В этих возрастных периодах растения наиболее сильно поражаются болезнями. Одни из них являются специфичными для растений определенного возрастного периода. Например, полеганием поражаются только всходы, а выпревание встречается только на однолетних сеянцах. Другие болезни поражают как растения в питомниках, так и взрослые насаждения, однако представляют опасность только для молодых растений. К ним относятся шютте, ржавчина побегов сосны (сосновый вертун), мучнистая роса и др.

Болезни, развивающиеся в питомниках, имеют разное хозяйственное значение. Например, полегание сеянцев распространено повсеместно и ежегодно вызывает отпад сеянцев в среднем на 20-30%. Большой ущерб в разных географических зонах причиняет снежное шютте. Такие болезни, как выпревание сеянцев, шютте лиственницы, развиваются лишь в отдельные годы, наиболее благоприятные для развития возбудителей, но вред растениям в эти годы они могут принести большой.

В настоящее время создают крупные базисные питомники, в широком масштабе проводят работы по лесовосстановлению, защитному лесоразведению и озеленению городов, что требует большого количества высококачественного посадочного материала. Однако серьезным препятствием для выращивания стандартного посадочного материала являются болезни.

**ПОЛЕГАНИЕ ВСХОДОВ И СЕЯНЦЕВ**

**ГНИЛЬ СЕЯНЦЕВ**

**БОЛЕЗНИ ТИПА ШЮТТЕ**

**ВЫПРЕВАНИЕ И ДРУГИЕ БОЛЕЗНИ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД**

**БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ РЖАВЧИНЫМИ ГРИБАМИ**

**МУЧНИСТАЯ РОСА**

**ПЯТНИСТОСТИ И ДРУГИЕ БОЛЕЗНИ ЛИСТЬЕВ**

## **СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ПИТОМНИКОВ, КУЛЬТУР И МОЛОДНЯКОВ ОТ БОЛЕЗНЕЙ**

В питомниках на сравнительно маленькой площади концентрируется большое количество ценного посадочного материала, с сохранности и состояния которого зависит успешность лесокультурных работ. Огромные площади лесных культур, многие из которых расположены в малолесных районах страны, также требует заботы со стороны лесоводов и

должны быть сохранены. В отличие от хорошо возобновляющихся естественных лесов, не требующих больших вложений в период своего роста и развития, при создании питомников и выращивании культур вкладываются большие трудовые и финансовые средства. Тем важнее не допустить напрасных затрат и предотвратить ущерб от вредных организмов. В ряде случаев возникает необходимость и в защите естественных молодняков и подроста на вырубках и под пологом леса, которые, как и молодые растения в питомниках и культурах, могут страдать от повреждений насекомых, клещей, позвоночных животных (грызунов и копытных) и болезней.

К числу наиболее распространенных болезней молодых растений относятся шютте, ржавчина хвои и побегов, пятнистости, мучнистая роса, ржавчина листьев, некрозы и раки побегов.

#### **Надзор за появлением и распространением болезней**

В питомниках организуется рекогносцировочный надзор, который ведется путем систематического наблюдения за состоянием растений, появлением очагов болезней, их распространением и степенью пораженности растений. Рекогносцировочный надзор дополняется детальным лесопатологическим обследованием, которое проводят три раза в год: весной, после схода снега, в первой половине лета и осенью (в сентябре) путем учета на пробных площадях. В питомниках весной, после схода снега проводят обследование с целью выявления очагов снежного, обыкновенного и бурого шютте, выпревания и побегового рака сосны. В начале лета осуществляется надзор за полеганием всходов, шютте лиственницы, ржавчиной побегов и склерофомозом сосны. При осеннем обследовании оценивают состояние посадочного материала и степень пораженности его болезнями типа ржавчина, пятнистости, мучнистая роса и др.

При детальном обследовании питомников проводят учет на пробных площадках размером 1 м посевной строчки с пересчетом всех растений. Выделяют растения без признаков поражения, пораженные и погибшие.

Прогноз ржавчины побегов сосны может осуществляться разными способами. В первом случае получают приблизительное представление о проявлении болезни по степени отклонения от нормы. Норма распространенности болезни колеблется от 30 до 50% и средний балл поражения 0,8-1,5; выше нормы соответственно значения более 50% и выше 1,5 баллов, ниже нормы - до 30% и 0,8 балла. Используя табл. и данные о погодных факторах предшествующего года, можно представить

#### **ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

Своевременное и технически грамотное выполнение лесохозяйственных мероприятий не только предотвращает появление очагов болезней в питомниках и культурах, но и является залогом высокой эффективности химических и биологических мер борьбы.

Для закладки новых, особенно базисных, питомников следует выбирать по возможности ровные участки с легкими супесчаными почвами. Питомники нельзя закладывать на площадях, вышедших из-под картофеля, бахчевых культур и кукурузы, так как воз- ' можно их поражение возбудителями инфекционного полегания.

Питомники рекомендуется закладывать на расстоянии 250 м от стены леса, чтобы предотвратить занесение инфекции из насаждений. Для снижения влажности почвы необходимо проводить дренирование низких сырых мест. Кислые почвы надо известковать, так как кислая среда активизирует жизнедеятельность возбудителей полегания. С целью создания неблагоприятных условий для развития в почве паразитических микроорганизмов и сорняков следует применять севообороты с черным паром. Применяемые в питомниках севообороты должны предусматривать высев одной и той же породы на одном месте не ранее чем через два года. Большую роль в снижении потерь от болезней в питомниках играют удобрения. Они улучшают рост и развитие растений, делая их более устойчивыми к болезням. Кроме того, внесение удобрений способствует созданию неблагоприятных условий для развития паразитной микрофлоры.

Семена перед высевом следует обязательно проверять в лабораториях Центрлессема или на зональных лесосеменных станциях для выяснения степени зараженности их болезнями, определения энергии прорастания и всхожести. Высев семян проводят в оптимальные сроки с соблюдением нормы посева и глубины заделки семян для каждой породы и конкретных условий. Для предотвращения поражения хвойных посевов болезнями типа шютте их не следует укрывать ветвями той же породы или мхом из этих насаждений, так как хвоя может быть источником инфекции.

В питомниках, чтобы предотвратить развитие грибных болезней, необходимо систематически проводить тщательную прополку сорняков, которые не только ослабляют сеянцы, но и могут служить источником инфекции, полегания и выпревания. Для предупреждения распространения болезней листьев (пятнистостей, мучнистой росы, ржавчины) в посевных, школьных отделениях и культурах необходимо осенью сгребать и сжигать опавшую листву, которая является источником инфекции. С этой же целью следует ликвидировать имеющиеся в питомниках переросшие школы.

Состояние культур и степень пораженности их грибными болезнями в значительной мере зависят от методов подготовки почвы, качества посадочного материала, техники посадки, ухода за ними, типов смешения. При глубокой зяблевой вспашке споры и склеротии фитопатогенных грибов (возбудителей полегания, выпревания) попадают в глубокие слои почвы и теряют способность к прорастанию и заражению растений. Посадочный материал перед высадкой необходимо тщательно отсортировать, удаляя пораженные болезнями, плохо развитые, многовершинные сеянцы. При посадке следует избегать загиба или механических повреждений корневой системы, так как в дальнейшем такие саженцы поражаются болезнями, повреждаются насекомыми и часто гибнут. При создании культур необходимо подбирать древесные и кустарниковые породы, устойчивые к болезням, с учетом их влияния друг на друга применительно к конкретным условиям. При создании культур необходимо учитывать, что в смешанных насаждениях создаются неблагоприятные условия для распространения болезней. Большое значение в повышении устойчивости культур к болезням имеет своевременный уход за посадками, обеспечивающий оптимальные условия для их роста и развития. Однако для предупреждения появления и ликвидации имеющихся очагов болезней одних только лесохозяйственных мероприятий недостаточно. Они должны дополняться химическими и биологическими мерами борьбы.

### **ХИМИЧЕСКИЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ**

Они осуществляются путем протравливания семян, опрыскивания посевов и посадок. В питомниках применяется многолитражное опрыскивание.

Протравливание семян проводят в том случае, если имеется заключение лесосеменной станции об их зараженности фитопатогенными грибами или при заведомо плохом качестве семян. Этим способом уничтожается инфекция, находящаяся на поверхности семян, а также создается защитная зона вокруг проростков. Семена протравливают сухим способом, эффективность которого повышается при его сочетании с намачиванием семян в растворах микроэлементов. Такая обработка повышает энергию прорастания и всхожесть, устойчивость к полеганию и способствует появлению дружных всходов.

Борьба с полеганием включает протравливание семян и опрыскивание посевов. Протравливание производится путем опудривания семян непосредственно перед посевом или заблаговременно. В последние годы для этой цели применяют фундазол, кемикар, картоцид, топсин-М, ТМТД из расчета 6 кг на 1 т семян. При появлении первых признаков болезни посевы опрыскивают картоцидом из расчета 3,6-4,8 кг препарата на 1 га. В случае дальнейшего распространения очагов болезни обработку повторяют.

Для защиты посевов и культур сосны до трехлетнего возраста от обыкновенного шютте рекомендуется проводить 1—2 опрыскивания, начиная с конца второй - начала третьей декады июля, водными суспензиями топсина-М (2-4 кг/га), байлетона (1,5 кг/га), привента (1,5 кг/га). Интервал между обработками - 2-3 нед. Норма расхода рабочей жидкости 400-800 л на 1 га.

Борьба со снежным шютте осуществляется путем 1-2-кратного опрыскивания посевов и культур сосны до пятилетнего возраста в середине октября водными суспензиями фундазола (0,5-0,8 кг/га), топсина-М (2-4 кг/га байлетона (1,5 кг/га), привента (1,5 кг/га). Нормы расхода рабочих жидкостей 400-800 л на 1 га на питомниках и до 1000-1200 л/га - в культурах. Интервал между обработками - 3 нед.

Для защиты лиственницы от шютте рекомендуется проводить 1 профилактическое и искореняющее опрыскивания посевов и культур до трехлетнего возраста. Искореняющую обработку следует проводить в период распускания почек на двухлетних посевах и в культурах, где имеется опавшая прошлогодняя хвоя, которая является источником первичной инфекции. Для этой цели используется бордоская смесь из расчета 30-60 кг препарата на 1 га. Норма расхода рабочей жидкости 400-600 л на 1 га.

В период вегетации, через 10-14 дней после распускания хвои, проводят опрыскивание водными суспензиями байлетона и привента с нормой расхода 2,4 кг препарата на 1 га. При необходимости через 2 нед обработку повторяют. Нормы расхода рабочих жидкостей составляют 400-500 л/га для однолетних посевов, 800 л/га - для двухлетних, 1000-1200 л/га - в культурах.

Для борьбы со ржавчиной побегов сосны (сосновый вертун) в первой половине мая проводят опрыскивание водными суспензиями оксихлорида меди (2,4-8 кг/га), бордоской смеси (6-8 кг/га), Абига-Пик (6-9,8 кг/га) с нормой расхода рабочих жидкостей 600-800 л на 1 га.

Защита сосны от побегового рака целесообразна только в питомниках, где в середине мая проводят опрыскивание посевов водными суспензиями фундазола (2,4-3,2 кг/га) и байлетона (1,8-2,4 кг/га) с нормой расхода рабочих жидкостей 600 л на 1 га.

Химическая защита сосны, ели и лиственницы от ржавчины хвои целесообразна только в том случае, если болезнь наблюдается из года в год и причиняет ощутимый вред. Проводится опрыскивание посевов в начале лета водными суспензиями бордоской смеси (6-8 кг/га), оксихлорида меди (2,4-8 кг/га), Абига-Пик (6-8 кг/га) с нормой расхода рабочей жидкости 600-800 л на 1 га.

При появлении первых признаков мучнистой росы дуба и других лиственных пород проводят опрыскивание водными суспензиями байлетона (2,4 кг/га), коллоидной серы (12-15 кг/га), привента (2,4 кг/га), кумулуса ДФ (7-10 кг/га) с нормой расхода рабочей жидкости 600-800 л на 1 га.

С целью предупреждения пятнистостей листьев рано весной, до распускания почек, проводят искореняющее опрыскивание по опавшей листве, которая является источником первичной инфекции. При этом используют водные суспензии бордоской смеси (6-16 кг/га) с нормой расхода рабочей жидкости 600-800 л на 1 га.

При появлении пятен на листьях проводят опрыскивание водными суспензиями бордоской смеси в концентрации 0,5% или фундазола - 0,1-0,15%.

Защита лиственных пород от ржавчины осуществляется путем опрыскивания в период вегетации водными суспензиями следующих препаратов: Абига-Пик в концентрации 0,4-1%, бордоская смесь - 0,5-1%, оксихлорид меди - 0,4-1%, привент - 0,01%, байлетон - 0,01%, арцерид - 0,5 %.

Для защиты тополя и ивы от парши проводят опрыскивание через 10-14 дней после распускания листьев водными суспензиями бордоской смеси (10-12 кг/га) и привента (0,1-0,4 кг/га) при норме расхода рабочих жидкостей 1000-1200 л на 1 га.

#### **4. СОСУДИСТЫЕ И НЕКРОЗНО-РАКОВЫЕ БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

Болезни этой группы поражают стволы и ветви различных древесных пород и кустарников в школах, культурах и насаждениях различного возраста. Они вызываются грибами разных классов и бактериями. Возбудители болезней стволов и ветвей отличаются патогенностью, образом жизни, способом проникновения и характером распространения в тканях дерева. В связи с этим вызываемые ими болезни причиняют неодинаковый вред.

Одни (вальзелловый некроз дуба, серо-желтый некроз тополя) поражают только усыхающие или уже отмершие стволы и ветви, ускоряя процесс разложения древесины, другие, например голландская болезнь ильмовых пород, смоляной рак сосны, эндоксилиновый рак ясеня, вызывают ослабление, суховершинность, а нередко и гибель насаждений на больших площадях.

Болезни стволов и ветвей в зависимости от характера поражения и внешних признаков условно делят на три группы: сосудистые, некрозные и раковые.

