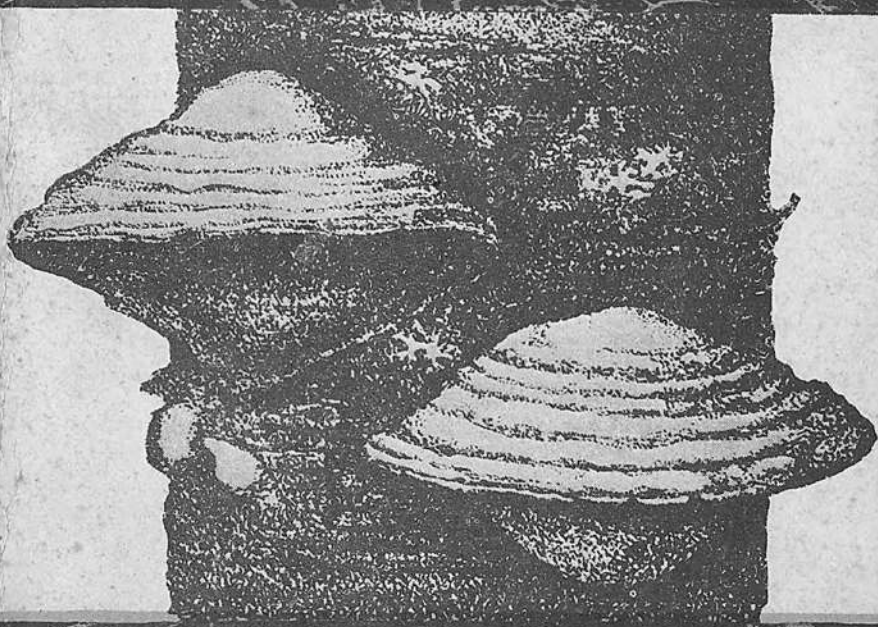


Ю. В. СИНАДСКИЙ

# КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ЛЕСНОЙ ФИТОПАТОЛОГИИ



Ю. В. СИНАДСКИЙ

# КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ЛЕСНОЙ ФИТОПАТОЛОГИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА  
1977

**Синадский Ю. В.**

**Курс лекций по лесной фитопатологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1977.**

214 с., 27 ил. Библиогр. 24 назв., 7 табл.

Лекции составлены на основе обширного фитопатологического материала на уровне современных достижений науки. В них в конкретной форме отражено современное положение лесной фитопатологии с учетом перспектив ее развития.

Содержание рассматриваемой работы включает очерк по истории развития лесной фитопатологии, общее понятие о лесе, общие сведения о болезнях и повреждениях древесных расткий, непаразитарных или неинфекционных болезнях и повреждениях древесных растений, мероприятиях по защите древесных растений от болезней.

Книга рассчитана на студентов биологических факультетов университетов, педагогических и сельскохозяйственных вузов.

ПЕЧАТАЕТСЯ ПО ПОСТАНОВЛЕНИЮ  
РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКОГО СОВЕТА  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Рецензенты:

докт. биол. наук проф. М. А. ЛИТВИНОВ  
канд. биол. наук М. А. БОНДАРЦЕВА  
член-корр. АН СССР М. В. ГОРЛЕНКО

## Предисловие

---

Основой предлагаемой книги послужили материалы лекций по лесной фитопатологии, прочитанные автором в 1968—1973 гг. для студентов биолого-почвенного факультета Московского государственного университета им. Ломоносова.

Лесная фитопатология уже более 50 лет существует как самостоятельная учебная дисциплина в лесных вузах и как составная часть отрасли лесного хозяйства — защиты леса.

Специального учебного пособия по этому курсу в университетах, педагогических и сельскохозяйственных вузах не имеется. Специфика же преподавания лесной фитопатологии как лесной дисциплины ставит вопрос о необходимости получения хотя бы элементарных сведений по лесоводству и лесоведению, древесиноведению и организации лесозащиты. Без знания основ этих дисциплин трудно разобратся в особенностях лесной фитопатологии. Исходя из вышеуказанного курс лесной фитопатологии был построен с таким расчетом, чтобы студенты имели возможность получить краткие сведения о лесоведении, лесной биогеоценологии и других понятиях единиц природы, ведении лесного хозяйства, эксплуатации, древесиноведении, защите леса и древесины.

Вопросы патологии древесных растений изложены по существующим учебникам, учебным пособиям и монографическим работам А. С. Бондарцева, С. И. Ванина, А. И. Воронцова, М. В. Горленко, И. И. Журавлева, Л. М. Перелы-

гина, И. Г. Семенковой, Д. В. Соколова, Н. А. Черемисинова и дополнены новыми данными по селекции растений, ионизирующим излучениям, вирусным, микоплазменным, нематодным болезням, высшим цветковым паразитам и другим разделам.

В лекциях использована современная отечественная и зарубежная литература.

Прохождение курса лесной фитопатологии представляется весьма необходимым для студентов биологических факультетов университетов, педагогических и сельскохозяйственных вузов, специализирующихся по низшим растениям и другим ботаническим специальностям.

# І. ОЧЕРК ОБ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ ФИТОПАТОЛОГИИ

---

Фитопатология — учение о болезнях растений. Лесная фитопатология — учение о болезнях леса. Эта наука возникла в середине прошлого века под влиянием запросов практики земледелия и растениеводства и развивалась в тесной связи с общим развитием естествознания и экономики.

Перед лесной фитопатологией стоят следующие основные задачи:

- 1) изучение процессов болезней растений;
- 2) изучение болезнетворных факторов;
- 3) изучение экологических факторов;
- 4) изучение экономического значения болезней;
- 5) разработка рациональных мер борьбы с болезнями леса и грибными повреждениями лесных продуктов.

Для решения этих задач используются методы физиологии, биохимии, молекулярной биологии, позволяющие глубже проникать в физико-химическую сущность явлений, происходящих при развитии болезненных процессов у растений и в процессе биологического разрушения древесины и древесных материалов. Большие перспективы имеют биологические методы борьбы с болезнями и защиты древесины от разрушения грибами. Непочатый край работы в области изучения вирусных, микоплазменных, бактериальных и нематодных болезней лесных древесных пород.

Основными направлениями современных фитопатологических исследований являются:

1) облигатный паразитизм (тканевая культура, физиология и т. д.); в настоящее время ученым удалось культивировать некоторых облигатных паразитов вне контакта с живыми тканями хозяина (милдью — гриба р. *Pseudoperonospora*). Это большое достижение по пути познания физиолого-биохимических свойств организмов, причиняющих большой вред народному хозяйству;

2) физиология взаимоотношений растения-хозяина и патогенного организма (патогена);

3) генетика устойчивости к болезням, вызванным грибами, бактериями, вирусами и микоплазмой;

4) токсикология исследований (фунгициды);

5) патология семян.

Одна из наиболее сложных задач современной фитопатологии — познание природы внутренних механизмов, используемых как микроорганизмами при поражении растений, так и растениями в борьбе с патогенными агентами. Цель этих исследований состоит в выявлении объективных критериев для селекции на иммунитет, а также для разработки комплекса мероприятий по выращиванию здоровых иммунных растений. Эта сложная биологическая проблема может быть решена лишь при условии постоянного творческого сотрудничества фитопатологов, селекционеров и генетиков с одной стороны, физиологов и биохимиков — с другой.

Заслуживают большого внимания работы в области физиологии (патофизиологии) и анатомии больного дерева — П. А. Положенцева и А. А. Яценко-Хмелевского, много сделавших для развития этих важных научных направлений.

Лесная фитопатология как составная часть входит в проблему биологического разрушения материалов, которой в настоящее время придается большое значение. Эта проблема одна из древнейших. Подтверждения этому находятся в сочинениях Гомера, в надписях на египетских пирамидах и других освященных веками источниках знаний. Понятие о биологическом разрушении (биодетериорации) и способы борьбы с ним выработались эмпирическим путем. Однако как отрасль науки биодетериорация все еще остается в младенческом состоянии. Несмотря на то, что борьба с повреждением древесины как одно из направлений фитопатологии развивается с XIX в., к общему пониманию вопросов данной проблемы начали приходить только в последнее десятилетие. Проблему биологического разрушения материалов целесообразно рассматривать в неразрывной связи с прикладной биологией и технологией обработки материалов. Большое практическое значение имеет экологическая классификация объектов разрушения. Сравнение концепций «биodeградация» и «биодетериорация» приводит к необходимости рассмотрения многогранных взаимоотношений между микроорганизмами и материалами и к необходимости систематизировать эти области науки.

Разрушающему воздействию организмов подвергается широкий ряд материалов, продуктов и сооружений. Некоторые из живых организмов, например грибы, портят древесину, бумагу, текстильные товары; развитие грибов и водорослей приводит к порче бетонированных и окрашенных покрытий.

колонии бактерий закупоривают трубопроводы и способствуют их коррозированию; моллюсками и ракообразными обрастают борта судов и стены портовых сооружений; грызуны портят запасы товаров; птицы угрожают безопасности полетов самолетов! Различные живые организмы как биологические разрушители довольно многочисленны и в таксономическом и в отраслевом отношении: это сухое гниение древесины; грибы — разрушители древесины; грибы в древесной пульпе, технологической щепе (чипсе); грибы в топливных баках; разрушение оптических линз грибами; гниение фруктов в хранилищах; микодермоз на коже; рост грибов на электронном оборудовании; микотоксины в корме животных и т. д. Из этого перечня следует, что проблема биологического разрушения является значительным по своей важности направлением науки для многих отраслей промышленности, особенно в развивающихся странах Африки и Юго-Восточной Азии, в которых биодетериорационная опасность может в значительных пределах как уменьшить срок службы оборудования, так и ограничить количество наличных пищевых продуктов.

По данным Организации экономического сотрудничества и развития, потери материалов, изделий и продуктов от биологического разрушения составляют ежегодно 2%, от общего объема производимых товаров. Эти потери в 1959 г. составляли 1 млрд. долларов. В США потеря хлопка-сырца и готовой продукции из хлопка исчислялась в 175 млн. долларов. Вредители текстильных изделий причиняют ущерб в год на сумму свыше 500 млрд. долларов, а в Англии — на 1 млн. фунтов стерлингов.

Мы ежегодно теряем часть урожая, зерна, плодов и овощей от патогенных организмов и вредных насекомых.

Расходы на организацию и проведение защитных мероприятий достигают во всех странах до 20% общей стоимости материальных и трудовых затрат в растениеводстве, а их окупаемость достигает 5—10-кратных величин.

Ряд капиталистических стран Европы и Америки создал Международный комитет по научным исследованиям биологического разрушения материалов. В предложенной комитетом программе большое значение придается систематическому изучению организмов-разрушителей, исследованию особенностей физиологических и экологических факторов, организации защитных мероприятий и координации всех указанных работ. В Англии создан Национальный комитет по координации исследований внутри страны по биологическому разрушению материалов. В США координацию научно-исследовательских работ в области биологического разрушения ма-



териалов осуществляет центр по борьбе с порчей и разрушением материалов при Национальной академии наук США. По официальным данным, ежегодные затраты стран-участниц Организации экономического сотрудничества на научно-исследовательскую работу составляют 3—6%, от размера учтенных потерь, понесенных государствами в результате вредного воздействия организмов на материалы.

В СССР вопрос защиты материалов от биологического разрушения остро встал в последние годы в связи с освоением ранее малонаселенных районов, применением синтетических материалов, сложного оборудования, с ростом морского судоходства и рыболовства, вывозом товаров в тропические страны. В связи с бурным развитием техники в нашей стране промышленность ежегодно получает большие количества новых синтетических материалов, которые могут быть с успехом использованы в различных отраслях народного хозяйства. Вполне понятно, что одним из основных качеств этих материалов должна быть высокая их биостойкость, чтобы они могли надежно и долговечно служить в различных климатических и эксплуатационных условиях.

Придавая большое народнохозяйственное значение вопросам биологического разрушения материалов, Государственный комитет СМ СССР по науке и технике в 1967 г. создал при Академии наук СССР Научный совет по теоретическим проблемам биологического повреждения материалов. На Совет возлагается координация научных исследований по рассматриваемой проблеме. Он должен учесть все работы в области биоповреждений, а также методы других работ, результаты которых могут быть использованы для выявления организмов, повреждающих и обрастающих сырье, изделия и сооружения; характер и величины вызываемых ими помех и ущерба; эффективность способов защиты в разных эксплуатационных, экологических и географических условиях; принципы создания и действия защитных средств. В состав совета вошли 35 ученых — биологов, химиков, технологов, представляющих учреждения АН СССР, академий наук союзных республик, вузов и отраслевых научно-исследовательских учреждений.

Как известно, болезни лесных пород и повреждения лесных продуктов, вызываемые особенно грибами, распространены в лесах всего земного шара. Эти болезни причиняют лесному хозяйству большой вред. Из хвойных пород особенно страдают сосна, ель, пихта. Так, по данным С. И. Ванина (1955), зараженность сосновых древостоев сосновой губкой в 30—40-е годы в Архангельской области составляла 20 — 24%.

Ущерб от болезней и вредителей в лесах США ежегодно составляет 16,9 млн. м<sup>3</sup> усыхающего леса и 49,8 млн. м<sup>3</sup> потерь в приросте древесины. Корневая губка в Швеции приносит ущерб ежегодно в 150 млн. шведских крон. В лесном хозяйстве ФРГ ежегодные потери от красной гнили сосны и пихты равны 10 млн. марок.

Грибы, вызывающие гниль стволов и корней, причиняют большой вред лесному хозяйству. В результате деятельности окаймленного трутовика дубовые пни диаметром 80—100 см через 45—50 лет полностью превращаются в трухлявую гниль, липовые пни — через 8 лет, ильмовые и кленовые — через 10 лет. Они обесценивают деревья, превращая их в дровяной материал, способствуют ветровалу, обуславливают увеличение бурелома. Проходящие ураганы в первую очередь поражают больные деревья. А масштабы их чрезвычайно велики (в Швеции в 1969 г. ущерб составил 23 млн. куб. м ветровального леса, рис. 1).

Первая работа по болезням леса появилась в 1795 г. В 1811 г. был основан Петербургский практический лесной институт, где в курсе «Лесохранение или правила сбережения растущих лесов» отводилось небольшое место вредным организмам древесных растений. Первой большой статьей в специальном «Лесном журнале» (1875 г.) была работа профессора В. Т. Собичевского «Современное состояние растительной патологии лесных деревьев и значение растительных паразитов — грибов при возвращении леса». Эта статья вошла как глава во второе издание учебника профессора Н. С. Шафранова «Лесоохранение» (1875 г.).

В 1894 г. появилась книга о лесных болезнях немецкого миколога Р. Гартига «Болезни деревьев», переведенная на русский язык профессором М. К. Турским. Книга имела микологическое направление.

Специалисты-микологи, которые, естественно, первыми должны были заняться лесной фитопатологией, внесли в эту область специфический уклон и стали изучать не болезни растений, а грибы, их вызывающие, отойдя, таким образом, от лесной фитопатологии в сторону лесной микологии. Крупнейшим представителем этого направления в России был А. А. Ячевский, который своей работой «Паразитные и сапрофитные грибы русских лесных пород» положил начало лесной микологии. В дальнейшем он явился и создателем отечественной фитопатологии. Этому же направлению придерживались А. С. Бондарцев и Г. Н. Дорогин.

Немалое значение имела и работа профессора Н. В. Сорокина «Гниль наших древесных пород, употребляемых на постройки», изданная в 1882 г. В ней изложены существующие в то время главнейшие теории о гнили древесины. Эта работа



Рис. 1. Ветровальные деревья в сосняках Удденхольма (Швеция)  
после урагана 2/XI-1969 г.  
Фото автора

была продолжением исследований в области микологии и фитопатологии академика Михаила Степановича Воронина, который описал и установил в систематике растений особый род грибов экзобазидиум (*Exobasidium* Wor). Он подробно исследовал особенности развития *Exobasidium vaccinii* на полукустарниках среднерусских лесов — бруснике и голубике. На них он произвел и свои знаменитые исследования, показавшие, что грибы не следствие, а причина болезни. В то время в медицине, ветеринарии и в учении о болезнях растений господствовало такое представление о природе и происхождении инфекционных болезней, что их действительные причины (микробы и грибы) считались следствиями заболеваний. Работы М. С. Воронина (1867) до сих пор являются классическими исследованиями. Они легли в основу при изучении важнейшей болезни чайного куста и других культурных растений в тропических и субтропических странах (Индия, Шри Ланка). Оказалось, что и чайный экзобазидиум (*Exobasidium vexans* Nass.) развивается по тому же типу и вызывает такие же изменения в зараженных растениях чая, как и гриб, изученный на бруснике и голубике.

Первые фитопатологические работы в России были проведены лесоводами. Так, изучение болезни сосны — рак-серянка — было выполнено лесоводами Конаржевским, Мутулянисом, Собичевским. Изучение болезни сосны от гриба сосновая губка — лесоводами Симоном и Зубачевским; изучение болезни сосны от ложного трутовика — Куницким и Мисевичем. Но все эти работы носили чисто случайный характер. Систематическая исследовательская работа по фитопатологии начала проводиться только с 1902 г., когда в Петербурге при Центральном ботаническом саде была создана Центральная фитопатологическая станция, а в 1907 г. — бюро по микологии и фитопатологии, возглавляемое А. А. Ячевским. Однако работы этих учреждений касались главным образом болезней сельскохозяйственных растений, а болезням леса почти не уделялось внимания.

В дореволюционной России лесной фитопатологии как специальной отрасли научных знаний не существовало. Работы носили преимущественно флористический характер, но они, безусловно, были необходимы. Большая заслуга в становлении лесной микологии и фитопатологии принадлежит А. А. Ячевскому и А. С. Бондарцеву.

Лесная фитопатология как самостоятельная отрасль научных знаний сформировалась в Советском Союзе в начале 20-х годов, когда А. А. Ячевским и С. И. Ваниным (1920) была основана первая в стране кафедра лесной фитопатологии в Петроградском лесном институте. В это же время в отделе микологии и фитопатологии Института опытной агрономии было создано отделение лесной фитопатологии. Вслед за этим в научно-исследовательских институтах, разрабатывающих вопросы лесного хозяйства, появились отделы и секторы болезней леса, а в лесных вузах — кафедры лесной фитопатологии, защиты леса или лесозащиты.

В исследовательских учреждениях и на кафедрах началась работа по изучению болезней леса, которая впервые стала проводиться в плановом порядке, с учетом запросов народного хозяйства. Вопросами лесной фитопатологии стали заниматься специалисты ботаники, микологи, лесоводы и агрономы, работавшие в различных высших учебных заведениях. Возникли новые школы лесных фитопатологов в Ленинграде, Москве, Казани и городах Сибири.

Главой отечественной научной школы лесных фитопатологов был С. И. Ванин, который с 1924 по 1951 г. руководил кафедрой лесной фитопатологии Ленинградской лесотехнической академии.

Московская школа формировалась в Московском государственном университете, в Институте древесины, на Центральной лесной опытной станции, во Всесоюзном институте авиа-

ционных материалов, в Центральном научно-исследовательском институте механической обработки древесины под руководством Л. И. Курсанова, Н. Ф. Слудского и В. В. Миллера.

В Казанском институте сельского хозяйства и лесоводства развитию лесной фитопатологии способствовал А. А. Юницкий, возглавлявший кафедру фитопатологии.

Сибирская школа лесных фитопатологов, развивавшаяся под руководством К. Е. Мурашкинского, внесла большой вклад в лесную микологию и фитопатологию.

Для развития лесной фитопатологии много сделали украинские фитопатологи А. В. Бараней, В. Н. Братусь, П. И. Ключник, С. Ф. Морочковский и др.

Следует особо отметить большой вклад в познание микофлоры и болезней древостоев дальневосточной тайги, внесенный Л. В. Любарским. Большая организационная работа в области лесозащиты проведена С. К. Флеровым.

В первые годы становления Советской власти микологическое направление, преобладающее до этого в лесной фитопатологии, начинает уступать место исследованиям болезней, вызываемых теми или иными видами грибов, и прежде всего — их распространенности в наших лесах. В результате исследований были выявлены главнейшие болезни и их влияние на качество древесины, получены первые данные о вредоносности болезней леса. Следовательно, появилась необходимость изучения биологии возбудителей леса, и в первую очередь стволовых и корневых гнилей, так как без этого невозможно было приступить к разработке защитных мероприятий. В этот период, а также и в последующие годы выявлено фитопатологическое состояние основных категорий насаждений: дубовых, еловых, сосновых, лихтовых и других во многих областях страны.

В 40-е и последующие годы выявлены возбудители главнейших стволовых и корневых гнилей, их распространенность и вредоносность в насаждениях приспевающих и спелых возрастов. Детально изучены стволовые гнили сосны, лиственницы, ели, пихты и лиственных пород (С. И. Ванин, И. Я. Шемякин, Л. В. Любарский, А. М. Анкудинов, А. Т. Вакин, Л. Н. Алексеева, Ю. В. Синадский и др.). Благодаря работам А. Т. Вакина наметилась возможность найти пути предупреждения гнили ряда лиственных и хвойных пород.

Корневые гнили древесных пород (корневая губка, опенок) подробно были изучены в нашей стране в послевоенный период (С. А. Самофал, А. М. Анкудинов, И. Я. Шемякин, С. Ф. Негруцкий, Д. В. Соколов, Н. В. Катичева, Н. И. Федоров и др.). Их работы вскрыли ряд закономерностей развития очагов корневой губки, биологию, физиологию и отча-

сти позволили на научной основе подойти к решению вопроса о защите насаждений разного возраста и особенно молодняков. В 1973 г. С. Ф. Негруцким издана монография «Корневая губка», в которой обобщены данные по особенностям развития этого гриба в лесных насаждениях. На основе изучения биологии опенка Д. В. Соколовым разработана система защитных мер применительно к разным категориям насаждений — лесным, парковым, садовым и плодовым.

В связи с широкими масштабами лесовосстановительных работ большое внимание в лесной фитопатологии уделялось и уделяется сейчас болезням семян, всходов и сеянцев. Систематические исследования микофлоры семян, их болезней, методов и средств дезинфекции связаны с организацией отделов фитопатологической экспертизы при семенных контрольных станциях. В работах В. Н. Шафранской, И. И. Журавлева, И. Г. Бейлина, В. И. Потлайчука, И. С. Попухоя и других подробно освещена микофлора семян, даны методы фитопатологической экспертизы, а также их дезинфекции и хранения. В настоящее время предпосевная дезинфекция семян и разработанные рациональные методы их хранения широко применяются в лесном хозяйстве страны.

И. И. Журавлев, В. К. Мороз, П. Г. Трошанин глубоко и всесторонне изучили болезнь фузариозное полегание, приносящую большой ущерб при выращивании сеянцев лесных древесных пород в питомниках. Значительные успехи достигнуты в изучении экологии возбудителя шютте обыкновенного — болезни возрастного характера, поражающей онтогенетически старые органы ассимиляции.

В последние годы (Шафранская, Гуляев) изучена ранее мало известная у нас болезнь — шютте лиственницы.

Из заболеваний листвы в настоящее время хорошо изучена мучнистая роса дуба; изучена экология возбудителя и особенности развития. На основе теории иммуногенеза М. С. Дунина разработаны лесохозяйственные меры, направленные на предупреждение болезни посредством раннего или осеннего посева желудей и апробированы эффективные химические меры защиты.

Еще в 30-х годах было начато широкое изучение некротических, сосудистых заболеваний древесных пород. В последующие годы была выяснена этиология этих болезней, установлено, что основными возбудителями наиболее распространенного рака хвойных являются сумчатые и ржавчинные грибы.

Исследованы раковые болезни лиственницы, тополя, осины, бактериальный рак ясеня и черный рак осины, рак дуба (А. А. Власов, Р. А. Крангауз, И. Я. Шемякин, А. Л. Щербин-Парфененко, М. А. Чумаевская, И. И. Минкевич, М. Н. Гвритишвили и др.).

Э. И. Слепяном проведены фитоонкологические исследования, изложенные им в монографии «Патологические новообразования и их возбудители у растений» (1973 г.), в которой рассматриваются возбудители новообразований, их взаимоотношения с древесными растениями-хозяевами, разбираются строение, процессы развития, номенклатура и классификация патологических новообразований, механизмы интродукции и другие вопросы патологического роста.

Интересные работы по лесной фитопатологии выполнены в последние годы в аридных (экстрааридных) зонах СССР — Средней Азии и Казахстане (Шварцман, 1965; Синадский, 1967).

Много усилий положено фитопатологами для широкого внедрения в практику лесного хозяйства химического метода борьбы с болезнями. Расширяются работы по применению биологического метода борьбы, основанного на использовании миколитических бактерий, антибиотиков промышленного изготовления (гризеофульвин, нистатин, трихомицин, стрептомицин) и нативных, продуцируемых трутовыми грибами, которые обуславливают терапевтический эффект, а это является началом развития терапии в лесной фитопатологии.

В связи с общим развитием народного хозяйства и возросшей потребностью в древесине начиная с 30-х и особенно в послевоенные годы внимание лесных фитопатологов было обращено на предохранение и защиту древесины от разрушения на складах, в постройках и сооружениях. Изучены процессы разрушения древесины и разработаны эффективные способы ее хранения (А. Т. Вакин, С. Н. Горшин, И. К. Черкасов, И. Г. Крапивина и др.).

В целях продления срока службы древесины подробно исследованы повреждения круглого леса, пиломатериалов и фанеры дереворазрушающими и деревоокрашивающими грибами. Особенно много изучалась синевая древесины. Разработаны методы борьбы с этим пороком, вызывающим не только изменение цвета древесины, но также повышающим ее водопроницаемость и понижающим вязкость вследствие разложения гемицеллюлоз и в некоторой степени лигниноцеллюлозного комплекса.

Исследованы причины образования заболонных гнилей, особенно бурой гнили (*Peniophora gigantea*, р. *Stereum* и др.).

В послевоенный период в связи с расширением и увеличением использования древесины лиственных пород было обращено внимание на изучение процесса ее порчи после рубки, во время хранения и транспортировки. Было установлено, что процесс порчи или прелости (задыхания) древесины весьма сложен и складывается последовательно из биохимических реакций, не связанных с грибным поражением, и последующего

поражения древесины различными группами грибов, сменяющими одна другую, вызывающими окрашивание, а затем и разрушение древесины. Была разработана эффективная система влажного хранения древесины лиственных пород, получившая широкое применение в лесной промышленности.

Проведены исследования в области консервирования древесины с применением антисептиков и усовершенствованием технологии антисептической обработки; развернуты полигонные испытания антисептиков, стойкости древесины разных пород в отношении биологического разрушения. Разработаны технологические указания и инструкции по антисептированию древесины и улучшению ее пропитки. На основе изучения конденсационных процессов в зданиях и сооружениях разработаны системы конструктивной профилактики гнилей (А. Н. Борщевский, П. И. Рыкачев, Д. В. Беленков, В. Н. Петри и др.).

Исследования Б. К. Флерова, Д. Н. Лекторского, А. И. Калниньша, А. М. Баракса дали средства и методы антисептирования древесины. Работы Ю. П. Ньюкиш, А. А. Беляковой касались микрофлоры книг и защиты их от разрушения; А. А. Яценко-Хмелевского, Ф. А. Соловьева, А. Т. Вакина, И. А. Петренко, И. К. Черкасова — степени стойкости древесины; С. И. Ванина, З. Н. Соколовой и др. — улучшения проницаемости древесины посредством использования грибов.

Исследования в области лесной фитопатологии в настоящее время выполняются учеными Всесоюзного научно-исследовательского института лесного хозяйства и механизации, Всесоюзного института защиты растений, Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства, Всесоюзного научно-исследовательского института агрелесомелиорации, Института леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, Сенежской лаборатории консервирования древесины, кафедр защиты леса лесных вузов, отделов и лабораторий защиты растений Главного ботанического сада АН СССР, Никитского ботанического сада ВАСХНИЛ, Центрального Украинского ботанического сада АН УССР, Центрального ботанического сада АН БССР, Среднеазиатского научно-исследовательского института лесного хозяйства, Института ботаники АН КазССР, Института ботаники АН ТССР.

В решении многих работ по защите леса, в том числе фитопатологии, объединении лесных фитопатологов страны большую роль сыграли всесоюзные координационные совещания по защите леса при ВИЗРе (1950—1960 гг.), всесоюзные межвузовские конференции по защите леса (1958, 1964, 1971 гг.), организованные кафедрой защиты леса Московского лесотехнического института, региональные совещания по



корневой губке, совещание по проблемам патологических новообразований у растений (1974 г.) и др.

Международное общество фитопатологов при участии национальных обществ фитопатологов провело два международных конгресса по патологии растений в Лондоне в 1969 г. и в Миннеаполисе (США) в 1973 г. На этих конгрессах работали секции по патологии леса, разрушению древесины, на которых рассматривались исследования соснового вертуна, корневой губки, серянки, голландской болезни, селекции древесных растений на устойчивость, вредоносности нематод в лесном хозяйстве, методов и средств борьбы с патогенными организмами, микроморфологии гниения древесины, консервирования древесины и др. Проблемы лесной фитопатологии находят отражение и на международных конгрессах по защите растений, международных симпозиумах по микологии, биологическим повреждениям материалов и т. д.

## II. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ЛЕСЕ

### 1. ЛЕСОВОДСТВО

*Лес* — это совокупность участков с древесной, кустарниковой и травянистой растительностью, связанная с почвой, атмосферой, гидросферой, животным миром и микроорганизмами. Это живой организм, непрерывно продуцирующий органическую массу, и в частности древесину (рис. 2).

Площадь лесов земного шара составляет 44,05 млн. км<sup>2</sup>, т. е. занимает 33% поверхности суши. В Советском Союзе сосредоточены самые крупные в мире лесные ресурсы. Земли Гослесфонда СССР составляют 1233 млн. га, или около 55% территории страны и свыше 22% всей мировой лесной площади.

Один гектар леса производит в среднем 6 т древесины и 4 т листвы. Теоретически количество сухого вещества, создаваемого фотосинтезом в лесах Европы, может достигнуть 8—23 т/га в год. По словам французского ученого Е. Глезинжера (1951), древесина должна стать надеждой грядущих поколений, так как она содержит неисчерпаемый запас углеводов. И поэтому крайне ошибочно рассматривать лес лишь как источник заготовки древесины. Ежегодно на каждом гектаре леса в среднем аккумулируется около 1 т углерода. В пересчете на мировую площадь лесов эта цифра вырастает до 8,3 млрд. т древесины. Это колоссальные запасы углеводов — ценнейшего сырья для получения многих кормовых и пищевых продуктов.

Лес способствует переводу атмосферных осадков в почву и грунтовые воды, в то же время задерживая их на кронах, регулирует гидрологический режим водосборных бассейнов и рек. Он предотвращает смыв и размыв почвы, умеряет силу ветра и гасит пыльные бури. Лес способствует улучшению климата прилегающих сельскохозяйственных полей, уменьшает на них испарение влаги и способствует повышению урожаев; создает нормальные гигиенические условия для жизни человека и удовлетворяет его эстетические запросы; обеспе-



ляет 250—300 кг/га, в том числе N — 125 кг/га, калийно-фосфорных — до 1500 кг/га. Увеличение прироста деревьев идет пропорционально внесению N только до 200 кг/га. Внесение удобрений необходимо регулировать, так как многократное внесение может привести к нарушению в почве баланса минеральных веществ. Тотальный запас азота в лесных почвах составляет на 1 га от 0,5 до 10 т и более. Один гектар средневозрастных ельников за год потребляет 35 кг N, 5—P, 15—K, 29—Ca и 4 кг Mg. При внесении удобрений следует учитывать и проблему загрязнения лесов, полей и лугов. Внесение удобрений производится с самолетов, тракторами и ручным способом. Внесению удобрений предшествует взятие анализов почв. Обычно удобрения вносят за 5—7 лет до главной рубки. Сейчас изучается вопрос о внесении удобрений в насаждения, пораженные корневой губкой (США, Швеция). В 1969 г. в ЧССР проходил международный конгресс по внесению удобрений в лесном хозяйстве.

Отсутствие леса отрицательно сказывается особенно на водном режиме рек. Во многих районах страны возникла проблема недостатка воды, которая не может быть успешно решена без создания насаждений вдоль берегов рек, каналов и водохранилищ, без упорядочения рубок в истоках рек, без закрепления и облесения овражно-балочных систем и др. В связи с низкой лесистостью более 100 млн. га земель подвержены у нас водной и ветровой эрозии почв.

Большой вклад в развитие русского лесоводства внесли В. Нартов (1765), А. Болотов (1766), Е. Зябловский (1804), А. Длатовский (1843), Ю. Анненков (1851), Б. Кравчинский (1881), М. Турский (1891). Цельное учение о лесе было создано лишь в XX в. В трудах Г. Ф. Морозова (1914) растения уже рассматриваются в связи со средой. Он основывался на работах Дарвина и Докучаева. Учение Г. Ф. Морозова о лесе было большим достижением русской науки и во многом способствовало прогрессу лесоводства в нашей стране, ибо оно давало правильное направление теории и практики лесоводства.

При решении любого вопроса лесоводства (определении состава пород, обработке почвы, уходе за посевами и посадками) необходимо прежде всего позаботиться о создании наибольшего соответствия между свойствами сообщества растений и условиями его среды. Изменения живых организмов идут по пути приспособления к условиям среды, а последняя ими меняется в определенном направлении.

Каждый участок леса, луга, степи в своем развитии проходит три фазы: 1) становление (сложение, формирование); 2) оптимальное развитие (зрелость) и 3) старение (отмирание, распад).

Соответствие растений и среды представляется возможным в наше время не только при подборе растений применительно к среде, но и путем переделки природы растений (Яблоков, 1962; Альбенский, 1959; Пятницкий, 1967). Поэтому современное учение о лесе должно обязательно включать еще переделку растений и среды для создания новых их комплексов. Учение о лесе является биологическим, но его нельзя оставить без экономического подхода из-за хозяйственного значения. Лес есть единство сообщества древесных растений со своей особой средой, противоречия которых необходимо направлять на получение наибольшего количества и наилучшего качества древесины и других продуктов в наикратчайшие сроки и при наименьшей себестоимости, а также на обеспечение положительного влияния на атмосферу, почву, реки и поля.

### НАЗВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

*Лесорастительное сообщество*: деревья, кустарники, полукустарники, травы, мхи, лишайники и т. д.

- |                    |  |
|--------------------|--|
| <i>Ассоциация</i>  | — тождественна сообществу                                  |
| <i>Фитоценоз</i>   | — совокупность растений                                    |
| <i>Биогеоценоз</i> | — название природных комплексов живых организмов и среды   |
| <i>Биоэкос</i>     | — единство сообществ организмов и их условий местообитания |

### ЭЛЕМЕНТЫ ЛЕСА

- |                   |  |
|-------------------|--|
| <i>Древостой</i>  | — совокупность деревьев, образующих лес:<br>а) главный древостой; б) подгон — второстепенные породы  |
| <i>Посаждение</i> | — обозначение естественного и искусственного леса, куда обычно включаются не только деревья, но и подрост и подлесок (это название шире древостоя) |

<i>Подгон</i>	— совокупность древесных и кустарниковых пород, подгоняющих в росте и улучшающих форму стволов главной породы
<i>Подлесок</i>	— совокупность кустарников и тех древесных пород, которые не могут достигать высоты древесного яруса в данных условиях произрастания
<i>Подрост</i>	— совокупность молодых древесных растений в возрасте свыше 1 года, но еще не достигших половины высоты материнского древостоя
<i>Всходы</i>	— растения до 1 года
<i>Живой напочвенный покров</i>	— совокупность мхов, лишайников, грибов, травянистых растений и полукустарников
<i>Внеярусная растительность</i>	— совокупность растений разных типов и классов — лиан и лишайников, растущих в разных ярусах леса

Лес весьма разнороден. Он состоит из отдельных участков, отличающихся друг от друга. Эти участки называются насаждениями, древостоями, сообществами, выделами. Важнейшими признаками насаждений являются форма насаждений, состав леса, полнота и густота его, возраст, происхождение, бонитет, диаметр деревьев, их высота, объем стволов и запасы древесины на гектар, товарность насаждений, прирост деревьев и насаждений, тип леса.

Определение количественных и качественных величин рассматриваемых признаков называется таксацией леса.

## ПРИЗНАКИ НАСАЖДЕНИЙ

Под формой лесных насаждений понимается распределение деревьев по ярусам. По форме они бывают простые и сложные. Простыми называются такие, в которых кроны всех деревьев располагаются в одном ярусе (одноярусные), — сосняк на песчаных сухих почвах. Сложными именуются насаждения, в которых деревья по высоте распадаются на отдель-

ные ярусы (многоярусные), — дубрава на серых лесных почвах: верхний ярус — дуб, часть ясень, ниже ярус — клен остролистный, вяз, липа, еще ниже подлесок — лещина, бересклет, крушина и др.

Под составом насаждений понимается степень участия пород в насаждении: одна порода — *чистое* насаждение, несколько пород — *смешанное*. При описании состава долевое участие каждой древесной породы обозначается по десятибалльной системе, причем за 10 принимается наличный запас всех пород древостоя, например 10С; 4С 4Е 2Б + Ос (Ос — единично встречается осина).

**Сомкнутость** характеризует степень густоты крон деревьев.

**Полнота** определяется по сумме площадей сечения деревьев на высоте груди. В полных древостоях просветы между кронами деревьев невелики, а иногда их вовсе нет. Сомкнутость таких древостоев приравнивают к единице, а сомкнутость более редких выражают в десятых долях (1,0; 0,8 и т. д.).

**Возраст** насаждений можно определить по числу годичных слоев на пнях срубленных деревьев: ежегодно образуется только один слой. У хвойных деревьев годичный слой состоит из двух частей, которые по неопытности можно принять за два слоя. У саксаула имеются ложные годичные кольца. Насаждения бывают одновозрастными и разновозрастными. Если возраст деревьев колеблется в пределах одного класса возраста (10—20 лет), насаждение считается одновозрастным, если эти колебания выходят за указанные пределы — разновозрастным:

- I класс — 10 — 20 лет — молодняки
- II класс — 21 — 40 лет — жердняки
- III класс — 41 — 60 лет — средневозрастные
- IV класс — 61 — 80 лет — припевающие
- V класс — 81 — 100 лет — спелые
- VI класс — 101 — 120 лет — перестойные

Это для хвойных. Лиственные семенные имеют класс в 20 лет, а порослевые — в 10 лет.

В Болгарии в живописных Пиринских горах растет сосна в возрасте 1200 лет. Высота ее 35 м, диаметр ствола 12 м.

В Японии на о. Якусина растет кедр в возрасте 7200 лет. Диаметр его ствола достигает 16 м. Это самое старое дерево на земном шаре.

По происхождению насаждения делятся на семенные и вегетативные. Первые произошли от семян (хвойные и др.).

Вторые возникают от корневых отпрысков, отводками, черенками и др. Семенные растения являются более устойчивыми против неблагоприятных воздействий, долго не загнивают, долговечны, вырастают до больших размеров. В хозяйственном отношении лес семенного происхождения более ценен. Растет этот лес более медленно в молодости.

**Бонитет леса** — показатель продуктивности леса, зависящий от условий произрастания, в основном от климата и почвы. Продуктивность леса определяется его высотой в каждом возрасте. Имеется пять основных бонитетов (I—V).

**Товарность древостоев** — это показатель выхода деловой древесины (часть стволов, идущая на пиломатериалы, строительные бревна, шпалы, рудстойку и др.). Принята трехклассная шкала (1, 2, 3).

**Диаметр** среднего дерева является важным показателем древостоя. У растущих деревьев диаметр определяют на высоте 1,3 м от шейки корня, на высоте груди. Определение производится глазомерно или мерной вилкой.

**Высота** деревьев определяется в метрах глазомерно или высотомерами, крономером Кондратьева и др.

**Объем ствола** определяется по формуле:  $V=gh$ , где  $g$  — площадь поперечного сечения по середине длины;  $h$  — высота.

**Запас древесины** на один гектар, выраженный в кубических метрах, — основной и важнейший таксационный показатель насаждений. Для определения используется *глазомерный способ* или таблицы.

**Прирост деревьев** и насаждений характеризует процесс их роста. Различают прирост средний и текущий. Под *средним* понимают величину, на которую изменяется дерево или насаждение в среднем за единицу времени, например за год, на протяжении всей жизни. Он обозначается буквой:

$$h = \frac{h_a}{a},$$

где  $a$  — возраст леса;

$h_a$  — общая величина приростов.

Под *текущим приростом* понимают величину, на которую изменяется дерево или растение за определенный отрезок времени; за последний год, за последнее пятилетие или десятилетие. Его обозначают буквой  $Z$ .

Изменения годичного прироста (ширины годичных колец) используются в новых научных направлениях дендрохронологии и дендроклиматологии (см. стр. 37).



## КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕРЕВЬЕВ В НАСАЖДЕНИИ

Если сравнивать деревья одновозрастного насаждения, то видно, что они сильно различаются. У одних стволы меньше, кроны развиты слабее, а у других мощные стволы и кроны. Так, в столетнем насаждении можно встретить ели диаметром 60—70 и 15—20 см. Поэтому деревья одновозрастного насаждения лесоводы делят на господствующие и угнетенные в зависимости от размера.

По классификации Крафта (1884) деревья делятся на 5 классов:

I класс — исключительно господствующие

II класс — господствующие

III класс — согосподствующие

IV класс — угнетенные

V класс — отмирающие (Va — отмирающие  
и Vб — мертвые)

Существуют французская классификация деревьев, датская хозяйственная классификация деревьев, классификация Гека (ФРГ), Ольберга (ГДР), Скотта (Швеция), Лейнрота (Финляндия), Рота (Венгрия), Теразаки (Япония), Данинга (США) и др. Профессор Жилкин предложил классы Крафта называть классами продуктивности.

В последние годы введены новые классификации с учетом роста деревьев и развития, где рост понимается как увеличение размера, а развитие — прохождение качественно разных стадий, характеризующихся разными требованиями растений к среде. Это классификации деревьев осины и сосны М. Д. Данилова, для сосны, ели и дуба — П. В. Воробьева.

В. Г. Нестеровым в 1950 г. была выдвинута новая классификация для всех пород. В наиболее распространенном варианте по ней деревья в лесу выделяются I, II и III классов роста (размера), с подклассами «а» и «б» по типу развития, подкласс «а» — замедленного развития, «б» — быстрого развития.

С учетом этой классификации были проведены фитопатологические исследования. Так, зараженность корневой губкой деревьев увеличивается со старением. Среди деревьев под класса «б» всех классов роста встречаются до 50% усыхающие деревья. Деревья III класса роста обычно имеют высокую зараженность (до 100%).

Зараженность сосновой губкой наблюдается у деревьев высших классов роста и особенно подкласса «б».

В последние годы в ряде Скандинавских стран (Швеция и Финляндия) появилось стремление делить деревья на две категории: плюсовые и минусовые. К первым относятся стройные особи, с высокоподнятыми острыми, узкими кронами; ко вторым — деревья низкорослые, суковатые, с низко опущенными широкими кронами. Это хозяйственный метод. В Швеции установлено для семеноводчества более 3000 плюсовых деревьев сосны, с которых и собирают семена.

## ТИПЫ ЛЕСОВ

Под типом леса понимается совокупность древостоев, объединяемых одинаковыми почвенными, гидрологическими условиями, животным миром и микрофлорой, близким составом мхов, кустарников и трав. Большим достижением теории лесоводства в первой половине XX в. явилось учение о типах леса. Оно было сформулировано Г. Ф. Морозовым, который писал, что под типом леса надо понимать в пределах каждой древесной породы «совокупность насаждений», объединяемых в одну обширную группу общностью условий произрастания или почвенно-грунтовых условий.

Лесная типология ценна как средство качественной классификации лесонасаждений. Но рассмотрение типов леса имеет значение не только в пространстве, но и во времени. Современная типология леса должна рассматриваться как динамическая. Динамизм леса, изменения его во времени, особенно изменения в составе насаждений (смена пород), были раскрыты Г. Ф. Морозовым (1926). М. Е. Ткаченко (1926) ввел в определение типа леса понятие единства происхождения, тем самым установив важность генетического подхода к типу леса. И. С. Мелехов (1968) считает необходимым рассматривать в динамике не только древостой, но и другие компоненты леса (почву, микроорганизмы, травянистые растения). Большое внимание автором уделяется этапам смен растительного покрова и формирования типов леса, вырубок и гарей.

В развитии типа леса выделяются этапы (типы вырубок и гарей), предшествующие образованию леса: этап формирующего типа леса, этап сложившегося типа леса (в спелом возрасте древостоя), возможны последующие этапы с переходом или без перехода в новый тип леса. Динамическая типология должна выявлять наиболее существенные этапы. Динамизм типов леса многогранен.

В нашей стране сложилось два лесотипологических направления: фитоценоотическое, в дальнейшем названное биогеоценоотическим, и экологическое, иногда называемое геологическим. Первое развито В. Н. Сукачевым, второе — П. С. Погребняком. На совещании по типологии леса в 1950 г. было принято определение типа леса В. Н. Сукачева.

В. Н. Сукачев типы леса называл по составу главных растений — эдификаторов (создателей среды) и доминантов из древостоя и живого напочвенного покрова. Так, например, древостой, выросшие на сунеси и суглинке, состоящие из сосны и имеющие в живом покрове зеленые мхи с ягодниками, относятся к типу леса соснового бора-зеленомошника. Сосновый же древостой, выросший на песчаных почвах с покровом из белого (оленьего) мха, — это бор-беломошник, а с покровом из вереска и мхов — бор вересково-мшистый и т. д. Им выделены также сосняки-брусничники, сосняки сфагновые, сосняки лещиновые, сосняки дубовые. Среди ельников: ельники-зеленомошники, ельники-долгомошники, осокосфагновые ельники и др.

П. С. Погребняк определяет тип леса как тип условий местопроизрастания со всей совокупностью растительности независимо от видов древесных пород. В соответствии со своими взглядами он выделил следующие категории типов леса:

А — боры — насаждения всех пород и участки без деревьев на бедных, обычно песчаных почвах;

В — суборы — насаждения на более богатых почвах, чаще всего глинистых песках;

С — сложные суборы (сурамени, судубравы) на еще более богатых почвах, обычно супесчаных;

Д — дубравы — на самых богатых почвах, обычно суглинистых и глинистых.

В пределах каждой категории богатства почв типы леса подразделяются по увлажнению:

$A_0B_0C_0D_0$  — очень сухие;

$A_1B_1C_1D_1$  — сухие;

$A_2B_2C_2D_2$  — свежие;

$A_3B_3C_3D_3$  — влажные;

$A_4B_4C_4D_4$  — сырые;

$A_5B_5C_5D_5$  — мокрые заболоченные и пойменные.

На основе теории В. Н. Сукачева описаны леса севера Урала, Сибири, Дальнего Востока. Классификация Погребняка применяется на Украине и Северном Кавказе.

В 1949 г. В. Г. Нестеров предложил обобщенную классификацию типов леса главнейших древесных пород, рассматривая лес, как единство растений и среды со свойственными им противоречиями. По этой классификации для лесной и лесостепной зоны выделено по основным древесным породам (сосна, ель, береза, осина, дуб, ольха) семь основных качественно обособленных рядов типов леса, где в единстве находятся древостой и условия местопроизрастания, представленные подзолистыми, дерново-подзолистыми, серыми лесными и другими почвами. Центральное место в классификации — четвертый ряд — занимает совокупность типов леса на почвах самых богатых — на свежих суглинках, супесях с глинистыми прослойками, глинах и равноценных им почвенных разностях.

### ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ

Естественное возобновление леса может происходить семенным и вегетативным путем.

Семенное, или *половое*, складывается из периодов: плодоношение деревьев; прорастание семян; жизнь самосева; жизнь подраста.

Успех возобновления леса в каждом периоде зависит от биологических свойств древесных пород и условий среды — климата, почвы, окружающих растений и животных.

Древесные породы бывают обоеполые (тычинки и семяпочки в одном цветке) и однополые. Обоеполые — ясень, ильмовые, клены, белая акация; однополые — сосна, ель, пихта, лиственница, дуб, бук, тополь и др. Из однополых однодомными являются: ель, лиственница, сосна, пихта, дуб, бук, граб, ольха; разнородными — ивы, тополя, клен ясенелистный.

Деревья начинают плодоносить только в определенном возрасте. Возраст нормального регулярного плодоношения называется возрастом возобновительной спелости. Наступает он у разных пород в разное время, а у одной породы колеблется в зависимости от условий местопроизрастания, и в частности от того, где растет дерево — в лесу или на открытом месте (на 10—20 лет раньше). Ясень обыкновенный, клен остролистный, береза бородавчатая, осина и другие плодоносят к 15—30 годам, сосна обыкновенная — к 40—50, пихта — к 60—70, дуб и бук — к 60—80 годам.

Семена разных пород созревают в разное время. Средняя полоса СССР: май — ильмовые, осина; июль — август — березы; август — рябины, черемухи; сентябрь — октябрь — лиственницы, дуб летний, сирени, яблони, можжевельник; октябрь — шиповник и клен явор.

Опадение семян и их распространение растягивается на значительное время. Быстрее всего опадают семена ильмовых (май), в мае и июне — семена осины, в октябре — ноябре — клена остролистного.

Деревья и насаждения плодоносят не ежегодно. Годы обильного плодоношения деревьев называются семенными. Повторение их закономерно. В средней полосе СССР каждый год или через год плодоносят береза, осина, ива; через 3 — 4 года — сосна, ель; через 6—7 лет — дуб.

Урожайность подсчитывается глазомерно, подсчетом плодов на пробных ветвях (биологический анализ ветвей), и модельных деревьях, семеномерами на учетных площадках и сплошным учетом.

Для прорастания семян необходим воздух, вода и температура 15—30°.

Жизнь и развитие всходов, или самосева, определяются его наследственными данными и условиями жизни. *Самосев* — это такая фаза в жизни молодого поколения, когда ему, как правило, требуется наличие материнского древостоя. Из-за травянистого покрова естественное возобновление на открытых местах идет много хуже, чем под пологом леса. Меньше всего бояться конкуренции трав быстрорастущие древесные породы (осина, береза). Не выдерживает ее дуб.

Жизнь подростка качественно отлична от жизни самосева. Подрост — это молодое поколение деревьев, начиная со второго года жизни и кончая возрастом, при котором он образует сомкнутое насаждение или достигает высоты родительского древостоя.

В природе *вегетативное* возобновление леса может происходить путем образования поросли от пня (из почек), корневых отпрысков (ростки появляются из почек корней), отводков от ствола (ветви, прилегающие к почве, укореняются и образуют самостоятельные растения). Обильную поросль дают: дуб, ясень, клены, ольха, береза. Слабодающие поросль — бук, осина. Хвойные не дают поросли вообще.

Искусственное возобновление леса представляет собой посадку и посев леса. Для посадки специально выращиваются молодые древесные растения — сеянцы. Места, где они выращиваются, называются питомниками (временные и постоянные). Лучшим местом для питомников являются ровные места. Следует избегать легких песчаных, тяжелых глинистых почв и близкого расположения от площадей, где будут высаживаться сеянцы.

Посевы в питомниках бывают ленточные, грядковые и пр. Большое значение имеет подготовка почвы, полив, снегозадержание и водозадержание. Здесь создают плодово-ягодные

отделения, плантации из, тополей, которые разводятся вегетативным путем, имеются маточные дендрологические и плодовые сады. В первых разводят декоративные, быстрорастущие и технически ценные формы, во вторых нарезают однолетние побеги для заготовки глазков и черенков.

Для выращивания крупномерного посадочного материала (озеленение, посадки леса и др.) 1—2-летние сеянцы пересаживают из питомника в древесную школу. После 1—2 лет выращивания в школе саженцы высаживают на лесокультурных площадях, в городах и т. д. Выращенные в питомнике сеянцы выкапывать можно осенью после окончания вегетации или весной до набухания почек. Выбираются сеянцы осторожно, без обрыва корней. После выкопки сеянцы важно не подсушить, их надо сразу же складывать в ящики и покрывать влажной землей.

При посадке леса, лесных культур очень важными являются вопросы состава лесных культур (смешанные и чистые), густоты (количество растений на 1 га), размещения (в порядке и без порядка), время посадки (весна и осень), методы посева (посев и посадка), способы посева: сплошным, рядовым или бороздовым, строчно-луночным, гнездовым, площадками, шпиговкой и аэросевом; способы посадки (с обнаженными корнями, с глыбками почвы вокруг корней). Посадку производят посадочными машинами, под плуг, меч Колесова, под мотыгу, под лопату или бурав Розанова. Большое значение для роста имеет уход за культурами и их пополнение (прополка, культивация и др.).

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛЕСОВ

Из 44,05 млн. км<sup>2</sup> площади лесов земного шара в эксплуатацию вовлечено лишь 62% (27,33 млн. км<sup>2</sup>). Фактически же эксплуатируются 14,65 млн. км<sup>2</sup> лесов, 29,4 млн. км<sup>2</sup> лесов пока совершенно не используются, а запас древесины в них исчисляется в 200—300 млрд. м<sup>3</sup>.

По Е. Глезинжеру (1951), будущее человечества связано с использованием древесины, с «интеграцией лесной промышленности» или рациональным управлением лесным хозяйством и лесной промышленностью. Под такой «интеграцией» подразумевается:

- 1) проведение лесоустроительных работ в девственных лесах, которые в настоящее время занимают по меньшей мере половину всей лесной площади Земли;
- 2) облесение деградационных земель, которые в качестве сельскохозяйственных угодий фактически утратили свою продуктивность;

3) борьба с большими потерями при переработке древесины. Около 10% мировой продукции древесины перерабатывается в древесную массу, а 3/4 ее расходуются с отдачей не более 25% (топливо и деревообрабатывающая промышленность).

3/4 лесной продукции теряются в виде неиспользуемых отходов, между тем как растущие потребности человечества в целлюлозе влекут за собой, по существу, опустошение лесов.

При комплексной переработке древесного сырья отходы деловой древесины смогут перерабатываться в древесную массу. Жидкие отходы от ее изготовления, вместо того чтобы отравлять реки, послужат источником содержащих целлюлозу кормов, съедобных сахаров, спирта для пищевых промышленных нужд или же сырьем для массового производства дрожжей, богатых белками и витаминами.

Запасы древесины в эксплуатируемых лесах  
земного шара и их продукция  
(ФАО 1958 г.)

Районы	Запас на корню, млн. м <sup>3</sup>	Круглый лес, млн. м <sup>3</sup>	Пиленый лес, млн. м <sup>3</sup>	Бумага, млн. т
СССР	69,847	376	90,9	2
Западная Европа	10,780	303	64,4	13
Северная Америка	36,640	372	94,4	19
Центральная Америка	1,080			
Южная Америка	8,300			
Африка	5,620	298	12,3	1
Азия	22,020	265	39,6	4
Тихоокеанские территории	1,320			2
Всего:	155,610	1614	302,0	41
В том числе хвойные	101,600			

2/3 мировой продукции древесной массы приходятся на Северную Америку, а 1/3—на Европу. Из 16 млн. т древесной массы, получаемой механическим способом, 12 млн. т используется главным образом в производстве газетной бумаги. Вообще на газеты идет 1/3 объема древесной массы.

Древесная масса, полученная химическим способом, служит сырьем для производства писчей бумаги, искусственных тканей (ацетатный шелк и др.) и пластических материалов

(целлофан, фотопленка, лаки и др.). С 1 га спелого леса можно произвести в год 3—5 т волокна, что соответствует годичной продукции 5 га хлопчатника. Одна тонна древесины при гидролизации дает 550—650 кг древесного сахара, который можно превратить в 220—240 л древесного спирта или использовать для культивирования 20—50 кг дрожжей, богатых белками и витамином В.

Эксплуатация леса состоит из проведения рубок, заготовки древесины и выработки из нее различных изделий. (Заготовка кормовых и лекарственных растений, грибов, ягод составляет побочное пользование).

Растущий лес нуждается в систематическом воспитании и уходе. Периодически повторяемые рубки отдельных деревьев в молодом лесу получили название рубок ухода за лесом, или рубок промежуточного пользования лесом. При помощи этих рубок можно улучшить санитарное состояние леса за счет удаления зараженных и больных деревьев, предупредить снеговал и снеголом, сформировать лес из лучших по качеству деревьев, ускорить рост и повысить продуктивность леса, получить дополнительную древесину и т. д.

Виды рубок ухода: осветление до 10 лет, прочистка (10—20 лет), прореживание (20—40 лет), проходные (40—80 лет); лесовосстановительные рубки (проводятся с целью возобновления и реконструкции лесов); санитарные (выборочные и сплошные). В целях использования механизмов в условиях леса в последнее время проводятся опыты по изучению линейных и полосных рубок. Первые проводятся в древостоях искусственного происхождения, вторые — естественного. При линейных вырубается целые ряды деревьев, а при полосных — все деревья на полосе шириной 3—4 м. Расстояние между полосами обычно составляет 8—12 м, и деревья здесь не трогаются.

Санитарные рубки проводятся для оздоровления насаждений. К этим рубкам относятся: уборка мертвого леса; выборка деревьев, зараженных болезнями и насекомыми; выборка деревьев и кустарников, являющихся передатчиками паразитов, опасных для культурных растений и лесных пород; сплошная рубка расстроенных насаждений (горельников, недорубов, короедников), угрожающих смежным и здоровым насаждениям. В последние годы в Швеции считают вырубку деревьев диаметром менее 15 см (в северных районах страны) и диаметром менее 10 см (в южных районах) целесообразной с экономической точки зрения. При этом интенсивность рубок ухода увеличивается. Последнее привело к уменьшению числа приемов рубок. Первый прием проводят в 30-летних насаждениях (южные районы) и 50—70-летних (северные районы). При этом вырубается сначала 25—50 м<sup>3</sup>/га, а при вто-



рой рубке — 50—100 м<sup>3</sup>/га. В северных районах Швеции рубки ухода проводят в насаждениях 1—2 раза, а в южных 2—4 раза. Так как увеличились периоды между рубками, последнюю рубку ухода проводят в возрасте 1/3—3/4 от возраста главной рубки. Этот довольно длительный период без рубки ухода обеспечивает большой запас древостоя к возврату главной рубки.

Пользование спелым лесом как источником древесины называется главным пользованием. Оно осуществляется главными рубками, или рубками главного пользования леса. Эти рубки делятся на выборочные, сплошные и постепенные.

Фазы эксплуатационного производства: валка деревьев, трелевка деревьев (с кронами, хлыстами), складские работы на верхнем складе, транспортирование лесоматериалов по лесовозной дороге до нижнего склада.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ

Отдельные виды лесной продукции называются сортиментами. Лесные сортименты, применяемые в круглом виде (телеграфные столбы, рудничная стойка и др.) или как полуфабрикаты для дальнейшей обработки, называются деловым лесом. К деловому лесу относятся все сортименты, кроме дров для отопления.

По степени обработки и способам производства сортименты подразделяются на:

- 1) круглые деловые лесоматериалы;
- 2) дрова — отрезки ствола;
- 3) пиленные лесоматериалы (получаемые путем продольной распиловки круглого леса);
- 4) колотые лесоматериалы (клепка, полоз, спицы для колес);
- 5) строганую фанеру (используется для облицовки мебели и др.);
- 6) шпон (получаемый путем обработки чураков лущением);
- 7) болванки для хомутов, коры для судостроения (полученные из корневых и прикорневых частей деревьев);
- 8) мочало, дубильное корье и др. (изготавливаются из коры древесных и кустарниковых пород).

В класс круглых деловых лесоматериалов входят:

- а) бревна строительные, рудничная стойка для каменноугольной и горнорудной промышленности, кругляк тонкий (подтоварник и жерди); отрезки ствола хвойных пород называются бревнами, а лиственных пород — краями,

б) кражи и чураки для выработки лущеного, фанерного, спичечного и другого шпона используются как сырье для лущения,

в) балансы применяются как сырье для целлюлозно-бумажного производства,

г) лесоматериалы, используемые как сырье для химической переработки (выработки дубильных экстрактов, для углежжения, для сухой перегонки).

В зависимости от области применения к лесным сортаментам предъявляются определенные требования в отношении их размеров, качества, характера обработки, способов учета, хранения.

Все эти требования находят отражение в особых документах, называемых государственными общесоюзными стандартами (ГОСТ).

Под государственным общесоюзным стандартом (ГОСТом) на лесные материалы следует понимать типовой вид данного сортамента, удовлетворяющий определенным условиям и обязанностям для всего Советского Союза.

Если сортимент по размерам, качеству, обработке и другим признакам соответствует установленному стандартному образцу, он называется стандартным.

## 2. ЛЕСНАЯ БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ И ЭКОСИСТЕМЫ

На долю Советского Союза приходится 39% мирового запаса древесины. Лесам в СССР принадлежит весьма крупная роль. С интенсификацией же народного хозяйства роль древесины не уменьшается, а увеличивается. Продукция леса находит все более широкое и разнообразное применение (использование отходов древесины на лесозаготовках). Задачей лесного хозяйства является рациональная организация и использование всех лесных богатств, их сохранение, повышение продуктивности и увеличение полезности леса. Этого можно достичь на базе науки о лесе. Среди них особое место занимает лесоведение — основная теоретическая база лесоводства и лесного хозяйства.

Для лесного хозяйства важна вся совокупность биологических и физико-географических свойств данного участка леса в их взаимодействии и взаимосвязи. Поэтому с лесоводственной точки зрения любой участок леса должен рассматриваться как определенное природное единство, где вся растительность, фауна и микроорганизмы, почва и атмосфера находятся в тесном взаимодействии и взаимообусловленности. Это единство называется биogeоценозом, а область знаний о биogeоценозах — биogeоценологией.

Для лесной биогеоценологии большое значение имеет учение о так называемых геохимических ландшафтах. С позиций геохимии ландшафт представляет собой часть земной поверхности, в которой за счет солнечной энергии осуществляется миграция химических элементов атмосферы, гидросферы и литосферы. В ходе такой миграции происходит изменение этих частей земной коры, они взаимно проникают друг в друга, возникают особые природные тела — живые организмы почвы, кора выветривания, природные воды.

Биогеоценоз — это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных явлений (атмосферы горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрогеологических условий), имеющая свою особую специфику взаимодействий слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществ и энергии их между собой и с другими явлениями природы. Он представляет собой внутреннее противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении и развитии.

Под *лесным биогеоценозом* понимается всякий участок леса, однородный на известном протяжении по составу, структуре и свойствам слагающих его компонентов и по взаимоотношениям между ними, т. е. однородный по растительному покрову, населяющему его животному миру, микроорганизмам, поверхностной горной породе, по гидрологическим, микроклиматическим (атмосферным) и почвенным условиям и по взаимодействиям между ними и другими явлениями природы. Раздел биогеоценологии, изучающий лесные биогеоценозы называется *лесной биогеоценологией*.

Содержание лесной биогеоценологии охватывает знание всех свойств компонентов леса, определяющих их взаимодействие, и установление закономерностей, управляющих этим закономерностями и развитием лесных биогеоценозов в целом.

Каждый биогеоценоз имеет свой климат, микроклимат, называемый иногда фитоклиматом (под ним понимаются те свойства атмосферы, которые изменены самой растительностью). Очень тесна взаимосвязь растительности с животным миром, микроорганизмами, населяющими данный биогеоценоз (жилища, опыление, распространение семян, удобрения, паразитизм, микориза и др.).

Биогеоценозы, как правило, состоят из четырех категорий взаимодействующих слагаемых: 1) абиотической части 2) продуцентов — аутоотрофных организмов, создающих органическое вещество; 3) консументов (потребителей органического вещества) — макроконсументы, гетеротрофные организ-

мы, животные; 4) редуцентов (микроконсументы, сапробы и сапрофиты) гетеротрофных организмов, главным образом бактерий и грибов.

Большое значение в лесном биогеоценозе имеют и консортивные связи. Консорции являются основной низшей структурной единицей биоценоза и определяются как «сочетание разнородных организмов (водоросли, грибы и лишайники), тесно связанных друг с другом». Академик Е. М. Лавренко в качестве примера консорции приводит дуб со свойственными ему сожителями из мира растений и животных, эпифитами (лишайники, мхи), симбионтами (микориза, микробы, ризосферы) и пр.

В последние годы все большее внимание уделяется изучению консорций и консортивных связей в биогеоценозах. При этом консорции изучают как специально, так и попутно в ботанических и зоологических исследованиях. В работах Л. В. Арнольди и Е. М. Лавренко (1959), М. В. Горленко (1972), Н. А. Черемисинова (1970, 1974) дается определение термина и содержание понятия. Делается попытка дать классификации консорций и выделить ведущие и второстепенные консорции. Грибам же в них уделяется очень мало внимания. Консорцией следует называть такую совокупность, обычно разнородных организмов, которые через посредство эпифитной (эпифитной) или эндобионтной формы жизни одних компонентов по отношению к другим в течение всей жизни находятся в контактных отношениях и взаимно (или односторонне) зависят друг от друга.