### **СОСУДИСТЫЕ БОЛЕЗНИ**

Сосудистые болезни характеризуются поражением проводящей системы дерева. Пораженные сосуды имеют вид темных сплошных или прерывистых колец на поперечных срезах и темных штрихов — на продольных. Вследствие поражения сосудов вся крона или отдельные ее ветви усыхают, при этом листья желтеют или буреют, иногда окраска не изменяется.

Для сосудистых болезней характерна очаговость поражения. При благоприятных условиях очаги быстро разрастаются, и болезнь принимает характер эпифитотий. Сосудистые болезни могут протекать в острой или хронической форме. В первом случае усыхание деревьев происходит в течение одного вегетационного периода, месяца или нескольких дней. При хронической форме болезнь длится в течение 8-10 лет.

### **НЕКРОЗНЫЕ БОЛЕЗНИ**

При некрозных болезнях поражаются кора, луб, камбий и наружные слои древесины. Некрозы протекают сравнительно быстро, вызывая гибель деревьев за несколько лет, а иногда - за несколько недель. Возбудителями некрозов чаще всего бывают грибы, одни поражают уже ослабленные деревья, другие поселяются на вполне жизнеспособных деревьях.

В зависимости от диаметров стволов и ветвей, а также от скорости распространения грибницы возбудителей отмирание тканей дерева происходит по окружности или отдельными участками. В соответствии с этим различают круговые и локальные некрозы. Круговые некрозы проявляются в отмирании тканей по всей окружности стволов и ветвей. Локальные некрозы выражаются в образовании отмерших участков овальной формы или вытянутых в виде полос, часто отличающихся от здоровой коры окраской. Нередко локальные некротические участки отграничиваются от здоровых валиком каллюса. В отмершей коре развиваются спороношения грибов, имеющие вид различно окрашенных бугорков, пустул, мелких подушечек и т.д. Многие некрозные болезни сопровождаются гнилью, которая развивается в древесине уже усохших стволов и ветвей. Часто на некротических участках образуются раковые раны, особенно на стволах и толстых деревьях.

Некрозы поражают очень многие древесные породы и кустарники, причиняя вред лесным питомникам, культурам и насаждениям. Степень вредоносности некрозов неодинакова в разных частях ареала определенной древесной породы и в различных типах лесорастительных условий.

### **РАКОВЫЕ БОЛЕЗНИ**

Раковые болезни представляют собой поражения коры, луба, камбия, древесины. Патологический процесс может развиваться в течение нескольких десятков лет. Раковые болезни чаще вызываются грибами, бактериями, реже — абиотическими факторами. Внешне болезни этой группы проявляются в образовании на стволах и ветвях язв, ступенчатых ран или опухолей. В зависимости от характера поражения и внешних признаков различают следующие типы раковых болезней: язвенный рак, ступенчатый рак, смоляной рак, опухолевидный рак. Раковые болезни поражают хвойные и лиственные породы, вызывая их ослабление и усыхание.

## **СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД ОТ СОСУДИСТЫХ И НЕКРОЗНО-РАКОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ**

Борьба с сосудистыми и некрозно-раковыми болезнями включает надзор за их появлением и распространением, лесохозяйственные и химические мероприятия.

**Надзор** организуют за главнейшими болезнями, причиняющими существенный вред лесному хозяйству. Рекогносцировочный надзор проводят путем обследования насаждений по ходовым линиям, в качестве которых используют визиры, просеки, лесные дороги и тропы. Ходовые линии прокладывают с таким расчетом, чтобы были сделаны заходы во все выделы с преобладанием хвойных и твердолиственных пород (дуба, ясеня, ильмовых, клена и др. независимо от площади выдела. Выделы с преобладанием мягколиственных пород обследуют только в случае, если их площади составляет не менее 5 га. Обязательному осмотру подлежат также все неблагополучные по состоянию участки леса. На все выделы, намеченные к обследованию, делают выборку из таксационного описания. Ходовые линии и выявленные очаги болезней или неблагополучные в санитарном отношении участки наносят на план насаждений,

Рекогносцировочное обследование включает глазомерную оценку санитарного и лесопатологического состояния участков леса. При оценке санитарного состояния учитывают сухостой, захламленность, ветровал, бурелом, снеголом, невывезенную древесину с примерным указанием занимаемой ими площади (га) и их массы. Запас сухостоя дается в м/га или в процентах от общего числа деревьев. Указывают время образования сухостоя (свежестарый) и его состояние (пораженный болезнями, заселенный или не заселенный стволовыми вредителями).

На основании данных надзора с учетом санитарного состояния насаждений планируют мероприятия по борьбе с болезнями и оптимальные сроки их проведения.

**Лесохозяйственные меры борьбы** включают мероприятия, направленные на предупреждение очагов болезней, ограничение их распространения и причиняемого ими вреда. Все проводимые лесохозяйственные мероприятия должны обеспечить биологическую устойчивость насаждений.

В существующих насаждениях необходимо своевременно проводить санитарные рубки, при которых выбирают сильно ослабленные, усыхающие и свежезаселенные деревья. После этого следует тщательно собрать и сжечь все порубочные остатки, которые могут быть источниками инфекции. Заготовленная древесина должна быть своевременно вывезена из леса. Рубки рекомендуется проводить в осенне-зимний период, когда нет споруляции возбудителей. В противном случае делают антисептирование больных пней. При проведении рубок необходимо поддерживать оптимальную для конкретных условий и насаждений полноту; очень важно строго соблюдать возраст рубок, так как перестойные деревья часто становятся источниками инфекции. В зависимости от характера очага и степени пораженности древостоя назначают выборочные или сплошные санитарные рубки. Если пораженность невелика (до 10%) и больные деревья располагаются группами или единично и их удаление не повлечет за собой расстройства насаждений, назначают выборочные санитарные рубки. В том случае, когда пораженность древостоя превышает 25% или больные деревья расположены рассеянно, проводят сплошную санитарную рубку.

Одновременно с санитарными мероприятиями следует проводить реконструкцию насаждений, вводя в их состав более устойчивые к тем или другим болезням породы или изменяя схемы смешений. При создании насаждений следует использовать породы, приспособленные к местным условиям. С целью предупреждения болезней и ограничения их дальнейшего распространения необходимо создавать смешанные насаждения. Схемы смешения, а также размещения посадочных мест должны выбираться в зависимости от конкретных типов лесорастительных условий. В дальнейшем необходимо поддерживать оптимальную густоту посадок путем своевременных прореживаний. Во избежание распространения инфекции обрезку сучьев рекомендуется проводить ранней весной, до начала споруляции возбудителей. После прореживаний и обрезки сучьев все порубочные остатки необходимо удалить и сжечь как источники инфекции.

В связи с тем, что стволовые вредители могут быть в одних случаях переносчиками инфекции (голландская болезнь ильмовых, сосудистый микоз дуба), в других — способствовать проникновению инфекции, в третьих — ускорять процесс усыхания в очагах

болезней, с ними следует вести систематическую борьбу путем выборки свежеселенных и выкладки ловчих деревьев.

Система защиты городских насаждений от болезней включает мониторинг состояния древостоев и загрязнения среды, надзор за появлением и распространением фитофагов и болезней, мероприятия по повышению устойчивости растений и насаждений, интегрированные методы истребительных и профилактических мероприятий. Неотъемлемые элементы такой системы - банк экологических данных и стратегия принятия решений о целесообразности и методах борьбы с вредными организмами с помощью современных безопасных для человека средств. Большое значение имеют организационные мероприятия по совершенствованию службы озеленения и методы повышения устойчивости насаждений.

В городских и парковых насаждениях, где проведение санитарных рубок ограничено, большое внимание уделяется лечению ран, обрезке пораженных ветвей, локализации корневых систем при появлении голландской болезни.

**Химический метод.** Химическая защита древесных пород от сосудистых и некрозно-раковых болезней применяется очень ограниченно, что связано прежде всего с трудностями уничтожения их возбудителей, развивающихся внутри тканей стволов и ветвей. Поэтому большое значение имеет дезинфекция срезов ветвей, механических и морозобойных ран, через которые проникают возбудители многих некрозно-раковых болезней (нектриевый и ци-тоспоровый некрозы, нектриевый ступенчатый, черный гипо-ксилоновый, мокрый язвенно-сосудистый рак и др.). Дезинфекция мест проникновения инфекции проводится сразу же после их зачистки путем опрыскивания 3-5%-м раствором медного купороса.

Профилактические опрыскивания проводятся только против цитоспороза тополя в маточных и школьных отделениях питомников, в молодых культурах и городских посадках при наличии болезни на участке или вблизи него. Обработка проводится в конце августа - начале сентября с использованием 0,4-1%-х водных суспензий оксихлорида меди или Абига-Пик.

## **1. ГНИЛЕВЫЕ БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

Гнили корней и стволов растущих деревьев составляют одну из самых больших и важных групп болезней леса. При поражении деревьев гнилевыми болезнями у них может произойти резкое нарушение физиологических процессов, ведущее к снижению прироста, общему ослаблению и усыханию деревьев. В насаждениях, пораженных этими болезнями, часто наблюдаются ветровал и бурелом, что, в конечном счете, приводит к распаду насаждений, утрате лесом его ценнейших свойств и функций. Вред, причиняемый гнилевой болезнью дереву как живому организму и насаждению как биогеоценозу, можно рассматривать как биологический. Но гнили причиняют еще и технический вред. Он заключается в разрушении и обесценивании основного продукта леса - древесины, снижении выхода и качества деловых сортиментов. Кроме того, распространение гнилевых болезней в древостоях, не достигших возраста естественной спелости, приводит к колоссальным потерям (недобору) древесины из-за вынужденных преждевременных рубок.

Гнилевые болезни древесных растений вызываются дереворазрушающими грибами, подавляющее большинство которых относится к классу базидиомицетов, группе порядков гименомицеты. Грибы-возбудители гнилей различаются по биологическим особенностям, степени паразитизма, специализации, характеру воздействия на древесину и на дерево в целом. Среди них отсутствуют облигатные паразиты, мало облигатных сапротрофов; большая часть этих грибов относится к числу факультативных паразитов и факультативных сапротрофов, обладающих способностью, в зависимости от условий развития, питаться живой или мертвой тканью, переходить с живых, растущих деревьев на мертвые древесные остатки, и наоборот.

Среди грибов, поражающих растущие деревья, в свою очередь имеются виды, которые питаются живой тканью заболонной древесины, виды, заселяющие только мертвую (ядровую) древесину центральной части ствола, и виды, способные развиваться как в живой, так и в мертвой древесине. Наряду с широко специализированными представителями

дереворазрушающих грибов, которые поражают многие хвойные и лиственные породы, существуют виды с более узкой специализацией, вплоть до типичных монофагов.

Заражение деревьев возбудителями стволовых гнилей в большинстве случаев происходит через различные повреждения коры, вызванные абиотическими факторами (морозобоины и др.), животными (копытными, грызунами, насекомыми) или хозяйственной деятельностью человека (механические повреждения, ожоги и т.д.). Заражение возбудителями корневых гнилей осуществляется через повреждения корней, отмершие мелкие корешки и при непосредственном контакте (или срастании) здоровых и пораженных корней. Заражению деревьев гнилевыми болезнями и интенсивному развитию их в насаждении способствуют любые факторы, ведущие к общему ослаблению древостоя, нарушению сложившихся экологических связей, снижению биологической устойчивости насаждения (засухи, неправильное ведение хозяйства, повышенные рекреационные нагрузки и т.д.).

### **КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИЗНАКИ ГНИЛЕЙ**

Пораженная древесина, утрачивая свои нормальные биологические свойства и технические качества, приобретает новые признаки, характерные для отдельных групп и видов гнилевых болезней. Диагностические признаки и классификация гнилей имеют важное практическое значение. Для определения гнили принимаются во внимание следующие основные признаки: расположение гнили в дереве, тип гниения, структуру и окраску гнили, стадию и скорость гниения, некоторые другие особенности (наличие темных линий, защитного ядра, мицелиальных пленок и др.).

Расположение гнили в дереве может быть различным. В зависимости от размещения ее по частям дерева и на продольном разрезе ствола гнили подразделяются на корневые комлевые (до 2 м), стволовые, вершинные, сквозные (по всей длине ствола) и гнили ветвей и вершин. По расположению гнили на поперечном срезе корня, ствола или ветви различают ядровые, заболонные и ядрово-заболонные гнили.

Гнили, различающиеся по расположению в дереве или в стволе, по-разному влияют на жизненные функции и состояние дерева, а также на выход деловой древесины; следовательно, они характеризуются различной степенью причиняемого ими биологического и технического вреда. Так, наибольший биологический вред приносят корневые гнили и заболонные гнили стволов, наибольший технический вред - ядровые и ядрово-заболонные гнили стволов.

Тип гниения отражает особенности процесса разрушения древесины, связанные с биологическими свойствами гриба и характером его воздействия на клеточные оболочки пораженной ткани.

Окраска гнили зависит от стадии ее развития и типа гниения. При деструктивном типе гниения обычно возникает бурая, красновато-бурая или серовато-бурая окраска, при коррозионном - пестрая или белая (светло-желтая, полосатая, мраморная).

Структура гнили свидетельствует об изменениях анатомического строения и физических свойств древесины в зависимости от типа гниения. Деструктивные гнили характеризуются призматической, кубической или порошкообразной структурой; коррозионные - ямчатой, волокнистой, ямчато-волокнистой и слоисто-волокнистой структурой. По структуре и окраске гнили в конечной стадии разрушения древесины можно определить тип гниения. Зная тип гниения, нетрудно предвидеть, какую окраску и структуру будет иметь гниль в конечной стадии.

Стадия гниения является показателем степени разрушения древесины в процессе гниения. Каждая стадия характеризуется определенными изменениями окраски и структуры пораженной древесины. Различают I (начальную), II и III (конечную) стадии развития гнили. Образование дупла (IV стадия) - признак прекращения процесса гниения древесины и начала ее механического распада естественным путем или при участии насекомых, птиц, других животных или человека. Определение стадии развития гнили имеет важное практическое

значение, особенно в тех случаях, когда речь идет о возможностях технического использования пораженной древесины.

Скорость гниения характеризует продолжительность отдельных стадий процесса гниения и позволяет определить время наступления конечной стадии. Различают медленное, быстрое и очень быстрое гниение древесины. Большое практическое значение, особенно при оценке влияния гнили на выход деловых сортиментов, имеет и скорость распространения гнили в различных частях дерева, в бревнах или деревянных конструкциях зданий и сооружений в единицу времени (сутки, месяц, год). Так, скорость распространения гнили, вызываемой корневой губкой, в стволе ели достигает в среднем 48 см в год.

Быстрота гниения и скорость распространения гнили зависят от биологических особенностей гриба - возбудителя гнили и условий его развития, от свойств живого дерева, физического состояния и технических качеств древесины.

Независимо от быстроты гниения древесины распространение гнили в пределах дерева может быть как медленным, так и быстрым. Например, гниль от еловой губки распространяется по стволу ели очень быстро, а гниль дуба, вызываемая дуболюбивым трутовиком, - медленно, хотя в обоих случаях наблюдается быстрое гниение древесины.

### **ЗАЩИТА НАСАЖДЕНИЙ ОТ СТВОЛОВЫХ ГНИЛЕЙ**

Мероприятия по защите насаждений от стволовых гнилей должны планироваться и проводиться дифференцированно по группам лесов, а в пределах каждой группы — с учетом целевого назначения и возраста насаждений.

В лесах I группы необходимо строго выполнять санитарные правила, осуществлять комплекс санитарно-оздоровительных мероприятий. В молодняках следует своевременно проводить рубки ухода с целью формирования здоровых, биологически устойчивых насаждений оптимальных полноты и состава. В средневозрастных и более старых древостоях необходимо регулярно проводить выборочные санитарные рубки с выборкой сухостоя, бурелома, усыхающих и ветровальных деревьев, а также сильно ослабленных деревьев с плодовыми телами трутовых грибов - возбудителей наиболее опасных гнилевых болезней. Сильно изреженные древостой (с полнотой ниже 0,3-0,4) целесообразно назначать в сплошную санитарную рубку с последующим закультивированием площадей. Срубленную древесину следует своевременно вывозить из насаждений. Чтобы предупредить заселение древесины стволовыми вредителями, надо осуществлять ее химическую защиту (она запрещена для древесины, идущей на сплав) или окорять. Не следует допускать захламленности насаждений; порубочные остатки, бурелом, валежник надо регулярно вывозить из леса и уничтожать.

Большое значение имеет профилактика заражения деревьев стволовыми гнилями. Для предотвращения механических повреждений стволов при рубках необходимо строго соблюдать правила их проведения. Чтобы уменьшить опасность возникновения морозобойных трещин, рекомендуется оставлять густые опушки. Также следует проводить биотехнические мероприятия, направленные на регулирование численности копытных (особенно лосей) и уменьшение угрозы повреждения ими стволов и молодого подроста. Не менее важно создание более устойчивых к болезням смешанных хвойно-лиственных насаждений с правильным подбором и размещением пород. Схемы смешения должны составляться с учетом лесорастительного района, типа леса и реальной угрозы тех или иных болезней,

В парках, мемориальных насаждениях, городских посадках и особо ценных участках лесопарков наряду с тщательным проведением общих санитарно-оздоровительных мероприятия важное значение приобретает индивидуальная защита деревьев: лечение ран, обрезка усохших или пораженных ветвей, удаление плодовых тел трутовых грибов, пломбирование дупел и т. п.

Лечение ран и сухобочин лучше всего проводить ранней весной. Прежде всего, необходимо очистить рану до здоровой древесины ножом или стамеской. Очищенная поверхность должна быть слегка вогнутой, гладкой. Затем поверхность обрабатывают

антисептиком (5%-м раствором медного купороса, 20%-м карболинеумом или креозотовым маслом) и после просыхания покрывают водонепроницаемым составом: масляной краской, садовой замазкой (10 частей нигрола, 6 частей канифоли, 3 части золы, 1 часть воска) или петролатумной замазкой (петролатума 80%, канифоли 10%, растительных масел 10%). Последняя особенно эффективна, так как способствует заживлению и зарастанию ран.

Если на сухобочине наблюдается гниение древесины, лечение проводят аналогичным способом. Если гнили нет, то для профилактики надо промазать сухобочину антисептиком и закрасить масляной краской под цвет коры.

Обрезку усохших или больных ветвей, водяных побегов и пасынков проводят заподлицо с последующим антисептированием поверхности среза и покрытием его петролатумной или садовой замазкой либо масляной краской. Так же обрабатывают места среза плодовых тел трутовиков.

Пломбирование дупел проводят летом в сухую погоду. Дупло очищают, срезая ножом или стамеской пораженную древесину, и удаляют весь мусор. После просушки поверхность дупла дезинфицируют антисептиком, вновь просушивают и покрывают масляной краской, каменноугольным (кузбасским) лаком, асфальтобитумным лаком или битумной эмульсией. Затем заполняют дупло цементирующей смесью: 1 часть цемента и 2 части песка или 1 часть расплавленного битума и 3-4 части опилок. Еще не остывшую смесь закладывают в дупло, заглаживают ее верхний слой и после остывания окрашивают под цвет коры. Рекомендуют и другие лечебные составы. Дупло заполняют до каллюса или камбиального слоя, иначе цементирующая смесь будет мешать естественному зарастанию дупла.

Исключительно важное значение в насаждениях лесопарковых зон, мемориальных насаждениях и парках имеют мероприятия по регулированию рекреационных нагрузок, профилактике механических и других повреждений деревьев антропогенного характера.

В лесах II и III групп, где ведут рубки главного пользования и в ряде случаев невозможны санитарно-оздоровительные мероприятия, важнейшая роль принадлежит периодическим обследованиям. Их проводят для выявления видового состава гнилевых болезней, степени пораженности насаждений и снижения под влиянием гнилей товарности древостоев в связи с изменениями их возрастного состава. Эти работы особенно актуальны для тех районов, где проектируется создание крупных лесопромышленных комплексов.

## **2. РАЗРУШЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ НА СКЛАДАХ, В ТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ И ЗДАНИЯХ**

Живые ткани растений, в том числе живые слои заболони растущих деревьев, обладают свойствами, обеспечивающими их устойчивость к сапротрофной микрофлоре. После рубки дерева его защитные механизмы выходят из строя, в отмирающих клетках древесины происходят необратимые изменения, и она постепенно заселяется сапротрофными дереворазрушающими грибами.

Биологическое разложение древесины, которое начинается еще в лесу и продолжается в процессе ее хранения, транспортировки и эксплуатации, обычно проходит несколько этапов, характеризующихся последовательной сменой комплексов грибов, каждый из которых заселяет древесину лишь на определенном этапе и при определенных условиях внешней среды (влажности древесины и воздуха, температуры, аэрации и др.). Таким образом, эти комплексы представляют собой экологические группы грибов, тесно связанные с режимом хранения лесоматериалов и эксплуатации зданий и сооружений.

Первый комплекс грибов, раньше всех заселяющих свежесрубленную древесину в лесу или на складах, составляют деревоокрашивающие и плесневые грибы. Вслед за ними идут складские грибы, разрушающие древесину на складах, а также деревянные части открытых (холодных) сооружений; эти грибы составляют второй комплекс. Наконец, к третьему комплексу относятся домовые грибы, разрушающие деревянные конструкции преимущественно в отапливаемых зданиях. Однако не всегда между этими экологическими группами можно провести четкую грань. Иногда срубленную древесину поражают грибы, вызывающие гнили растущих деревьев (например, корневая губка, окаймленный трутовик и

др.). Некоторые деревоокрашивающие грибы могут вести себя как складские дереворазрушающие грибы. Складские грибы при подходящих условиях могут продолжать свое развитие в закрытых постройках и т.д. Внутри экологических групп отдельные виды также заметно различаются по своим требованиям к условиям среды.

### **ПОРАЖЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ДЕРЕВООКРАШИВАЮЩИМИ И ПЛЕСНЕВЫМИ ГРИБАМИ**

Неестественная окраска древесины (в виде цветных полос, пятен или сплошного окрашивания) - весьма распространенное явление, связанное с деятельностью деревоокрашивающих и плесневых грибов.

Деревоокрашивающие грибы поражают в основном свежезаготовленную древесину при ее хранении (в лесу или на складах) и транспортировке, но часто встречаются также на валежнике, сухостое, а иногда и на растущих деревьях. Эти грибы могут заселять лесоматериалы в широком диапазоне температур (от 5 до 30°C) и влажности древесины (22-75%), однако экологические требования отдельных видов бывают ограничены более узкими рамками.

Древесина заражается спорами или мицелием при контакте пораженных и здоровых лесоматериалов. Развитие деревоокрашивающих грибов может продолжаться до тех пор, пока древесина сохраняет естественную влажность. После ее подсыхания жизнедеятельность этих грибов практически прекращается, а при нагревании древесины до 80°C они погибают.

### **РАЗРУШЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ НА СКЛАДАХ, В ОТКРЫТЫХ СООРУЖЕНИЯХ И ХОЛОДНЫХ ПОСТРОЙКАХ**

В процессе хранения древесины на смену деревоокрашивающим и плесневым грибам приходят дереворазрушающие грибы второго экологического комплекса - так называемые складские, или штабельные. Вытеснение ими грибов-первопоселенцев обусловливается происходящими в древесине изменениями (увеличением содержания в ней кислорода, уменьшением влажности и запаса легкодоступных питательных веществ в содержимом клеток), а также угнетением грибов первого комплекса антибиотиками, выделяемыми грибами второго комплекса. Увлажненная поверхность лесоматериалов и наличие на них трещин, высокая атмосферная влажность окружающего воздуха способствуют прорастанию спор и проникновению складских грибов в поверхностные слои древесины. Дальнейшее развитие этих грибов может происходить в широком диапазоне влажности, но не ниже 30-35%, и в условиях достаточной аэрации.

Складские грибы разрушают также холодные постройки (сарай, ангары и т.п.), деревянные части различных открытых сооружений: опоры мостов, телеграфные столбы, ограды и пр. Благоприятные условия для жизнедеятельности складских грибов создаются при нарушении правил заготовки, перевозки и хранения древесины, правил строительства и эксплуатации сооружений, имеющих деревянные конструкции.

Большинство складских грибов относится к гименомицетам. Среди них различают слабых и сильных разрушителей древесины. Представители первой группы (субдеструкторы) в начальный период заселения ими древесины питаются, как и деревоокрашивающие грибы, в основном содержимым клеток, но в дальнейшем воздействуют и на клеточные стенки; это приводит к медленному и неполному разрушению наружных слоев древесины (возникает заболонная гниль). Представители второй группы (деструкторы) потребляют преимущественно вещества клеточных оболочек, что приводит к более интенсивному гниению древесины. Они начинают развиваться в наружных слоях лесоматериалов, но потом проникают и во внутренние их части, вызывая сплошную ядрово-заболонную гниль, быстрое и полное разрушение пораженных сортиментов.

Твердую заболонную гниль круглого леса, преимущественно хвойных пород, чаще всего вызывают грибы-субдеструкторы: пениофора гигантская, щелевик обыкновенный, стереум кровяно-красный. При поражении этими грибами древесина разрушается слабо, и ее технические свойства изменяются незначительно.

Мягкую заболонную гниль, при которой происходит более активное разрушение древесины и существенно снижается ее прочность, вызывают валежный еловый, буро-фиолетовый, розовый и другие трутовики-субдеструкторы.

Ядрово-заболонную гниль лесоматериалов хвойных пород при хранении, а также поражение деревянных конструкций в открытых сооружениях вызывают грибы-деструкторы. Чаще всего это шпальный гриб, столбовые грибы, трутовики групповой и душистый. Под воздействием этих грибов обычно развивается бурая трещиноватая гниль, происходит интенсивное и полное разрушение древесины.

Ядрово-заболонную гниль лесоматериалов лиственных пород при длительном хранении вызывают очень многие трутовики-деструкторы: разноцветный, утолщенный, волосистый, серый, березовый пластинчатый и др. При поражении этими грибами обычно развивается белая коррозийная гниль.

### **ЗАЩИТА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ГРИБАМИ НА СКЛАДАХ**

Поражение древесины грибами обычно происходит вследствие грубого нарушения санитарных правил при заготовке и транспортировке лесопроductии, а также нерационального и небрежного хранения ее на лесных складах. Чтобы предупредить разрушение древесины, необходимо правильно организовать хранение лесоматериалов, создать условия, неблагоприятные для активной жизнедеятельности дереворазрушающих грибов и насекомых. При этом очень важно выбрать наиболее подходящий способ хранения древесины.

**Существуют два основных способа хранения лесоматериалов:** сухой и влажный. Несмотря на существенные технологические различия (характер предварительной подготовки лесоматериалов, особенности укладки сортиментов, размещение штабелей и т.п.), оба способа хранения имеют общую экологическую основу и единую цель — обеспечение такого режима влажности, температуры, затенения и воздухообмена, при котором складские грибы и насекомые-ксилофаги не способны проникать в древесину и развиваться в ней. Однако в первом случае этой цели достигают интенсивным просушиванием лесоматериалов, а во втором — их максимальным увлажнением, охлаждением и затенением.

Выбор того или иного способа хранения древесины в каждом конкретном случае зависит от породного и сортиментного состава лесоматериалов, их целевого назначения, продолжительности хранения, климатических и погодных условий, времени года, технической оснащенности лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий и других факторов.

Необходимая предпосылка правильного хранения лесоматериалов - рациональное размещение склада, его хорошее санитарное состояние. Склады, предназначенные для сухого хранения древесины, рекомендуется размещать на сухих, открытых, хорошо продуваемых ветрами местах, а склады для влажного хранения - в понижениях, защищенных от ветра, но в любом случае не ближе чем в 100 м от стены леса. Территорию склада следует регулярно очищать от щепы, коры, опилок и других древесных остатков. Всю древесину (хранящиеся сортименты, прокладки, щиты и др.) с плодовыми телами дереворазрушающих грибов, налетами, пленками, другими грибными образованиями и признаками гнили необходимо уничтожать, почву в местах локализации инфекции дезинфицировать 5 %-м раствором хлорной извести из расчета 5 л/м<sup>2</sup> почвы. Дровяную древесину следует хранить отдельно от здоровых лесоматериалов.