Консортивные связи грибов с растениями как основным компонентом очень сложны и разнообразны. По указанию Н. А. Черемисинова (1974) они включают паразитические, сапрофитные с различной степенью паразитической активности, симбиотические и метабиотические отношения. Грибы развиваются на поверхности растений и внутри тканей и клеток на живых растениях и лесной подстилке и бывают приуроченными к разным фазам развития.

Каждый из компонентов биогеоценоза представляет собою сложное явление, все составные части и свойства которого взаимодействуют между собой. Взаимодействия компонентов лесного биогеоценоза выражаются в обмене веществом и энергией. Основным источником энергии — солнечная энергия, а зеленая растительность выступает как ее аккумулятор. Через растительность эта энергия поступает в другие организмы и в почву.

Вместе с тем каждый биогеоценоз так или иначе влияет на другие биогеоценозы.

Для любого биогеоценоза характерна определенная горизонтальная структура, чередование биогрупп, или, как

предложил называть их Н. В. Дылис (1964), «парцелл». Парцелла — это участок биогеоценоза, ограниченный сферой влияния индивидуального эдификатора и распространением данных доминантов растительного покрова. Лесные парцеллы значительно отличаются друг от друга по своим природным свойствам и, в частности, по режимам тепла, света, летнего увлажнения, по накоплению снега и его таянию, по количеству и качеству вносимого в почву органического вещества и скорости его разложения, запасу подстилки, направленности почвообразования, составу и строению растительности. Внутри парцеллы варьирование свойств значительно меньше, чем в биогеоценозе в целом.

Атмосфера, материнская горная порода, вода атмосферы, почвы и подпочвы — первичный материал данного биогеоценоза, а растения, животные и микроорганизмы по преимуществу служат трансформаторами и аппаратами обмена веществ и энергии. Совершенно особое значение имеет почва и лесная подстилка. Они суммируют в себе результаты сложного биогеоценопотического процесса и представляют собой наглядное и наиболее полное выражение итогов деятельности этих процессов.

Такова схема биогеоценопотического процесса, отражающая основные функции компонентов биогеоценоза.

В заключение хотелось бы отметить, что мощнейшим фактором, влияющим, воздействующим на природные биогеоценозы, является человек и его деятельность.

### **ЭКОСИСТЕМЫ И ДРУГИЕ ПОНЯТИЯ ЕДИНИЦ ПРИРОДЫ**

В зарубежных странах в качестве единиц природы на земной поверхности были предложены другие системы. Так, Тенсли (1935) ввел понятие об экосистеме. Под этим термином понимается естественная единица, представляющая собой совокупность живых и неживых элементов. В результате взаимодействия этих элементов создается стабильная система, где имеет место круговорот вещества между живыми и неживыми частями. Экосистемы могут быть различных размеров. Экосистемы — это озеро, лесной массив, аквариум с рыбами, зелеными растениями и моллюсками.

Экосистема есть функциональная система, которая включает в себя сообщество живых существ и окружающую их среду. Различают 3 категории экосистем: 1) микроэкосистемы (пень дерева); 2) мезоэкосистемы (лесная ассоциация) и 3) макроэкосистемы (океан). Интеграция всех экосистем

предложил называть их Н. В. Дылис (1964), «парцелл» Парцелла — это участок биогеоценоза, ограниченный сферой влияния индивидуального эдификатора и распространением данных доминантов растительного покрова. Лесные парцеллы значительно отличаются друг от друга по своим природным свойствам и, в частности, по режимам тепла, света, летнего увлажнения, по накоплению снега и его таянию, по количеству и качеству вносимого в почву органического вещества и скорости его разложения, запасу подстилки, направленности почвообразования, составу и строению растительности. Внутри парцеллы варьирование свойств значительно меньше, чем в биогеоценозе в целом.

Атмосфера, материнская горная порода, вода атмосферы, почвы и подпочвы — первичный материал данного биогеоценоза, а растения, животные и микроорганизмы по преимуществу служат трансформаторами и аппаратами обмена веществ и энергии. Совершенно особое значение имеет почва и лесная подстилка. Они суммируют в себе результаты сложного биогеоценозического процесса и представляют собой наглядное и наиболее полное выражение итогов деятельности этих процессов.

Такова схема биогеоценозического процесса, отражающая основные функции компонентов биогеоценоза.

В заключение хотелось бы отметить, что мощнейшим фактором, влияющим, воздействующим на природные биогеоценозы, является человек и его деятельность.

### **ЭКОСИСТЕМЫ И ДРУГИЕ ПОНЯТИЯ ЕДИНИЦ ПРИРОДЫ**

В зарубежных странах в качестве единиц природы на земной поверхности были предложены другие системы. Так, Тенсли (1935) ввел понятие об экосистеме. Под этим термином понимается естественная единица, представляющая собой совокупность живых и неживых элементов. В результате взаимодействия этих элементов создается стабильная система, где имеет место круговорот вещества между живыми и неживыми частями. Экосистемы могут быть различных размеров. Экосистемы — это озеро, лесной массив, аквариум с рыбами, зелеными растениями и моллюсками.

Экосистема есть функциональная система, которая включает в себя сообщество живых существ и окружающую их среду. Различают 3 категории экосистем: 1) микроэкосистемы (пень дерева); 2) мезоэкосистемы (лесная ассоциация) и 3) макроэкосистемы (океан). Интеграция всех экосистем

мира создает гигантскую экосистему земного шара — биосферу.

Кроме экосистемы за рубежом были предложены и другие термины: микрокосм, биосистема, голоцен, биохора, экотоп. В ГДР при проведении природно-территориального районирования за основную наименьшую единицу приняли флизе, но она шире понятия ландшафт.

В. Г. Нестеров (1961) в качестве единиц природы предложил термин биоэкос. Учение о биоэкосах сводится к познанию биоэкологического противоречия между двумя компонентами природы. В качестве диатопов приводятся им следующие: сосновый древостой — с лишайниками, мхами, брусничкой, черникой, со свойственными ему зверями и птицами, с типичными для него насекомыми — характерен для песчаных почв, с которыми он составляет сложное единство — биоэкос (bios — организм, oikos — среда), или диатоп. Ольшаники составляют диатоп с поймой реки. Стадо северных оленей — диатоп с лесотундрой.

Биоэкос определяет оптимальные условия в природе его составляющих и определяющих равновесие.

В последние годы в лесоводство начали проникать вопросы автоматизма живой природы, или кибернетики живой природы, и в частности леса. Кибернетика представляет собой науку о единой системе связей в живых организмах и их комплексах, которое обеспечивает постоянство их основных показателей вне существенной зависимости от изменений типичной для них среды. Многие растения имеют сравнительно постоянную влажность независимо от засух и дождей, например, человек имеет постоянную температуру независимо от холода и жары. Биокибернетика в лесу таит в себе огромные возможности для поднятия продуктивности лесоводства, плодородства, повышения качества вырабатываемой ими продукции. Природная кибернетика позволяет решить существенные проблемы долголетия организмов.

Лес в некотором обобщении представляется как автоматическая система с регуляторами разного совершенства. Регулирующую роль выполняет живая часть, а нарушения идут со стороны косной природы, хотя в ней имеются и пассивные нейтрализаторы. Решающую же роль для природы выполняет соотношение возмущений косной части и регулирования их совокупностью живых компонентов.

Всеми этими проблемами в настоящее время занимается специализированная лаборатория «Кибернетика живой природы» при Сельскохозяйственной академии им. Тимирязева.

### 3. О ДЕНДРОКЛИМАТОХРОНОЛОГИИ

Во второй половине XIX в. древесные породы стали использоваться для изучения колебаний климата. Основателем этого направления является известный русский ученый — физик, астроном и метеоролог Ф. Н. Шведов.

За прошедшее время анализ годичного прироста деревьев в толщину получил признание и применение во многих отраслях науки, и ныне сформировалась особая отрасль комплексной науки — дендроклиматохронология, которая возникла на стыках ряда наук и приобретает все возрастающее значение в лесоводстве, лесоведении, климатологии, гелио- и геофизике, радиобиологии, археологии и других направлениях науки и практики.

Метод дендроклиматохронологии основан на изменении годичного прироста дерева, точнее, на изменении ширины годичного слоя древесины ствола в зависимости от климатических условий определенного года. Наряду с этим указанные изменения обуславливаются целым рядом других причин, например возрастом дерева, типом условий местопроизрастания и другими, которые также должны учитываться в комплексе действующих факторов. По указанию В. Г. Болычевцева (1961) в развитии и совершенствовании этого метода важное значение имеет изучение влияния на жизнедеятельность и прирост различных животных и растительных организмов. Например, существенные изменения ширины годичных слоев древесины могут произойти в результате повреждения дерева вредными насекомыми или поражения патогенами грибного и бактериального происхождения. Такого рода паразиты могут развиваться в дереве многие годы и даже десятки лет, что, безусловно, отражается на приросте дерева. В связи с этим необходимо выявлять закономерности изменения прироста в зависимости от развития той или иной болезни и при проведении дендроклиматического анализа вносить соответствующие поправки.

Так на основе дендрохронологического метода изучена периодичность массовых размножений наиболее опасных вредителей в темнохвойных лесах средней Сибири (с 1878 по 1971 г. отмечено 7 вспышек сибирского шелкопряда и черного соснового усача). Этот метод дает возможность в соответствии с потерями в приросте деревьев по диаметру охарактеризовать и интенсивность отдельных вспышек (Исаев и др., 1973).



#### 4. О МЕЖДУНАРОДНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЕ

В начале 60-х годов Международный союз биологических наук предпринял широкую программу исследований биологической продуктивности биогеоценозов суши и водоемов, девизом которой явились слова: «Биологические основы продуктивности и процветания человечества». Для руководства этими исследованиями создана Международная биологическая программа (МБП), в известной мере сходная с уже осуществленными ранее Международными геофизическими годами. Конечная цель этих исследований, в которые вовлекаются ученые множества стран, состоит в разработке путей повышения биологической продуктивности биогеоценозов земли, полезных для человечества.

В организации этих исследований принимали участие советские ученые акад. Б. Е. Быховский, акад. М. С. Гиляров, проф. Л. Е. Родин. Один из основных разделов программы — изучение биологической продуктивности наземных растительных сообществ.

Показатели биологической продуктивности типов лесов  
в различных районах Земли  
(биомасса, ц/га)

Арктическая тундра	50
Ельники Севера	1 000
Березняки	2 200
Дубравы	4 400
Влажные тропические леса	5 000
Горные вечнозеленые леса Бразилии	17 241

При выполнении Международной биологической программы, принятой ЮНЕСКО в 1961 г., обращалось особое внимание на экологические исследования — это изучение органической продукции и разложения органического вещества на разных трофических уровнях; изучение взаимосвязи между продуктивностью и биологическим разнообразием; структурой сообществ; их живыми организмами и между факторами среды. При этом проявлялся интерес не только к экологии, но большое внимание уделялось таксономии и физиологии, глубокому изучению микрофлоры естественных сообществ и сообществ интродуцированных растений, сопоставлению их между собой в одинаковых и разных условиях местообитания. Особое внимание должно обращаться на растения с ограниченным ареалом распространения и распределением на них вредных насекомых, клещей, нематод и возбудителей различных болезней. Для наибольшей сравнимости сообществ из различных пунктов исследований необходимо наиболее точное описание видового состава грибов, бактерий, вирусов, нематод и насекомых.

В этих исследованиях химические анализы должны дать сведения о качестве продукции экосистем, сравнении начальных и конечных продуктов обмена веществ в растениях и животных, относящихся к разным таксономическим группам; особенностям биохимической деятельности организмов в новых условиях (состав углеводов, белков, масел, нуклеиновых кислот, пигментов и др.).

После окончания исследований по МБП (1970 г.) исследования продолжаются в более широком плане «Биосфера и человек». Темы исследований:

- 1) изменения окружающей среды и методы их регистрации;
- 2) изменение окружающей среды и здоровье человека;
- 3) динамика численности популяций и ее закономерности

В этих исследованиях используются помимо биологических сторон также технические, социологические и др., изучаются изменения среды под воздействием этих факторов. Большим признанием значения леса для человечества, усиления и расширения его исследований является объявление ЮНЕСКО 1973 г. Международным годом леса. В этот год все исследования, проводимые по МБП, были акцентированы на лесную среду.

# III. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БОЛЕЗНЯХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

## I. ПОНЯТИЕ О БОЛЕЗНЯХ РАСТЕНИЙ

Нормальным физиологическим состоянием считается средний тип организма данного вида, выработавшийся в процессе эволюции как результат приспособления к определенной естественной экологической обстановке. Любая болезнь характеризуется расстройством его физиологических функций: дыхания, ассимиляции и транспирации. Болезнь растения представляет собой патологический процесс, в котором взаимодействуют растение, возбудитель и факторы среды (для повреждений характерно отсутствие болезненных патологических процессов). Внешняя среда оказывает влияние на возникновение и развитие патологического процесса, который проходит следующие этапы (по М. В. Горленко, 1973):

1) попадание на растение бактерий, спор грибов, семян цветковых паразитов или кусочков тканей растений с инфекционным началом;

2) прорастание спор грибов или семян паразита на поверхности растительных тканей;

3) внедрение в растение паразитов;

4) распространение мицелия грибов, частиц вирусов, образование гаусториев или размножение бактерий в тканях растений;

5) проявление внешних признаков болезни, в том числе спороношений паразита.

Промежуток времени с момента внедрения паразита до появления внешних признаков болезни и спороношений паразита называется инкубационным периодом.

Болезнь характеризуется отклонением от нормы, от среднего состояния организма. Для каждого вида имеется свой определенный тип обмена веществ. При отклонении происходит развитие болезни. Отклонения обмена веществ ведут к анатомическим, биохимическим и физиологическим изменениям организма.

Болезнь растения есть результат длительных или постоянных изменений, вызванных какими-либо чужеродными при природе растительного организма определенными причинами, протекающими при наличии вполне определенного для каждого случая процесса, сопровождающегося нарушением функций органов, а отсюда и их строения. Иными словами, болезнь является одним из возможных следствий нарушения сложившихся в филогенезе отношений между растительным организмом и средой.

Де Кандоль определяет болезнь как каждое более или менее значительное отклонение от нормального физиологического состояния; Зорауер, Гартиг (1894) болезнью называют такие изменения в строении и функциях организма, которые грозят существованию организма или ведут его к смерти. Э. Стэкмен (1959) определяет понятие болезнь исходя из ее вредоносности несколько с других позиций (он объединяет научную и практическую точки зрения): «Болезнь растения — это нарушение физиологических функций растения или такое отклонение в его строении, которое вредно сказывается на растении в целом или на какой-либо его части или на его продукции, или же снижает экономическую ценность последней».

Не следует смешивать «болезнь» с термином «заболевание». Заболевание — это реакция растения-хозяина на заражение или повреждение. В биологическом смысле заболевание начинается с момента возникновения в клетках растения-хозяина первичных защитных реакций. Практическое понимание термина «заболевание» сводится к моменту появления симптомов болезни.

Биохимические и физиологические изменения в больном растении обычно внешне (в виде постоянных признаков) почти не проявляются, но предшествуют структурным изменениям, которые вместе с первыми характеризуют внешние признаки болезни. Внешние симптомы, в свою очередь, дают возможность судить о болезни. Внешние изменения — это итог длительных изменений в организме.

Патолог должен видеть изменения организма в начальной фазе болезни. Патологические изменения, наблюдаемые в больных растениях, сводятся к следующему: 1) несогласованности (диссоциации) роста органов и развития тканей; 2) деструктивным изменениям в тканях; 3) недоразвитию тканей и 4) нарушению гармонии развития отдельных органов растения.

Цитологические изменения в больном растении сводятся к патологическим изменениям ядра и хлоропластов, уменьшению хлорофилла, дроблению вакуоли и других частей клетки.

## АНАТОМО-ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Анатомо-гистологические изменения древесного растения характеризуются глубоким перерождением, изменением клеток растения. Главнейшие типы этих изменений следующие.

**Гипертрофия** — обычно увеличение размера клеток. Клетка при этом изменяет или сохраняет форму. Гипертрофия, сопровождающаяся изменением формы клеток, наблюдается на листьях древесных растений, поврежденных клещиком р. *Eriophyes*. Галл имеет войлочный вид с поверхности листа.

**Гиперплазия** характеризуется увеличением числа клеток в местах повреждения. При этом клетки в основном остаются нормальными по величине. В месте повреждения образуется наплыв (рис. 3, 4). (Гомеоплазия — клетки тождественны — утолщение оболочки у семян лиственницы; гетероплазия — клетки отличаются — галлы на листьях дуба, вызываемые орехотворкой.

**Метаплазия** — превращение одних клеток в другие, появление в них нового содержимого (образование хлорофилла в сердцевине или сердцевинных лучах дерева под влиянием освещения) или появление в поврежденных клетках (тли, клещи) пигмента.

**Гипоплазия** — изменения, характеризующиеся недостаточным развитием клеток или тканей. Гипоплазия количественная характеризуется уменьшением величины клеток и их числа, а гипоплазия качественная характеризуется изменением содержимого клеток. Первая обычно связана у деревьев с недостатком питания, механического сдавливания и др., вторая — уменьшением количества хлорофилла в листьях (хлороз) и др.

**Дегенерация** (перерождение) — изменения, заключающиеся в превращении содержимого клеток или оболочек их в вещества разного химического состава, которые в нормальных клетках не встречаются или встречаются в небольших количествах. Примеры: камедетечение, или гоммоз, — превращение клеток в камедь вследствие разжижения клеточных оболочек (лох, вишня, слива).

**Некроз** — изменения, происходящие внутри клеток и сопровождающиеся отмиранием отдельных клеток. При этом в клетках происходят глубокие изменения, характеризующиеся повышением дисперсности коллоидов протоплазмы, приводящие к их коагуляции (свертыванию), или, наоборот, к повышению дисперсности коллоидов, приводящему к разжижению протоплазмы. Происходит некроз в результате механических повреждений или деятельности ядовитых веществ, вы-

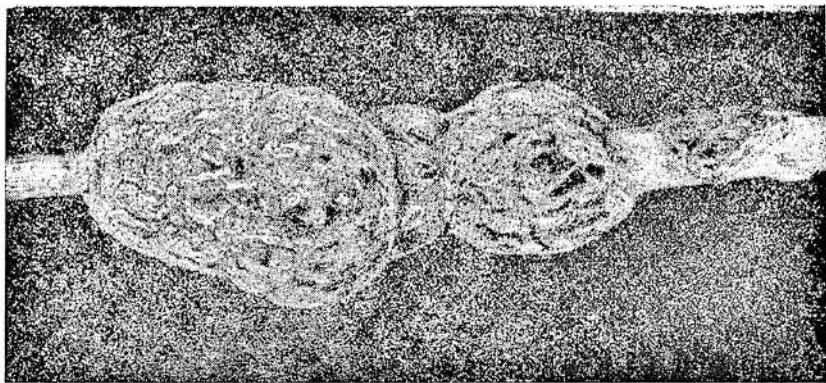


Рис. 3. Напыв на стволіке  
саксаула (Кызылкумы)



Рис. 4. Напывы на ветле  
(р. Кубань). Фото автора

деляемых грибами, а также высокими или низкими температурами (пятнистость листьев вызывается несовершенными грибами).

### ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

При поранениях дерева происходят патологические изменения. Растение реагирует на поранение в месте надреза усиленным делением живых клеток, которые закрывают рану. Эта склонность к делению объясняется тем, что в поврежденных клетках образуются особые вещества (раздражители или гормоны роста), которые и побуждают рядом лежащие живые клетки усиленно делиться. В этих местах возникают новообразования. Если они на месте поранения, то это называется реституцией, а в другом месте — репродукцией. Примером репродукции является образование побегов из спящих почек (ведьмины метла, ивановы побеги). Реституция бывает защитная (паплав у дуба при поранениях) и восстановительная, происходящая при удалении целых органов и характеризующаяся их восстановлением (восстановление листа цикламена).

Незначительная травма дерева тем скорее локализуется и заживляется, чем выше жизненная потенция дерева или чем в наиболее благоприятных условиях оно находится. Жизнеспособность деревьев различна: на отрубке ствола длины 0,4 м, пролежавшем 3 года на складе, наблюдалось вырастание облиственных побегов длиной до 0,5 м, а у ели, если хвоя уничтожится гусеницами бабочки-монашенки, уже наступает смерть. Пихта высотой 2,6 м, взятая в качестве «новогодней елки», через 26 дней дала десятки почек. Эти почки имели высоту на 36-й день до 2,5 см. На отдельных ветвях длиной 30—40 см имелось до 12 почек. Пихта находилась в бочонке с водой.

Что касается физиологических изменений больного дерева, то у последнего происходит снижение прироста древесины, уменьшение урожая семян, нарушение водного режима; увеличение транспирации (в 2 раза и более), понижение осмотического давления (что объясняется затруднением оттока ассимилятов вследствие патологических изменений флоэмы). Энергия фотосинтеза понижена (при мучнистой росе снижается до 50%, что связано порой с разрушением зеленых пластид и уменьшением количества хлорофилла). Энергия дыхания у больных растений повышается или понижается, причем повышение влечет за собой ускоренное расходование питательных веществ, наблюдается изменение ферментативной деятельности и как следствие — нарушение обмена веществ.

У больного растения меняется температура прикамбиального кольца и вообще ствола, изменяется влажность ксилемы, листьев и хвои.

Интересны исследования шведского ученого Хагнера (1969) по определению температуры больных деревьев. У последних она выше. С помощью этого можно определить состояние дерева. Причиной повышения температуры у больных деревьев является ненормальный баланс влаги. Нормальная температура дерева практически совпадает с температурой окружающей среды. Для измерения температуры используется фотоаппарат с тепловым эффектом (инфракрасные лучи). Меняется биоэлектрический потенциал. Здоровое растение (древесное) имеет напряжение 5—7 милливольт, у больных оно приближается к 0, а у мертвых показатель отрицательный; изменяется биохимический состав (например, при образовании опухолей образуется ауксин, при общем увядании растение сильно обезвоживается). В пораженных листьях повышается содержание аммиака, падает содержание хлора. Как правило, меньшим становится содержание углеводов; концентрация клеточного сока (кислотность) чаще всего повышается. У хвойных пород большинство болезней сопряжено с изменением смоляного давления, нарушением смолоходов, внутренним и наружным смолоизлияниями.

## ТИПЫ БОЛЕЗНЕЙ

Из совокупности анатомо-гистологических, физиологических и биохимических изменений, происходящих в больном растении, складывается тип болезни, который имеет большое значение для лесного хозяйства.

**Гниль** — это разрушение и размягчение отдельных участков тканей и органов растения, семян и плодов.

**Слизетечение, камедетечение и смолотечение** характеризуются истечением из разных частей и органов дерева слизи, камеди и смолы. Это связано со старостью, расстройством функций, механическими повреждениями. Из биотических факторов влияют повреждения животными и насекомыми.

**Пожелтение хвои и листьев** характеризуется изменением нормального зеленого цвета на желтый с зеленоватыми оттенками различной интенсивности (недостаток света, железа и др.). Это говорит о нездоровом состоянии растения. Бывает и нормальное такое физиологическое явление в период сбрасывания хвои и листьев.

**Побурение хвои и листьев** — изменение зеленого цвета на бурый, красновато-бурый и др. Это верный показатель отмирания хвои и листьев. Оно связано с гибелью часто всего дерева или его частей (ветви, побеги и др.). Исключение со-



ставляет микоз сосудов вяза и дуба, когда цвет листьев остается зеленым, хотя они уже отмерли.

Засыхание ветвей бывает следствием заболевания, результатом повреждения ветвей, гнили корней, что часто связано с недостатком влаги в почве.

Ожог бывает инфекционный и неинфекционный. Первый вызывается грибами (на сливе — гриб *Polystigma rubra*). Неинфекционный вызывается поздними весенними заморозками. В Средней Азии часто наблюдается ожог абрикосов, слив, который объясняли абиотическими факторами. Сейчас найдены возбудители — грибы *Monilia laxa*, *M. cinerea*. Этот ожог теперь называется монилиальным.

Пятнистость. На листьях, плодах и семенах образуются пятна разной величины, формы и цвета, представляющие отмершие участки листовой пластинки. Вызывается грибами, реже бактериями. На грецком орехе пятнистость вызывает бактерия *Pseudomonas juglandis*, а бурая пятнистость вызывается грибом *Marssonina juglandis*.

Деформация — изменение формы органов растения: искривление побегов, курчавость листьев (грибы, насекомые и механические повреждения). Курчавость листьев персика вызывает гриб *Exoascus deformans*, сосновый вертун — гриб *Melampsora pinitorqua* и побеговыюн — бабочка р. *Evetria*.

Ведьмины метлы — образование из спящих и придаточных почек укороченных, скученно расположенных побегов в результате деятельности микоплазм, грибов, бактерий, насекомых и клещей.

Налеты — разрастание мицелия грибов на поверхности листьев, стеблей, плодов. Чернь — появление на поверхности листьев черной легко стирающейся пленки (гриб *Rhytisma acerinum*).

Мучнистая роса — появление на листьях или зеленых побегах белого мучнистого налета (грибы).

Ржавчина — на поверхности растений образуются желтовато-оранжевые или буроватые коростинки, шарики. Вызывается ржавчинными грибами (ржавчина листьев тополя, ивы и др.).

Мозаика — листва получает мозаичную расцветку, из-за появления бледноокрашенных угловатых пятен, перемежающихся со здоровыми участками листа. Вызывается вирусами. При этом получается как бы курчавость листьев вследствие деформации. Края и вершина листа заворачивается книзу, лист становится несколько жестким. Мозаика томатов, огурцов, малины, табака (вирус *Nicotiana virus*). Инфекцию вносят сосущие насекомые (тли, клопы, листоблошки, цикады, алейродиды).

**Увядание** выражается в постепенном отмирании растения. Происходит потеря тургора, увядание отдельных органов и их засыхание, а затем всего растения. Все это связано с нарушением деятельности водоснабжающих сосудов (увядание и полегание сеянцев — *Fusarium, Alternaria*).

**Раковые заболевания.** Это болезни камбия, луба и коры. Они бывают инфекционные и неинфекционные. И. Я. Шемякин (1961) выделяет следующие:

1) опухолевый рак, возникающий вследствие гиперплазии или гипертрофии в том месте, куда проник паразит или продукты его жизнедеятельности. При бактериальных и вирусных инфекциях различают первичные и вторичные опухоли. Последние возникают в результате продвижения по сосудам или межклетникам продуктов обмена паразитов или специально продуцируемых ими веществ;

2) опухолево-язвенный рак — образование язв, с припухшими неровными краями различной глубины. Поверхность обнаженной коры мелкоступенчатая (опухолевидный рак тополя, рак ясеня — бактериоз, рак сибирского кедра и веймутовой сосны);

3) язвенно-ступенчатый рак — края язвы извилистые, припухшие, углубление язвы незначительное, поверхность обнаженной коры широкоступенчатая (рак сосны — серянка, эндоксилиновый рак ясеня, черный рак плодовых и др.);

4) язвенно-гнилевой рак — язвы плоские, со слабоприпухшим краем, поверхность их покрыта мертвой корой без резко выраженных ступенек, древесина гнилая. В центре язвы вырастают плодовые тела трутовиков (гнилевой рак дуба черешчатого, вызываемый ложным трутовиком).

К неинфекционным раковым образованиям относятся морозобойный рак, раневой рак и рак от ожогов.

Все болезни в зависимости от причин, их вызывающих, делятся на:

1) инфекционные, или паразитарные. Инфекционной болезнью называют совокупность явлений, возникающих в растении в результате внедрения в него и размножения в тканях патогенных организмов (Горленко, 1973);

2) неинфекционные, или непаразитарные. Эти болезни вызываются неблагоприятным действием абиотических факторов и животными организмами.

Кроме того, каждая группа заболеваний классифицируется по внешнему виду болезни, по месту проявления, по продолжительности течения и по возрасту.

По внешнему виду — гнилевые и негнилевые. Гнилевые характеризуются разрушением и размягчением отдельных участков растений. Негнилевые характеризуются признаками, связанными с изменением функций организма.

По месту проявления — общие и местные. Общие — поражен весь организм. Местные — болезни семян и плодов, листьев, ветвей и корней.

По возрасту — болезни семян и всходов, молодняков и взрослых. Они типичны для определенного возраста (полегания сеянцев у взрослых не бывает).

По продолжительности течения — острые и хронические. У серянки процесс длится до 90 лет, корневая губка — 20—30 лет, голландская болезнь — 1,5—3 месяца.

Этиологический признак характеризует причину болезни. По нему все болезни делятся на паренхиматозные и сосудистые. Первые связаны с клетками паренхимы (это местные болезни — налеты, пятнистости). Вторые связаны с поражением трахеид, сосудов (сосуды закупориваются или перерождаются).

## 2. РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ

Распространение болезней древесных растений может происходить несколькими путями, зависящими от строения спор, бактериальных клеток или вирусов. При этом источниками инфекции являются:

- 1) семенной и посадочный материал;
- 2) почва, лесорубочные остатки на лесосеках, лесоматериалы и дрова;
- 3) воздух (перенос воздушными течениями);
- 4) грунтовые воды (перенос путем вымывания вместе с почвой);
- 5) животные — перенос на себе и в себе;
- 6) несоблюдение мер профилактики;
- 7) при интродукции и акклиматизации растений.

С семенным и посадочным материалом очень много переносится различных болезней. По данным контрольной семенной станции, из просмотренных партий семян 95%, содержали грибные заболевания (1935 г.). Очень часто, семена содержат инфекцию внутри, снаружи она легче заметна. Поэтому семена надо тщательно контролировать. Это относится и к посадочному материалу (с черенками тополей в Москву завезен цитоспориоз). В питомниках часто распространено шютте, споры которого часто перевозятся с посадочным материалом. При интродукции растений в ботсады завозят большое количество болезней (в 1969 г. — более 20 000).

Почва является самым опасным источником распространения инфекции (фузариозы перевозят с комками земли).

В воздухе очень много микроорганизмов. В 1 м<sup>3</sup> находится более 700 микробных клеток. Так, Упшер (1966), изучая споровую загрузку воздуха в Северном Квинсленде (Австралия),

с помощью метода экспозиционных пластин отметил обилие спор гриба *Monilia sitophila* ночью в засушливое время и многочисленность спор *Geotrichum* в ночное время влажного периода. Споры гриба *Cladosporium* обильны от июня до января. 95% спор инфекции оседает от очага на расстоянии 10 м. Некоторые грибы (споры) распространяются на 1000 м.

Техника учета распространения спор в настоящее время располагает многими методами. Среди них особое место занимает метод экспозиционных пластин, или цветных стекол. При этом стекло покрывается цветным клеящим веществом и становится перпендикулярно потоку распространения инфекции. Ежедневно проводят учет приклеившихся спор.

Грунтовые воды. С ними часто несутся и частицы земли. Особенно много их бывает при поверхностной эрозии. Способствуют распространению спор дожди и росы.

Позвоночные животные обычно переносят споры на себе. Кроты, мыши распространяют споры корневой губки. Много спор имеется в кишечниках животных и насекомых. Последние, попадая под кору, с калом выбрасывают и споры, которые и заражают дерево (древесинники распространяют синеву, заболонники — голландскую болезнь). В этом смысле борьба с болезнью подчас сводится к борьбе с насекомыми-переносчиками.

Большое значение имеют профилактические обследования посадочного материала и лесопроодукции. Надо проверять, чтобы эта продукция не была заражена грибами (шютте, домовыми и др.). Почепский лесхоз (Брянская область) отправил много рудстойки в Донбасс. А при анализе ее в Донбассе была обнаружена повсеместная зараженность домовыми грибами.

Рак, или пузырчатая ржавчина, веймутовой сосны — *Cronartium ribicola* — с кедром проник на Аляску, затем в Канаду и США. В 1885 г. попал в Европу, где начали разводить веймутову сосну.

В результате распространения инфекции от ее источника образуются очаги инфекции — места, где происходит развитие инфекционного начала. Очаги болезней имеют определенную динамичность (возрастание и затухание).

Основными экологическими элементами болезней являются:

1) активность очага — она определяется количеством инфекционного начала, т. е. количеством спор паразита, высвобождавшихся в единицу времени;

2) запас инфекции — количество инфекционного начала на единицу площади;

3) агрессивность паразита, т.е. способность его поражать растения;

4) патогенность паразита — способность паразита вызывать возникновение патологического процесса.

Все эти элементы прямо связаны с запасом инфекции и характеризуют степень угрозы насаждениям.

Распространение болезней у ряда растений приурочено к определенному времени. Так, распространение ржавчины хвой, соснового вертуна происходит в весеннее или раннелетнее время; обыкновенное шютте — осенью.