### **РАЗРУШЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ С ПОСТОЯННЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ**

Грибы, разрушающие деревянные конструкции в жилых домах, административных, фабрично-заводских и других отапливаемых зданиях, в промышленных и хозяйственных сооружениях с относительно постоянным режимом температуры и влажности (шахтах, семенохранилищах и т.п.), составляют особую экологическую группу домовых грибов. Домовые грибы широко распространены как в городах, так и в сельской местности. Вызывая

разрушение деревянных конструкций, они иногда быстро выводят из строя относительно новые здания, причиняя очень большой ущерб.

Домовые грибы могут заражать древесину мицелием и базидиоспорами, которые при благоприятных условиях образуются в огромном количестве. Базидиоспоры легко распространяются по воздуху и сохраняют способность к прорастанию в течение нескольких лет. Гифы домовых грибов могут более года сохранять жизнеспособность в древесине с влажностью 11%. Еще более стойки и живучи шнуры и плодовые тела этих грибов.

Инфекционное начало домовых грибов (споры, обрывки мицелия и шнуров) может попасть в здание из соседних зараженных помещений по воздуху или с предметами домашнего обихода, при использовании на дрова старой зараженной древесины. Домовые грибы могут быть занесены в новую постройку и с зараженным строительным материалом. При наличии очага инфекции домовый гриб проникает из зараженных помещений в соседние, распространяясь при помощи шнуров через междуэтажные перекрытия, по поверхности стен и полов, под плинтусами и штукатуркой.

Прорастание спор, рост мицелия домовых грибов и активное разрушение ими древесины происходят лишь при определенных условиях окружающей среды, прежде всего при подходящей температуре. В большинстве случаев для домовых грибов оптимальна температура в пределах от 20 до 27 °С, минимальная температура составляет 5... 9 °С, а максимальная 35... 37 °С. Только у настоящего домового гриба максимум лежит несколько ниже: 26...27°С.

Вторым важным фактором является влажность древесины и окружающего воздуха. Для большинства видов домовых грибов благоприятна высокая относительная влажность воздуха — не ниже 80—85 %. Что касается влажности древесины, то здесь наблюдаются более резкие различия между отдельными видами. Так, для роста настоящего домового гриба достаточна влажность 19—22%, для белого и пластинчатого домовых грибов она необходима в пределах 50—70%. Развитие же пленчатого домового гриба и наиболее сильное разрушение этим грибом древесины происходит при ее влажности от 34 до 46 %.

Большое значение имеют наличие кислорода и углекислоты, а также кислотность субстрата. Домовые грибы лучше всего развиваются при значениях рН от 3,0 до 6,0, т. е. при слабокислой реакции среды.

Домовые грибы чаще и сильнее поражают древесину хвойных пород. Некоторые из них (например, белый) никогда не встречаются на древесине лиственных. Другие (например, настоящий и пленчатый) могут наряду с хвойными поражать и лиственные породы, однако разрушение древесины во втором случае идет медленнее. Древесина дуба, робинии лжеакации, каштана съедобного устойчива к этим грибам.

Занос инфекции и дальнейшее развитие домовых грибов чаще всего происходят при нарушении правил строительства и эксплуатации зданий. Наиболее часто встречается такое серьезное нарушение, как использование при строительстве плохо просушенной неантисептированной и даже неокоренной древесины.

Развитию домовых грибов особенно благоприятствует сырость в зданиях вследствие течи в крышах, неисправности водопровода, отсутствия вентиляции, недостаточного отопления и других причин. Неправильная эксплуатация зданий, отклонения от нормального режима температуры и влажности, застойность воздуха приводят к быстрому разрушению древесины.

Поражение зданий домовыми грибами обычно становится заметным, когда процесс разрушения древесины зайдет уже сравнительно далеко. Об этом свидетельствуют такие признаки, как-наличие влажных расплывчатых, иногда цветных пятен на стенах и потолках, увлажнение досок пола, характерный неприятный! запах, осадка стен, прогиб балок, перекося дверных коробок, зыбкость полов. Местами наблюдаются отлуп и обрушивание штукатурки и даже появляются плодовые тела и мицелиальные пленки гриба. Чаще всего они образуются в сырых углах комнат, санузлах, неотапливаемых помещениях, плохо проветриваемых

подвалах. Сильное поражение может привести к перекосу полов, обвалу потолков и перекрытий.

Известно около 70 видов домовых грибов, но наиболее распространены и опасны настоящий, белый, пленчатый и пластинчатый домовые грибы. При благоприятных условиях они могут в течение 1—2 лет полностью разрушить деревянные конструкции зданий. Все эти грибы вызывают бурую деструктивную трещиноватую гниль, легко растирающуюся в порошок.

### **ЗАЩИТА ЗДАНИЙ ОТ РАЗРУШЕНИЯ ДОМОВЫМИ ГРИБАМИ**

В защите строений от домовых грибов важнейшую роль играет профилактика. Она заключается прежде всего в создании условий, исключающих возможность попадания инфекции и развития домовых грибов. Основные моменты противогрибной профилактики — правильный выбор места под застройку, рациональная конструкция зданий, правильное устройство вентиляционных, отопительных, гидро-, тепло- и пароизоляционных систем, строгое соблюдение правил строительства и эксплуатации зданий, обеспечивающих защиту деревянных конструкций от увлажнения, систематический надзор за техническим состоянием строений.

### **3. БОЛЕЗНИ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

Болезни резко снижают продуктивность плодовых семечковых и косточковых культур, ухудшают качество плодов, нередко вызывая гибель плодоносящих деревьев.

#### **СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПРОТИВ БОЛЕЗНЕЙ ПЛОДОВЫХ СЕМЕЧКОВЫХ И КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР**

Для ограничения возможности заболевания семечковых и косточковых плодовых культур применяют систему мероприятий, включающую обязательные профилактические и лечебные приемы в питомнике, в молодом и плодоносящем саду. Эта система в зависимости от состава выявленных болезней может дополняться специальными мерами, направленными против конкретного заболевания.

Участки для питомников должны располагаться вдали от взрослых плодовых насаждений, что обеспечивает меньшее распространение патогенов, общих для молодых и плодоносящих деревьев. В питомниках обязательно соблюдается севооборот, принятый для данной зоны. Запрещается вводить в севооборот культуры, на которых развивается бактериальный корневой рак (свекла, морковь и др.).

Правильное внесение удобрений способствует повышению устойчивости плодовых культур к болезням. Наоборот, одностороннее внесение отдельных минеральных удобрений, особенно азотных, ослабляет развитие растений и снижает их устойчивость к болезням. Поэтому удобрения в питомниках должны вноситься в строгом соответствии с результатами агрохимического анализа почвы.

К числу обязательных агротехнических приемов относятся систематическая борьба с проволочниками и другими почвообитающими вредителями, а также борьба с почвенной коркой и заплыванием почвы.

Против парши и различных пятнистостей в питомниках яблони, груши, сливы, вишни проводится опрыскивание 1%-ным раствором бордоской жидкости, 0,4%-ной суспензией 80%-ного поликарбамина (4-8 кг/га) или их заменителями. В случае обнаружения на саженцах яблони мучнистой росы их опрыскивают раствором коллоидной серы (8—16 кг/га).

Систематически осуществляют борьбу с сорняками, которые затеняют растения и создают условия для усиления развития патогенов многих болезней. Осенью проводят сгребание и сжигание листьев, междурядья перепаживают.

Во время выкопки саженцев необходим их тщательный осмотр. При обнаружении наростов корневого рака на главном корне или на корневой шейке растений — выбраковка и сжигание последних. При обнаружении наростов на боковых корешках проводят их обрезку и сжигание. Вся корневая система обрезанных саженцев дезинфицируется путем погружения корней на 5 мин. в 1%-ный раствор медного купороса, 0,1%-ный раствор сернокислого цинка или 0,2%-ный раствор борной кислоты. Затем корни промывают в чистой воде.

Почву на участках, где выявлен корневой рак, осенью дезинфицируют путем внесения серы с известью (75 г серы и 250 г негашеной извести на 1 м<sup>2</sup>). Можно также применять хлорную известь (150—200 г на 1 м<sup>2</sup>).

Мероприятия, проводимые в молодых и плодоносящих садах

### **Осенний (после листопада) и раннеесенний (до начала набухания почек) периоды**

Система проводимых в это время мероприятий предусматривает:

- очистку стволов и скелетных веток от отставшей коры, мхов и лишайников скребками или щетками на брезент, заделку дупел цементом;
- сжигание очистков в целях ликвидации очагов инфекции многих возбудителей болезней;
- вырезку усыхающих ветвей, пораженных черным раком, обыкновенным раком, паршой, мучнистой росой, бактериальным раком коры и другими болезнями;
- лечение чернораковых ран и мест проявления бактериального рака. При поражении стволов и ветвей кору зачищают с захватом до 2 см прилегающей к ране здоровой коры, дезинфицируют зачищенные места 1 %-ным раствором медного купороса или другими веществами, а затем покрывают их замазкой для заживления ран;
- уборку и запашку опавших листьев, снятие с деревьев и уничтожение мумифицированных и гнилых плодов, перекопку приствольных кругов. Эти приемы резко снижают резервацию патогенов многих заболеваний;
- опрыскивание деревьев и почвы осенью 3-5%-ной бордоской жидкостью для более эффективного уничтожения резерваций возбудителей черного рака, парши, мучнистой росы, плодовой гнили и других болезней, а также против лишайников и мхов. Обработку можно осуществлять и весной, до начала распускания почек при температуре воздуха не выше 20 и не ниже 4° С;
- побелку стволов и скелетных сучьев осенью для защиты их от солнечно-морозных ожогов 20-30%-ным известковым молоком или с добавлением прилипателей - 20% снятого молока, 0,5% столярного клея;
- уничтожение вблизи садов кустов можжевельника для предохранения семечковых пород от ржавчины.

### **Весенний период (от начала распускания почек до конца цветения)**

В период от начала распускания почек до конца цветения проводят следующие мероприятия:

- повторную побелку стволов и скелетных сучьев известковым молоком с добавлением 1 %-ного железного купороса;
- в фазе «зеленого конуса», если не проводилось искореняющего опрыскивания, голубое опрыскивание 4%-ной бордоской жидкостью для борьбы с паршой и другими болезнями;
- в случае сильного развития парши в предшествующем году в фазе обособления бутонов дополнительное опрыскивание деревьев 1%-ной бордоской жидкостью или ее заменителями;
- в районах сильного развития мучнистой росы в период обособления бутонов (по розовому бутону) опрыскивание деревьев 1%-ной коллоидной серой (при температуре не ниже 20° С) или другими фунгицидами;
- при хлорозе, вызванном недостаточным поступлением в растение марганца или серы, некорневая подкормка деревьев сернокислым марганцем, сернокислым железом или сернокислым калием.

### **Летний период (после цветения до уборки)**

В летний период вегетации предусмотрены следующие мероприятия:

- сразу же после цветения (после опадения лепестков) осуществляется комбинированное опрыскивание против парши, черного рака, ржавчины, бактериального

рака и других болезней, а также против вредителей - переносчиков болезней. Из фунгицидов рекомендуется бордоская жидкость;

- в районах развития мучнистой росы после цветения вслед за комбинированным опрыскиванием бордоской жидкостью проводят опрыскивание 1%-ной суспензией коллоидной серы;

- повторное комбинированное опрыскивание проводят через 15-20 дней после первого теми же фунгицидами; повторное опрыскивание против мучнистой росы коллоидной серой через 20 дней после цветения;

323- третье комбинированное опрыскивание рекомендуется проводить через 20 дней после второго. При обильном выпадении осадков проводят еще одно дополнительное опрыскивание;

- систематический сбор падалицы и ее уничтожение, что ограничивает развитие плодовой гнили и черного рака;

- строгое соблюдение агротехнических требований (поддержание оптимального водного режима, внесение удобрений в соответствии с данными почвенного анализа, борьба с сорняками и др.), способствующих лучшему развитию деревьев и повышению их устойчивости к болезням;

- соблюдение мер предосторожности во время уборки в целях устранения механических повреждений плодов. Отсутствие повреждений препятствует развитию плодовой гнили и черного рака на плодах во время хранения. Для предотвращения развития гнилей (плодовой, горькой, голубой, розовой) яблоки хранят при температуре от -0,5 до +1° С и относительной влажности воздуха 85-95%, а плоды груши и айвы - при температуре от 0 до +1° С и относительной влажности воздуха 85-90%;

- уничтожение вблизи плодовых плантаций диких насаждений семечковых и косточковых пород.

Мероприятия против болезней земляники

Для защиты земляники от болезней предусмотрен комплекс мероприятий, включающий:

- создание и районирование устойчивых к болезням сортов;

- размещение маточников на расстоянии 1,5-2 км от других насаждений земляники.