Энергия размножения грибов весьма велика. Плодовое тело ганодермы содержит  $5\,460\,000 \times 10^6$  базидиоспор.

В распространении бактерий большую роль играют воздушные и дождевые потоки. Переносчиками также могут быть насекомые, грызуны и нематоды.

Попадая на поверхность растения, бактерии не могут активно внедряться непосредственно внутрь его через оболочки наружных покровных тканей. Проникновение бактерий в организм растений происходит только через естественные отверстия (устьица, чечевички, нектарники) или всевозможные механические повреждения (раны, срезы, морозобойные трещины и др.).

Большое влияние на распространение фитопатогенных бактерий оказывают факторы внешней среды. Так, наиболее активное распространение и развитие у большинства бактерий наблюдается при температуре  $20-25^\circ$ , избыточной влажности, в нейтральной или слабощелочной среде.

Почти все фитопатогенные вирусы и микоплазмы распространяются в природе при помощи насекомых с колюще-сосущим ротовым аппаратом (тли, цикадки, листоблошки, алейродиды, трипсы и клопы). Некоторые болезни могут передаваться клещами и нематодами.

Различают два способа их передачи: механический и биологический. При механической передаче насекомое, питаясь на больном растении, просто загрязняет свой ротовой аппарат вирусными или микоплазменными частицами, а затем вносит их в клетки другого здорового растения. Насекомое в этом случае может передавать патоген здоровому растению немедленно после питания на больном растении.

При биологической же передаче насекомое приобретает способность передавать вирусные или микоплазменные частицы не сразу после питания на больном растении, а лишь после определенного периода, в течение которого патоген развивается во внутренних органах насекомого. Этот период называется инкубационным, он может длиться от нескольких часов до нескольких недель.

Механические передачи в большинстве своем осуществляются тлями. Биологическим способом вирусы и микоплазмы передают тли, цикады, листоблошки, алейродиды, трипсы и клопы. При этом каждый вид является переносчиком в большинстве случаев какого-то определенного вируса или микоплазмы.

Фитопатогенные вирусы могут распространяться и при вегетативном размножении растения с черенками, окулировочным материалом и отводками, взятыми от больных растений. Передаются также с луковичками, клубнями и корневищами. Некоторые вирусы передаются с семенами больных растений. Еще более редки случаи передачи их через почву.

### ЭПИФИТОТИИ И ЭПИЗООТИИ

Массовое появление болезней грибного происхождения носит название эпифитотий. Массовое развитие бактериальных и вирусных болезней называется эпизоотиями.

Заболеваемость растений в отдельные годы неодинакова. Она определяется условиями, создающимися для развития инфекции (см. схемы 1, 2, 3 И. И. Минкевича (1972)).

Массовое размножение любого патогенного организма определяется состоянием инфицированного растения и внешними условиями среды. Последние стимулируют вирулентность паразита. А состояние растения в значительной степени определяется агрессивностью паразита. При массовых размножениях быстро увеличивается очаг инфекции, и запас инфекционного начала в нем.

Вспышка массового размножения патогенных организмов может быть эпизодической, длиться в течение 1—2 лет или даже нескольких месяцев, может быть длительной, затяжной и продолжаться ряд лет, что чаще всего связано с наличием постоянных источников инфекции и длительностью развития паразита.

В период вспышек болезней носит катастрофический характер, а в межвспышечные годы — хронический. При хроническом происходит усыхание отдельных ветвей, появляется суховершинность. А при катастрофическом происходит отмирание всего дерева в течение 1—2 месяцев.

Так, например, болезни листьев чаще всего носят эпизодический характер. Многие сосудистые болезни также не очень продолжительны. В то же время кольцевая болезнь сосны, вызванная корневой губкой, может находиться в состоянии вспышки несколько десятков лет.

Различают прогнозы: долгосрочные, краткосрочные и сигнализацию.

# УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭПИФИТОТИИ ИНФЕКЦИОННОГО УСЫХАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД (1 — ТРАХЕОМИКОЗ, 2 — РАК, 3 — НЕКРОЗ)

(по И. И. Минкевичу, 1972)

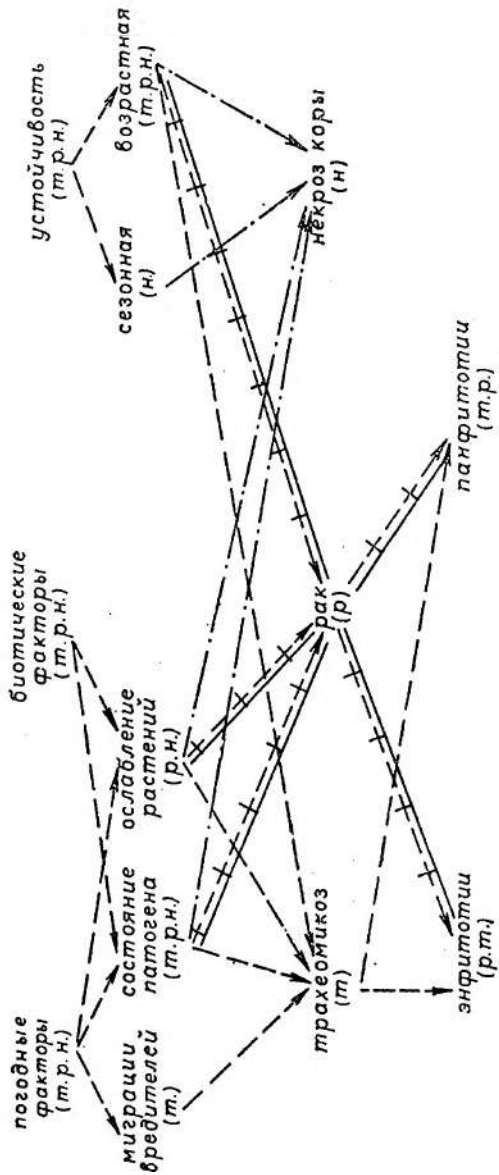
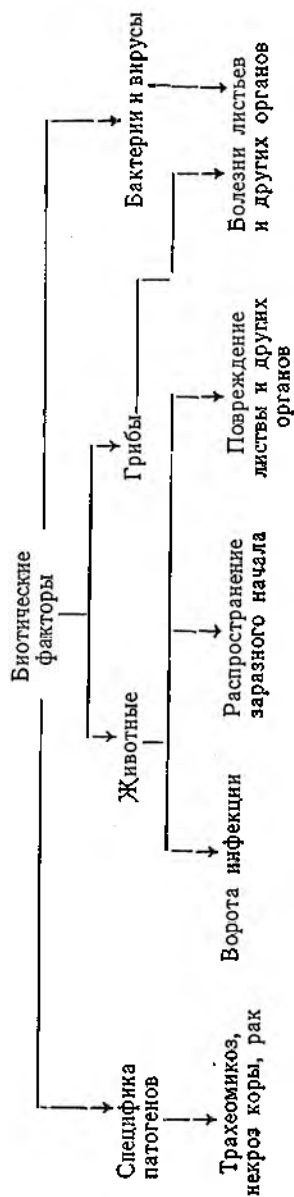


Схема 2

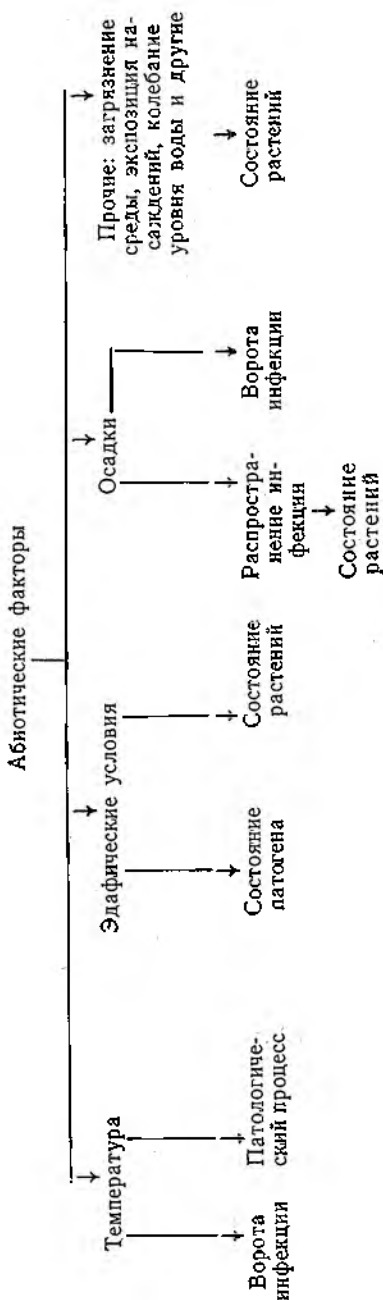
# ОСНОВНЫЕ БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ИНФЕКЦИОННОЕ УСЫХАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

(по И. И. Минкевичу, 1972)





# АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭПИФИТОТИИ БОЛЕЗНИ (по И. И. Минкевичу, 1972)



В настоящее время не всегда известны причины, обуславливающие вспышку той или иной болезни, поэтому долгосрочные прогнозы появления болезни в фитопатологии не разработаны. Они должны строиться на изучении долгосрочных прогнозов погоды и экологии заболеваний.

Для краткосрочных прогнозов достаточно хорошо знать фенологию паразита и погодные условия ближайших дней. Краткосрочные прогнозы осуществляются для того, чтобы вовремя определить массовый вылет спор. За болезнями в лесном хозяйстве не существует строгого учета и прогнозов, как за вредителями. Надзор за ними осуществляется согласно списку, представленному в специальных инструкциях Гослесхоза СССР или Министерства лесного хозяйства союзной республики.

Сигнализация дает сведения за несколько дней до появления болезни, уточняет сроки и объем защитных мер.

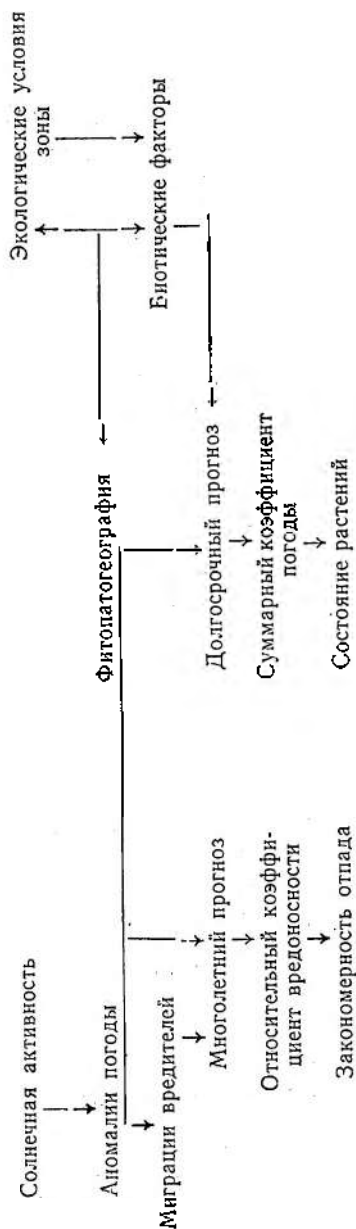
Прогнозирование болезней до настоящего времени остается почти не разработанным, особенно при сопоставлении этой службы с таковой в сельском хозяйстве. В этом плане определенный интерес представляет схема прогноза инфекционного усыхания древесных пород (схема 4), разработанная И. И. Минкевичем (1972).

В лесном хозяйстве существуют два направления в прогнозировании: одно из них использует данные о процессе накопления насекомых и случаев заболевания как показателя предстоящих массовых вспышек размножения насекомых и эпифитотий; второе использует в основном метеорологические данные — дефицит влажности воздуха. Последнее направление является весьма перспективным из-за простоты и удобства (при этом можно проводить лишь спорадические работы в отдельных массивах, местонахождение которых, доступность и хозяйственная ценность заранее известны).

Изменение дефицита влажности воздуха отражает изменение температуры и влажности воздуха (их сочетаний) за периоды вегетации лесных деревьев. Этот дефицит показывает недостаток влаги до полного насыщения воздуха при данной температуре и измеряется миллибарами. Метод используется в основном в отношении вредных насекомых. Но если принять во внимание, что ослабление деревьев под действием засух способствует сильному распространению таких болезней, как шютте, полегание, мучнистая роса и другие, а нападение на эти ослабленные древостои короедов, усачей и златок прямо способствует массовому распространению корневых гнилей, раковых заболеваний, то можно считать, что прогноз массового размножения насекомых может быть использован лесохозяйственниками для приблизительного установления периода угрозы массового распространения (эпифитотий) ряда болезней древесных пород.

# ПРОГНОЗ ИНФЕКЦИОННОГО УСЫХАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

(по И. И. Минкевичу, 1972)



## **IV. НЕПАРАЗИТАРНЫЕ, ИЛИ НЕИНФЕКЦИОННЫЕ, БОЛЕЗНИ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

---

Кроме болезней растений, вызываемых патогенными организмами (паразитарные), имеются и непаразитарные, физиологические, неорганические, или неинфекционные, болезни, обусловленные прямым воздействием абиотических факторов внешней среды (см. схему 3). Из их числа, неблагоприятно отзывающихся на состоянии или развитии древесного растения, главную роль играют почвенные или метеорологические факторы. Недостаток или избыток воды или одного из необходимых растению элементов может сильно нарушить определенное течение функций растений и повлиять на его строение. Однако при засухе, калийном голодании нарушение тех или иных функций растения представляется процессом обратимым, так как устранение соответствующей причины ведет к восстановлению нормального состояния растения. Таким образом, часто это не болезни, а результат нарушения простейших физиологических функций.

К случаям такого порядка относится действие ионизирующих излучений и газов, находящихся в атмосфере и почве, неблагоприятных почвенных условий.

На состояние растений влияет толщина подстилающих материнских пород (ортштейновые и ортзандовые водонепроницаемые горизонты вызывают суховершинность сосны).

Под влиянием абиотических факторов могут наблюдаться и другие более глубокие последствия, в особенности если действие их было более длительным. Тогда могут проявиться новые качественные изменения в структуре или функциях пораженного растения, имеющие стойкий характер (хлороз и др.).

### **НЕДОСТАТОК ВОДЫ**

Длительный недостаток воды влечет за собой серьезные нарушения в жизни растений. Среди болезней, связанных с этим, можно отметить увядание растений, засыхание листь-

ев, усыхание вершины, отмирание деревьев и карликовый рост растений (нанизм).

Увядание растений характеризуется тем, что ткани растения теряют упругость, молодые ветви и листья становятся вялыми и повисают. Происходит увядание в тех случаях, когда расход воды значительно превышает ее поступление. Увядание как болезненное явление наблюдается, когда почва не содержит доступной для растения воды. В этом случае при постоянной транспирации растения количество воды в нем постепенно уменьшается, что ведет к постепенному падению тургора во всех частях растения, к отмиранию корневых волосков и разрушению зеленых пластид, которые теряют способность ассимилировать углекислоту. При этом в тканях растений нарушается ферментативная деятельность и происходит распад белковых веществ. В результате длительного увядания растения могут погибнуть, если не прибегнуть к обильной поливке.

В жаркую сухую погоду у растений наблюдается временное завядание, которое к вечеру проходит. Последнее объясняется тем, что при сильной транспирации растение не успевает получить из почвы достаточное количество воды, и в тканях его получается дефицит влаги. К вечеру, при ослаблении транспирации, дефицит влаги выравнивается и растение оправляется. Разные растения завядают при потере различного количества воды. Листья фуксии, содержащие 88% воды, переносят без вреда потерю до 38% влаги, а некоторые растения начинают увядать уже при потере 2—3% воды.

Увядание от недостатка влаги в почве наблюдается у сеянцев лиственных пород, растущих на сухих почвах. Сеянцы сосны и ели не обнаруживают увядания даже при сильной потере воды. Увядание можно устранить путем полива.

Засыхание листьев из-за недостатка воды в почве наблюдается у взрослых деревьев. При этом края или отдельные участки засыхают, а у вечнозеленых (апельсиновые деревья и др.) листья опадают.

У бука, дуба, сосны, ольхи и пихты вследствие недостатка воды в почве наблюдается засыхание вершин, или суховершинность. Суховершинность у ольхи возникает при быстрой осушке ольховых трясин, у дуба — при резком выставлении на простор, у сосны это связано с уплотнением почв, водонепроницаемыми грунтами и др.

Карликовый рост деревьев может быть вызван недостатком влаги или недостатком питания. У этих деревьев корневая система развита слабее. Малорослость обусловлена главным образом незначительным числом клеток, размер которых остается нормальным.

Чаще такого типа деревья встречаются на сухой почве и на тяжелой глинистой почве, если она скоро высыхает.

### ИЗБЫТОК ВОДЫ

Избыток воды в почве сказывается главным образом на корнях, начинающих отмирать и гнить. Причиной отмирания корней является недостаток воздуха во влажной почве. Пустоты между частицами почвы в этом случае заполнены водой, вследствие чего корни лишаются необходимого количества кислорода. Кроме того, во влажной почве прекращаются нормальные окислительные процессы и начинают преобладать аэрофобные. При этом в почве накапливается углекислота, соли закиси железа и другие продукты, называемые болотными токсинами. Имеются породы, которые выдерживают обильное увлажнение (ольха, ива) и даже растут в стоячей воде. У них при этом образуется поверхностная сильно разветвленная корневая система с дыхательными корнями, развивающимися у поверхности почвы и выше. У основания ствола образуются воздушные корни с чечевичками. Водяные корни ив называются корневыми жгутами.

У плодовых деревьев при избытке воды происходит растрескивание плодов или корней. Особенно часто это наблюдается, если засушливый период сменяется избыточно влажным периодом, когда в силу поступления в растение большого количества воды эпидермис, а за ним кора и наружные слои паренхимы, будучи не в состоянии следовать за увеличением объема органа, растрескиваются щелью, обнажающей более глубоко расположенные части (плоды — вишни, сливы, груши; стебли — петрушки, гороха и др.).

Весьма чувствительны к излишней влажности воздуха цветы. Повышенная (излишняя) влажность воздуха, особенно длительные дожди, вызывают интумесценцию на ветвях, стволах и листьях. Интумесценция на ветвях и стволах выражается в разрастании паренхимных клеток коры, которые сначала приподнимают эпидермис, образуя вырост в виде бородавочки, затем разрушают его. Аналогичный процесс идет и на листьях. Через образовавшиеся разрывы коры и листьев растения легче заражаются грибами.

### АЭРАЦИЯ ПОЧВЫ

Корневая система растений получает кислород из воздуха, находящегося в почве. При плохой аэрации почвы кислород поглощается мало. При плохом газообмене в почве корни на-

Чаще такого типа деревья встречаются на сухой почве и на тяжелой глинистой почве, если она скоро высыхает.

## ИЗБЫТОК ВОДЫ

Избыток воды в почве сказывается главным образом на корнях, начинающих отмирать и загнивать. Причиной отмирания корней является недостаток воздуха во влажной почве. Пустоты между частицами почвы в этом случае заполнены водой, вследствие чего корни лишаются необходимого количества кислорода. Кроме того, во влажной почве прекращаются нормальные окислительные процессы и начинают преобладать аэрофобные. При этом в почве накапливается углекислота, соли закиси железа и другие продукты, называемые болотными токсинами. Имеются породы, которые выдерживают обильное увлажнение (ольха, ива) и даже растут в стоячей воде. У них при этом образуется поверхностная сильно разветвленная корневая система с дыхательными корнями, развивающимися у поверхности почвы и выше. У основания ствола образуются воздушные корни с чечевичками. Водяные корни ив называются корневыми жгутами.

У плодовых деревьев при избытке воды происходит растрескивание плодов или корней. Особенно часто это наблюдается, если засушливый период сменяется избыточно влажным периодом, когда в силу поступления в растение большого количества воды эпидермис, а за ним кора и наружные слои паренхимы, будучи не в состоянии следовать за увеличением объема органа, растрескиваются щелью, обнажающей более глубоко расположенные части (плоды — вишни, сливы, груши; стебли — петрушки, гороха и др.).

Весьма чувствительны к излишней влажности воздуха цветы. Повышенная (излишняя) влажность воздуха, особенно длительные дожди, вызывают интумесценцию на ветвях, стволах и листьях. Интумесценция на ветвях и стволах выражается в разрастании паренхимных клеток коры, которые сначала приподнимают эпидермис, образуя вырост в виде бородавочки, затем разрушают его. Аналогичный процесс идет и на листьях. Через образовавшиеся разрывы коры и листьев растения легче заражаются грибами.

## АЭРАЦИЯ ПОЧВЫ

Корневая система растений получает кислород из воздуха, находящегося в почве. При плохой аэрации почвы кислород поглощается мало. При плохом газообмене в почве корни на-

чинают задыхаться и загнивать. Это зависит от структуры и физических свойств почв (заболачивание, плохая пористость, глинистые почвы и др.). В результате этого заболевания у деревьев сгнивает главный корень, а сильнее развиваются боковые. При сильном ветре получается ветровал (сосна, ель на мелких сырых почвах). В городах этому заболеванию способствует уплотнение грунта, асфальтирование и др. Пораженные деревья часто не имеют внешних признаков или имеют укороченную хвою и побеги. Меры борьбы должны быть направлены на улучшение аэрации.

## КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ

Большое значение для развития деревьев имеет кислотная реакция почвы. Несоответствие кислотности почвы и требований растений вызывает их плохой рост, а в резко выраженных случаях — отмирание.

## НЕДОСТАТОК ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

При недостатке питательных веществ, поступающих из почвы, растения ненормально развиваются и заболевают. Для нормального развития растений необходимы К, Са, Mg, Fe, S, Al, P, Mn, Zn, N и др. Из них S, N и P входят в состав органических веществ плазмы, а металлы К, Са и Fe находятся в растении в виде солей и являются регуляторами его жизненных процессов. Избыток солей, как и их недостаток, может вызвать заболевание.

Недостаток питательных веществ, как и воды, приводит к карликовости или хлорозу. Хлороз характеризуется зеленовато-желтой, бледно-желтой или белой окраской листьев и хвои. Из-за отсутствия хлорофилла листья не могут ассимилировать и растение засыхает. Вследствие недостаточного питания стебли у хлоротичных растений не успевают одревеснеть и побиваются осенними заморозками. Одной из причин хлороза является отсутствие железа и магния. Хлороз встречается у сеянцев хвойных и лиственных пород. У этих растений наблюдается плохое развитие корней, стволика, хвои и корневых почек. В борьбе с хлорозом растения на питомниках опрыскиваются железным купоросом. Не следует питомники устраивать на известковых почвах.

Обильное количество сернокислых, углекислых солей Na и Са вызывает болезни растений. Соли повышают осмотическое давление почвенного раствора, в связи с чем уменьшается всасывающая сила корней и затрудняется водоснабжение



растений. Некоторые соли в высоких концентрациях ядовиты для растений, так как нарушают нормальный ход физиологических процессов. Содержание в песчаной почве 0,2% от веса песка  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (сода) вызывает пожелтение и побурение сеянцев лиственницы, березы и сосны. Содержание  $\text{NaCl}$  в концентрации 0,97% от веса почвы вызывает пожелтение и засыхание листьев.

Особое место в питании растений занимают помимо основных элементов **микроэлементы** (бор, медь, цинк, молибден и др.). Все эти вещества должны содержаться в почве в определенном количестве, и избыток или недостаток тех или иных элементов вызывает болезни.

**Фосфор** повышает стойкость растений против неблагоприятных внешних условий. Растения легче переносят холод. Недостаток его в начальный период роста древесных растений вредно отражается на их годовичном приросте. Фосфора больше в семенах, чем в древесине.

**Калий** способствует образованию в растениях белковых веществ. Растительные клетки и ткани, хорошо обеспеченные калием, лучше удерживают воду и благодаря этому не так легко увядают. Калий усиливает стойкость растений против холода.

При недостатке калия в почве листья преждевременно желтеют.

Недостаток **кальция** отрицательно сказывается на развитии корневой системы древесных пород (перестают отращивать корневые волоски и др.).

**Магний**, по выражению К. А. Тимирязева, служит посредником между всей жизнью на Земле и Солнцем, так как он занимает центральное положение в молекуле хлорофиллового зерна. Магний входит в состав органических веществ, образующихся в растениях, в том числе и в хлорофилл. При магниевом голодании окраска листьев становится светлой, а жилки остаются зелеными, затем листья буреют и отмирают. Магниевые удобрения особо необходимы на подзолистых, песчаных и супесчаных почвах.

**Железо** имеет косвенную роль в образовании хлорофилла. Недостаток железа приводит к распаду ростовых веществ. Листья, начиная с молодых, становятся светлыми (без отмирания ткани).

**Марганец**, как и железо, регулирует процесс окисления и восстановления. Древесные растения развиваются нормально, когда отношение между  $\text{Fe}$  и  $\text{Mn}$  = 2,5—1,5. Недостаток марганца затрудняет синтез витамина С. Внешне марганцевое голодание проявляется в пожелтении поверхности листьев между жилками. В окраске появляются серовато-зеленые и коричневые оттенки, ткань отмирает.

При необеспеченности медью древесные растения не плодоносят, в них мало белка.

Без бора растения не оплодотворяются и не завязываются семена. Резерв бора, меди, марганца и других микроэлементов — песчаная зола и навоз.

Под влиянием молибдена усиливается деятельность клубеньковых бактерий.

Цинк входит в состав фермента, активизирующего дыхание растений.

Поражение растений многими паразитами обуславливается сдвигом их биохимических процессов в сторону преобладания общего гидролиза над синтезом. Подобная направленность обмена веществ растения может быть обусловлена действием различных неблагоприятных факторов, в том числе и дефицитом или избытком света.

Световое голодание (особенно при дефиците лучей синефиолетовой части спектра) приводит к нарушению нормального соотношения процессов синтеза и распада в растении. В результате может наступить этиоляция растений, сопровождаемая в той или иной степени ослаблением репродуктивной функции и фертильности, обеднением ткани растений содержанием витаминов и гормонов и резко выраженным ослаблением иммунологических свойств. Последнее происходит вследствие снижения активности факторов пассивной устойчивости растений и ослабления активных защитных реакций.

Этиоляция растений может происходить при выращивании растений в темноте или при недостатке света, при этом удлиняется стебель, уменьшается листовая пластинка у двудольных, а у однодольных побеги не удлиняются, но значительно разрастаются листовые органы. Для одних растений оптимальным является сильный свет, для других слабый. Такие растения соответственно называются светолюбивыми и теневыносливыми (сосна и ель).

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУР

Для развития каждого растения имеются свои кардинальные температурные точки. У ели минимум температуры, при котором начинается рост побегов, составляет 5—6°, а рост корней начинается при 7—10°. У бука и клена температура для побегов равна 5—7°, а для корней 2—3°.

Очень характерны изменения, которые претерпевают растения в результате действия низких температур; при этом следует различать явления, происходящие в зеленых частях,

находящихся в периоде вегетации, и имеющие место в по-  
коящейся древесине и коре. В первом случае при понижении  
температуры наблюдается выход воды из клетки (в первую  
очередь из клеточного сока) с растворенными в ней веще-  
ствами в межклеточное пространство, где происходит замер-  
зание этого раствора с образованием кристаллического льда.  
Извне это соответствует моменту потери растением тургора.  
В дальнейшем лист буреет и отмирает по той причине, что  
потеря клеткой конституционной воды относится к числу не-  
обратимых процессов и при оттаивании возврата к прежнему  
состоянию не бывает. Состояние органа растения в смысле  
содержания в нем воды является решающим фактором: чем  
больше воды заключает орган, тем более он подвержен вы-  
мерзанию, так как находящиеся в периоде интенсивного рос-  
та молодые части растений всегда более богаты водой, чем  
старые или покоящиеся части, то и страдают они от мороза  
сильнее последних. Древесина, кора, камбий и почки в тече-  
ние зимы настолько бедны водой, что обычно не испытывают  
на себе процесса отнятия воды. А весной они очень подвер-  
жены действию низких температур.

Семена еще более устойчивы в этом отношении. Из расту-  
щих растений наиболее холодостойки те, которые характери-  
зуются присутствием антоциана, сахаров и солей, способных  
повышать концентрацию растворимых веществ в клетке. От  
этого зависит и морозостойкость растения.

Деревья в течение года накапливают крахмал, а с наступ-  
лением холодов заменяют его сахаром; весной с наступле-  
нием тепла количество сахаров вновь начинает уменьшаться.  
С наступлением осени у березы, липы и других древесных  
растений накапливаются растительные жиры, которые при-  
дают холодостойкость дереву.

Наиболее опасны для растения внезапные падения темпе-  
ратуры. Зимние холода, действующие на деревья в период  
покоя, причиняют меньше вреда, вызывая только механиче-  
ские повреждения — отлупы, морозобойные трещины (моро-  
зобойные трещины появляются в сильные морозы, когда в ка-  
ком-то участке ствола скапливается много воды). Нередко  
морозобойны появляются после оттепелей. Это бывает, когда  
после потепления температура вдруг упадет ниже  $-15^{\circ}$ . Тог-  
да наружные слои древесины охлаждаются быстрее внутрен-  
них и сжимают их словно обручем. Ткани не выдерживают  
давления и разрываются. Трещина потом затягивается и не  
мешает росту дерева. Но в эти раны могут попасть споры  
грибов.

Отлупные трещины (отлупы) образуются при внезапном  
повышении температуры после больших морозов, когда на-  
ружные слои ствола нагреваются и расширяются, а внутрен-

ние остаются более холодными и сжатыми. Отлупы идут по границе между годичными слоями и поэтому имеют кольцеобразную форму. Бывают в стволах хвойных и лиственных пород. Распространяются по высоте ствола на несколько метров.

В условиях степей часто встречается вымерзание семян и саженцев древесных пород. Это связано с обнажением почвы или недостаточным снежным покровом при сильных морозах. При этом иногда отпадает 50—80% дубков.

Весенние же и осенние заморозки вызывают у растений ряд заболеваний. Пожелтение и опадение хвои от мороза характеризуется тем, что ранней весной хвоя 1—5-летних деревьев начинает буреть, а затем засыхает. Это заболевание обычно наблюдается весной, в марте—апреле, после мало-снежной зимы, когда ясные теплые дни сменяются холодными ночами. Пожелтение и засыхание от этой причины чаще всего наблюдается на открытых местах и в питомниках, где тепло солнца действует непосредственно. Меры борьбы сводятся к уменьшению испарения растений путем их затенения (так как температура почвы бывает низкой ( $-4^{\circ}$ ), а температура воздуха  $15-18^{\circ}$ , корни очень слабо функционируют, а испарение на солнце идет интенсивно).

У лиственных пород при поздневесенних заморозках происходит засыхание листьев, цветков и завязей. При этом поврежденный морозом лист теряет тургор, бурет и увядает, а затем засыхает (рано распускающиеся формы дуба, осины, ивы).

В результате поздних весенних и ранних осенних заморозков происходит увядание и засыхание побегов.

По чувствительности к поздним заморозкам деревья делятся на группы:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1) сильночувствительные    | — ясень, бук, дуб, платан, белая акация, айлант, шелковица;             |
| 2) умеренно чувствительные | — клен явор, ясень американский, клен остролистный, липа;               |
| 3) малочувствительные      | — граб, ольха, береза, ильм, осина, рябина, ель, кипарис, можжевельник. |

При ранних осенних заморозках побеги чаще всего отмирают у древесных растений, для которых наше лето слишком коротко, и побеги поэтому не достигают к осени полного развития (белая акация, шелковица и др.). В первую очередь

также повреждаются ранними осенними морозами «ивановы» побеги дуба, побеги, поврежденные мучнистой росой, побеги подстриженных и подрезанных деревьев.

Вследствие ранних и поздних заморозков наблюдается искривление листьев и побегов. У сосны это искривление сходно с искривлением соснового вертуна. Оно связано с изменением напряжения тканей, в результате неравномерного отсасывания воды от различных частей органа при их замерзании. В древесине сосны, ели иногда образуются кольца мороза; они характеризуются появлением в древесине бурых или белых пучков мягкой, рыхлой паренхимной ткани, окружающей в виде кольца часть ствола или побега. Вредного влияния оно не оказывает, но прочность древесины уменьшается.

В результате резкого переменного действия тепла и холода у древесных пород (ель, бук, пихта) происходит ожог коры, который наблюдается весной на освещенной стороне ветвей и стволов, у деревьев с тонкой корой, растущих на свободе. Суть этого явления в том, что весной вследствие нагрева солнечными лучами клетки коры и камбия в южной и юго-западной стороне ствола начинают пробуждаться после зимнего периода покоя. Однако весенние заморозки и ночные резкие снижения температуры убивают деятельные клетки камбия. Кора в этом месте подвергается последовательному действию нагревания и резкого охлаждения, подсыхает, темнеет и отваливается, обнажая древесину.