Использование для маточных участков посадочного материала только со здоровых растений;

- периодический осмотр на маточном участке всех растений в течение лета на выявление корневых гнилей, вирусных и бактериальных заболеваний, удаление и уничтожение пораженных растений;

- получение безвирусного посадочного материала земляники путем выращивания растений из здоровых верхушечных меристем; - проведение перед заготовкой посадочного материала фитопатологической апробации маточного участка и установление площадок, с которых разрешается эта заготовка;

- заготовка посадочного материала при отсутствии маточников только с участков, свободных от корневых гнилей, бактериальных, вирусных и нематодных заболеваний. Для профилактики от заноса клещей рекомендуется термическая обработка посадочного материала погружением его на 13-15 мин. в воду (с температурой 45-46° С);

- закладка промышленных насаждений земляники по хорошим предшественникам. Лучший из них - многолетние бобовые травы. Нельзя использовать в качестве предшественников и возделывать вблизи земляники картофель, томат, подсолнечник и бахчевые растения, так как на них часто развиваются возбудители различных гнилей;

- уборка и удаление из насаждений перезимовавших сухих листьев, а также рыхление почвы с заделкой в нее остатков растений, не поддающихся уборке;

- химическая обработка растений против пятнистостей, бактериоза и гнилей плодов: ранней весной до начала отрастания листьев 3%-ной бордоской жидкостью (голубое опрыскивание). В течение вегетации трехкратное опрыскивание фунгицидами: первое — при появлении самых первых цветков; второе - в конце полного цветения (по опадающим

лепесткам) и третье - после сбора урожая. Для этих целей используют 1%-ную бордоскую жидкость и др. В случае необходимости за 15 дней до начала сбора урожая проводят дополнительное опрыскивание 1%-ной бордоской жидкостью. В районах распространения мучнистой росы и серой гнили двухкратное (иногда трехкратное) опрыскивание 1%-ной суспензией коллоидной серы: первое опрыскивание в начале бутонизации, второе—после сбора урожая и третье - через 12-15 дней после второго;

- строгое соблюдение всех агротехнических требований",
- с целью недопущения развития корневой гнили участков земляники от леса и лесополос должен быть отделен канавой. При обнаружении очага корневой гнили пораженные растения подлежат немедленному удалению и уничтожению.

#### Мероприятия против болезней смородины

Комплекс приемов оздоровления и защиты смородины от болезней предусматривает:

- районирование сортов смородины с повышенной устойчивостью к наиболее вредоносным болезням; создание здоровых маточных участков с обязательным размещением их на расстоянии 1,5-2 км от промышленных насаждений и массивов дикорастущей смородины; заготовку черенков для посадки маточников только с кустов, свободных от антракноза и вирусных болезней; систематические фитопатологические обследования маточников

в течение лета, удаление и уничтожение кустов с подозрением на махровость;

- высокий уровень агротехники на маточниках (внесение калийных удобрений, соблюдение сроков полива, своевременная обработка почвы и др);

- заготовку черенков для новых насаждений только со здоровых кустов. В связи с этим необходимо проведение анализа почек в лабораторных условиях на наличие махровости и почкового клеща. Не допускается заготовка черенков с волчков, прикорневых побегов и кустов, пораженных клещом;

- покустовое обследование смородины сразу после сбора урожая на выявление вирусных заболеваний. Удаляются и уничтожаются кусты с явными признаками поражения, а затем осуществляется ремонт насаждений здоровыми кустами;

- систематическую обработку молодых и взрослых насаждений, а также маточников химическими средствами для борьбы с антракнозом и другими болезнями, а также с клещами. Осенью, после листопада, или ранней весной (по спящим почкам) проводят искореняющее опрыскивание растений и почвы препаратами: 1%-ной коллоидной серой; двукратное (до цветения и после сбора урожая) опрыскивание смородины против мучнистой росы 0,2%-ной суспензией байлетона (2 кг/га), а против антракноза, септориоза и ржавчины - 1 %-ной бордоской жидкостью (8-10 кг/га по медному купоросу) или их заменителями;

- вырезку больных и отмирающих побегов, а также запашку листвы в междурядьях в осенний период; выкашивание осок на прилегающих к ягодникам участках (в радиусе 300 м).

#### Мероприятия против болезней крыжовника

Оздоровление крыжовника от болезней предусматривает получение здорового посадочного материала, своевременное проведение агротехнических и химических мероприятий, направленных на повышение устойчивости растений к болезням и предупреждение развития их, а также селекционную работу по созданию и районированию новых, устойчивых к болезням сортов. Указанные мероприятия можно изложить в следующей последовательности:

— создание и районирование новых сортов крыжовника, устойчивых к главнейшим в данной зоне болезням;

— отвод под крыжовник участков, где возделывались бобовые культуры (не следует размещать крыжовник после овощных, технических и плодово-ягодных культур);

— заготовка зеленых черенков только с участков, свободных от различных увяданий и вирусного окаймления жилок. Для этого систематически проводятся фитопатологические обследования насаждений, удаляются и уничтожаются больные растения;

— проведение на маточных участках, в молодых и взрослых насаждениях в осенний период после листопада искореняющего опрыскивания растений и почвы 3—4%-ной бордоской жидкостью;

— осенняя перепахка почвы в междурядьях и перекопка ее вокруг кустов, а также тщательная вырезка концов пораженных побегов и их уничтожение;

-двукратное опрыскивание крыжовника в течение вегетации: против антракноза, ржавчины и пятнистости — 1 %-ной бордоской жидкостью. Первое опрыскивание - перед цветением, второе — после уборки урожая;

— обрезка посадочного материала после выкопки и дезинфекция его в 1%-ном растворе медного купороса в течение 10 мин. с последующей промывкой в чистой воде;

— тщательная и своевременная борьба с вредителями;

— проведение агротехнических мероприятий, направленных на лучшее развитие растений, что одновременно усиливает их устойчивость к болезням.

#### **Мероприятия против болезней малины:**

— возделывание устойчивых сортов;

— детальные почвенные и фитопатологические обследования участков перед закладкой маточников и промышленных посадок с целью выявления состава почвы, залегания грунтовых вод и находящихся вблизи насаждений, которые могут быть резерваторами инфекции. Под малину следует отводить участки, на которых не было отмечено поражения хлорозом, и удаленные (не менее чем на 1 км) от существующих насаждений малины и ежевики;

— создание здоровых маточников и отбор для посадки только здоровых растений;

— осенняя или ранневесенняя обрезка и сжигание всех пораженных частей растений, а также искореняющее опрыскивание растений и почвы 3%-ной бордоской жидкостью;

— опрыскивание растений во время вегетации против ржавчины, антракноза и пятнистостей бордоской жидкостью или ее заменителями до цветения и после сбора урожая. При появлении мучнистой росы рекомендуется опыление растений молотой серой (28-30 кг/га). Вторая обработка проводится после сбора урожая;

— систематическая борьба с тлями и другими насекомыми - переносчиками болезней;

— соблюдение требований агротехники, включая не только уход, но и правильное внесение удобрений;

— тщательная фитопатологическая экспертиза при заготовке посадочного материала;

#### **Система мероприятий против болезней винограда**

Комплекс мероприятий, направленных против болезней винограда, предусматривает создание и районирование сортов, устойчивых к болезням, а также обязательное соблюдение приемов агротехники, направленных на получение высокого урожая винограда. Особое внимание следует обращать на дренаж, правильную закладку виноградников, осеннюю вспашку междурядий и перекопку в рядах, что в значительной степени уменьшает резервацию многих патогенов. Поднятие кустов на опоры, операции по уходу за растениями также уменьшают развитие болезней на винограде. Немаловажное значение имеет применение удобрений, так как с улучшением питания растений повышается их устойчивость к болезням.

В зависимости от возраста и характера использования виноградника система мероприятий включает:

В маточниках подвойных лоз:

- закладку маточника черенками, заготовленными только от здоровых растений;

— уничтожение кустов, больных вирусными болезнями, бактериальным раком, антракнозом и пятнистым некрозом;

- осеннее (после листопада) или весеннее (до распускания почек) опрыскивание растений 3%-ной бордоской жидкостью против комплекса болезней;

- выращивание подвойной лозы на вертикальных шпалерах с целью защиты от поражения возбудителем пятнистого некроза, а там, где подвойные лозы культивируются врасстил, - проведение уборки не позднее декабря.

В виноградных школах:

- запрещение использования подвойной лозы, больной пятнистым некрозом и антракнозом;

- обработку виноградных прививок и черенков перед высадкой молотой серой из расчета 0,5-0,75 кг на 100 прививок или черенков при заболевании растений бактериальным раком;

- 6-кратное (с интервалом в 2—3 недели) опрыскивание виноградников 1%-ной бордоской жидкостью против милдью, антракноза и других болезней; при обнаружении оидиума - опрыскивание растений 1 %-ной коллоидной серой (до 6 обработок с интервалом в 10—15 дней);

- в конце августа - браковку и уничтожение саженцев с признаками вирусных заболеваний, антракноза и пятнистого некроза.

В молодых и плодоносящих виноградниках:

- недопущение осенней закладки виноградников черенками, а также посадки саженцев с признаками бактериального рака, антракноза и вирусных болезней;

- размещение виноградников на южных, юго-западных, юго-восточных склонах, а на ровных участках расположение рядов параллельно направлению господствующих ветров в первую половину лета, что уменьшает срок нахождения капелек дождя и росы на листьях и тем самым возможность их заражения патогенами;

- систематическую химическую борьбу с болезнями. В частности, против милдью, антракноза, церкоспороза и краснухи - многократное опрыскивание виноградников бордоской жидкостью в следующие сроки: первое — при образовании листьев диаметром 2—3 см или при появлении первых милдьюозных пятен на листьях, а также по теоретически вычисленному сроку окончания первого инкубационного периода развития милдью; второе - в фазу разрыхления соцветий и обособления бутонов (примерно за 10 дней до цветения); третье - сразу же после цветения.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Лабораторная работа 1 (ЛР-1). Типы болезней. Фитопатогенные бактерии, вирусы, микоплазмы, нематоды, цветковые паразиты. Методы макро- и микроскопического изучения болезней лесных культур.

### **1. Рассмотреть устройство микроскопа.**

Наряду со световым и электронным микроскопами, схема работы которых приведена на рис. 1а, при фитопатологических и микологических работах используются и дополнительные оптические приборы: окулярный и объективные микрометры, рисовальный аппарат, счетная камера, осветительная лампа, лупа. Кроме того, подсобную роль выполняют бритва, пинцет, препаровальные иглы, ножницы, скальпель, предметные и покровные стекла.

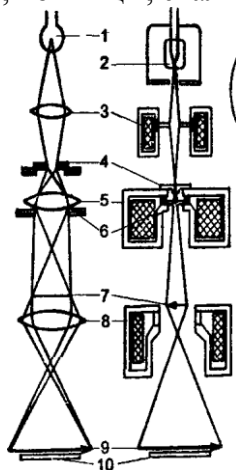


Рис. 1. Устройство светового и электронного микроскопов (а), окулярный (б) и объективный (в) микрометры:

2. Рассмотреть приготовление микроскопических препаратов

В зависимости от характера изучаемых объектов материал для препаратов готовится различными способами: 1) снимается поверхностный налет или подушечки - спороношение гриба; 2) изготавливается срез через пораженную ткань.

Первый способ применяют при наличии располагающихся поверхностно и легко снимающихся спороношений (порошащие подушечки, пустулы, налеты и т. п.); их соскабливают копьём, препаровальной иглой или скальпелем и переносят в каплю жидкости (воды, молочной или уксусной кислоты) на предметное стекло, расправляют, накрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом.

Для размягчения, просветления и обезвоживания живых объектов или гербарного материала используют хлораллактофенол (хлоралгидрат - 2 части по массе, фенол - 1 часть и молочная кислота - 1 часть).

При изучении мелких плодовых тел применяют мацерацию или раздавливание их между предметным и покровным стеклами (после прогревания в молочной кислоте).

Второй способ применяют, если грибница расположена внутри тканей растений, при деформации клеток тканей, в процессе изучения строения плодовых тел грибов и т. п. При этом способе готовят тонкие бритвенные срезы через ткани пораженных органов растений.

Приступая к изготовлению срезов, необходимо учитывать строение органов растений (лист, стебель, ветвь, корень, плод, древесина, семена) и их состояние: живой (свежий), сухой (гербарный) или фиксированный (спирт, формалин и др.).

При непосредственном изучении или с помощью лупы пятнистостей листьев и кожицы сочных плодов (яблоко), наростов, вздутый выбирают наиболее характерные пораженные места и вырезают их скальпелем. Затем подготавливают кусочки сердцевинки сухой бузины или подсолнечника, рассекают их продольно пополам, зажимают между этими половинками вырезанные кусочки ткани растений и режут бритвой. Срез объекта делают вместе с бузиной. Затем бузину в капле воды отделяют от среза объекта. Бузина используется также при изготовлении срезов тонких стеблей, хвои, корешков. Кусочки бузины прокалывают препаровальной иглой, вставляют в отверстие объекты и режут также вместе с бузиной.

Гербарный материал предварительно размачивают или кипятят в воде для восстановления его гибкости и затем поступают с ним так же, как и со свежим материалом. Можно делать срезы с крупных стеблей, корней и срезы плодовых тел грибов, формирующихся на поверхности или погруженных в верхние ткани стеблей, корней и т. п. Так как сухая твердая древесина трудно поддается срезам, то ее предварительно делят на кусочки и кипятят в воде (0,5-1 ч) или в смеси воды с глицерином (1 : 1). При этом кусочки древесины размягчаются, из тканей вытесняется воздух. Применяется также кипячение кусочков древесины в водном растворе спирта и глицерина (1:1:1) или молочной кислоте. Сухие семена или плоды необходимо выдержать над водяным паром и затем поместить в смесь из 70%-го спирта (94-98 частей) и 40%-го формалина (2-6 частей), после чего можно делать тонкие срезы наружных и более глубоких слоев пораженных тканей.

**Просветление препаратов.** Просветлению подвергаются малопрозрачные или массивные срезы, мешающие детальному их просмотру (например, ооспоры, погруженные в ткань, гаустории, пикниды, хламидоспоры и др.).

Просветление препаратов осуществляют оттягиванием фильтровальной бумагой воды (но не высушиванием) с последующим нанесением на предметное стекло с материалом двух капель молочной кислоты или раствора щелочи (NaOH или KOH), подогретой до кипения или слегка прокипяченной на слабом огне спиртовки. Если просветляющий раствор испарится с предметного стекла, то его можно добавить, а затем препарат рассмотреть под микроскопом. Загрязненную поверхность покровного стекла осторожно вытирают увлажненной марлей.

При использовании в качестве просветлителя гвоздичного масла срез предварительно обезживают последовательным переносом в спирты повышающейся концентрации (50-96%). Затем срез на 1-5 мин. помещают в гвоздичное масло. Иногда после гвоздичного масла для улучшения качества среза его помещают в ксилол. Из других просветлителей применяются бергамотовое масло, лактофенол, хлороформ, хлоралгидрат, жавелевая вода и др.

**Обесцвечивание материала.** Для обесцвечивания материала обычно используют жавелевую воду, которую готовят из 20 частей (по массе) 25% -и хлорной извести и 100 частей воды. Хлорную известь растворяют в воде и дают полученному раствору отстояться, затем его смешивают с равным объемом 15%-го раствора  $K_2CO_3$ , который вливают в ранее полученный раствор. После этого смесь фильтруют и используют для обесцвечивания препаратов.

**Окраска препаратов.** Для обнаружения мицелия и других образований в тканях растения-хозяина применяют дифференцированную окраску отдельных частей тканей и мицелия при помощи различных красителей.

Приготовленный срез предварительно рассматривают в той или иной жидкости. Если он удачен, то жидкость оттягивают фильтровальной бумагой и заменяют необходимой краской. После экспозиции от нескольких секунд до 1-5 мин в зависимости от краски и окрашиваемого объекта краску отсасывают фильтровальной бумагой и препарат промывают водой или спиртом, пока жидкость не станет бесцветной. Затем накрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом.

Помимо окрашивания с предварительной фиксацией существует прижизненная окраска - упрощенный метод (Н. А. Наумов) без предварительной обработки.

Объект из живой ткани (например, лист с налетом конидиеносцев пероноспорных, мучнисторосяных) окрашивается 1%-м водным или молочнокислым раствором хлопчатобумажного или анилинового синего в течение 30 с (до 1-3 мин.). Мицелий, спороношения и частично пораженная отмирающая ткань приобретают синий цвет. Живая здоровая ткань не окрашивается.

В большинстве случаев применяют следующие воднорастворимые красители: хлопчатобумажный синий, водный синий, генцианвиолет, анилиновый синий, йод и др.

**Фиксация препаратов.** При фиксации срезов пораженной растительной ткани, сплетений мицелия, плодового тела гриба фиксирующей жидкостью происходит умерщвление содержимого клеток с сохранением их тончайшей структуры. Фиксация с последующей промывкой способствует лучшему просветлению, окрашиванию и продолжительному сохранению постоянных препаратов.

Наиболее простым способом фиксации среза является нагревание его в кипящей капле воды или в молочной кислоте на покровном стекле. Затем на срез наносят 1-2 капли красителя хлопчатобумажного синего (1%-й водный или молочнокислый раствор). Через 5-10 с на слабоокрашенной ткани среза ясно выделяются более интенсивной окраской мицелий и споры. Этот способ обычно используют для обнаружения в почве (в мазках на предметном стекле) спор возбудителя килы.

Кипящая вода как фиксатор применяется, например, для изучения мицелия гриба при выращивании в чистых культурах (при этом ядра клеток сохраняются), тканей склероциев или плодовых тел.

К более часто применяемым фиксаторам относятся сложные фиксирующие жидкости, такие, например, как жидкость Флемминга и несколько измененная жидкость Навашина.

Для продолжительного хранения обработанный объект помещают в застывшую среду, которая не должна изменять его структуру и окраску. Такой средой, например, являются канадский бальзам, глицерин-желатин, жидкий парафин, пихтовый бальзам и т. п.

### **3. Рассмотреть методы диагностики болезней**

Вводные пояснения к теме. Основой успеха защиты растений от болезней является правильная постановка диагноза, то есть распознавание болезни по совокупности признаков.

Болезни растений проявляются различно, причем часто одни и те же признаки болезни вызываются различными причинами как инфекционного, так и неинфекционного характера.

Известно громадное разнообразие болезней растений, однако его можно свести к незначительному количеству основных типов: увядание, пятнистости, изменение окраски, налеты, пустулы, наросты, деформации, гнили.

Для постановки окончательного диагноза нужно учитывать комплекс признаков: 1) внешние признаки больного растения в динамике; 2) изменение в строении больных тканей; 3) нарушение нормального течения физиологических процессов в растении; 4) причину болезней растений; 5) определение возбудителя болезни, его систематическое положение, биологию, экологию.

Для установления окончательного диагноза болезни используют следующие методы.

**1. Макроскопический метод.** Сводится к наружному осмотру больного растения, когда обычно создается предварительное представление о болезни.

**2. Микроскопический метод.** Применяют при определении характера изменения в пораженных тканях, при этом нередко обнаруживают и исследуют возбудителя болезни.

**3. Биологический метод.** Сводится к сравнительному изучению особенности течения болезни растения, когда необходимо производить искусственное заражение растения с выяснением динамики патологического процесса, значения внешних факторов и других показателей.

**4. Культуральный метод.** Применяется для определения возбудителя заболевания растения. Патогенный организм выделяется на искусственную питательную среду и содержится в термостате при соответствующих температуре и экспозиции.

Питательные среды имеют неодинаковые значения для различных организмов, так как составные части среды могут быть пригодными для одних организмов и менее пригодными для других.

#### **4. Рассмотреть виды заболеваний растений**

**Болезнь растения** - это сложный патологический процесс, который возникает под влиянием внешних факторов, протекает во взаимодействии с окружающей средой и проявляется в нарушениях физиологических функций и анатомо-морфологических изменениях всего растения или отдельных его органов. Болезнь ведет к отмиранию пораженных тканей, ослаблению, снижению продуктивности или гибели всего растения.

На протяжении всей жизни растение тесно связано с окружающей средой и постоянно взаимодействует с ней. Его рост, развитие, продуктивность зависят от температуры и влажности, химического состава почвы и воздуха, разнообразных живых организмов и множества других факторов. Когда условия окружающей среды соответствуют требованиям растения и во взаимоотношениях растения с населяющими среду живыми организмами наблюдается равновесие, его обмен веществ протекает нормально, оно растет и развивается, не обнаруживая функциональных и морфологических нарушений. Если же какой-либо фактор среды резко отклоняется от оптимума или на растение нападают другие организмы, то происходит нарушение обмена веществ и физиологических функций, часто ведущее к изменениям анатомического строения и внешнего вида растения, т.е. возникает патологический процесс, или болезнь.

Различают **инфекционные и неинфекционные** болезни растений. Неинфекционные болезни возникают без участия фитопатогенных организмов, под влиянием неблагоприятных для нормального развития растений факторов окружающей среды. Таковы болезни, вызываемые недостатком или избытком воды, нарушениями режима питания, недостатком кислорода, воздействием слишком высокой или низкой температуры, недостатком света, наличием в воздухе или почве токсичных для растений веществ и т.д.

Важнейшая особенность **неинфекционных** болезней - их неспособность передаваться от больного растения к здоровому.

Недостаток воды в почве приводит к увяданию сеянцев, суховершинное™ деревьев, а сильное иссушение почвы может стать причиной их полного усыхания. Избыток воды в почве может вызвать отмирание корней. У древесных растений оно иногда связано с недостатком в почве кислорода, неправильной посадкой, уплотнением грунта, асфальтированием и другими причинами.

При недостатке питательных веществ у древесных растений чаще всего наблюдаются отставание в росте и хлороз (бледно-желтая или белесая окраска листьев и хвои). Слишком высокие концентрации некоторых веществ в почве также оказывают вредное действие, нарушая физиологические процессы у растений. При этом наблюдаются пожелтение, побурение или засыхание листьев и хвои.

Под действием высокой температуры может произойти отмирание и опадение листьев; у сеянцев, особенно на темных почвах, часто наблюдается ожог шейки корня. Очень вредны осенние и весенние заморозки, резкая смена температур. Под влиянием этих факторов у деревьев возникают ожоги, отслаивание коры, морозобоины трещины, происходит искривление и отмирание побегов, пожелтение хвои.

В лесных массивах, расположенных вблизи крупных городов и промышленных предприятий, а также в городских насаждениях деревья и кустарники сильно страдают от дыма, газов и частиц угля, извести, пыли. Попадая на листья и хвою, они закупоривают устьица и вызывают удушье растений. Особенно страдают от пыли хвойные породы. Под влиянием газообразных производных углерода, серы, фтора, азота, хлора, минеральных кислот и других токсичных веществ на вегетативных органах растений возникают некротические пятна, происходит изменение окраски листьев и хвои, уменьшается прирост, отмирают вершины и ветви.

**Инфекционные** болезни растений вызываются микроорганизмами (преимущественно грибами, бактериями, вирусами), паразитическими нематодами или цветковыми растениями-паразитами. Организм, вызывающий болезнь, называют ее возбудителем, или **патогеном**. Организмы способные вызывать болезни растений, называют **фитопатогенными**. Растение, на котором поселяется и за счет которого питается, растет и развивается патоген, называют **растением-хозяином**.

Инфекционные болезни растений весьма многочисленны, и многие из них причиняют большой ущерб лесному хозяйству, так как могут передаваться от больных растений здоровым. Они разнообразны по характеру вызываемых ими патологических процессов и внешним признакам.

Несмотря на существенные различия между инфекционными и неинфекционными болезнями, их нельзя рассматривать как явления совершенно обособленные. В природе между ними наблюдается тесная взаимосвязь. Часто инфекционное заболевание развивается на фоне предварительного ослабления или повреждения растений неинфекционными процессами. Например, морозобоины и ожоги коры могут явиться причиной развития инфекционных некрозов и раковых заболеваний стволов. Ослабление всходов под влиянием неблагоприятных почвенных или погодных условий, одностороннего удобрения или плохого ухода служит предпосылкой поражения сеянцев полеганием и выпреванием. Отмирание мелких корней вследствие недостатка кислорода при уплотнении почвы приводит к поражению хвойных пород корневой губкой. Такие взаимосвязанные болезни, одна из которых предопределяет или стимулирует развитие другой, называют сопряженными.

## **5. Рассмотреть симптомы и типы болезней**

Патологические реакции клеток и тканей растений при различных заболеваниях очень разнообразны. От их характера во многом зависят и внешние проявления болезни. Видимые признаки болезней, доступные невооруженному глазу, называют **симптомами**.

Различают симптомы типичные (регулярно появляющиеся при данном заболевании) и нетипичные; главные (наиболее характерные для данной болезни) и сопутствующие; специфические (свойственные лишь данной болезни) и общие (наблюдаемые при различных

заболеваниях); первичные (появляющиеся первыми в самом начале болезни) и вторичные (возникающие при дальнейшем развитии болезни).

Постоянство симптомов, появляющихся у растений при определенных заболеваниях, обуславливает специфику этих болезней и делает возможной их **диагностику**.

**Типом болезни** называют группу заболеваний, характеризующихся комплексом сходных симптомов и объединяемых общим названием. Тип болезни определяется характером взаимодействия патогена и хозяина и совокупностью происходящих у растения патологических изменений, а они, в свою очередь, зависят от биологических свойств патогена, особенностей пораженных органов и тканей, от возраста растений. Наиболее часто встречаются следующие типы болезней древесных пород.

Болезни растений **классифицируют** также по возрастным группам (болезни всходов, сеянцев, молодняков, приспевающих, спелых и перестойных насаждений) и по поражаемым органам (болезни плодов, семян, листьев, хвои, корней, стволов, ветвей).

У растений различают **местные и общие** болезни. При местных заболеваниях поражение ограничивается лишь отдельными участками или органами растения. Типичными примерами могут служить пятнистости, гнили, раковые и многие другие болезни растений. При общих заболеваниях растение бывает поражено полностью, хотя заражение могло произойти в каком-то одном месте. Таковы сосудистые болезни, большинство вирусных болезней растений.

В зависимости от скорости развития патологического процесса и характера его внешних проявлений, различают две **формы болезни: острую** (т.е. быстро протекающую, с резко выраженными симптомами) и **хроническую** (медленно развивающуюся, с неясно выраженными, иногда малозаметными признаками). В острой или хронической форме могут протекать, например, сосудистые болезни древесных пород. Есть болезни, которые всегда развиваются как острые (например, некрозы ветвей и стволов) или как хронические (например, раковые, гнилевые).

#### **6. Самостоятельная работа по определению типов болезней на примере гербарных образцов.**

##### **Вопросы для самопроверки:**

1. Что такое «фитопатология» как наука?
2. Какие виды болезней растений существуют в природе?
3. Какие выдающиеся ученые – фитопатологи России вам известны?
4. Какие цели и задачи ставит перед собой фитопатология в настоящее время?

##### **Результаты и выводы:**

В результате проведения практического занятия студентами тема усвоена.

Лабораторная работа 2 (ЛР-2). Вегетативное, бесполое, половое размножение грибов. Классификация грибов. Общая характеристика отделов грибов. Основные болезни, вызываемые ими. Низшие грибы.

Грибы - это обширная группа бесхлорофилльных организмов объединяет более 100 тыс. видов. Богатство видового состава, своеобразие происхождения, морфологии и биологии грибов послужили основанием для выделения их в самостоятельное царство живой природы (Mycota). Некоторые грибоподобные организмы отнесены к царствам Protozoa и Chromista. Однако в дальнейшем как собственно грибы, так и грибоподобные организмы мы будем для краткости изложения условно называть грибами. Грибы очень разнообразны по форме, строению, физиологическим и экологическим особенностям, их роли в природе и жизни человека. Наряду с широко известными видами съедобных и ядовитых шляпочных грибов, в том числе грибов-микоризообразователей, существует огромное число видов микроскопических грибов. Многие из них являются возбудителями болезней древесных растений, а также сельскохозяйственных и цветочных культур. Известны грибные болезни животных и человека. Грибы вызывают также разрушение древесины в лесу, на складах, в зданиях и сооружениях, порчу продуктов и промышленных изделий. Некоторые виды грибов находят применение в медицине и различных отраслях промышленности.

## 1. Рассмотреть вегетативное тело грибов и его видоизменения

Вегетативное тело большинства грибов состоит из тонких простых или разветвленных нитей - **гиф**. Гифы растут вершинами и, сплетаясь между собой, образуют мицелий (грибницу). Одна из специфических особенностей грибов - способность к неограниченному росту мицелия.