Морозобойный рак представляет рану, окруженную наплывом. Он образуется в результате воздействия мороза и вызывает отмирание коры и камбия. Растение пытается восстановить поврежденные ткани и образует каллюс, т. е. происходит заживание раны. Едва это осуществится, как новое воздействие низкими температурами вызывает повреждение каллюса, и начинается новый процесс каллюсообразования (появление сочной паренхимной ткани, богатой водой и пластическими веществами).

Действие высоких температур особо сказывается в период вегетации. В результате этих температур поврежденные части теряют тургор, становятся дряблыми; растение увядает и засыхает.

К болезням, вызываемым высокими температурами, относится опадение листьев у конского каштана и липы при большой сухости почвы и сильном освещении листьев прямыми солнечными лучами. При этом страдают и листья, находящиеся в глубине кроны, но подверженные действию солнечных лучей. Засыхание листьев происходит в засушливых районах при температуре  $+40^{\circ}$  и сильном падении относительной влажности воздуха. Такое состояние называется сухим туманом — листья засыхают в течение нескольких часов,

Опал шейки корня наблюдается у сеянцев в питомниках на темных почвах. Вследствие поглощения солнечных лучей поверхность почвы сильно нагревается до степени, превышающей температуру свертывания растительных белков. При этой температуре поверхность почвы достигает 67° (Бузулукский бор). А температура в 50° уже губительна для сеянцев. Опал встречается особо на юге у сеянцев хвойных и лиственных пород.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ

Механические повреждения деревьям (молоднякам) наносят животные: зайцы, олени и лоси поедают семена и плоды, повреждают сеянцы, откусывают почки, ветки, вершины, обгладывают кору.

Заслуживает большого внимания гибель лесных культур в связи с неправильной посадкой (корни перепутаны, заглубаются кверху и др.), утаптывание почвы при длительной нерегулируемой пастьбе скота.

На основании полученных нами данных в Бузулукском бору (70 проб по 0,1 га) поврежденность лосями сосняков за 10 лет составляла в 1948—1952 гг. 68%, (на отдельных пробах она равнялась 100%). Поврежденность выражается в объедании хвои и побегов, коры, стволов, обломах ветвей и стволов, притаптывании 2—4-летних сосенок. Один лось за сутки повреждает до 100 деревьев.

Значительные механические повреждения вызывают и морозы (выжимание сеянцев, морозобойные трещины, отлуп, вымерзание сеянцев и саженцев).

Выжимание сеянцев происходит ледяной коркой, образовавшейся на поверхности или у самой поверхности незамерзшей почвы. При понижении температуры воздуха верхние слои почвы охлаждаются сильнее нижних и в них конденсируются водяные пары. Здесь накапливается много воды, значительно превышающее капиллярное. Если температура воздуха при незамерзшей почве опускается медленно, вода, имеющаяся в поверхностных частях почвы, начинает замерзать, образуя игловидные кристаллы, которые сосут воду с нижележащих слоев. Если температура воздуха остается на точке замерзания или ниже, образовавшийся лед нарастает снизу и толкает слой льда кверху. Лед, примерзший к корневой шейке растения, поднимает ее за собой, и растение оказывается выжатым из почвы на высоту образовавшегося льда. Бывает это осенью или весной на торфяных и глинистых почвах.

В результате хозяйственной деятельности человека происходят механические повреждения деревьев — это обдиры и

затесы коры, облом ветвей и вершин, повреждение подроста. Следствием этого бывает сильное поражение растений патогенными организмами. (В результате небрежных выборочных рубок (1914—1917 гг.) до 60% подроста пихтовых деревьев, достигшего II класса возраста, было поражено гнилями, возникшими в местах ошмыга коры).

Во время Великой Отечественной войны большой ущерб древостоям был нанесен огнём артиллерии, бомбежками авиации и др.

### ПОВРЕЖДЕНИЯ СНЕГОМ, ОЖЕЛЕДЬЮ, ГРАДОМ, ВЕТРОМ И МОЛНИЕЙ

Снеговал представляет собой явление, когда на ветвях и стволах деревьев скапливается снег, под тяжестью которого ветви сильно искривляются и обламываются (снегом). Иногда переламываются стволы. Сосна и ель подвержены снеголомам, а береза и дуб снеговалам, у них стволы чаще изгибаются (рис. 5). Страдают от навала снега молодые и



*Рис. 5. Снеговал в березовой роще Главного ботанического сада АН СССР (г. Москва). Фото автора*

средневозрастные насаждения. Сопротивление деревьев повреждению снегом зависит от поверхности кроны и физико-механических свойств древесины. В борьбе с этим проводят выборку плохо сформировавшихся деревьев и деревьев с неправильно развитой кроной.

затесы коры, облом ветвей и вершин, повреждение подроста. Следствием этого бывает сильное поражение растений патогенными организмами. (В результате небрежных выборочных рубок (1914—1917 гг.) до 60% подроста пихтовых деревьев, достигшего II класса возраста, было поражено гнилями, возникшими в местах ошмыга коры).

Во время Великой Отечественной войны большой ущерб древостоям был нанесен огнем артиллерии, бомбежками авиации и др.

#### **ПОВРЕЖДЕНИЯ СНЕГОМ, ОЖЕЛЕДЬЮ, ГРАДОМ, ВЕТРОМ И МОЛНИЕЙ**

Снеговал представляет собой явление, когда на ветвях и стволах деревьев скапливается снег, под тяжестью которого ветви сильно искривляются и обламываются (снегом). Иногда переламываются стволы. Сосна и ель подвержены снеголомам, а береза и дуб снеговалам, у них стволы чаще изгибаются (рис. 5). Страдают от навала снега молодые и



*Рис. 5. Снеговал в березовой роще Главного ботанического сада АН СССР (г. Москва). Фото автора*

средневозрастные насаждения. Сопротивление деревьев повреждению снегом зависит от поверхности кроны и физико-механических свойств древесины. В борьбе с этим проводят выборку плохо сформировавшихся деревьев и деревьев с неправильно развитой кроной.



Особо подвержены снеголому еловые леса, что связано с быстрой сменой погоды (обильный снегопад — похолодание). Рубки в ельниках проводятся с учетом опасности снеголома, подбираются при этом оптимальные нормы выборки деревьев.

Под ожеледью понимают осадки, образующие сплошной прозрачный ледяной налет на поверхности стволов и ветвей деревьев. Под действием ожеледи ветви, стволы ломаются на разной высоте. Чаше встречаются повреждения у хвойных (сосна), чем у лиственных пород. Больше их в высокополнотных древостоях. Для борьбы с ожеледью создаются защитные опушки, полосы, перпендикулярные к господствующим ветрам, посадки кустарников и др.

По данным С. Ф. Негруцкого, град диаметром до 6 см, выпавший в 1944 г. в Воронежской области, покрыл почву слоем хвои и ветвей до 25 см. По результатам обследования в 1956 г. им отмечается, что этот град нанес серьезные повреждения соснякам. Началось массовое усыхание деревьев VIII—IX классов возраста, которое продолжалось и дальше. Усыхание способствует поражаемости сосны грибными заболеваниями, вызывающими обесценивание древесины. В этой связи в градобитых сосняках разрешается проведение лесовосстановительных рубок. И часто дырчатость листьев у деревьев с крупными отверстиями является результатом градобития.

Во время сильных ветров (зимой) происходит облом ветвей. Так, 13 февраля, 1969 г. в районе средней школы № 223 г. Москвы по аллее тополей на площади  $5 \times 2 = 10 \text{ м}^2$  имелось 100 обломанных ветвей. Ветер имел силу 15—20 м/сек, временами до 25 м/сек. Диаметр ветвей 1,0—1,5 см. Длина обломанных ветвей 0,5—1,5 м.

В 1969 г. в результате деятельности урагана в Швеции было повалено 28 млн.  $\text{м}^3$  леса, что составляет половину годичной рубки страны. Особенно много было ветровальных деревьев (сосна, ель) из-за произрастания их на гранитах и гнейсах с поверхностной корневой системой. Большой ущерб этот ураган нанес и лесному хозяйству наших Прибалтийских республик (см. рис. 1).

Большие уроны наносят ветры в Средней Азии и Казахстане на сыпучих и рыхлых песках, где засыпают песком саженцы и сеянцы лиственных и хвойных пород.

Односторонний рост ветвей в приморских зонах и получающаяся при этом флагообразная форма кроны—это результат ветров, постоянно дующих с моря.

Под влиянием ветра в анатомической структуре древесины возникают изменения (свилеватость, эксцентрический рост в толщину).

Во время грозы молния ударяет в деревья и повреждает их. Чаще страдают хвойные, потом дуб, вяз и менее ольха, рябина, бук. Повреждения бывают в нижней части кроны, и удар идет вертикально или спирально до основания ствола и имеет разную глубину и ширину. Иногда поражаются верхушки деревьев, обламываются концы веток. Несколько ниже пораженных веток остается след от молнии в виде обнаженной полосы древесины, тянущейся до земли. Иногда весь ствол лишается коры, и дерево расщепляется на части. Повреждение деревьев зависит от местоположения дерева, его высоты и подстилающих пород.

## ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ

Большой вред лесным насаждениям причиняют лесные пожары. Они могут начаться спустя пару недель после исчезновения снега, при возникновении антициклона и сухом южном ветре. Ежегодно они охватывают у нас многие сотни тысяч гектар. Научные разработки охраны лесов в СССР от пожаров, вопросы долгосрочного прогнозирования периодов высокой пожарной опасностью в лесах, современных средствах обнаружения и тушения лесных пожаров детально изучены в 40—60-е годы В. Г. Нестеровым, И. С. Мелеховым, Н. П. Курбатским, Е. С. Арцыбашевым и др.

В Австралии, например, одна из важнейших проблем лесного хозяйства — обеспечение защиты лесов от пожаров. Из общей площади эксплуатируемого леса (25,6 млн. га) защита от пожаров обеспечивается на 9,3 млн. га. Наиболее интересная защита осуществлена в хвойных насаждениях, которых в 1964—1965 гг. погибло на 0,56% лесной площади. Затраты на защиту лесов в Австралии составляют 5 млн. долларов в год, а потери в средний для пожаров сезон оцениваются в 4 млн. долларов. Иногда эти потери доходят до 200 млн. долларов. Благодаря наличию в лесах эвкалиптов (95%), хорошо противостоящих слабым пожарам, широко применяется в борьбе «предписанное», или контрольное, горение. Эти меры снижают количество загоревшегося на уровне почвы материала, и уменьшаются размеры возможных случайных лесных пожаров.

Изучение причин возникновения пожаров показало, что 90% всех пожаров обусловлено вмешательством человека, а из этого количества 80% могут быть предотвращены. 25% пожаров — результат разжигания костров. Молниями вызывается около 10% всех пожаров.

Пожары обычно начинаются вдоль дорог, и большая часть их относится за счет курительных принадлежностей. В этом плане весьма ценным является обработка дорожных обочин химическими и механическими средствами.

Научно-исследовательская работа по проблемам пожаров сводится к исследованиям режима пожара и взаимосвязанных с ним топливных и метеорологических условий, использованию химических мер защиты в целях тушения пожара, моделированию защитной одежды и приспособлений в помощь пожарникам, а также разработке более эффективного пожарного оборудования, включая методику тушения пожара с воздуха и приборы для инфракрасного воспроизведения изображения.

Пожары бывают низовые, беглые и верховые. Скорость распространения изменчива от долей метра до 7 км/час. Температура при горении живого растительного покрова достигает 400°, а при горении древесного хлама 900°.

Отпад из древостоя после пожара по массе уменьшается с увеличением полноты и уменьшением захламленности площади. Высокая относительная влажность воздуха, низкая температура и безветрие в полных древостоях ослабляют интенсивность пожара. В редких древостоях обстановка для возникновения интенсивных пожаров благоприятнее, так как здесь более сухо и ветренно.

Высокополнотные насаждения, прилегающие к рединам и прогалинам, расположенные с наветренной стороны, как правило, сильно повреждаются пожаром. Наибольшей устойчивостью против пожаров отличается лес в спелом возрасте. Сильные повреждения наносят пожары молоднякам. Усыхание древостоев происходит в течение 5 лет. В ельниках усыхание поврежденных деревьев идет интенсивнее, чем в сосняках.

Например, если в год пожара погиб 1%, то спустя год — 6%, спустя 1—3 года — 38% и спустя 3—5 лет — 15%, а в сосняках через 1—3 года — 8%, через 3—4 года — 5,1% и через 4—5 лет — 4%.

Повреждения пожаром ведут за собой гибель деревьев или их ослабление. В последнем случае деревья быстро заселяются грибами, насекомыми, в результате чего они болеют или погибают.

В Австралии пожары сами не вызывают гибель эвкалиптов, но являются причиной большинства рубцов на стволах, через которые в деревья попадают патогенные организмы и термиты.

И. С. Мелехов (1959) огневые повреждения деревьев делит на следующие виды: ожоги ствола, ожоги и перегорание корней, ожоги корней, ожог кроны.

Наиболее устойчивы к пожару толстокорые породы (сосна, дуб), а тонкокорые (пихта, ель) менее устойчивы.

В результате ожога стволов огнем образуется пожарная подсушина, или сухобочина, т. е. участок мертвой коры с от-

мершей под ней древесиной. Для зарастания даже небольших ран требуется не менее 10 лет. Медленнее всего из-за выделения смолы заражаются раны грибами у сосны. Береза и осина чувствительны к огню, и огневые раны у них легко заражаются патогенными организмами.

### Ионизирующие излучения

В последние годы в связи с громадным ростом ядерной физики вопросы влияния радиации на живые организмы превратились в новую область исследований. Радиация оказалась тем хирургическим ножом на молекулярном уровне, который изменяет видимую под микроскопом структуру хромосом и позволяет проникать в тайну их организации и функций. Проблема влияния радиации на организм далеко вышла за рамки экспериментальных исследований и стала одной из жизненных задач громадного значения, так как человечество вступило в эру практического использования атомной энергии.

Атомная энергия от искусственных источников, созданных человеком, оказывает все более возрастающее влияние на весь органический мир земли, и необходимо знать, как в новых условиях при повышении фона радиации будет протекать эволюция растений, животных, микроорганизмов и вирусов. Каким образом надо бороться с новыми радиационными формами болезнетворных микробов, которые могут возникнуть в естественных условиях при повышении фона радиации? Какие новые формы культурных растений, домашних животных и полезных микроорганизмов надо создавать, чтобы они отвечали этим новым условиям?

Ионизирующие излучения, проникая в клетку, поражают нуклеопротейды хромосом и входящие в их состав молекулы ДНК. Облучение ДНК вызывает сильное уменьшение ее вязкости, что обуславливается разрывами цепей полимерной структуры. Молекулы ДНК состоят из двух полинуклеотидных цепей. Под влиянием облучения происходит не только разрыв полимерной структуры ДНК, но и разнообразные изменения в химической структуре молекулы. Ионизирующие излучения вызывают мутации во всех представителях растительного и животного мира, во всех бактериях и вирусах.

Влияние ионизирующих излучений на биогеоценозы начал изучать Н. В. Тимофеев-Ресовский (1962). Этот раздел науки он предложил назвать радиационной биогеоценологией. Ее задачи сводятся к следующему.

1. Количественное изучение влияния на биомассу и структуру биоценозов такого неспецифического и легко дозируемого фактора, каким является ионизирующее излучение,

а также определение относительной роли биоценоза в распределении вносимых элементов по компонентам биогеоценоза.

2. Количественное изучение роли разных видов живых организмов в концентрации и накоплении, а также перераспределении разных химических элементов из окружающей среды. Тем самым происходит определение относительной роли этих видов и разных групп организмов в протекающих в биогеоценозах биохимических процессах с выделением специфических накопителей определенных химических элементов в зависимости от физико-химических условий и состава биоценозов. Но пока эти исследования в лесной биогеоценологии еще слабо проводятся.

В настоящее время радиобиология располагает большим экспериментальным материалом о действии ионизирующих излучений на нуклеопротенды и входящие в их состав нуклеиновые кислоты. При облучении живых организмов в первую очередь поражается процесс деления клеточных ядер, нарушаются нормальные картины митоза, появляются аномальные ядра клеток, т. е. повреждаются структуры, наиболее богатые нуклеопротендами.

В результате действия на растения ионизирующих излучений в клетках происходит перестройка хромосом; наиболее радиочувствительны растения с малым числом хромосом и большими размерами ядра.

По указанию А. А. Молчанова (1968) у древесных растений чувствительность к ионизирующим излучениям зависит от породы. Различные органы деревьев также обладают разной радиорезистентностью. Так, ветви хвойных растений повреждаются сильнее, чем лиственных, так как при летальной дозе облучения хвоя не восстанавливается, листья же вновь вырастают из резервных и спящих почек. К вершине радиоактивность коры уменьшается.

Под влиянием облучения деревья повреждаются. Сначала повреждаются (до прекращения роста) ветви, ближе расположенные к источнику облучения. Если облучение остановить на стадии частичного повреждения древостоев (при полном усыхании лишь отдельных деревьев), можно выяснить процесс гибели и восстановления жизнедеятельности деревьев. Он выражается в изменении последующего облиствения и роста годичных побегов в длину, прироста по диаметру и общей продуктивности древостоев. Сильное лучевое поражение кроны деревьев заметно тормозит рост главного побега. Торможение роста, возможно, вызовет усиленное разрастание боковых ветвей.

Одиночные деревья или стены леса подвержены радиоактивному облучению и служат очагами переноса радиоактив-

ных веществ на прилегающие территории. Этот процесс осуществляется при опадении листьев, разносимых ветром на расстояние до 60 м, а также через корни на расстояние до 10 м. Листья, опавшие под полог древостоев, способствуют аккумуляции радиоактивных веществ в подстилке. Рациональное же распределение лесов среди полей может способствовать аккумуляции радиоактивных продуктов в лесу и снижению удельной радиоактивности полей, прилегающих к лесам. Таким образом, лес способствует очищению атмосферы от радиоактивных загрязнений. Листья и хвоя могут задерживать до 50% радиоактивной пыли.

В процессе жизнедеятельности дерева радиоактивные вещества поступают, отлагаются в различных его частях, т. е. камбиальном слое, древесине, лубе, ветвях, листьях и корнях. В нижней части кроны радиоактивность хвои выше, чем в верхней. Активность листьев и ветвей весной ниже, чем осенью. От весны к осени повышается радиоактивность травяного покрова. В подстилке удельная радиоактивность выше, чем в минеральной части почвы, в хвое и листьях.

По наблюдениям Е. Р. Фосберга (1959), основанных на исследованиях территории восьми Маршалловых островов, где США проводили ядерные испытания, выпадение в глобальном масштабе радиоактивных осадков не вызывает видимых изменений в растениях. Геоботанические исследования 1954—1955 гг. не вскрыли видимых изменений в растительном покрове, хотя и было констатировано накопление радиоактивности в его тканях. Однако повторные исследования в 1956 г. указали на наличие патологических изменений у растительности на Атоллах, выразившееся в гибели растений, хлорозе, деформации и отмирании верхушек деревьев. Из 43 видов растений, произрастающих на Маршалловых островах, после ядерных взрывов осталась лишь половина.

На островах, на которых выпадали наиболее радиоактивные осадки, обнаружены деревья со странным, омелоподобным, великообразным ветвлением, с ярко выраженным темно-зеленым цветом листьев.

В лесной подстилке содержится 74,2% всей радиоактивности, сосредоточенной в ценозе в целом, в почве лишь 6,4, на травяном покрове — 0,25, листьях и хвое — 5,0, ветвях — 4,7, древесине — 4,75 и коре — 5,7%. (Рассел, Скайр, 1958).

Деревья, облученные радиоактивными изотопами до побурения и покраснения 5% хвои в кроне, имеют нормальный рост в высоту и по диаметру. При поражении хвои до 25% в нижней части кроны наблюдается повышенный прирост по высоте и диаметру, а при поражении верхушечных ростовых почек на годовичных побегах из спящих почек возникает метлообразное ветвление. При поражении до 50% хвои прирост

в высоту и по диаметру уменьшается в течение 4 лет после облучения; при поражении до 75% хвои прирост по диаметру и высоте понижается, а при поражении хвои в кроне в процессе облучения до 95% большая часть деревьев погибает, а у оставшихся сильно выражено метлообразное ветвление на побеге, подверженном облучению.

### **ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ЯДОВИТЫХ ВЕЩЕСТВ, ДЫМОВ И ГАЗОВ НА ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ**

Из ядовитых веществ, находящихся в почве и влияющих на растения, следует отметить природный (светильный) газ, серную кислоту и др. Природный газ, действуя на корневые системы растений, вызывает у них ненормальное развитие корней, эпинastiю листьев (более быстрый рост на морфологически верхней стороне), замедление роста растения. Этот газ убивает находящиеся в почве семена древесных пород. Пахучие вещества газа легко поглощаются частицами почвы и долго удерживаются ими. Наиболее чувствительны к газу лиственные породы (тополь, вяз, ясень, клен), хвойные менее чувствительны.

Серная кислота вызывает ожог корней сеянцев. Это происходит тогда, когда первое время после протравливания почва (в питомниках) с поверхности подсыхает и в связи с этим повышается концентрация кислоты в почве.

Находящиеся в атмосфере вредные газы, зола, сажа, а также твердые минеральные частицы оказывают различное влияние на жизнедеятельность растений. От пыли, содержащей в себе вредные вещества, листья растений начинают буреть, желтеть, увядать. Частицы угольной пыли почти не приносят вреда, так же как уличная и цементная пыль. Сажа, не вызывая засыхания листьев и хвои во время летней жары, является, однако, одним из элементов, мешающих росту хвойных растений в парках больших городов.

В настоящее время большое количество пыли поступает от промышленных предприятий. По сообщению Дюрка (1966), в ФРГ ежегодно поступает в атмосферу около 2 млн. т пыли. Большую роль в ее поглощении играет лес.

В сосново-еловых насаждениях Скандинавии, расположенных в прибрежных районах морей, довольно часто наблюдается пожелтение хвои сосен. Последнее связано с повышенной влажностью воздуха и содержанием высоких концентраций испарений солей в атмосфере.

Аналогично влияют на сосны и ели, расположенные вдоль автомагистралей, испарения хлоридных солей, используемых в зимний период для очищения дорог от снега и льда.

Наиболее распространенными газами, загрязняющими атмосферу и сопровождающими те или иные производственные процессы, являются окись углерода, окислы азота, углекислый и сернистый газы, хлористый водород, сернистый ангидрид; менее распространены фтор и фтористый водород. К числу вредных для растений веществ относятся также серная кислота, фтористые соединения в виде пыли и газообразных веществ. Так, содержание сернистого газа в Измайловском парке Москвы достигает  $1,6\text{--}2,4\text{ мг/м}^3$ , а в Звенигородском районе таких примесей почти не встречается.

Под действием серы в количестве  $20\text{--}30\text{ мг/м}^3$  в течение 10 часов никаких изменений в вегетативных органах растений не происходит, при  $50\text{ мг/м}^3$  они уже заметны, а при  $100\text{ мг/м}^3$  вегетативные органы отмирают. Содержание сернистого газа в хвое не поврежденных газом еловых деревьев достигает  $0,23\%$  от абсолютно сухого веса, а в поврежденных  $0,74\%$ . Если количество сернистого газа в воздухе достигает  $260\text{ мг/м}^3$ , хвойные породы погибают в течение нескольких часов.

С увеличением влажности происходит повышение концентрации вредных дымов и газов, которая часто может достигать токсических величин, способных вызвать не только невидимые глазом хронические повреждения, но и острые отравления, непосредственно приводящие к гибели растений. Например, в низине, где застаиваются туманы, наблюдалось острое отравление зеленых растений ангидридами сернистой и серной кислот довольно сильной концентрации. С возростанием температуры, повышением влажности воздуха и увеличением количества осадков процесс усыхания леса усиливается.

В засушливые годы сернистый ангидрид приносит растениям меньший вред, чем во влажные. Полученные данные говорят о том, что сернистый ангидрид более опасен в присутствии водяных паров и поверхностно-активной пыли, особенно сажи, когда он окисляется до серного ангидрида и образует серную кислоту. Это согласуется с меньшей поражаемостью растений в сухую погоду. Токсичность сернистых газов в той или иной мере также повышается, если в них присутствуют окись углерода, примеси альдегидов и особенно озонидов. Сильно повышает токсичность сернистых газов присутствие в них окислов азота.

О размерах загрязнения сернистыми соединениями атмосферы говорит следующий факт. ТЭЦ-3 (г. Минск) ежедневно выбрасывала в атмосферу такое количество сернистого ангидрида, которое явилось в 60-е годы причиной отмирания соснового массива Парка культуры и отдыха им. Челюскинцев, расположенного в 5 км от источника выброса.



Газоустойчивость древесных пород различна. Весьма чувствительны к задымлению сосна, ель. Из лиственных пород малочувствительны ольха, дуб, лох, ильм, берест, клен ясенелистный. Наиболее газоустойчивы тополевые: тополь канадский и бальзамический. В основном засухоустойчивые породы являются и газоустойчивыми.

Столичные парки в Сокольниках и Измайлово находятся в хорошем состоянии только потому, что на протяжении более 20 лет в них проводилась замена гибнувших пород более газоустойчивыми. Если бы не эти мероприятия, то на лесных участках этих парков теперь были бы пустыри.

Кислые газы, действуя на зеленые растения, вызывают на растениях ожоги. Это связано с проникновением газов внутрь тканей листьев, что происходит главным образом через устьица.

Н. П. Красинский (1940) различает 3 вида газоустойчивости: биологическую, морфолого-анатомическую и физиологическую. Первая связана со способностью растения быстро восстанавливать поврежденные газами органы растений (листья, побеги). Вторая в основе имеет особенности морфолого-анатомического строения растений, ограничивающие газообмен, а поэтому и затрудняющие поступление газа в ткани листьев.

Физиологическая газоустойчивость связана со способностью растений противостоять вредному действию газов вследствие своих внутренних свойств и особенностей физиологических процессов, а также химического и физико-химического состояния клеточной среды.

Сущность вредного действия кислых дымовых газов на растения сводится к фотодинамическому действию хлорофилла и вызываемому им окислению. Так, например, сернистый газ, поступая в зеленые растительные клетки, связывает железо, которое принимает ближайшее участие в процессе фотосинтеза. В связи с этим ассимиляция углекислоты нарушается или вовсе прекращается. Хлорофилл, лишенный своей основной функции, поглощая световую энергию, начинает действовать фотодинамически, убивая и разрушая протоплазму и разрушаясь сам. С общей окисляемостью клеточного содержимого связана и газоустойчивость растений, которая тем выше, чем меньше общая окисляемость клеточного содержимого.

На ускорение процесса усыхания лесов под влиянием задымления в зоне промышленных предприятий (Ключин, 1953) влияет: 1) неправильное планирование рубок (ширина и направление лесосек назначается без учета влияния дымовых газов); 2) бессистемные санрубки (на больших площадях).

Интенсивнее процесс усыхания идет весной и летом (зимой отсутствует), начинается усыхание с вершин. Смешанные насаждения более газоустойчивы, чем чистые, естественные леса устойчивее искусственных, высокополнотные — устойчивее низкополнотных.

Распространение фито- и энтомовредителей в усыхающем и усохшем лесу существует в ограниченных размерах.

В последние годы шведские ученые уделяют большое внимание изучению химического состава воздуха. В Стокгольме на Стуреplane (Большая площадь) и Росерсберге (пригород) были взяты пробы воздуха, а затем с помощью специального электронного устройства сделаны их фотографии. Получен химический состав проб. В них довольно много соединений серы с железом. Это продукты сгорания нефти в отопительных установках и выхлопных газов автомобилей. Умеренные количества серы не вредны для древесно-кустарниковых пород и трав, но значительные количества приводят к гибели растительных организмов. В большинстве районов Швеции сейчас исчезли лишайники, уничтоженные сернокислыми дождями. Кроме серы и железа обнаружены алюминий, кремний, молибден, магний, калий, кальций.

В настоящее время ученые стокгольмского университета составляют карты естественных элементов воздуха (споры грибов, пыльца трав и деревьев, бактерии и др.). Эти исследования вызваны тем, что между распространением и гибелью биологических элементов при различных погодных условиях существует тесная связь. Например, аллергические больные очень плохо переносят пыльцу растений, если она распространяется при солнечном свете. Ученые надеются, что в будущем они смогут предупреждать врачей и больных и службу защиты растений, когда и в какие часы в воздухе будет находиться больше пыльцы и спор, беспокоящих больных, и об ожидаемом массовом распространении спор ядовитых грибов.

Специально изучаются в пробах воздуха почвенные бактерии, которые в результате выветривания попадают в воздух. Эти бактерии необходимы для быстрого разложения животных и растительных остатков и превращения их в пищу для растений. Следовательно, бактерии, пыльца и споры являются нормальными составными элементами воздуха. И только незначительная их часть — предмет беспокойства для больных аллергией и работников службы защиты растений. С помощью распространения большого числа спор и бактерий в воздухе обеспечивается существование и расселение многих растений. Для учета и изучения численности спор и бактерий в воздухе службой защиты растений устанавлива-

ются на крышах ловушки. При этом обращается особое внимание на грибные споры, вызывающие болезни растений. Анализируя содержимое ловушки, можно узнать, в какое время начинается здесь жизнь, так как в ловушки попадает пыль с дорог и полей, осадки промышленных дымов и газов и пр.

Для очистки воздуха огромное значение имеет растительность, вода и высота. Растительность служит своего рода фильтром, очищающим воздух от вредных примесей. В горах воздух всегда «здоровей», в хвойном лесу «озонированный», а на море «свежий».

В 1972 г. создана комиссия СССР и США по сотрудничеству в области охраны окружающей среды. В марте 1973 г. была разработана программа сотрудничества по темам: «Технологические способы предотвращения загрязнения воздуха от промышленных объектов» и «Выбросы от транспортных средств». Эта программа будет иметь большое значение в борьбе с загрязнением атмосферы. В рамках работы комиссии будет проведен обмен информацией по вопросам очистки дымовых газов ТЭЦ от сернистого ангидрида и твердых частиц.

Все это будет способствовать лучшему росту и развитию растительности, в том числе и древесно-кустарниковых пород.

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Эти заболевания представляют собой результат нарушения физиологических функций растений.

Среди них следует отметить фасциацию побегов лоха, айланта, ивы, березы, сосны и гребенщика. При этом неодревесневшие побеги в конце вегетационного периода приобретают плоскую форму, происходит скученное развитие листвы. На отдельных деревьях встречается до 6 таких побегов. Фасциации широко распространены на огурцах, томатах, баклажанах и др. Поражаются листья, цветы, плоды и соцветия, корни и стебли. Фасциациями являются головки цветной капусты и корзинки подсолнечника. Фасциация земляники вызывается бактерией р. *Corynebacterium*.

В развитии фасциации немалую роль играют экологические факторы, условия местообитания.

Существует мнение, что причина фасциации — избыток некоторых соединений в почве. Преимущественно фасциируют южные растения.

В зоне фасцирования наблюдается интенсивное деление клеток, срастание же происходит за счет бурно увеличивающейся паренхимы, обволакивающей сосудистые пучки и препятствующей их расхождению (ветвлению). Фасцированные растения (особенно сельскохозяйственные) образуют большую вегетативную массу (в 2—4 раза более чем обычно).

В условиях Средней Азии на древесных растениях встречается лентовидная, менее — радиальная и кольцевая фасциации. Фасциация не является строго наследственным признаком.

# V. ВОЗБУДИТЕЛИ ИНФЕКЦИОННЫХ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

---

## 1. ГРИБЫ

Из всех возбудителей болезней грибы — самая многочисленная и хорошо изученная группа возбудителей. С них и началась фитопатология, причем микологическое направление долгое время было господствующим.

Грибы представляют собой обширную группу низших растений, включающих более 80 000 видов. В последние годы ряд микологов приходят к выводу, что грибы — это самостоятельное царство живых организмов (*Mycota*) наряду с царствами животных и растений. Предполагается, что грибы возникли еще до расхождения основной линии живых организмов на растения и животные (Головин, 1964; Зеров, 1972; Вага, 1952).

Размеры грибов разнообразны — от микроскопических до гигантских (до 1 м в диаметре). Они не содержат хлорофилла и имеют гетеротрофное питание, т. е. получают кислород из органических соединений. Тело состоит из грибницы, или мицелия, и представляет систему очень тонких ветвящихся нитей, или гиф. Последние пронизывают субстрат, на котором развивается гриб. Мицелий бывает одноклеточным и многоклеточным. Первый характеризует низшие грибы, а второй — высшие. Мицелий может быть внутриклеточным — эндоцеллюлярным; межклеточным — интрацеллюлярным и наружным — эпифитным.