### 2. Рассмотреть вегетативное размножение грибов

Известны три типа размножения грибов: вегетативное, бесполое и половое.

### 3. Рассмотреть основные типы видоизменения мицелия и виды вегетативного размножения под микроскопом.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Какие заболевания называются неинфекционными?
1. Какие факторы вызывают неинфекционные заболевания?
2. Приведите примеры сопряженности неинфекционных и инфекционных заболеваний.
3. Какие патологические явления, вызываемые низкими и высокими температурами почвы и воздуха, вы знаете?
4. Болезни, вызываемые недостатком или избытком влаги в почве и воздухе.
5. Механические повреждения и вызываемые ими патологические процессы.
6. Болезни от недостатка или избытка света.

Репродуктивное размножение осуществляется спорами, которые по своему происхождению могут быть **бесполыми** и образовавшимися в результате **полового процесса**.

### 1. Рассмотреть виды бесполого процесса размножения у грибов.

Бесполое размножение осуществляется при помощи спор, образующихся не на мицелии, а на особых его ветвях, отличающихся от обычных вегетативных гиф по строению и характеру роста. Процесс образования спор связан с большим расходом пластических веществ, поэтому бесполое спороношение возникает на хорошо развитом мицелии с достаточным запасом питательных веществ.

### 2. Рассмотреть виды полового размножения грибов.

Сущность любого **полового процесса** - **слияние содержимого двух клеток, в результате чего возникает новый организм, получивший наследственный материал от обоих родителей. Половой процесс** - один из главных механизмов изменчивости у грибов, в результате чего появляются новые физиологические расы. Поэтому основное назначение полового процесса в жизни грибов - появление в природе форм с новыми признаками, в том числе и патогенными.

#### ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ

Циклом развития у грибов называют последовательное прохождение им в течение жизни различных стадий и спороношений, завершающееся образованием исходных спор. У некоторых грибов в зависимости от этапа индивидуального развития образуются различные спороношения.

Обычный (простой) цикл развития включает два спороношения: бесполое и половое. Однако есть немало видов, имеющих наряду с половым несколько различных бесполох спороношений. Такой цикл развития называют сложным. Примером грибов со сложным циклом развития могут служить ржавчинные грибы. Многие митоспоровые (несовершенные) грибы имеют только бесполое спороношение (анаморфы). В то же время у некоторых сумчатых и базидиальных грибов известно лишь половое спороношение. В ряде групп грибов имеются виды, цикл развития которых до сих пор неясен.

Споры грибов, предназначенные для распространения и быстрого прорастания в течение вегетационного периода, называются пропагативными. Они имеют тонкие, обычно бесцветные оболочки и не могут долго сохранять жизнеспособность. Таковы зооспоры, конидии и другие анаморфы.

Споры, служащие для длительного сохранения при неблагоприятных условиях, называются покоящимися. Они бывают снабжены толстой и, как правило, пигментированной оболочкой (например, ооспоры, зигоспоры, телиоспоры ржавчинных грибов).

Спорообразующая способность большинства грибов очень велика. Например, у муконовых грибов один спорангий может содержать несколько десятков тысяч спорангиоспор. В каждой пустуле ржавчинных грибов созревает несколько сотен спор. Число сумкоспор в плодовом теле некоторых сумчатых грибов исчисляется миллионами, а плодовые тела многих трутовых грибов выделяют миллиарды базидиоспор в течение всего периода споруляции. Количество продуцируемых грибами спор многократно увеличивается соответственно числу генераций бесполого спороношения.

Циклом развития у грибов называют последовательное прохождение различных стадий и спороношений, завершающееся образованием исходных спор. У большинства грибов в цикле развития происходит чередование анаморфных и телеоморфных стадий.

### **3. Рассмотреть основные типы бесполого и полового размножения грибов под микроскопом.**

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Типы специализации возбудителей болезней растений.
2. Степень выраженности специализации.
3. Что такое филогенетическая, возрастно-физиологическая и органотропная специализации возбудителей заболеваний?
4. Как можно правильно строить систему защитных мероприятий, зная в каждом конкретном случае специализацию возбудителей?
5. Типы паразитизма возбудителей болезней: фитопатогенные сапрофиты и некрофиты, обязательные и условные паразиты.
5. Приведите примеры возбудителей болезней, характеризующихся различной степенью выраженности паразитизма.

#### **Отделы Плазмодиофоромицота, Оомикота, Зигомикота.**

##### **МИКСОМИЦЕТЫ (МУХОМИЦЕТА)**

Миксомицеты - сборная группа, объем которой разными авторами понимается по-разному. Раньше их относили к грибам и до сих пор иногда традиционно сближают с ними. Отличаются миксомицеты тем, что вегетативное тело у них амeboидное: либо одна гигантская многоядерная амеба (плазмодий), либо колония амeб, сохраняющих свою индивидуальность (псевдоплазмодий). В этом состоянии они способны к активному передвижению и активному захвату пищи (например, клеток бактерий), т.е. для них характерен голозойный тип питания. На определенном этапе своего жизненного цикла они образуют споры, часто в очень больших количествах.

#### **1. Рассмотреть особенности грибов данного отдела.**

##### **ОТДЕЛ ПЛАЗМОДИОФОРОВЫЕ (PLASMODIOPHOROMYCOTA)**

Плазмодиофоровые - внутриклеточные паразиты цветковых растений, обычно вызывающие у них местные разрастания или опухоли пораженных мест. Различные виды плазмодиофоровых могут быть переносчиками многих вирусов растений.

Плазмодиофоровые образуют многоядерные, лишенные жесткой клеточной стенки плазмодии. Однако здесь существуют значительные различия с миксогастровыми. Так, вегетативное тело плазмодиофоровых неспособно к амeboобразному движению и активному захвату пищи - оно существует только целиком в клетках или гифах своих хозяев. Споры развиваются из плазмодия прямо внутри клетки хозяина. Представлены классом Plasmodiophoromycetes.

#### **2. Рассмотреть особенности грибов данного отдела.**

##### **ОТДЕЛ ООМИКОТА (ООМИКОТА)**

Представители отдела - бесцветные сородичи охрофитовых водорослей. Большинство имеет хорошо развитый неклеточный мицелий. Жгутиковые стадии здесь сходны со жгутиковыми стадиями охрофитов. Как и там, жгутиков может быть два или (значительно

реже) один. Жгутиковые стадии гетероконтные и гетероморфные, т. е. различны по длине и морфологии. Более длинный жгутик перистый, несущий трехчастные мастигонемы, направленный вперед. Гладкий жгутик более короткий, направлен назад. Возможно апикальное (на переднем конце) и латеральное (боковое) прикрепление жгутиков.

Это организмы водные или наземные, сапротрофы или паразиты.

Из-за внешнего сходства и в силу традиции эти организмы рассматривают вместе с настоящими грибами. Из них мы рассмотрим класс Оомицеты.

### **3. Рассмотреть особенности грибов данного отдела.**

#### **ОТДЕЛ ЗИГОМИКОТА (ZYGOMYCOTA)**

Зигомицеты обладают хорошо развитым многоядерным, преимущественно неклеточным бесцветным мицелием, в котором септы возникают при старении или при образовании репродуктивных структур. Клетки мицелия окружены хорошо заметной твердой стенкой, образованной главным образом комплексом хитина и хитозана.

Бесполое размножение зигомицетов осуществляется неподвижными спорами, покрытыми оболочкой, образующимися эндогенно внутри особых споровместилищ - многоспоровых спорангиев, называемых спорангиоспорами. У эволюционно более развитых представителей зигомицетов спорангиоспоры образуются в малоспоровых мероспорангиях или односпоровых спорангиолях, которые при созревании отпадают целиком, так как стенка споры срастается со стенкой спорангиоли. Переход от формирования многоспоровых спорангиев к односпоровым служит приспособлением к наземному образу жизни: в наземных условиях на образование массивного многоспорового спорангия необходимо больше времени, чем на формирование многочисленных мелких спорангиолей экзогенных спор, а условия на суше гораздо более переменчивы, чем в воде, и легко могут измениться в худшую сторону. Половой процесс у зигомицетов называется зигогамией: в типичном случае сливается недифференцированное на отдельные гаметы содержимое двух клеток (гаметангиев), отделяющихся от концевых участков гиф мицелия поперечными перегородками (септами). Среди зигомицетов существуют гетероталлические (большинство) и гомоталлические виды. У гомоталлических видов сливаются гаметангии, образующиеся на одном мицелии, а у гетероталлических - гаметангии, формирующиеся на разных мицелиях. У одних видов копулирующие гаметангии могут не различаться по внешнему виду и размеру, тогда как у других - одна из сливающихся клеток (женская) большего размера, чем другая (мужская). Часто от суспензора - гифы, несущей женскую гаметангию, - отрастают придатки, а в случае их образования от обоих суспензоров придатки на суспензоре с мужским гаметангием более мелкие. В месте слияния гаметангиев формируется покоящаяся зигоспора (зигота) с толстыми темноокрашенными стенками. При прорастании зигоспоры образуется короткая ростковая гифа со спорангием, морфологически сходным со спорангием, формирующимся при обычном бесполом размножении.

#### Результаты и выводы:

В результате проведения практического занятия студентами тема усвоена.

Лабораторная работа 3 (ЛР-3). Отдел Аскомикота. Классификация мучнисторосяных, спорыньевых, гелоциевых, асколокулярных грибов и болезни, вызываемые ими. Отдел Базидиомикота. Классификация трутовых и ржавчинных грибов и болезни, вызываемые ими. Отдел Дейтеромикота. Их классификация и болезни, вызываемые ими.

### **1. Рассмотреть особенности биологии грибов данного отдела.**

#### **ОТДЕЛ СУМЧАТЫЕ ГРИБЫ, или АСКОМИЦЕТЫ (ASCOMYCOTA)**

Аскомицеты, или сумчатые грибы, относятся к высшим грибам, имеющим септированный многоклеточный мицелий. Основная особенность аскомицетов - образование в результате полового процесса специальных одноклеточных структур - сумок (асков), внутри которых формируются обычно 8 аскоспор, хотя их число у разных видов может варьировать от 2 до 4-5 тыс. Сумки могут возникать непосредственно на мицелии, но у

большинства аскомицетов они формируются внутри или на поверхности плодовых тел, образованных сплетением мицелия.

**1. Рассмотреть готовые микропрепараты по данной теме, самостоятельно приготовить препараты микроскопических особенностей грибов данного отдела.**

**2. Самостоятельная работа по определению родов класса Эризифомикеты**

**Вопросы для самопроверки:**

1. Понятие о заражении, инкубационном периоде.
2. Условия, определяющие заражение и его исход.
3. Местная и общая инфекция (приведите примеры).
4. Факторы, определяющие массовое развитие болезни.
5. Вирулентность и агрессивность возбудителей.
6. Первичная и вторичная инфекции (приведите примеры).
7. Сохранение и перезимовка возбудителей болезней в растении и вне растения (приведите примеры).

**Отдел Базидиомикота. Классификация трутовых и ржавчинных грибов и болезни, вызываемые ими. Плодовые тела грибов**

**1. Рассмотреть особенности биологии грибов данного отдела.**

#### **ОТДЕЛ БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ (BASIDIOMYCOTA)**

Отдел включает грибы, характеризующиеся многоклеточным (септированным) мицелием и образованием базидий с экзогенными базидиоспорами. В жизненном цикле базидиомицетов присутствуют два типа мицелия: один - одноядерный, гаплоидный (первичный), существующий кратковременно; другой - дикариотический (вторичный), занимающий основное место в жизненном цикле базидиомицетов. Именно из дикариотического мицелия образованы разнообразные плодовые тела.

Половой процесс у базидиомицетов - соматогамия, заключающийся в слиянии двух соматических (вегетативных) клеток первичного мицелия, в результате которого образуется дикариотический вторичный мицелий. Базидия у многих базидиомицетов формируется из дикариотической гифы по способу «пряжки», гомологично образующимся по способу «крючка» сумкам у аско-мицетов. Однако в отличие от крючка пряжка не всегда связана с половым процессом и может просто способствовать мифации ядер в мицелии. Наличие пряжек - отличительная черта мицелия многих видов базидиомицетов.

**2. Рассмотреть готовые микропрепараты по данной теме, самостоятельно приготовить препараты микроскопических особенностей грибов данного отдела.**

**3. Самостоятельная работа по определению типов плодовых тел трутовиков.**

**Вопросы для самопроверки:**

1. Основные понятия: иммунитет, устойчивость, восприимчивость.
2. Факторы иммунитета растений.
3. Достижения, задачи и перспективы лесной селекции.
4. Болезнеустойчивые и иммунные породы и пути их создания.
5. Механизмы защитных реакций.
6. Создание инфекционных фонов.
7. Достижения и задачи российской селекции при выведении устойчивых сортов.

**Отдел Дейтеромикоты, их классификация и болезни, вызываемые ими**

**1. Рассмотреть особенности грибов данного отдела.**

#### **АНАМОРФНЫЕ, или МИТОТИЧЕСКИЕ ГРИБЫ, или ДЕЙТЕРОМИЦЕТЫ (DEUTEROMYCOTA)**

Эта группа грибов - одна из наиболее многочисленных. К дейтеромицетам относятся грибы с многоклеточным септированным мицелием, которые размножаются бесполым путем - с помощью конидий и вегетативно - фрагментами мицелия. Кроме настоящих дейтеромицетов, известных исключительно в конидиальной (анаморфной или митотической) стадии, сюда относят бесполое стадии плеоморфных грибов (преимущественно аскомицетов

и немногих базидиальных грибов), у которых в жизненном цикле чередуются половая и конидиальная стадии (например, *Venturia inaequalis*, *V. pirina*, виды порядка Erysiphales, представители родов *Aspergillus*, *Penicillium*). Традиционная классификация и применяемая на практике идентификация дейтеромицетов основана в основном на морфологических признаках конидиального спороношения, которые чрезвычайно разнообразны. До сих пор наиболее широко используется система дейтеромицетов, созданная итальянским микологом П. Саккардо еще в 1884 г. Он разделил их на три порядка - Гифомицеты (*Hyphomycetales*), Меланкониевые (*Melanconiales*) и Сферопсидные (*Sphaeropsidales*). Два последних порядка сейчас выделены в один класс - Целомицеты (*Coelomycetes*).