Клетки грибов имеют оболочку, в основном состоящую из целлюлозы или углеводов, близких к ней, с присоединением к углеводной основе азотных веществ, сходных с хитином животных —  $C_{60}H_{100}N_8O_{38} + nH_2O$  (хитин — сложный полисахарид, содержащий азот).

В клетках грибов нет пластид. Крахмал в клетках не образуется, но имеются запасные вещества в виде жидкого полисахарида — гликогена, вещества, близкого к крахмалу. Клетка обычно содержит одно ядро.

Грибы состоят почти на 90% из воды (у арбуза 98,8%  $H_2O$ ), 10% составляет зола ( $K_2O$ ,  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ), а также в чистом виде  $Mg$ ,  $Fe$ ,  $Al$ ,  $Si$ ,  $Cl$ . Ряд грибов (рыжики) содержат в большом количестве железо.

По паразитической активности грибы делятся на облигатных и факультативных паразитов и сапрофитов.

Паразиты делятся на эндо- и эктопаразитов. Их отличительные черты: требуют свежих ассимилятов; специальные ферменты, способные растворять содержимое клетки вполне определенного питающего растения; особенности роста мицелия, дающие возможность внедрения и распространения гиф в живых тканях хозяина, и др.

**Факультативные сапрофиты** живут преимущественно как паразиты, но иногда развиваются как сапрофиты полностью или на какой-нибудь стадии (*Ascomycetales*).

**Факультативные паразиты** развиваются обычно как сапрофиты, но иногда выступают как паразиты (опенок). Сапрофитизм по происхождению является первичным. Паразитизм образовался позднее. 3/4 всех видов грибов относятся к сапрофитам и связаны с растительными остатками (опавшие листья, хвоя, пни, валеж и др.).

Большого внимания заслуживает сожительство гриба с корнем растения. Этот симбиоз называется микоризой (гриб-бокорень). Многие виды грибов — микоризообразователи роль их заключается в снабжении древесных растений элементами питания и витаминами. К таким грибам относятся представители родов *Boletus*, *Russula*, *Scleroderma*, *Trichoderma* и др. Эти грибы воздействуют на растения продуктами своего метаболизма. Выделяемые ими витамины и ростовые вещества вызывают развитие корневой системы, в основном сосущих корешков, и их усиленное ветвление. Это приводит к увеличению поглощающей поверхности корневой системы, которая создает контакт между грибом, тканями растения и почвенными частицами.

Микоризообразование у древесных растений зависит главным образом от состава минеральных веществ, интенсивности света, температуры, кислотности, состава микроэлементов, влажности почв, биотических факторов. Благоприятно влияет на образование микоризы достаточное количество легкодоступного азота, фосфора и оптимальная интенсивность света. В среде, бедной азотом и фосфором, микориза не развивается.

В насаждениях с высокой сомкнутостью деревьев интенсивность образования микоризы меньше, чем в разреженных насаждениях. Таким образом, рубки ухода могут содействовать этому процессу. Микориза хорошо развивается на богатых, влажных почвах. Обильное микоризообразование происходит у дуба при влажности 40—60% и почти полное отсут-

ствие микоризы наблюдается при влажности 20—25%. На развитие микоризы благоприятно влияет марганец, молибден, цинк, а также кислотность почвы с pH 5,4.

Микоризообразующие грибы из родов *Boletus* и *Amonita* синтезируют и выделяют в окружающую среду витамины группы В, пантотеновую и никотиновую кислоты, биотин, которые стимулируют прорастание семян. От них зависят физиологические функции растений. Благодаря увеличению поглощающей поверхности корней повышается транспирация и усиливается активность корневых систем. В связи с этим увеличивается и содержание хлорофилла в листьях; увеличение же рабочей поверхности корней способствует усилению поглощения фосфора, азота, калия и кальция. Скорость поглощения питательных веществ находится в тесной зависимости от температуры среды и содержания в ней кислорода.

Микоризообразующие грибы способны усваивать труднодоступные для растений фосфат-апатит и трикальцийфосфат. Благодаря им растения лучше развиваются при недостатке влаги и физиологической сухости почвы, так как эти грибы обладают выносливостью к высоким осмотическим давлениям.

Микотрофия у древесных растений была открыта в XIX в. (Ф. М. Каменский, 1881). В 1856 г. С. И. Аксаков установил связь шляпочных грибов с корнями древесных растений. Позднее немецкий фитопатолог Франк дал название «микориза» новообразованиям на корнях, вызванным сожительством грибов с корнями. Со времени открытия микотрофии вопрос о природе взаимоотношений, существующих между грибами и растениями, не перестает интересовать ученых, работающих в данной области. Почти все исследователи пришли к мнению, что микориза необходима для развития древесных пород.

Обилие микоризы на корнях благоприятствует их развитию и приживаемости. Немикоризные сеянцы дуба погибают к 4-летнему возрасту. Микориза широко распространена почти на всех древесных породах. Сеянцы с микоризой отличались большей высотой ствола и развитой корневой системой, с большим числом мелких корешков и увеличенным количеством листьев (Лобанов, 1952).

Грибы имеют разные специализации. Фитогенетическая специализация вырабатывается в процессе филогенеза и проявляется в приуроченности к определенным семействам, родам, видам растений (мучнистая роса — *Microsphaera alphitoides* на дубе; *Puccinia graminis* на злаках и др.).

Специализация онтогенетическая — по отношению к определенным органам или тканям, возрасту и пр., вырабатывается в процессе онтогенеза.

Филогенетическая специализация почти постоянная, а онтогенетическая варьирует в зависимости от внешних факторов. Поэтому ее можно изменять, т. е. можно создавать такую среду, чтобы паразит не смог развиваться (*Microsphaera alphitoides* поражает только молодые ткани, ржавчина сосны — *Peridermium pini* — только стволы и т. д.).

Грибы предпочитают кислую среду, а, например, бактерии — щелочную. Растительные остатки имеют кислую среду, что как раз и благоприятно для грибов. В растительных остатках преобладают углеводы (целлюлоза), малодоступные бактериям.

Бактерии развиваются лучше на остатках животного происхождения и за счет подщелачивания делают ее недоступной для грибов.

### ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА РОСТ ГРИБОВ

Большинство грибов допускает большую амплитуду колебания температур: минимум —  $-1 \dots -50^{\circ}$ ; оптимум —  $+20-25^{\circ}$ ; максимум —  $+30-35^{\circ}$ .

Споры пыльной головки сохраняют свою жизнеспособность при минус  $104^{\circ}$ . Плодовые тела трутовиков переносят низкие температуры до минус  $60-70^{\circ}$ .

Избыток влаги — оптимальное условие, благоприятствующее росту и развитию большинства видов. Менее требовательны к избытку влаги в окружающей среде мучнисторосяные грибы. При влажности древесины 21% и ниже развитие грибов невозможно.

Кислород необходим для всех грибов. Некоторые виды (дрожжи) могут довольствоваться небольшим его количеством. Малотребовательными являются эндопаразиты. В древесине малотребовательные к кислороду грибы вызывают окраску древесины (пионеры), а далее им приходят на смену дереворазрушающие, требующие много кислорода и мало влаги (так как ее они сами выделяют — домовые грибы).

Свет оказывает большое влияние на рост органов спороношения. Иногда он препятствует образованию плодовых тел (шампиньоны, домовые грибы образуются в темноте, а у сумчатых — *Gibberella* и большинства трутовых — только на свету). В темноте меняется форма плодового тела ганодермы (в виде пальцев). Прорастание спор и образование конидий у пероноспорных происходит только в темноте. При действии рентгеновских лучей на плесневые грибы *Mucor* задерживается рост, а дереворазрушающие *Coniophora*, *Serpula* и другие оказываются устойчивыми.



## 2. БАКТЕРИИ

Они состоят из одной клетки и лишены хлорофилла. Большинство из них — гетеротрофные организмы. Их разделяют на споровые и бесспоровые, подвижные и неподвижные. Движение обеспечивается жгутиками. Если они находятся на всей поверхности тела, то называются перетрихальными, а на концах — полярными. По форме бактерии делятся на кокки — округлые, одиночные клетки; соединенные попарно — диплококки; соединенные в цепочку — стрептококки.

Бактерии в виде коротких палочек называются бациллами. В зависимости от изгиба палочек они называются вибрионами, спириллами и спирохетами.

Питание бактерий происходит осмотическим путем непосредственно через оболочку клеток. Выделяемые ферменты способствуют тому, что окружающие их вещества из неусвояемых становятся усвояемыми. К ферментам бактерий относятся: гидролитические (расщепляют жиры, белки и углеводы), окислительные, восстановительные и бродильные. Ферментативная деятельность бактерий является ведущей. Поэтому бактерии активно участвуют во всех биохимических процессах. Большое значение имеют они в почвообразовательном процессе (переводят нитраты в нитриты), в органо-минеральных удобрениях и др.

Фитопатогенные бактерии обычно по форме напоминают палочки с закрученными концами. Часто встречаются одиночные клетки или соединенные попарно шириной 0,5—0,7 мк и длиной 3—10 мк. Большинство их неподвижны. Из 300 видов бактерий, поражающих растения, 12 неподвижны (обычно с полярным жгутиком). Некоторые бактерии имеют слизистую капсулу. Поэтому при заражении растения этими бактериями на поверхности образуется слизь — эксудат (бактерии р. *Pseudomonas*).

Большинство бактерий спор не образует. Спорозисных имеется 23 вида. Бактериальные клетки при жизни хорошо окрашиваются анилиновыми красителями, это используется в диагностике. Они очень хорошо растут на искусственных питательных средах (желатин, агар-агар, козеин). В большинстве бактерии аэробны.

У фитопатогенных бактерий особенно активны ферменты: протеаза, расщепляющая белки; амилаза, гидролизующая крахмал; цитаза, способствующая разложению клетчатки древесины; хлорофиллаза, разрушающая хлорофилл растений. Бактерии любят влажную среду. Оптимальная температура для развития +20—25°, минимальная — 0...—2°, максимальная — +35—37°. Выживают при +55°. Для развития бак-

терии предпочитают щелочную среду. В лесном хозяйстве из бактерий наибольший вред приносят виды родов *Pseudomonas* и *Erwinia*.

Род *Pseudomonas* представлен подвижными бесспоровыми формами с полярным расположением жгутиков. На питательных средах образуют неокрашенные колонии.

Род *Erwinia* имеет подвижные бесспоровые формы с перитрихальным расположением жгутиков. Пектин не разлагает.

Бактериозы семян и плодов древесных растений вызывают *Bacillus mesentericus* (на грецком орехе, груше и абрикосе), *Xanthomonas juglandis* (на грецком орехе); бактериозы листьев — *Bacillus amylovorus* (на липе, тополе, березе, яблоне и др.), *Bacterium mori* (на шелковице, иве), *Pseudomonas juglandis* (на грецком орехе); бактериальные ожоги ветвей и побегов — *Erwinia amylovora* (на яблоне, рябине, боярышнике, абрикосе, груше и др.), *Pseudomonas mori* (на шелковице); рак стволов и ветвей — *Pseudomonas remifaciens* (на тополях и осине), *P. fraxini* (на ясене), *E. multivora* (на ели, пихте, буке и др.).

*B. mesentericus* вызывает побурение и гниль плодов, обычно обитает в почве. Важнейший фактор, способствующий паразитическому образу жизни бактерий, — высокая температура, активизирующая фермент пропектиназу. При поражении плодов в их тканях уменьшается количество сахара, увеличивается кислотность. При поражении грецкого ореха плоды сморщиваются и чернеют, теряя при этом свои пищевые качества и всхожесть. Борьба: сбор и уничтожение пораженных плодов, уничтожение тлей, переносчиков бактерий.

*Pseudomonas mori* — возбудитель бактериального ожога шелковицы. Это палочковидная, лофотрихальная, неспороносная бактерия, развивающаяся в пределах 1—35°. На пораженных молодых побегах появляются черные пятна с изъязвлениями в центре, почки чернеют и засыхают, из коры выступают капельки камеди. Развитию болезни способствует избыток азотистых удобрений. Это болезнь молодого возраста, поэтому все мероприятия должны быть направлены на ускорение восходящей фазы развития дерева.

*Pseudomonas remifaciens* поражает тополя и осину. Наиболее подвержены болезни тополь бальзамический, берлинский, душистый, канадский, устойчивы тополь нарынский, пирамидальный, серебристый и осокорь. Осина почти не поражается бактерией в молодом возрасте, а молодые тополя сильно страдают от нее.

На стволах и ветвях деревьев образуются наросты с изъязвляющей поверхностью. Вначале на коре пораженных ветвей появляются желтовато-коричневые мокнущие пятна. Далее в этих местах образуются опухоли. Весной из трещин опухоли выделяется водянистая жидкость с бактериями. Со

временем опухоль разрастается, появляются новые опухоли. Эта болезнь приносит значительный ущерб осиновым насаждениям, понижая прирост деревьев на 20% и более.

Болезнь распространяется стеклянницами и другими скрыто-стволовыми формами насекомых, каплями и потоками дождевой воды.

*Pseudomonas fraxini* вызывает бактериальный рак ветвей ясеня. Образующиеся на ветвях многочисленные опухоли имеют округлую или продолговатую форму размером 0,5—32 см. Со временем в центре опухоли образуются трещины. Вследствие усиленной деятельности камбия вокруг них возникают наплывы. Встречается рак в молодых насаждениях порослевого происхождения и парках. Во влажных условиях болезнь развивается сильнее. Распространению болезни способствует малый ясеневый лубоед.

*Erwinia multivora* — бактериальный мокрый рак, или бактериальная водянка хвойных пород. Типичный признак болезни — мокрый луб и исключительно влажная древесина. Бактерия может вызывать болезни почти всех древесных пород.

На ели и пихте внешние признаки выражаются пожелтением хвои с концов с последующим покраснением и засыханием. Кора на стволах опадает, возникают на стволах водяные побеги. У основания отмерших сучьев на коре имеются мокрые черные пятна, появляются смоляные потеки и наблюдается вдавленность коры в местах раковых язв. Язвы достигают длины 3—4 м до половины окружности ствола. Часто на елях и пихтах имеются продольные трещины. Пораженные стволы (древесина) исключительно насыщены жидкостью, в них образуется много газов и создается высокое давление, в результате чего разрываются наружные годичные слои. Из них вытекает черная жидкость. Древесина усохших пихт быстро теряет технические свойства. Заражение деревьев происходит через поранения ствола, ветвей или корней, через чечевички и устьица хвои. В распространении болезни участвуют и насекомые — усачи, короеды, златки и др.

Эта же бактерия вызывает бактериальную водянку бука. На стволе появляется рана длиной в несколько метров, а на ветвях раны до 1 м длины. Болезнью поражаются молодые и старые деревья, сеянцы и саженцы, а также семена — орешки бука. На листьях возникает пятнистость. Болезнь может передаваться орешками бука.

### 3. ВИРУСЫ

Вирусы были открыты в 1891 г. Д. И. Ивановским. Впервые они были найдены на табаке (мозаичная болезнь). Исследуя их, Ивановский узнал, что они проходят через фильтры. Но увидеть их было нельзя.

Исследования Н. Ф. Гамалея показали, что вирусы широко распространены и вызывают заболевания как животных, так и высших растений. С помощью электронного микроскопа их смогли увидеть.

Вирусы — это организмы. Они способны размножаться, усваивать из окружающей среды низкомолекулярные вещества, передавать по наследству характерные признаки, приобретать новые свойства при изменившихся условиях и сохранять их в последующих поколениях.

### **КЛАССИФИКАЦИЯ ФИТОПАТОГЕННЫХ ВИРУСОВ**

Джонсон в 1927 г. распределил вирусы по питающим растениям. Вирусы обозначались номерами в порядке описания на растении. В дальнейшем (1935) он классифицировал вирусы по свойствам, видовому составу растений и по симптомам у поражаемых растений. Холмс (1939) дал систему вирусов в биномиальной номенклатуре. В основу им положен принцип симптомов у пораженных вирусами растений. Боуден (1943) фитопатогенные вирусы распределил на 17 антигенных типов. Рыжков (1952) одним из свойств вирусов в своей систематике принял форму их вирионов. Он дал характеристику высших и низших таксономических единиц (вплоть до рода). Для фитопатогенных вирусов предложены две формы — шаровидные и палочковидные. Сухов (1956) в классификацию Рыжкова внес некоторые дополнения. Проценко (1966) в основу классификации фитопатогенных вирусов положил их свойства.

### **ОСОБЕННОСТЬ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ**

Наиболее характерной особенностью вирусных болезней является их инфекционный характер. Все они за редким исключением передаются тем или иным путем от растения к растению. Заразное начало находится в протоплазме клеток растения. И передача его может осуществляться различными путями при непременно условии — поражения заражаемого и зараженного растения, т. е. чтобы сок из одного растения мог попасть в другое. Поэтому при вегетативной гибридизации и прививках могут передаваться и вирусные заболевания. Еще 50 лет тому назад в Англии ценились махровые сорта растений, а далее выяснилось, что это были растения, пораженные вирусами. При семенном возобновлении

эта махровость выпадает, так как выпадало вирусное начало. Имеется пестролепестность тюльпанов, георгинов и др. На ясене карликовость вызывается вирусами. На жимолости пятнистость листьев также связана с вирусами.

Передача заразного начала вируса в растение осуществляется по флоэме вместе с током пластических веществ. По ксилеме как считают некоторые ученые, вирусное начало не передается. Распространяется вирусное начало очень быстро. Скорость движения его по растению измеряется 0,4—2,6 мм/ч, а по некоторым исследованиям даже до 10 см/ч.

Вирусы определяются по капельному методу Дунина (серологическому) или по индикаторам.

В среднем на 1 кг зеленой массы растения приходится от 1 до 2 г вирусного начала, которое в растении чаще всего представляет смесь нескольких вирусов.

Вирусные болезни вызывают наиболее глубокие расстройства растения. Весьма характерные изменения при вирусных заболеваниях наблюдаются в ассимиляционном аппарате. Хлоропласты изменяют окраску, в силу чего меняется окраска всего листа. Она становится мозаичной или имеет другую расцветку с преобладанием желтых тонов. Пластинка листа становится курчавой, волнистой, нитевидно скрученной. Лепестки и чашелистики деформируются. Ось цветка растягивается. Плоды деревенеют. Наряду с этим очень часто наблюдается угнетение с остановкой развития (даже при всех благоприятных условиях).

Вирусное начало к температуре довольно устойчиво. Многие вирусы выдерживают температуру до  $+70^{\circ}$ . Для некоторых порогом развития является  $+40^{\circ}$ . Очень хорошо выдерживают вирусы низкие температуры. Влажность большого влияния на распространение вирусного начала не оказывает.

Вирусные заболевания наиболее изучены у однолетних растений и широко распространены на сухом юге.

Вирусы животных и человека изучаются значительно больше, чем растений. И здесь уже получены определенные успехи.

Как известно, вирус, несущий болезнь как паразит, питается здоровыми клетками. Спиджлмен в 1968 г. (ун-т г. Иллинойс, США) создал искусственную молекулу рибонуклеиновой кислоты (РНК), которая пожирает вирусы, состоящие из молекулы РНК (вирус гриппа и др.). За 20 мин. молекула размножается в триллион раз (т. е. в 15 раз быстрее вируса). А когда вирусов нет, молекула прекращает свое развитие.

Вирусные болезни отмечены на древесных растениях следующих родов: *Acer*, *Ficus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Morus*, *Picea*, *Pirus*, *Pistacia*, *Populus*, *Prunus*, *Robinia*, *Santalum*, *Ulmus*.

Наиболее распространенными типами вирусных болезней растений являются мозаика, пестролистность, розеточная болезнь, желтуха.

**Мозаика** — наиболее распространенное вирусное заболевание, характеризующееся изменением окраски различных органов растений. При этом на листьях, стеблях и лепестках цветов появляются бледно-зеленые, желтые или бурые пятна и полосы различной формы и величины. Чередуясь с нормально окрашенными участками, они создают впечатление пестрой, мозаичной расцветки. Последнее объясняется частичным разрушением пластид под действием вируса, уменьшения содержания хлорофилла. В отдельных случаях мозаичная расцветка сопровождается курчавостью, морщинистостью или нитевидностью листовой пластинки (вишня, слива и др.).

**Пестролистность**, или инфекционный хлороз, характеризуется желтой расцветкой листьев, часто идущей полосами вдоль жилок (ракетник, груша, жимолость). **Розеточная болезнь** — образованием укороченных розетовидных побегов с многочисленными мелкими листьями, сопровождающимися усыханием ветвей (абрикос, слива, яблоня и персик). **Желтуха** — более тяжелыми нарушениями формы и обмена веществ пораженных растений. При желтухах часто наблюдаются деформации пораженных органов, общий хлороз, карликовость растений, некроз флоэмы и другие патологические явления (некроз флоэмы вяза и др.). Особенно много желтухой поражается цветочных растений (астры, цинерарии, флоксы и др.).

Обычно у растений происходит пожелтение листьев, в которых разрушается хлорофилл и накапливается много крахмала, вследствие чего они становятся жесткими и хрупкими. Нарушается у растения нормальное функционирование ситовидных трубок, что задерживает отток ассимилятов и обуславливает накопление крахмала в клетках.

Из фитопатогенных вирусов, поражающих древесные растения, необходимо отметить следующие виды.

Вирус некроза флоэмы вяза — *Leptomotopus ulmi*. Вирионы сферические. Симптомы — листья жесткие и хрупкие, поникают и скручиваются по краю кверху, позднее желтеют и опадают, корни отмирают, после чего флоэма коричневеет. Передается цикадами.

Вирус мозаики тополя — *Aphidophilus populi*. Вирионы нитевидные. Симптомы — мозаика листьев. Имеет широкое распространение на черном, пирамидальном тополях, тополе Симона, гибридной осине. Иногда зараженность достигает

30%. На пораженных вирусом мозаики тополя деревьях в листьях наблюдается высокое содержание вирусных частиц. Цитоплазматические изменения в тканях листьев характеризуются повышением вакуолизации.

Вирус ели — *Grandivira piceae*. Вызывает хлоротичность и деформацию хвои. Вирионы палочковидные. Передается тлями и прививкой.

Вирус мозаики клена поражает клены *Acer negundo* и *A. pseudoplatanus*. Вирус передается путем прививки с пораженных деревьев на здоровые сеянцы клена. Имеются предположения о передаче вируса через семена пораженного клена. Переносчики вируса — насекомые-алейродиды. В последние годы заболевание прогрессирует в Венгрии (Ширмай, 1972).

В тропических странах встречаются вирус мозаики дынного дерева и губительной желтухи кокосовой пальмы (Ямайка).

#### 4. МИКОПЛАЗМЫ, ИЛИ МИКОПЛАЗМОПОДОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ

В 1967 г. фитопатологами во флоризации хлоротичных растений с симптомами вирусных болезней были обнаружены микоплазмоподобные организмы (MLO). После обработки антибиотиками симптомы болезни исчезли. Микоплазмы, относящиеся к классу *Mollicutes*, представляют собой мельчайшие плеоморфные микроорганизмы с мембраной, содержащей две нуклеиновые кислоты (РНК и ДНК), а не одну из них, как у вирусов.

В настоящее время ученые стремятся получить культуру MLO независимо от хозяев. Микоплазма чистых культур (*M. arginini*) внешне образует типичные колонии типа «яичницы».

Симптомами микоплазменных заболеваний (микоплазмозов) у растений являются хлоротическая окраска с посветлением жилок листьев курчавая мелколистность или кущение побегов в виде ведьминых метел (обычно у древесных растений), потеря тургора и другие аномалии. У цветочных растений — астр — отмечается желтуха, у георгинов — позеленение цветков.

Большой ущерб шелководству приносит микоплазмоз шелковицы — курчавая мелколистность.

В практическом плане новым направлением в изучении микоплазм является терапия микоплазмозов. В ряде стран показана высокая чувствительность фитопатогенных микоплазм к антибиотикам группы тетрациклина (Ю. И. Власов, 1976 г.).

В настоящее время серологическим методом выделено около 50 микоплазм. В качестве переносчиков микоплазм отмечают цикадок.

Сейчас учеными СССР, США, Канады и Японии ставится вопрос, что растительные MLO могут вызывать болезни человека и животных, т. е. предполагается родство фитопатогенных микоплазм с микоплазмами человека и животных. А если это так, то растения оказываются резервуарами микоплазм. Это открывает возможность широкого участия в этой проблеме фитопатологов и медиков.

В СССР микоплазмами растений в последние годы начали заниматься в Институте микробиологии АН СССР (А. Е. Проценко).

По указанию К. Марамороша (1971), микоплазменные болезни в виде ведьминых метел отмечены на ясенях, садовом дереве, ивах и ильмах.

## 5. ВЫСШИЕ ЦВЕТКОВЫЕ ПАЗИТАРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Среди высших растений паразитизм распространен несравненно меньше, чем среди бактерий и грибов. Высшие цветковые растения в большинстве способны к автотрофному питанию, т. е. питаться неорганическими веществами. Но среди них есть паразиты, лишенные хлорофилла полностью или частично, так как они приобрели способность поселяться на своих хлорофилловых сородичах. Такие паразиты вызывают недоразвитие или снижение качества и количества урожая растений-хозяев. Вызываемые ими явления близки к болезням, но здесь не наблюдается глубокого расстройства всего аппарата растения, физиологических изменений в растении. Известно более 1000 видов растительных паразитов, из которых более половины относятся к семействам лорантовых, кускутовых и норичниковых.

В эволюции высших цветковых паразитов приспособление к питанию шло в двух направлениях на корнях и на подземных частях растения. Соответственно появились и две группы паразитов — корневые и ствольные, или стеблевые.

Как у корневых, так и стеблевых корневые системы деградированы. В разной степени изменяются и надземные части. В зависимости от деградации надземной части высшие цветковые растения делятся на 1) абсолютных паразитов (надземная часть деградирована) и 2) полупаразитов (надземная часть сохранилась).

Полупаразиты способны к самостоятельному синтезу органического вещества. Из растения-хозяина они извлекают воду



и минеральные вещества, а органические вещества сами синтезируют.

Абсолютные паразиты неспособны к ассимиляции и все получают из растения-хозяина.

### СТЕБЛЕВЫЕ АБСОЛЮТНЫЕ ПАРАЗИТЫ

К ним относятся представители семейства кускутовых, или повиликовых, р. *Cuscuta*. Многие из них наносят серьезный вред древесно-кустарниковым породам на юго-востоке СССР. Среди них следует отметить: одностолбиковую (*Cuscuta mono-*



Рис. 6. Усыхание туранги в тугаях Каракалпакии от повилики одностолбиковой. Фото автора

гупа) (рис. 6), Лемана (*C. lehmanniana*), хмелевидную (*C. lupuliformis*), перечную (*C. breviflora*), люцерновую (*C. approximata*).

Повилики представляют собою гибкие, ползучие, похожие на шнур стебли («чертова пряжа») с листьями, редуцированными в маленькие чешуйки. Цвет стеблей бывает оранжевым, желтоватым, белым и красным. Стебли повилик развиваются

из семян, прорастающих в почве. Появившийся проросток (в марте — апреле), спирально изгибаясь, обвивает растение и укрепляется на нем. На четвертый день повиллика пускает в кору, а затем в древесину присоски (гаустории), с помощью которых поглощает воду и готовые питательные вещества из растения-хозяина. За сутки одностолбиковая повиллика дает прирост до 8—12 см. Стебель у основания вскоре отмирает, и повиллика теряет всякую связь с почвой. Образующиеся стебли переходят на другие, рядом расположенные растения; и таким образом происходит поражение соседних растений. Развивается повиллика обычно очагами.

В зимний период стебли повиллик отмирают, опадение семян происходит под влиянием ветра, дождей, насекомых и животных. Семена повиллик отличаются живучестью и долголетием. На процесс прорастания семян большое влияние оказывает температура (оптимум  $+20-30^{\circ}$ ), влажность, глубина залегания в почве. Цветет повиллика с июня до сентября. Характерной биологической особенностью повиллик является их высокая семенная продуктивность и большая способность к интенсивному вегетативному размножению (обрывками стеблей). Повиллика Лемана на взрослых деревьях дает до 100 000 семян.

В результате деятельности повиллик листва растения-хозяина мельчает, желтеет и усыхает ранее окончания вегетационного периода. Крона становится ажурной, ветви отмирают, нарушается цветение и плодоношение. За один сезон от повиллики могут усохнуть деревья 6—8-летнего возраста. Это связано с тем, что повиллика извлекает из дерева воду, минеральные и органические соединения.

Среди стеблевых полупаразитов важное место занимает омела обыкновенная *Viscum album* (рис. 7). Паразитирует на древесных породах (ива, тополь, дуб, груша, яблоня, сосна и др.). Омела обыкновенная — вечнозеленое растение, имеет зеленый стебель. Образует дихотомически ветвящиеся стебли. Имеет вид куста. Стебли покрыты вечнозелеными супротивно расположенными листьями. Образует семена (ягоды), которые по созреванию разносятся птицами (дрозды). Семена покрыты клейким веществом — висцином, с помощью которого они приклеиваются и прорастают. Ареалы омелы в Западной Европе совпадают с трассами перелета дроздов (дербя). Имеются специализированные экологические формы омел по питающим растениям.

Когда семена прорастают на поверхности ветви или ствола, сначала образуется расширение, а затем от него отходит первичное сосальце формы клина. На следующий год в бок отходят боковые ответвления, затем вторичные сосальца. В первый год появляется и стебель. Несмотря на наличие зе-

ленных листьев и полупаразитический образ жизни, она весьма вредоносна. Омела извлекает из растения большое количество воды и питательных веществ. Интенсивно транспирирует воду. Особенно велик от нее вред в засушливые годы. Деревья иногда усыхают или отстают в росте. Омела обладает способностью отнимать азот у растения. Поэтому в тканях омелы азота гораздо больше, чем у хозяина. Во Франции

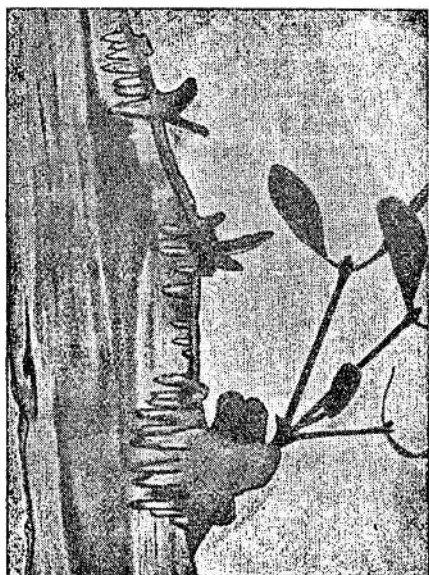


Рис. 7. Куст омелы на тополе  
(по Orlos, 1955)

ее используют на корм скоту. На отдельных деревьях бывает по несколько десятков кустов. В Австралии на вечнозеленых эвкалиптах встречаются растения типа омел.

Кроме обыкновенной омелы имеются: европейская омела, или ремнецветник, и можжевеловая омела, или можжевело-ядник. Первый представляет собой кустарник с опадающими на зиму листьями и желтыми ягодами. Встречается на дубе, каштане (Западная Европа, Украина). Можжевело-ядник паразитирует на можжевельниках и образует вздутия у основания кустов. При сильном развитии засыхают ветви, а иногда и все растение.

Наиболее распространенными цветковыми паразитами являются заразики. Они в основном поражают травянистые ра-

стения. Это подсолнечная заразиха (*Orobanchе ситана*), египетская (*O. аеgипhиаса*), желтая (*O. lutea*) и др. Семена их очень мелкие, поверхность морщинистая. Благодаря этому они хорошо держатся на поверхности семян и других частях растений. Прорастают под действием корневых выделений. Затем на семени образуется плотная, широкая присоска — аппрессорий. Далее развивается надземный стебель в виде цветоноса, бледноокрашенного, лишенного хлорофилла и покрытого чешуевидными листочками. У некоторых видов заразих стебли могут ветвиться.

На древесных породах (кандым, саксаул) в условиях пустынь развивается гигантская заразиха (цистанхе) *Cistanche flava*. Стебель длиной 80—200 см, надземная часть составляет 30—80 см. Стебель достигает диаметра 5—8 см. Побег заканчивается колосовидным соцветием. Цветы вначале желтоватые, в дальнейшем красно-фиолетовые. Подземная часть стебля (длиной 50—120 см) состоит из гнезда овальных клубней диаметром 10—15 см, находящихся на корне растения-хозяина. Ежегодно из гнезда появляются сочные стебли белого цвета. Растение многолетнее. Цветет в конце апреля — начале мая. Семена диаметром до 1 мм. В одном соцветии встречается 120—150 цветков. Плод — коробочка, содержащая до 4000 семян и более. Все растение дает несколько миллионов семян. Развивается стебель только из семян, соприкасающихся с корнями растения-хозяина, соками которого паразит питается.