Система дейтеромицетов (или несовершенных грибов), предложенная Саккардо, удобна в практическом отношении. Однако она искусственная и не отражает филогенетических взаимосвязей между таксонами. Система построена исключительно на морфологических признаках и в ряде случаев только одной (бесполой) стадии, а потому она чисто формальная

Дейтеромицеты чрезвычайно широко распространены в природе. Они обитают повсеместно и развиваются как сапротрофы в почве, на растительных остатках, как паразиты на растениях, вызывая серьезные заболевания культурных растений, многие из них образуют микотоксины, а также могут паразитировать на животных и человеке как опасные возбудители микозов. Некоторые виды дейтеромицетов используются как продуценты антибиотиков, органических кислот, витаминов и других биологически активных веществ.

**2. Рассмотреть готовые микропрепараты по данной теме, самостоятельно приготовить препараты микроскопических особенностей грибов данного отдела.**

**3. Коллоквиум № 1.**

**5. Рассмотреть современную систематику грибов – возбудителей заболеваний растений.**

**Систематика грибов (По Прохорову В.П., МГУ, 2005 год;**

**Мюллеру Э., Леффлеру В., 1995, Попковой К.В., 2005)**

**ЦАРСТВО ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA): СЛИЗЕВИКИ, ИЛИ МИКСОМИКОТА (МУХОМИКОТА)**

**ОТДЕЛ ПЛАЗМОДИОФОРОМИКОТА (PLASMODIOPHOROMYCOTA)**

**Класс Плазмодиофоровые (*Plasmodiophoromycetes*)**

Род Плазмодиофора (*Plasmodiophora*)

**ЦАРСТВО ХРОМИСТА (CHROMISTA)**

**ОТДЕЛ ООМИКОТА (OOMYCOTA)**

**Класс Оомицеты (*Oomycetes*)**

Порядок Пероноспорные (*Peronosporales*)

Семейство Питиевые (*Pythiaceae*)

Род Питиум (*Pythium*)

Род Фитофтора (*Phytophthora*)

Семейство Пероноспорные (*Peronosporaceae*)

Род Плазмодара (*Plasmopara*)

Род Пероноспора (*Peronospora*)

Род Бремия (*Bremia*)

Семейство Альбуговые (*Albuginaceae*)

Род Альбуга (*Albugo*)

**ЦАРСТВО ГРИБЫ (MYCOTA, FUNGI)**

**ОТДЕЛ ЗИГОМИКОТА (ZYGOMYCOTA)**

**Класс Зигомицеты (*Zygomycetes*)**

Порядок Мукоровые (*Mucorales*)

Семейство Мукоровые (*Mucoraceae*)

Род Мукор (*Mucor*)

Род Ризопус (*Rhizopus*)

## **ОТДЕЛ АСКОМИКОТА (ASCOMYCOTA)**

### **Класс Тафриномицеты (Taphrinomycetes)**

Порядок Тафриновые (Taphrinales)

Семейство Тафриновые (Taphrinaceae)

Род Тафрина (Taphrina)

### **Класс Сахаромицеты (Saccharomycetes)**

Порядок Сахаромицетовые (Saccharomycetales)

Семейство Сахаромицетовые (Saccharomycetaceae)

Род Сахаромицес (Saccharomyces)

### **Класс Сордариомицеты (Sordariomycetes)**

Порядок Гипокрейные (Hypocreales)

Семейство Гипокрейные (Hypocreaceae)

Род Гипокрея (Hypocrea)

Семейство Нектриевые (Nectriaceae)

Род Нектрия (Nectria)

Порядок Клавицепсовые (Clavicipitales)

Семейство Клавицепсовые (Clavicipitiaceae)

Род Клавицепс (Claviceps)

Порядок Микроасковые (Microascales)

Семейство Микроасковые (Microascaceae)

Род Цератоцистис (Ceratocystis)

Порядок Сферейные (Sphaerales)

Семейство Сферейные (Sphaeraceae)

Род Полистигма (Polystigma)

Порядок Диапортовые (Diaportales)

Семейство Вальсовые (Valsaceae)

Род Вальса (Valsa)

### **Класс Дотидеомицеты (Dothideomycetes)**

Порядок Мириангиевые (Myriangiales)

Семейство Мириангиевые (Myriangiaceae)

Род Элсиное (Elsinoë)

Порядок Плеоспоровые (Pleosporales)

Семейство Плеоспоровые (Pleosporaceae)

Род Вентурия (Venturia)

Род Плеоспора (Pleospora)

Порядок Дотидейные (Dothideales)

Семейство Дотидейные (Dothideaceae)

Род Микосферелла (Mycosphaerella)

### **Класс Эризифомицеты (Erysiphomycetes)**

Порядок Эризифовые (Erysiphales)

Семейство Эризифовые (Erysiphaceae)

Род Эризифе (Erysiphe)

Род Сферотека (Sphaerotheca)

Род Микросфера (Microsphaera)

Род Подосфера (Podosphaera)

Род Унцинула (Uncinula)

Род Филлактиния (Phyllactinia)

## **СБОРНАЯ ГРУППА ДИСКОМИЦЕТЫ (DISCOMYCETES)**

### **Класс Леоциомицеты (Leotiomycetes)**

Порядок Ритизмовые (Rhytismatales)

Семейство Ритизмовые (Rhytismaceae)

Род Ритизма (Rhytisma)

Род Коккомицес (Coccomyces)  
Род Лофодермиум (Lophodermium)  
Порядок Гелотиевые (Helotiales)  
Семейство Склеротининовые (Sclerotiniaceae)  
Род Склеротиния (Sclerotinia)

## **ОТДЕЛ БАЗИДИОМИКОТА (BASIDIOMYCOTA)**

### **Класс Телиомицеты (Teliomycetes)**

Порядок Ржавчинные (Uredinales)  
Род Пукциния (Puccinia)  
Род Трифрагмиум (Triphragmium)  
Род Фрагмидиум (Phragmidium)  
Род Уромицес (Uromyces)  
Род Кронартиум (Cronartium)  
Род Мелампсора (Melampsora)  
Род Текопсора (Thecopsora)

### **Класс Устомицеты (Ustomycetes)**

Порядок Экзобазидиальные (Exobasidiales)  
Род Экзобазидиум (Exobasidium)

### **Класс Собственно базидиомицеты (Basidiomycetes)**

#### **Подкласс Гомобазидиомицеты (Homobasidiomycetidae)**

#### **Группа порядков Афиллофороидные – трутовые (Aphilophorales)**

Порядок Телефоровые (Thelephorales)  
Семейство Телефоровые (Thelephoraceae)  
Род Стереум (Stereum)  
Порядок Рогатиковые (Ramariales)  
Семейство Рогатиковые (Ramariaceae)  
Род Тифула (Typhula)  
Порядок Трутовиковые, или Полипоровые (Polyporales)  
Семейство Полипоровые (Polyporaceae)  
Род Фомитопсис (Fomitopsis)  
Род Фомес (Fomes)

Порядок Болетовые (Boletales)  
Семейство Болетовые (Boletaceae)  
Род Армиллариелла (Armillariella)

## **ОТДЕЛ ДЕЙТЕРОМИКОТА ИЛИ АНАМОРФНЫЕ, ИЛИ НЕСОВЕРШЕННЫЕ (DEUTEROMYCOTA)**

### **Класс Гифомицеты (Hyphomycetes)**

Порядок Гифомицеты (Hyphomycetales)  
Семейство Монилиевые (Moniliaceae)  
Род Монилия (Monilia)  
Род Ботритис (Botritis)  
Род Оидиум (Oidium)  
Род Вертициллиум (Verticillium)  
Род Пенициллиум (Penicillium)  
Род Аспергиллус (Aspergillus)  
Род Триходерма (Trichoderma)  
Род Трихотециум (Trichothecium)  
Род Рамулярия (Ramularia)  
Семейство Дематиевые (Dematiaceae)  
Род Фузикладиум (Fusicladium)  
Род Альтернария (Alternaria)  
Семейство Туберкуляриевые (Tuberculariaceae)

Род Фузариум (Fusarium)  
 Род Туберкулярия (Tubercularia)  
 Семейство Стилбелловые (Stilbaceae)  
 Род Графиум (Graphium)  
**Класс Целомицеты (Coelomycetes)**  
 Порядок Меланконииальные (Melanconiales)  
 Семейство Меланконииальные (Melanconiaceae)  
 Род Коллетотрихум (Colletotrichum)  
 Род Марсонина (Marssonina)  
 Род Глеоспориум (Gloeosporium)  
 Род Цилиндроспориум (Cylindrosporium)  
 Род Сфацелома (Sphaceloma)  
 Порядок Сферопсидальные (Sphaeropsidales)  
 Семейство Сферопсидные (Sphaeropsidaceae)  
 Род Сферопсис (Sphaeropsis)  
 Род Септория (Septoria)  
 Род Цитоспора (Cytospora)  
 Род Полистигмина (Polystigmina)

**Вопросы для самопроверки:**

Дать характеристику методам защиты:

1. Организационно-хозяйственный. Лесохозяйственный.
2. Агротехнический.
3. Биологический.
4. Химический.
5. Физический.
6. Механический.
7. Значение карантинных мероприятий.
8. Принципы построения интегрированной системы защитных мероприятий.
9. Значение селекционно – семеноводческих мероприятий.
10. Пути и практические приемы сохранения и повышения болезнеустойчивости пород.
11. Организация и методы учета.
12. Прогноз болезней растений и сигнализация о сроках и способах проведения защитных мероприятий.

Результаты и выводы:

В результате проведения практического занятия студентами тема усвоена.

Лабораторная работа 4 (ЛР-4). Болезни семян, плодов и меры борьбы с ними. Болезни всходов, сеянцев и молодняков и меры борьбы с ними. Болезни листьев и хвои и меры борьбы с ними. Сосудистые заболевания и некрозно-раковые болезни древесных пород и система мероприятий по их защите.

**Болезни плодов и семян**

№ п/п	Название болезни	Поражаемые растения и их органы	Внешние признаки поражения	Название возбудителя
1.	Ржавчина шишек			

2.	Кармашки плодов			
3.	Мумификация плодов черемухи			
4.	Мумификация желудей			
5.	Зеленая плесень			

6.	Розовая плесень			
7.	Головчатая плесень			
8.	Бактериальная гниль желудей			

#### Болезни всходов и сеянцев

№ п/п	Название болезни	Поражаемые растения и их органы	Внешние признаки поражения	Название возбудителя
1.	Полегание			

	сеянцев			
2.	Обыкновенное шютте сосны			
3.	Шютте лиственницы			

4.	Вызревание сеянцев сосны			
5.	Удушение сеянцев			

#### Болезни листьев и хвои

№ п/ п	Название болезни	Поражаемые растения и их органы	Внешние признаки поражения	Название возбудителя
1.	Мучнистая роса дуба			

2.	Мучнистая роса ивы			
3.	Мучнистая роса клена			
4.	Мучнистая роса березы			
5.	Чернь листьев и побегов			

6.	Черная пятнистость листьев клена			
7.	Черная пятнистость листьев ивы			
8.	Белая пятнистость листьев тополя			

9.	Белая пятнистость листьев ивы			
10 .	Пятнистость листьев вяза			
11 .	Пятнистость листьев липы			
12 .	Темно-бурая пятнистость липы			

13 .	Ржавчина листьев березы			
14 .	Ржавчина листьев шиповника, ежевика			
15 .	Ржавчина хвои сосны			

#### Болезни ветвей, стволов и корней

№ п/ п	Название болезни	Поражаемые растения и их органы	Внешние признаки поражения	Название возбудителя
--------------	------------------	---------------------------------------	----------------------------	-------------------------

1.	Сосновый вертун			
2.	Графиоз, или голландская болезнь			
3.	Засыхание ветвей			
4.	Засыхание ветвей			
5.	Засыхание ветвей			

6.	Смоляной рак сосны			
7.	Поперечный рак дуба			
8.	Рак сосны			

9.	Зобоватость корней (рак)			

Лабораторная работа 5 (ЛР-5). Гнили древесных пород и меры борьбы с ними. Разрушение древесины на складах, в технических сооружениях, зданиях и меры борьбы с ними. Болезни плодово-ягодных культур.

**Болезни гнилевые древесины, стволов и ветвей**

№ п/ п	Название болезни	Поражаемые растения и их органы	Внешние признаки поражения	Название возбудителя
1.	Ложный трутовик			
2.	Серно-желтый трутовик			
3.	Настоящий трутовик			

4.	Дубовая губка			
5.	Сосновая губка			
6.	Корневая губка			
7.	Дубовый трутовик			

8.	Окаймленный трутовик			
9.	Опенок			

**Болезни древесины на складах и в постройках**

№ п/ п	Название болезни	Поражаемые растения и их органы	Внешние признаки поражения	Название возбудителя
1.	Синева древесины			

2.	Розовина древесины			
3.	Зелень древесины			
4.	Настоящий домовой гриб			
5.	Белый домовый гриб			

6.	Пленчатый домовой гриб			
7.	Шахтный гриб			

**Болезни плодовых и ягодных культур**

№ п/ п	Название болезни	Поражаемые растения и их органы	Внешние признаки поражения	Название возбудителя
1.	Плодовая гниль (монилиоз)			
2.	Парша			

3.	Черный рак			
4.	Клястероспориоз			
5.	Милдью винограда			
6.	Пятнистый некроз			

7.	Бурая пятнистость земляники			
8.	Серая гниль			
9.	Септориоз смородины			
10 .	Столбчатая ржавчина			

11 .	Мучнистая роса крыжовника			
12 .	Ржавчина малины			
13 .	Пурпуровая пятнистость			

**3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Не предусмотрено РУП.

**4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Не предусмотрено РУП.