К корневым паразитам относятся также петров крест, иван-да-марья.

Петров крест (*Lathrea squamaria*) — это абсолютный паразит. Развивается в почве в виде крестообразно разветвленных стеблей. Паразитирует на корнях лещины, липы, ольхи, черемухи, бука и др. Развитие проходит весной. Интересно отметить следующую особенность этого растения: животные, попавшие в полость листа петрова креста, перевариваются головчатыми и щитовидными железами. Листья у петрова креста изогнуты так, что верхняя часть бесхлорофильного листа загнута вниз, в результате чего образуется несколько полостей. Это все связано с недостатком азота, который растение и получает от животных.

Иван-да-марья (*Melampyrum nemorosum*) — корневой полупаразит. Он живет, присасываясь к корням различных растений (деревья, кустарники и травы). На корнях у него имеются отростки, которые имеют ряд присосок. Имеются и свои корни. Особенно часто иван-да-марья развивается на корнях молодых сосен, орешников, а из трав — на мытнике и др.

Вредоносность особенно велика на лугах, так как они сильно истощают травостой. Особенно ощутим от этих растений вред в засушливые годы.

### ЭПИФИТЫ

К ним относятся непаразитарные лиановидные, выющиеся растения (ломонос, ластовень, хмель, бриония и др.). Они используют деревья и кустарники в качестве физической опоры, имея свою хорошо развитую корневую систему. Но оплетая кроны, угнетают древесно-кустарниковые породы, приводят их к ослаблению, создают благоприятные условия для развития вредных насекомых и грибов. Накапливаясь из года в год, стебли ломоноса, ластовня образуют своеобразные «шатры», способствующие увеличению буреломности и ветровальности деревьев (лох, туранга).

Ломонос (*Clematis orientalis*) в тугайных лесах приурочен к джиде (лоху, рис. 8), а ластовень (*Cynanchum sibiricum*) — к тамариску, джиде и гигантскому злаку — эриантусу. Бриония (*Bryonia dioica*) развивается на саксауле. Ее ползучие стебли имеют спирально закрученные усики. Плотность брионии в саксаульниках — 12 стеблей на 1 м<sup>2</sup> (Кызылкумы).

Хмель (*Humulus lupulus*) встречается в пойменных лесах на ивах. На травянистых растениях средней полосы России часто встречается выюнок, или «березка» (*Convolvulus*).

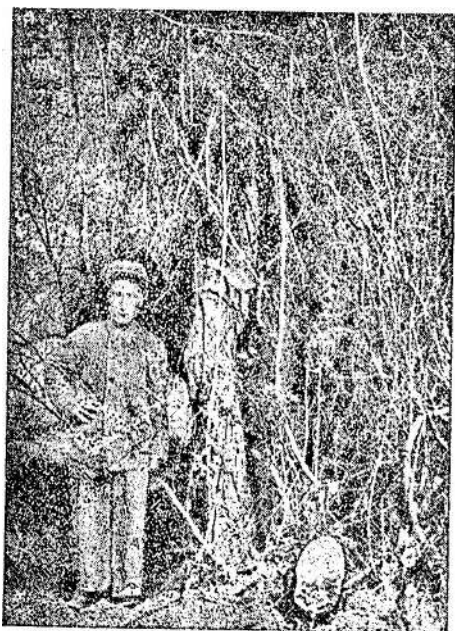


Рис. 8. Ломонос восточный на джиде (лохе) в тугаях Каракалпакии.  
Фото автора

Обильное развитие лишайников и мхов на стволах деревьев характеризует чистоту окружающего воздуха. В загазованных участках стволы деревьев обычно свободны от поселения мхов и лишайников. Шведские лесоводы считают, что появление лишайников и мхов на стволах деревьев является показателем внутреннего начала ослабления дерева.

Лесные насаждения Валдая имеют обильное развитие мхов и лишайников на соснах, елях, осинах, березах; заселение на отдельных деревьях распространяется на 3—5 м от основания ствола. Среди лишайников встречаются роды *Hypogymnia*, *Cladonia*, *Parmelia*, а из мхов *Dicranum*, *Mnium* и др. (Синадский, 1972).

## 6. НЕМАТОДЫ

Нематоды — это беспозвоночные животные, круглые черви. По современной классификации принадлежат к типу первичнополостных и составляют класс нематоды (*Nematoda*) (Парамонов, 1962; Деккер, 1972). Среди этой чрезвычайно многочисленной и разнообразной группы животных, наряду с так называемыми свободноживущими видами, очень много паразитов человека, животных и растений. Нематоды, паразитирующие на растениях, получили название паразитических фитонематод или фитогельминтов. Они поражают стебли, листья, корни, цветки травянистых и древесных растений, являются паразитами грибов (шампиньонов), микоризы.

Фитопаразитические нематоды — очень мелкие животные. Размеры их 0,4—1,5 мм. Тело круглое в поперечном сечении, в большинстве вытянутое, удлинено-веретеновидное или почти нитевидное, суживающееся к концам. Оно покрыто плотной эластичной кутикулой, под которой находится слой гиподермы, а под ним мышечный слой. Внутри полости тела, образуемой кожно-мышечной оболочкой, располагаются внутренние органы: пищеварительные, половые, выделительные и нервная система.

Кутикула фитонематод имеет поперечную кольчатость. Вдоль тела, как бы разрезая эти поперечные кольца, проходят так называемые боковые поля — узкие продольные валики кутикулы.

На переднем конце тела (с торца) у нематод имеется ротовое отверстие, ведущее в ротовую полость. У паразитических форм в ротовой полости находится специальный колющий орган — копьё или же сама ротовая полость превращена в острую полую иглу — так называемый стилет. За ротовой полостью следует пищевод. Очень часто пищевод имеет одно (в средней части) или два (в средней и задней частях) мускулистых расширения — средний (метакорпальный) и задний (кардинальный) бульбусы. Благодаря сокращению последних клеточный сок засасывается, как насо-

сом. За пищеводом следует средняя кишка — наиболее длинная часть пищеварительного тракта. Заканчивается этот тракт задней кишкой, открывающейся анальным отверстием (анусом) у основания хвоста. Выделительные органы у нематод очень плохо заметны.

Половые органы самки бывают парными (состоят из двух половых трубок), либо непарными (когда развита одна трубка). Недоразвитая ветвь называется передней или задней маткой. Развита половая трубка состоит из яичника — тонкой и длинной верхней части, следующего за ним яйцевода, переходящего в матку, открывающийся наружу женским половым отверстием (вульвой).

Самцы также имеют трубчатую половую систему, состоящую из семенника, семяпровода и семяизвергательного канала, который открывается в заднюю кишку. Этот отдел кишки называется клоакой. Здесь же располагаются мужские совокупительные органы — спиккулы. На хвосте у самцов имеются особые кутикулярные выросты — бурсальные крылья, или бурса, а также так называемые папиллы — хвостовые сосочки.

При питании паразитические нематоды прокалывают стилетом или копьём клетки растений и высасывают из них сок. При этом они не только причиняют механические повреждения, но и вводят в растение различные ферменты, микрофлору, чем вызывают резкие нарушения в обмене веществ растения. Результатом этого является ненормальный рост, вздутие стеблей и других органов, снижение урожая, отмирание отдельных клеток, тканей и органов и полная гибель растения.

Экология фитонематод чрезвычайно многообразна. Есть виды, живущие в почве, в растении, виды с неподвижной стадией; имеются цистообразующие виды, у которых тело самки превращается в кутикулярный мешок с яйцами и личинками. Встречаются виды, самки которых откладывают яйца в клейкий желатинообразный мешок (оотеку).

### ОТНОШЕНИЕ НЕМАТОД К ВНЕШНИМ УСЛОВИЯМ

Основное условие — влажность. Оптимальная влажность для развития паразитических нематод обычно совпадает с оптимумом влажности для развития растения-хозяина. При заболачивании многие нематоды не погибают долгое время. Активно развиваются при температуре не ниже  $+15^{\circ}$ , сохраняются при температуре ниже  $0^{\circ}$ . При  $t +14-15^{\circ}$  нематоды иногда дают одну генерацию. Если  $t$  около  $+30^{\circ}$ , то скорость прохождения всех фаз увеличивается, а цикл развития проходит не за 3 месяца, а за 20 дней (т. е. 4—5 генераций).

Немалое значение имеет и почва, ее механический состав. Цистообразующие нематоды предпочитают почвы легкие, супесчаные при условии достаточного увлажнения.

Фитонематоды можно разделить на группы:

1) афеленхи (листовые) — вызывают заболевания — афеленхозы,

- 2) дитиленхи (стеблевые) — вызывают дитиленхозы,
- 3) гетеродеры — вызывают гетеродерозы, они представлены цистообразующими,
- 4) мелойдогины (галловые нематоды) вызывают мелойдогинозы,
- 5) мигрирующие эктопаразиты (пратиленхи, переносчики вирусов — ксифинемы, лонгидориды и др.) вызывают пратиленхозы, вирусные заболевания.

Дитиленхи активно выделяют ферменты и токсины, быстро убивающие клетки растения-хозяина, которые отмирают и образуют гнили.

В начале 50-х годов ученые обратили внимание на явления утомления почв в питомниках древесных пород. Эту болезнь вызвали мигрирующие корневые нематоды (Остенбрик 1955).

На древесных известны и гетеродеры, самки которых теряют подвижность. Тело оплодотворенной взрослой самки набито яйцами, а после смерти оболочка затвердевает и образует циста. Циста попадает в почву и сохраняется до тех пор, пока будут подходящие для развития условия. Под влиянием гетеродер происходит быстрое отмирание корней вместо отмерших образуются новые, поэтому корни имеют бородачатый вид.

Галловые нематоды — облигатные паразиты — поселяются внутри тканей растений. Под влиянием выделений этих нематод происходит разрастание клеток, образуются вздутия — галлы, где и живут нематоды. На надземных частях растений известны галлы у бегоний.

В последние годы нематод начали широко изучать в лесном хозяйстве в СССР, США, Канаде и других странах. Известны нематоды, вызывающие полегание сеянцев дуба, березы, клена, ясеня, сосны. Особый вред нематоды наносят древесным породам в питомниках и школах. Наибольшее значение в лесном хозяйстве из нематод имеют: *Platylenhus* sp., *Xiphinema americanum* и др.

Кроме прямого вреда нематоды часто наносят и косвенный, перенося паразитные грибы, бактерии или вирусы. Некоторые виды нематод способны вызывать заболевания растений только в комплексе с другими микроорганизмами.

Те, которые развиваются внутри растения, называются эндопаразитами, а повреждающие растения снаружи — эктопаразитами.

Основные направления исследований нематод по материалам I и II международных конгрессов по патологии рас



тений (Лондон, 1968 и Миннеаполис. 1973) представлены следующими:

1) отношения или связь между паразитирующими нематодами и растением-хозяином. Действие паразитов на растение;

2) выведение и выращивание растений с иммунными свойствами относительно нематод и использование этих видов;

3) популяционная динамика и структура популяций нематод;

4) физиология и биохимия нематод;

5) структура и микроструктура нематод;

6) почва как среда обитания для нематод, связь между нематодами, грибами и микоризой.

## VI. ОСНОВНЫЕ ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

---

### 1. БОЛЕЗНИ ПЛОДОВ И СЕМЯН

Болезни плодов и семян, вызываемые грибами, весьма многочисленны. Заражение грибами может происходить еще на дереве, на различных этапах развития и созревания семян. Довольно часто семена заражаются во время сбора и хранения.

Многие болезни плодов и семян, особенно болезни, связанные с весенним заражением завязей паразитными грибами, развиваются в летний период, вызывая характерные изменения формы и окраски семян, и поэтому легко обнаруживаются во время их заготовки. В этом случае больные семена могут без особого труда тем или иным способом быть отделены от здоровых и уничтожены. Таковы некоторые болезни типа мумификации, болезни, вызываемые голосумчатыми и ржавчинными грибами.

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 на хранение вместе со здоровыми. Развиваясь в хранилищах, эти болезни могут значительно ухудшить посевные качества семян. К болезням такого типа могут быть отнесены различные гнили, мумификации желудей и болезни, вызываемые плесневыми грибами.

Иногда на плодах и семенах находятся грибы, не вызывающие отмирания или снижения всхожести семян, но способные вызывать при высеве таких семян заболевания проростков, всходов и сеянцев.

### БОЛЕЗНИ ЖЕЛУДЕЙ

Ряд сапрофитных грибов, постоянно живущих в почве или на гниющих растительных остатках, при попадании на поверхность желудей в условиях их правильного хранения не вызы-

вает заболеваний. К таким грибам относятся: *Alternaria*, *Penicillium*, *Botrytis cinerea*, *Verticillium*. Но при недостаточной просушке, при наличии механических повреждений кожуры дальнейшее их содержание может сопровождаться интенсивным развитием плесневых грибов. Степень развития последних всецело зависит от условий, в которых хранятся желуди: избыточная влажность и повышенная температура могут в значительной мере снижать всхожесть желудей.

Совершенно особые явления на желудях вызывает гриб *Sclerotinia (Stromatinia) pseudotuberosa*. Этот гриб дискомицет. Болезнь — мумификация желудей — характеризуется развитием в тканях зараженных желудей грибницы и превращением желудей в черную губчатую массу — склероциальную строму. Заражение желудей в лесу осуществляется аскоспорами из апотециев, образующихся на прошлогодних мумифицированных желудях. Сроки заражения желудей аскоспорами обычно растянуты: частично желуди могут заражаться еще на деревьях, но в основном они заражаются после опадения на землю. Поэтому чем позже производится сбор желудей, следовательно, чем дольше они находятся в контакте с почвой, тем обнаруживается больший процент заражения желудей. При непосредственном контакте опавших здоровых желудей с пораженными происходит также заражение их грибницей, проникающей внутрь желудя через трещины в кожуре или естественные отверстия. Эта форма заражения, видимо, и является главной.

Наиболее сильное развитие болезни происходит во время хранения желудей, особенно при повышенной влажности. Распространение гриба в хранилищах происходит исключительно с помощью грибницы, которая обладает быстрым ростом и высокой агрессивностью. При благоприятных условиях она легко переходит с больных желудей на соседние, здоровые, опутывая их пышной серой пленкой.

В результате развития гриба ткань семядолей становится оливково-бурой, рыхлой, на их поверхности имеется сероватый мицелиальный налет. Апотеции образуются весной следующего года.

Развитие гриба проходит три стадии.

1. На семядолях образуются оранжевые или желтоватые пятна. При повышенной влажности на поверхности пятен появляется серый войлочек мицелия.

2. Семядоли принимают буро-оливковый цвет. Имеют рыхлую структуру. На поверхности мицелий сероватого или темно-оливкового цвета.

3. Семядоли мумифицируются — превращаются в склероций, имеющий вид черной губчатой массы, представляющей собой плотное сплетение гиф и остатков тканей семядолей.

На этих склероциях на следующий год появляются апотеции гриба в виде вороночек на ножках. Длина ножки в зависимости от глубины залегания в подстилке пораженных желудей может быть различной. В апотециях развиваются аскоспоры, которые по мере созревания разлетаются и заражают желуди нового урожая.

Болезнь распространена по всему ареалу дуба. Гниль желудей от этого гриба при хранении иногда достигает 30—60%. Поскольку мумифицированные желуди имеют меньший удельный вес, чем здоровые, они могут быть легко отделены путем сортировки в соляных растворах и частично в воде.

Из других грибов, вызывающих повреждение желудей (обычно при хранении), следует отметить *Gloeosporium quercinum* (сухая гниль — антракноз желудей), распространенный повсеместно, р. *Ophiostoma* — черная гниль желудей, *Phomopsis quercella* — белая гниль. Кроме того, болезни желудей вызывают грибы родов *Cytospora*, *Stereum hirsutum*, *Schizophyllum commune*.

Бактерия р. *Erwinia* превращает желуди в липкую массу.

Гриб *Sclerotinia betulae* вызывает мумификацию семян березы. Весной во время цветения березы аскоспоры заражают завязи. Мицелий развивается в тканях зараженных семян и образует на границе между семянкой и крылаткой хорошо заметные склероции в виде черного подковообразного ободка. При сильном развитии болезни в сережках могут оказаться пораженными почти все семена. Мумифицированные семена опадают.

Весной следующего года склероции на этих семенах прорастают, образуя плодовые тела — апотеции в виде чашечки на тонкой длинной ножке. Аскоспоры в них созревают ко времени цветения березы, разносятся ветром и, попадая на женские сережки, вызывают заражение завязей.

Заболевание сильнее поражает березы, растущие на открытых местах и на опушках леса. Деревья, расположенные внутри насаждения, меньше страдают от болезни. Мумифицированные семена легче здоровых и поэтому легко отделяются при сортировке. Аналогичное заболевание часто встречается также на семенах ольхи.

Ржавчину шишек ели вызывают ржавчинные грибы *Thekopsora padi*, *T. areolata* и *Chrysomyxa pirolae*. Это базидиальные грибы с полным циклом развития. Для *T. padi* промежуточным хозяином является черемуха, на листьях которой происходит развитие уредо- и телейтоспор. Они имеют вид угловатых темно-коричневых или фиолетовых пятен. Эцидии размером 1—2 мм развиваются в большом количестве на поверхности кроющих чешуй и имеют вид темно-коричневых шариков.

Гриб *Ch. pirolae* промежуточным хозяином имеет грушанку, на листьях которой развивается летняя и осенняя стадии гриба. Две эцидии образуются на чешуйках шишки размером до 3—5 мм. Они имеют вид округлых подушечек оранжевого цвета. Появившиеся эцидиоспоры покрывают чешуйки оранжевой пылью.

Поражение ржавчиной резко уменьшает выход семян, снижает их всхожесть. Семена, развивающиеся в таких шишках, обычно щуплые, мелкие, легковесные. При сильном развитии болезни пораженные шишки иногда совсем не дают всхожести семян. Пораженные шишки легко отличить от здоровых по широко раскрытым чешуям, на которых располагаются эцидии.

Деформации плодов черемухи вызываются голосумчатыми (экзоасковыми) грибами. Обычно это заболевание поражает плоды косточковых пород (слива, терн, алыча), а также женские сережки ольхи, серебристого тополя и осины.

Кармашки, или дутые плоды, черемухи вызываются грибом *Ecoascus (Taphrina) pruni*, который зимует в ветвях и почках, а во время цветения черемухи проникает в завязи. Гриб вызывает усиленное разрастание стенок завязи, подавляя в то же время развитие косточки. Благодаря этому из зараженных завязей развиваются уродливые, мешковидные, бурые тела, внутри полые. Снаружи они покрываются восковым налетом, состоящим из сумок гриба. Аскоспоры созревают во второй половине лета и, разлетаясь, заражают чешуйки почек и ветви. Поскольку грибница сохраняется в ветвях из года в год, заболевание принимает хроническую форму. На зараженных ветвях ежегодно вместо нормальных плодов образуются кармашки.

Деформацию плодов серебристого тополя вызывает гриб *E. rhizophorus*, сережек (женских) ольхи — *E. alni-incanae* (листовидное разрастание цветочных чешуй и деформация семян), сережек осины — *E. jahansonii*.

Заболевания этого типа распространены повсеместно и сильнее всего развиваются в годы с влажной весной и влажным теплым летом.

## 2. БОЛЕЗНИ ВСХОДОВ И СЕЯНЦЕВ

Сеянцы — наиболее уязвимая стадия растений. Среди различных болезней одно из первых мест занимает полегание сеянцев. Болезнь вызывается различными грибами, обитающими в почве. Основные возбудители — грибы р. *Fusarium*, почему и болезнь часто называется фузариоз. Кроме фузариу-

ма это заболевание вызывают грибы родов *Alternaria*, *Botrytis* и др. Все они — сапрофиты. Могут быть занесены в почву вместе с семенами, компостом, землей, а также при укрытии посевов старым зараженным материалом. Наиболее сильно полеганием поражаются хвойные породы (сосна, ель, лиственница), а из лиственных — клены, бересклет. Отдельные виды грибов бывают приуроченными к тем или другим породам. Заболевание развивается очагами.

Так, например, главный возбудитель фузариоза сеянцев сосны, лиственницы курильской и японской, ели саянской на Сахалине — гриб *F. oxysporum*. На его долю приходится до 80% поражения растений.

Обычно считают, что болезнь может возникнуть только в течение первых 20 дней после посева, а опасной она может быть только в течение первых двух месяцев жизни сеянцев. Но, например, на питомниках, заложенных на свежих вырубках темнохвойного леса, полегание сеянцев (фузариоз) в первые годы не приносит ощутимого вреда. Увеличение же численности наступает на третий год (Сахалин). При поражении семян и проростков сеянцы отмирают неравномерно, получают пятна. У молодых всходов это заболевание чаще всего поражает основание стебелька у поверхности почвы. Стебелек в этом месте сморщивается, утончается, и всход валится на землю. Увядание и отмирание тканей распространяется по стебельку всхода снизу вверх.

Массовый признак инфекционного полегания, или фузариоза, — гниль корней и основания стебля. В засушливых условиях у сеянцев быстрорастущих лиственных пород отмирание и засыхание происходит часто настолько быстро, что сеянец засыхает, не успев упасть на землю. В этих случаях не наблюдается типичного для этого заболевания полегания.

Вообще полегание сеянцев, или фузариоз, развивается в эпифитотию в период, когда состояние сеянцев наиболее неустойчиво.

Этому способствует повышенная влажность в сочетании с умеренной температурой и резкое колебание метеорологических условий. Развитие этого заболевания часто находится в причинной связи с некоторыми особенностями зимнего периода: обилием снега и низкими температурами.

Количество фузариумов в почве резко увеличивается при монокультуре хвойных. В процессе жизнедеятельности виды рода фузариум образуют и накапливают различные продукты благодаря чему они изменяют среду, в которой обитают. Продуктами метаболизма фузариумов являются определенные аминокислоты, жиры, спирты, органические кислоты, а также биологически активные вещества: витамины, гормоны, ферменты, ауксины, антибиотики, токсины.

Скорость, с которой гриб восстанавливает численность популяции в почве после перенесения неблагоприятных условий, зависит в первую очередь от его репродуктивной особенности и от наличия антагонистов. Снижение численности антагонистов приводит к быстрому вторичному заселению почвы данными грибами.

Патологический процесс возникает при наличии возбудителя в ризосфере и на поверхности корней или других вегетативных органов растения. Микофлора ризосферы устанавливается в течение трех дней после прорастания семени. Фузариумы вступают в тесный контакт с клетками корня, принимая участие в почвенном питании растения.

Переходу грибов р. *Fusarium* к паразитическому образу питания способствует прежде всего ослабление сеянцев под влиянием неблагоприятных факторов.

Вирулентные формы фузариумов характеризуются существенной перестройкой ферментативного аппарата. Изучение физиологии паразитизма этих грибов показывает, что набор средств, которыми паразит воздействует на растение, очень большой. Особую роль играют токсины, которые у фузариумов по химическому составу относятся к органическим веществам, содержащим азот, а по характеру влияния на клетку — к ядам общеплазматического действия.

**Меры борьбы.** Они сводятся в первую очередь к профилактике: необходимо избегать площадей из-под овощных культур; проводить дренаж на сырых почвах; проводить чередование площадей под хвойными и лиственными породами; проверять семена перед посевом на зараженность; применять ранние сроки посева и соблюдать нормальную глубину заделки семян; своевременно снимать и ставить оттеняющие щиты, сделанные из нового или дезинфицированного материала, и др.

Зараженные фузариозом посевы обрабатывать марганцево-кислым калием (0,5%). При этом рабочий раствор вносят только в посевные бороздки. На 1 га расходуется 70—80 кг препарата.

Биометод состоит в использовании антагонистов фузариумов — миколитических бактерий, штаммов грибов *Trichoderma lignorum* и *T. koningi*. Применение миколитических бактерий (предпосевная обработка семян) дает неустойчивые результаты. Применение же триходермина более эффективно, он дает увеличение выхода однолеток сосны и ели сибирской в 4—14 раз.

Удушье сеянцев вызывается базидиальными грибами *Thelephora laciniata* и *T. terrestris*. Поражение сеянцев разных древесных пород обычно наблюдается в питомниках и культурах на песчаных почвах, где гриб сапрофитно развивается на

растительных остатках. Плодовые тела раковинкообразные или пленчатые, кожистые темно-коричневые с шероховато-волосистой поверхностью и слабобугорчатым гименофором. Плодовые тела часто образуются прямо в почве, на опавших шишках и ветках.

Гриб обволакивает сеянец, затрудняя рост, нарушая физиологические процессы (дыхание, ассимиляцию). Сеянцы задыхаются и отмирают.

### 3. БОЛЕЗНИ ХВОИ И ЛИСТЬЕВ

Обыкновенное шютте (рис. 9) вызывается грибом *Lophodermium pinastri*. Близкие по типу заболевания, но менее распространенные вызываются грибами *Phoma* sp., *Hypodermella sulcigena*, *Phacidium infestans*. Кроме того, влияют и факторы непаразитарного происхождения (внезапные заморозки и др.), но характерных признаков болезни при этом не бывает.

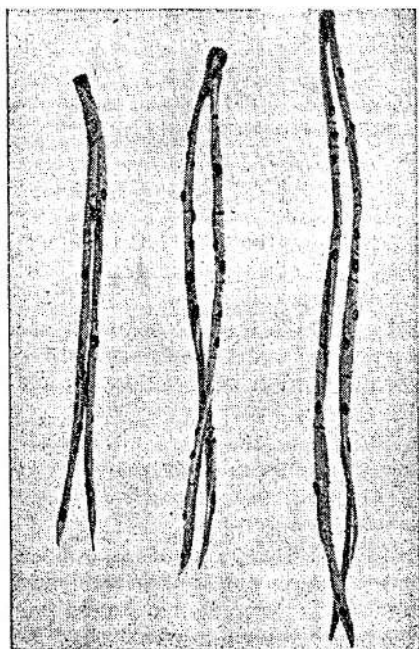


Рис. 9. Обыкновенное шютте *Lophodermium pinastri* на хвое сосны (по Орлов, 1955)

Очень часто на сеянцах сосны осенью появляется фиолетовый оттенок, который служит признаком хорошего роста. Это происходит вследствие большого содержания фосфорно-калиевых солей или накопления в осенний период антоциана.

Шютте обыкновенное характеризуется пожелтением хвои сеянцев и обычно начинается с нижних хвоинок. Иногда уже осенью можно обнаружить отдельные пикниды в виде мелких черных точек. В этих случаях основания хвои желтовато-серого цвета. Но точно установить причину заболевания осенью можно только микроскопическим путем, по наличию в зараженной хвое тонких, бесцветных гиф. А весной в массе возникают пикниды, хвоя желтеет и начинает опадать. В этот же мо-

мент появляются апотеции. Плодовые тела (апотеции) полностью созревают только в июле--августе. Тогда и про-



исходит разлет спор. К этому времени зараженная хвоя имеет перегородки с пятном в центре (апотеции).

Развитию болезни способствует высокая влажность воздуха и высокая температура. Массовые вспышки заболевания бывают после влажного года при наличии теплой весны.

Развитию болезни способствуют все условия, понижающие тургор в клетках хвои. Поэтому заболевание возникает прежде всего на ветроударных склонах, на южных опушках, в повышенных и пониженных местах при неблагоприятных почвенных условиях. Развитие инфекции в значительной степени зависит от кислотности клеточного сока. Поэтому во всех случаях, когда кислотность хвои становится близкой к 3,5—4,5, чаще всего и наблюдается заболевание. Если кислотность повышается до 5—6, то заболевание снижается. Сосны, выросшие из семян различного географического происхождения, обладают различной устойчивостью к заболеваниям. Самые устойчивые — северо-западные формы (экоотипы), а наименее устойчивы юго-восточные (лесостепная зона). Если на юге высеять семена северо-западной формы, то сеянцы будут более устойчивы (это исключение из правила, что местные семена дают более устойчивые сеянцы). Последнее связано с концентрацией и кислотностью клеточного сока. У юго-восточных форм pH 3—4, а у северо-западных pH 5—6. От болезни наиболее сильно страдают 1—2-летние сеянцы. Саженцы более старшего возраста обычно только теряют прирост и не усыхают. Источником заражения являются взрослые сосны, на хвое которых также развивается болезнь, но никакого вреда не приносит, а также моховой покров, опавшая хвоя, зараженный посадочный материал.

Сеянцы, пораженные шютте, надо браковать, удалять, сжигать или в условиях леса высаживать на 50% более нормы высева и высаживать в лучших условиях роста, при наличии живой верхушечной почки, за счет которой появляются новые хвоинки.

**Меры борьбы.** Они складываются из ряда предупредительных мероприятий. Большинство имеет общее значение: не закладывать питомники в котловинах с избытком влаги, не устраивать их вблизи сосновых насаждений, убирать опавшую зараженную хвою, не укрывать сосновых посевов сосновыми ветвями и мхом из сосновых насаждений. Сеянцы, зараженные и негодные для посадки, сжигать. Основной мерой борьбы является предупредительное опрыскивание ядохимикатами. Это мероприятие необходимо проводить ежегодно. Опрыскивание уже зараженных сеянцев результатов не дает. В борьбе с шютте обыкновенным используют опрыскивание сеянцев 1%-ной бордоской жидкостью, 1%-ным цинебом, 0,5%-ным фигоном. Первые опрыскивания проводят в кон-

це мая — начале июня. Второе (от аскоспор) — в июле — августе.

**Снежное шютте.** Наряду с обыкновенным шютте в питомниках и посадках встречается снежное шютте, вызываемое грибом *Phacidium infestans*. Первые признаки заболевания обнаруживаются сразу после таяния снега. Пораженная хвоя вначале покрыта сероватой грибницей. Позднее она исчезает. Окраска зараженной хвои вначале зеленая или желтоватая, далее серовато-бурая и затем светло-серая. Болезнь развивается еще зимой, когда сеянцы еще покрыты снегом. Плодовые тела заметны весной в виде черных точек с расплывающимися контурами. Созревание плодовых тел — апотециев происходит осенью, а распространение сумкоспор начинается со второй половины октября. Болезнь поражает разные виды сосен в возрасте до 5 лет, ослабляет рост сеянцев, чаще всего встречается в условиях большой влажности.

Гриб *Meria laricis* на лиственнице — заболевание типа шютте, обнаружено в 60-е годы. Болезнь широко распространилась в нашей стране и приносит большие убытки. При сильном поражении сеянцы теряют хвою уже в середине лета, что приводит к ослаблению растений, гибели ослабленных сеянцев в зимний период. Выход посадочного материала сокращается до 40%. Наиболее активное развитие гриба и заражение растений происходит при высокой относительной влажности и температуре +15—20° (т. е. первая половина вегетационного периода).

Против шютте лиственницы в целях снижения запаса зимующей инфекции ранней весной рекомендуется проводить опрыскивание опавшей зараженной хвои и неохвоенных сеянцев лиственницы 2%-ной суспензией коллоидной серы или 3%-ной бордоской жидкостью (глубокое опрыскивание). Сразу же после охвоения сеянцев лиственницы для защиты молодой хвои от первичных заражений конидиями проводят опрыскивание 2%-ной коллоидной серой, 0,5%-ным цинебом, 0,3%-ным фигоном или бордоской жидкостью (3%). Последующие обработки проводятся с интервалами в 2—3 недели.

**Сумчатый гриб *Scleroderris lagerbergii*** (конидиальная стадия *Brunchorstia pinea*) в последние годы в Европе получил широкое распространение, поражает сосны, лиственницы и ели в возрасте до 40 лет. Недавно вошло в употребление новое название гриба — *Cremmeniella abietina*.

Гриб впервые обнаружен в Европе в прошлом веке, а после 1911 г. также и в Северной Америке. Симптомы заболевания наблюдаются уже на стадии сеянцев. Симптомы болезни включают гибель почек, обесцвечивание и опадение хвои, засыхание ветвей и появление на них раковых образований. Зара-

жение происходит при повреждении зрелых тканей и чаще в результате заражения весной молодых побегов. После 1962 г. было проведено тщательное картирование ареала гриба. В Европе имеются две основные зоны распространения этого заболевания: северная часть и центральная. В Америке основная зона заболевания совпадает с озерными штатами. Среди поражающих древесных пород здесь отмечают *Pinus resinosa* и *P. banksiana*.

### ОПАЛ И ОЖОГ КОРНЕВОЙ ШЕЙКИ

При этой болезни гибель растения происходит вследствие нарушения важнейших физиологических функций и необратимого изменения физического состояния плазмы в связи с коагуляцией белков. Критическая температура поверхности почвы, при которой происходит повреждение и отмирание, неодинакова для сеянцев разных пород и варьирует в зависимости от цвета почвы, влажности воздуха, отсутствия ветра, концентрации раствора белка, присутствия в этом растворе некоторых солей, щелочей.

Заболевание наблюдается чаще всего в питомниках на темных почвах, особенно сильно нагреваются сухие, рыхлые, темноокрашенные почвы.

Так, на Сахалине опал наступает при нагреве поверхности почвы до  $+40^{\circ}$  и выше, а неблагоприятное воздействие начинает оказывать температура  $+35^{\circ}$ . В связи с этим (указанные температуры обычны для местных условий) в 1962—1963 гг. гибель всходов ели саянской от опала достигла колоссальных размеров.

Обычно сеянец, поврежденный опалом, или ожогом, поражается грибами рода фузариум.

При ожоге у хвойных сеянцев повреждается надземная часть, в первую очередь гипокотиль и хвоя. Неодревесневший сеянец падает, если отмирание тканей (снизу вверх при фузариозе и сверху вниз при ожоге) распространяется на область корневой шейки и основания стебля.

Наиболее распространенное заболевание листьев — мучнистая роса, которая поражает очень много древесных пород, кустарников и трав. Наиболее известна мучнистая роса на дубе, клене, иве, бересклете и розе (рис. 10).

Мучнистая роса дуба вызывается грибом *Microsphaera alphitoides*. Характеризуется заболевание белым налетом на листьях и молодых побегах, который образуется грибницей из бесцветных гиф. Признаки болезни появляются в июне —

июле в виде отдельных округлых пятен, которые могут покрыть весь лист как с верхней, так и с нижней стороны. Мучнистость налета свидетельствует о созревании бесполов спор — конидий гриба, которые разносятся ветром и заражают здоровые растения.

Осенью на поверхности белого налета образуются коричневые шарики — плодовые тела гриба (клейстокарпии), кото-

рые вместе с листьями опадают на землю, а в следующем году разлетающиеся сумкоспоры заражают листья, давая начало новому развитию болезни.

Гриб заражает только молодые листья. Старые огрубевшие листья устойчивы к болезни, поэтому заболевание опасно в том случае, когда к моменту распространения инфекции в питомнике или на культурах имеются молодые листья на поздних всходах и побегах.

Болезнь особенно распространена в годы

массового повреждения дуба насекомыми, когда на дубе образуются вторичные побеги, с появлением которых совпадает разлет спор.

Мучнистая роса предпочитает освещенные места, появляется в годы засух, а также в случае неудачных изреживаний в лесу и при неумеренной пастьбе скота. Оптимальная температура для прорастания конидий  $+22-24^{\circ}$ . Болезнь развивается в пределах  $+18-20^{\circ}$ . При температуре ниже  $+15-17^{\circ}$  развитие замедляется или совершенно прекращается.

Перезимовка гриба происходит с помощью грибницы или клейстокарпиев на опавших листьях. Грибница перезимовывает в коре. Однако это возможно только в южных районах нашей страны.

Эта болезнь влияет на все жизненные процессы дерева, уменьшает ассимиляцию, вызывает преждевременное отмирание листьев, ослабляет процесс созревания стеблей и за-



Рис. 10. Возобновление дуба, пораженное мучистой росой

кладывающихся на них почек, увеличивает содержание аммиака, обладающего токсическими свойствами, и др.

Кроме возраста листьев и побегов устойчивость их определяется пониженной кислотностью клеточного сока и более высокой активностью ферментов (каталаза и пероксидаза).

Появление конидиальных стадий совпадает со среднесуточными температурами более 16° и обычно в декаду с температурой 17—23°, а в день появления конидий температура колеблется в пределах 21,8—25,6°.

В лесах встречается *Microsphaera silvatica*, в отличие от обычной она поселяется только на нижней стороне листьев и только в теневых местах, на любых листьях без различия возраста.

Мучнистая роса саксаула *Leveillula taurica* Arn. f. *haloxyli* представляет собой тип настоящего эндофита, когда его грибница в первой стадии развития распространяется внутри тканей питающего дерева, проходя в межклеточные ходы и впуская в соседние клетки субстрата присоски. Питательные вещества клеток растения-хозяина поступают в гаусторий гриба осмотическим путем.

Черная пятнистость листьев клена. Вызывается грибом *Rhytisma acerinum*. На зараженных листьях обычно в июле-августе появляются расплывчатые желтоватые пятна, затем в пределах этих пятен начинают возникать небольшие черные пятнышки, которые постепенно сливаются и образуют черные, блестящие 1,5—2 см в диаметре пятна, окруженные желтовато-зеленой каймой. В пораженных местах закладываются стромы. Развивающиеся на них конидии выходят на поверхность листа через разрывы эпидермиса. Пораженные листья слабо ассимилируют, преждевременно засыхают и опадают. На опавших листьях в стромах начинает формироваться сумчатое спороношение. Строма становится выпуклой и разделяется на обособленные участки. В каждом из них образуется апотеций. На следующее лето в апотециях созревают сумки, и сумкоспоры заражают листья.

Ржавчина листьев березы. От ржавчины особенно страдают березы и тополя. На березе болезнь вызывается грибом *Melampsoridium betulae*. Признаки заболевания обнаруживаются в середине лета. На верхней стороне листьев возникают очень мелкие желто-коричневые сливающиеся пятна. А на нижней стороне образуется большое количество мелких оранжевых подушечек, состоящих из уредоспор гриба (рис. 11). Иногда они почти сплошь покрывают нижнюю поверхность листьев. Листья преждевременно желтеют и засыхают. На нижней поверхности засохших листьев березы образуются подушечки коричневых телеитоспор. Весной, после перезимовки, образуются базидиоспоры гриба, которые заражают хвою

лиственницы. На хвое лиственницы в первой половине лета образуются эцидиоспоры гриба, которые вызывают вновь заболевание березы. Болезнь эта сильно распространена, и березы ее плохо переносят. Для защиты необходимы следующие меры: при посеве березы в питомниках выбирать места, удаленные от лиственниц; планировать соответствующие севообороты в питомниках; обеспечивать тщательный уход и полив; осенью сгребать и уничтожать листья березы. При появлении первых признаков болезни производить опрыскивание посевов березы 1%-ной бордоской жидкостью (в летний период).

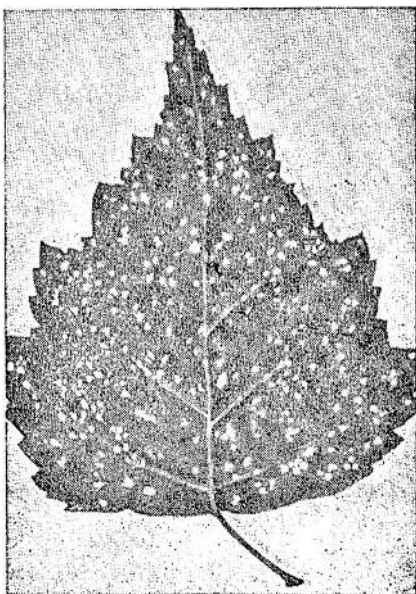


Рис. 11. Гриб *Melampsoridium betulinum* на березе (по Orlos, 1955)

**Ржавчина листьев тополя.** Вызывается грибом *Melampsora alii-populina*. Это заболевание очень распространено на большинстве тополей и может вызывать отмирание листьев преждевременно. Эцидиальная стадия гриба развивается на целом ряде травянистых растений. Проме-

жуточные хозяева — чистотел, хохлатка, перелеска и различные виды лука. Остальные стадии проходят на листьях тополей. Особенно страдают от этого заболевания тополя на Украине, в Азербайджане, в степной полосе РСФСР.

#### 4. БОЛЕЗНИ ВЕТВЕЙ, СТВОЛОВ И КОРНЕЙ

##### ИСКРIVЛЕНИЕ ВЕТВЕЙ

Искривление ветвей встречается у хвойных на сосне и вызывается грибом *Melampsora pinitorqua*, на лиственнице и крушине ломкой *Russcinea coronata*, бересклете и барбарисе *R. graminis*, крушине слабительной *R. coronifera*. Промежуточные хозяева у сосны — листья осины, у лиственных — культурные злаки (овес).

*Melampsora pinitorqua* — это ржавчинный гриб (порядок *Uredinales*), двудомный, с полным циклом развития. Развивается на сосне и осине, сосне и тополях. Стадии развития имеют следующий порядок: базидия, спермагоний (пикнидий), эцидий, уредостадия (уредокучка), телейтостадия (телейтокучка). Для каждой стадии характерны свои споры, базидиоспоры, спермации, эцидиоспоры, уредоспоры, телейтоспоры. Спермагоний (образование, развивающее особые клетки — спермации) соснового вертуна появляется в тот момент, когда на молодых побегах сосны образуется зеленая кора, а иглы едва выходят из влагалищ. В этот период спермагоний заметен в виде беловатых точек, впоследствии желтеющих. Под спермагониями во 2—3 рядах паренхиматических клеток коры образуются эцидии. Эцидиальной, или весенней, стадией называется форма спороношения, возникающая на грибнице, развивающейся из базидиоспоры. Эцидии плоские и не имеют покрова. Эцидиоспоры располагаются на концах так называемых базальных клеток. Появляются эцидии в начале июня, иногда в конце мая. Продолжительность скрытого (инкубационного) периода болезни от заражения сосны до появления эцидий составляет 10—20 дней. Эцидиоспоры, располагаясь по 20—30 в ряду, по мере созревания последовательно отделяются и приподнимают клетки коры, образуя на ней продолговатые вздутия. Вздутия впоследствии лопаются, и зрелые споры вылетают наружу. Эцидиоспоры одноклеточные, овальной формы (15—20 мк). Одеты двойной оболочкой. Содержимое спор окрашено в оранжевый цвет. В местах эцидий эпидермис и кора буреют, отмирают, а ранки затекают смолой.

Сосновый вертун — эндопаразит (мицелий развивается внутри растения-хозяина). Мицелий гриба развивается только между клетками паренхимы, во внутреннюю же часть клетки проникают гаустории.

Летняя стадия (уредоспоры) в июне — начале июля развивается на листьях осины и тополя, образуя на нижней части их желтовато-коричневые уредокучки. Уредоспоры одноклеточные и образуются обычно по одной на конце гиф. Оболочка уредоспоры бесцветная.

Осенняя стадия развивается также на листьях осины и тополя (сентябрь — октябрь). Телейтоспоры многоклеточные (2 клетки), с толстой темно-коричневой оболочкой, на ножках или без них. Сидят на вегетативных нитях мицелия. Собранные они бывают в подушечки или столбики. Прорастают в большинстве после зимнего покоя. При этом каждая клетка телейтоспоры дает по одной фрагмобазидии, а каждая клетка базидий дает близ верхнего конца боковую веточку — стеригму, на вершине которой отшнуровывается шаровидная бази-

диоспора. Базидиоспоры очень нежны и легко погибают при высыхании. Предельная жизнеспособность их определяется днями. Они обычно легко разносятся воздухом на большие расстояния.

Базидиоспоры одноклеточные, имеют тонкую оболочку округлой формы и бесцветны. Оптимальная температура для прорастания базидиоспор 18—20°, при 7° прорастание прекращается. Для развития их необходим довольно влажный (сочный) субстрат в виде побега текущего года, хвои и стволиков всходов сосны. Основная масса базидиоспор оседает на расстоянии 70—150 м от осинника. На расстоянии 300 м зараженности сосен не наблюдается. Поэтому питомники для выращивания сосны следует закладывать не ближе 250 м от осины. Больше всего опасны осинники высотой до 5 м (I—II классы возраста). Время образования базидиоспор можно точно установить по появлению золотистого налета на нижней стороне влажных зараженных листьев осины (начиная с первых чисел мая).

Ареал соснового вертуна весьма широк. Он встречается в центральных и северных областях Западной Сибири, на Кавказе и в степных районах.

Сосновый вертун наносит значительный вред осине и тополю. Происходит понижение фотосинтеза, уменьшается в листьях общее количество ассимилированного углерода, на 30—40% снижается количество хлорофилла.

На сосне грибок вызывает искривление побегов. Больной побег в месте появления эцидия искривляется под действием тяжести верхней, неповрежденной части побега, верхушка же побега продолжает расти кверху, вследствие чего он искривляется в виде буквы S. Иногда искривления и не наблюдается.

Тип повреждения сосны грибом в основном зависит от условий местопроизрастания, климатических условий и возраста деревьев.

Повреждение всходов сосны наблюдается в питомниках весной в период появления эцидий, т. е. на 2—4-недельных сеянцах. Эцидии находятся на молодых хвоинках и стволике. Сеянцы с сильно поврежденными стволиками и хвоинками гибнут. Заражение в большинстве происходит через листья осины, заносимые в питомник вместе с мхом, ветром и т. д.

При наличии вблизи питомников осины иногда сильно повреждаются вертуном сеянцы сосны второго года. При этом эцидии возникают только на побегах текущего года, хвоя же не заражается. Вследствие гибели верхушечного побега у них образуется массовая многовершинность и происходит отставание в росте



У сосен 2—10-летнего возраста сильно повреждаются побеги текущего года, причем на побеге бывает до 15 эцидий в разных местах.

Из-за ежегодного повреждения отдельные сосны приобретают вид куста. Однако это бывает в местах ежегодного достаточного увлажнения почвы и воздуха (в понижениях, вблизи болот и озер и т. п.) особенно в тех случаях, когда деревья растут одиночно.

В случае усыхания, а иногда и только ослабления верхушечного и боковых побегов под усохшим побегом на сосне быстро развивается несколько дополнительных почек. Из этих почек один побег в дальнейшем становится преобладающим в росте и по существу заменяет главный верхушечный, остальные пораженные побеги отмирают.

В сосновых молодняках до 8 лет, зараженных вертуном, почти ежегодно повреждается 50—80% верхушечных побегов, из которых иногда около половины усыхает. Такое повреждение, бесспорно, отрицательно сказывается на приросте в высоту, по диаметру и вызывает внутренние пороки древесины.

Повреждение вертуном боковых побегов, по-видимому, не так опасно для роста и формирования стволиков сосны. Наблюдения показывают, что в густых посадках происходит более правильное формирование стволиков.

Сосны старше 10 лет реже теряют основной верхушечный побег, у них чаще гибнут боковые побеги.

Таким образом, типы повреждения по возрасту сосны весьма разнообразны. Рассмотренные патологические изменения сводятся к деструктивным изменениям тканей, к недоразвитию их, вследствие чего под влиянием выделения грибом ферментов и токсических веществ резко нарушаются физиологические функции всего растения и отдельных его органов.

Проведенные исследования 30—60-х годов Самофала, Трошанина и Негруцкого показали, что поражаемость сосновым вертуном сеянцев сосны из семян различного географического происхождения различна. Больше всего поражаются сеянцы из семян южных, юго-западных и юго-восточных областей, менее всего — из семян северных областей. Это объясняется различной интенсивностью их роста в высоту. Чем интенсивнее рост, тем выше процент пораженных сеянцев. В посевах из семян одинакового географического происхождения сильнее поражаются крупные сеянцы, так как они растут интенсивнее, а следовательно, имеют более рыхлую ткань стебля. Поражение у них вызывается лишь искривлением стебля или отпадом его верхней части. Но, образуя новые почки, сеянец остается вполне жизнеспособным. Сеянцы, пораженные вертуном, по поврежденности имеют три степени.

I степень — незначительные следы болезни, рана заросла, искривления побега нет; II степень — искривленный ствол и заросшая ранка, могут быть использованы при создании культур; III степень — отпала верхняя часть стебля и около новой вершинки образовались хорошие почки, использовать для лесокультур нецелесообразно, так как из них развиваются безвершинные сеянцы с искривленными стволиками.

## ВЕДЬМИНЫ МЕТЛА

Встречаются как у хвойных, так и лиственных пород и характеризуются скученностью побегов, образующихся из спящих или придаточных почек, в результате чего образуются шаровидные или яйцевидные образования, состоящие из укороченных побегов. По мнению ряда ученых, этот тип болезни следует рассматривать как уродливость, так как вреда от них практически дереву нет. Вызывается болезнь грибами, микоплазмоподобными организмами, бактериями, паукообразными (клещами).

Образование ведьминых метел на сосне и причины, их вызывающие, связаны с именем Цаха, который установил, что в плазме укороченных побегов сосны находятся микроорганизмы — актиномицеты. Но попытки провести искусственное заражение побегов сосен ведьминых метел не давали. В 60-е годы С. Ф. Негруцкий и др. сделали попытки посеять семена, взятые с ведьминых метел. По сравнению с контролем на 3—4-летних сеянцах, выращенных из семян ведьминой метлы, выявилось 45% сосенок со специфическими признаками ведьминой метлы. Они как бы сразу растут из почвы в виде ведьминых метелок, имеют компактную шаровидную форму, укороченные побеги, густую короткую хвою, по росту они отстают в 2,5 раза, а по приросту за год — в 3 раза. Таким образом, ведьмина метла сосны характерна не только морфологическими признаками, но и имеет определенную наследственность.

В целом ведьмины метла хотя и не опасны для дерева, но иногда при обильном образовании рост дерева несколько ослабляется, а у плодовых деревьев это отражается на плодоношении. Ветви ведьминых метел под тяжестью снега зимой ломаются от навала. Ведьмины метла грибного происхождения вызываются преимущественно голосумчатыми и ржавчинными грибами.

На пихте ведьмина метла вызывается *Melampsorella cerastii* с полным циклом развития. Эцидиальная стадия паразитирует на ветвях и стволах пихты, вызывая образование ведь-

миных метел, а также вздутый на стволах и побегах. Эцидии гриба появляются на нижней стороне хвои и имеют вид продолговатых урнóчек желтого цвета, расположенных вдоль жилки. Летняя и осенняя стадии развиваются на нижней поверхности листьев звездчатки, ясколки и других представителей гвоздичных. Заражение пихты базидиоспорами происходит у молодых побегов. Грибница распространяется в клетках камбия и древесины и вызывает их раздражение. Клетки разрастаются, и около пораженного места образуются шишковидные наросты, кора и луб на таких наростах часто растрескиваются и отваливаются. Если ветка заражается около почки, то вследствие раздражения грибницей из почки образуется побег, который растет в вертикальном направлении. Хвоя на побегах ведьминых метел обычно короче нормальной, и на ней осенью появляются эцидии гриба. Гриб весьма распространен в лесах Закарпатья, а также на Урале, Алтае. Выход деловой древесины понижается, деревья ломаются ветром. На ели встречаются ржавчинники *Chrysomyxa beformans* и *Ch. woroninii*, вызывающие образование укороченных побегов. При заражении грибом побеги имеют вид мягких шишек. Иногда эцидии встречаются на молодых шишках. Летняя и осенняя стадии развиваются на листьях багульника (рис. 12).



Рис. 12. Ведьмина метла на ели

На березе ведьмины метла вызываются голосумчатым грибом *Taphrina betulina* (береза пушистая) и *T. turgida* (береза бородавчатая). Споры гриба, попадая в ранки ветвей, прорастают и образуют мицелий, который проникает в живые клетки древесины. В этом месте клетки начинают усиленно делиться (гиперплазия), а находящиеся в поврежденном месте спящие почки трогаются в рост и образуют новые побеги. Грибница из зараженной ветви переходит во вновь образующиеся побеги и через листовые почки в листья. Зараженные листья имеют меньшие размеры и сморщены. На нижней стороне их появляется сероватый восковидный налет, состоящий из су-

миных метел, а также вздутый на стволах и побегах. Эцидии гриба появляются на нижней стороне хвои и имеют вид продолговатых урночек желтого цвета, расположенных вдоль жилки. Летняя и осенняя стадии развиваются на нижней поверхности листьев звездчатки, ясколки и других представителей гвоздичных. Заражение пихты базидиоспорами происходит у молодых побегов. Грибница распространяется в клетках камбия и древесины и вызывает их раздражение. Клетки разрастаются, и около пораженного места образуются шишковидные наросты, кора и луб на таких наростах часто растрескиваются и ютвливаются. Если ветка заражается около почки, то вследствие раздражения грибницы из почки образуется побег, который растет в вертикальном направлении. Хвоя на побегах ведьминых метел обычно короче нормальной, и на ней осенью появляются эцидии гриба. Гриб весьма распространен в лесах Закарпатья, а также на Урале, Алтае. Выход деловой древесины понижается, деревья ломаются ветром. На ели встречаются ржавчинники *Chrysomya beformans* и *Ch. woroninii*, вызывающие образование укороченных побегов. При заражении грибом побеги имеют вид мягких шишек. Иногда эцидии встречаются на молодых шишках. Летняя и осенняя стадии развиваются на листьях багульника (рис. 12).

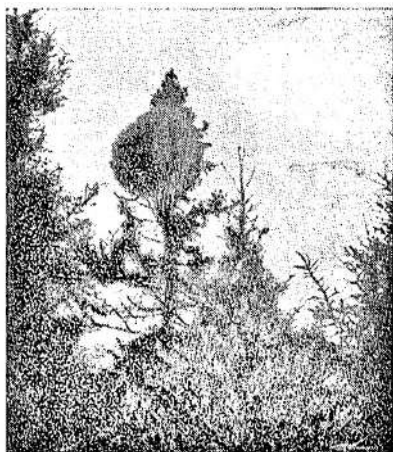


Рис. 12. Ведьмина метла на ели

На березе ведьмины метла вызываются голосумчатым грибом *Taphrina betulina* (береза пушистая) и *T. turgida* (береза бородавчатая). Споры гриба, попадая в ранки ветвей, прорастают и образуют мицелий, который проникает в живые клетки древесины. В этом месте клетки начинают усиленно делиться (гиперплазия), а находящиеся в поврежденном месте спящие почки трогаются в рост и образуют новые побеги. Грибница из зараженной ветви переходит во вновь образующиеся побеги и через листовые почки в листья. Зараженные листья имеют меньшие размеры и сморщены. На нижней стороне их появляется сероватый восковидный налет, состоящий из су-

мок гриба. Метла иногда достигают 3 м в диаметре. На одном дереве бывают до 20 метелок. Побег, на которых они образовались, сильнее страдают от зимних холодов, чем здоровые.

Ведьмины метла встречаются у клена (гриб *T. acerina*), у граба (*T. carpini*), вишни и черешни (*T. cerasi* и др.).

В последние годы образование ведьминых метел на древесных породах связывают с микоплазмами (см. стр. 89).

## ГНИЛЕВЫЕ БОЛЕЗНИ. ТИПЫ ГНИЛЕЙ

Под влиянием грибов в древесине происходят изменения двоякого рода. В одном случае древесина почти не изменяет или мало изменяет свои физико-механические свойства и только принимает окраску, зависящую от пигментов, выделяемых грибами, или от цвета их гиф. В другом случае древесина помимо изменения цвета разрушается и значительно изменяет свои физические, химические и механические свойства. Такого рода изменения носят название гнили древесины. Чаще всего в качестве возбудителей гнилей выступают базидиальные грибы порядка гименомицетов. Грибы — возбудители гнилей различаются по биологическим особенностям и степени паразитизма. Гнили живых деревьев вызываются условными сапрофитами и условными паразитами; на мертвой древесине чаще всего поселяются сапрофитные грибы. Характер развития дереворазрушающих грибов и интенсивность вызываемого ими разрушения древесины во многом зависят от количества и активности гидролитических и окислительных ферментов этих организмов.

Гнили классифицируют по различным признакам: по типу гниения, стадии, скорости гниения, структуре, цвету и местоположению на дереве (рис. 13).

Гифы грибов распространяются в сосудах и трахеидах. Отсюда они через поры переходят в те клетки древесины, где имеется больше всего легкорастворимых питательных веществ (паренхимные). Клеточные оболочки древесины состоят из клетчатки, или целлюлозы, и лигнина. Вследствие воздействия гиф гриба происходят различные изменения клеточных оболочек. Посредством выделяемых ферментов гифы проделывают в оболочках отверстия. Число отверстий бывает на площади 0,002 мм<sup>2</sup> до 35 штук. Дальнейшие изменения, происходящие в клеточных стенках, зависят от разнообразия ферментов (целлюлозы, лигазы и др.).

Различают два главных типа гниения — коррозионный и деструктивный. Имеется еще смешанный.

При коррозийном типе после образования в клеточных оболочках обычных отверстий образуются большие, неправильной формы дыры, и клеточные стенки затем начинают растворяться. В результате этого в древесине образуются видимые простым глазом пустоты в виде чечвиц, ямок. На определенных стадиях этого процесса в древесине появляются выцветы или белые пятна целлюлозы. При этом типе гифы гриба преимущественно используют лигнин. Древесина обычно сохраняет свою вязкость (сосновая и еловые губки, корневая губка и др.).

В метаболизме дереворазрушающих грибов большая роль принадлежит окислительным ферментам (оксидаза, тирозиназа, цитохромоксидаза, аскорбиноксидаза, каталаза, пероксидаза). Активность лакказы, тирозиназы, цитохромоксидазы, аскорбиноксидазы определяется манометрически в приборе Варбурга; активность каталазы определяется газометрическим способом, а пероксидазы калориметрически.

Разрушение лигнина осуществляется при участии специфических оксидаз, выделяемых дереворазрушающими грибами. В разрушении лигнина наибольшее значение имеет лакказа. Из окислительных ферментов, катализирующих внутриклеточный обмен, высокую активность имеет каталаза. Активность ферментов изменяется с возрастом. Наибольшее ее выделение в молодом мицелии.

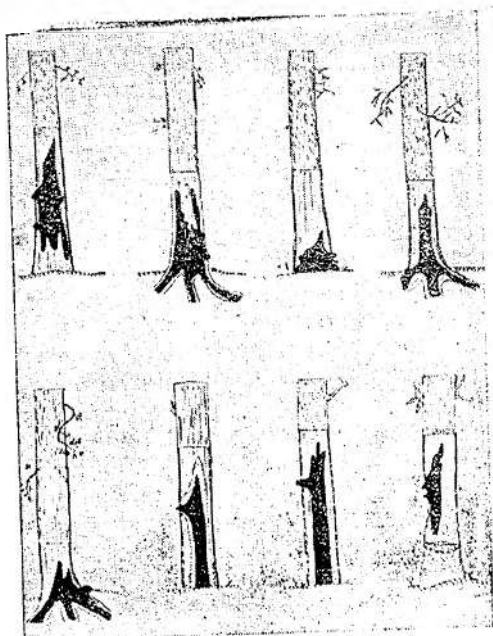


Рис. 13. Распространение гнилей:  
1 — сосновая губка; 2 — еловая губка; 3 — северный трутовик на ели; 4 — корневая губка на ели; 5 — войлочно-бурый трутовик, или трутовик Швейнитца, на сосне; 6 — осиновый трутовик; 7 — дубовый трутовик; 8 — ложный дубовый трутовик

При деструктивном процессе происходит равномерное растворение клеточных оболочек без образования в них крупных дыр и отверстий. В результате изменения объема клеточных стенок и происходящего в силу этого сжатия стенок в них появляются многочисленные трещины, которые за счет микроскопических изменений видны в древесине простым глазом. Древесина при этом распадается на отдельные призматические кусочки. Она делается трухлявой, легко растирается между пальцами в порошок. Цвет обычно темно-коричневый. Гифы гриба при этом процессе разрушают и используют преимущественно клетчатку, оставляя почти нетронутыми лигнин (серножелтый трутовик, белый домовый гриб и др.), а целлюлоза, или клетчатка, — основное строительное вещество древесины.

Окраска гнили зависит от стадии гнили и типа гниения. Она связана с действием ферментов. В конечной стадии гнилая древесина становится или светлее, или темнее окружающей ее здоровой древесины. В зависимости от этого различают гнили: белые (светло-желтая, полосатая, или мраморная); бурые (темно-коричневая, бурая, красная). Цвет гнилей может быть или однородным или же на основном фоне образуются светлые пятна и полосы целлюлозы. Тогда гниль называется пестрой.

Характерной особенностью грибной гнили является присутствие в древесине мицелиальных пленок, а в некоторых случаях особых темных линий, известных под названием «черных линий» — место скопления особого красящего вещества и темноокрашенных гиф гриба. Кроме того, в гнилой древесине между здоровой и загнившей частями иногда образуется более или менее широкая темная зона, называемая раневым ядром. Здесь имеются гифы гриба.

*Структура гнили.* Наряду с изменением цвета в гниющей древесине происходит и изменение структуры. Структура — показатель степени нарушения анатомических особенностей и физико-механических свойств древесины в зависимости от типа гниения.

Деструктивный тип гниения характеризуется призматической, кубической или порошкообразной (пылевой) структурой гнили; коррозионный — ямчатой (ямки) и ямчато-волокнистой, а смешанный тип — слоистой (пластинчатой) и слоисто-волокнистой. При этом гнилая древесина легко разделяется на тонкие пластинки.

Особенностью гнилой древесины, связанной с изменением ее структуры, является способность в одних условиях поглощать воду в большем количестве, чем здоровая.

Стадия гниения свидетельствует о степени разрушения древесины в процессе гниения. Каждая стадия характеризует-

ся определенными изменениями окраски и структуры поражения древесины. Различают I, или начальную, стадию, II стадию, III, конечную, и IV стадии — образование дупла — признак прекращения процесса гниения древесины и начала ее механического распада естественным путем или при участии животных и человека.

**Скорость гниения.** Различают медленное, быстрое и очень быстрое гниение древесины. Скорость распространения гнили и быстрота гниения зависят от биологических особенностей гриба—возбудителя гнили и условий его развития, от свойств живого дерева, от физического состояния и технических качеств древесины, от режима хранения. Этот признак имеет большое практическое значение. Независимо от быстроты гниения древесины распространение гнили в пределах дерева может быть как медленным, так и быстрым. Например, желто-бурая гниль клена характеризуется быстрым распространением по стволу, несмотря на относительно медленное гниение древесины. Пестрая гниль ели быстро распространяется по стволу, и древесина быстро гниет. У дуба же пестрая гниль медленно распространяется по стволу, но быстро гниет древесина.

По местоположению в дереве гнили различают:

*центральные, или сердцевинные*, они обычно не вызывают резкого ослабления жизнеспособности дерева (короеды не заселяют), но товарность снижается;

*смешанные* затрагивают камбий и заболонь, снижают устойчивость деревьев против действия сильного ветра (бурелом), товарность снижается;

*периферические* распространяются в заболони и вызывают отмирание камбия, обычно гниль не распространяется выше комля;

*вершинные* мало влияют на жизнеспособность дерева и на товарность, так как вершины обычно отрезаются;

*стволовые* мало влияют на жизнеспособность дерева, но могут резко снизить его товарную ценность;

*комлевые* весьма опасны для дерева, они могут быть периферическими, центральными, но распространяться в корни, товарность не снижается;

*корневые* поражают корневые системы, обеспечивающие снабжение дерева водой, питательными веществами, а также являющиеся его опорой. Развитие указанных гнилей вызывает усыхание дерева, бурелом или ветровал, товарность снижается слабо.

При диагностике гнилей возможны три случая:

- 1) на дереве имеются плодовые тела возбудителя гнили;
- 2) имеется лишь гниль, доступная обозрению;
- 3) явных признаков гнили нет.



## ВЛИЯНИЕ ГНИЛИ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ

Начальная стадия загнивания древесины вызывает лишь изменение цвета и почти не отражается на физико-механических свойствах древесины, за исключением сопротивления ударному изгибу. Однако дальнейшее развитие гнили, переход ее во вторую и тем более конечную стадию вызывает уже настолько сильное снижение механических свойств, что говорить о применении такой древесины в качестве деловой не приходится.

В результате деятельности турангилового, гребенщикowego трутовиков и гриба *Chaetoporus ambiguus* древесина туранги, гребенщика и джиды сильно разрушается, при этом ее объемный вес (табл. 1) уменьшается в 2,0—3,7 раза, а твердость — в 26—41 раз (Синадский, 1956).

Таблица 1

Физико-механические свойства древесины

Порода	Название гриба	Объемный вес древесины, г/см <sup>3</sup>			Твердость древесины в торцовой плоскости, кг/см <sup>2</sup>		
		здоровой	гнилой стадия		здоровой	гнилой стадия	
			начальная	конечная		начальная	конечная
Туранга сизая	турангиловый трутовик	0,48	0,37	0,21	274	229	8,3
Джида	<i>Ch. ambiguus</i>	0,67	0,48	0,18	602	461	14,7
Гребенщик	гребенщиковой трутовик	0,88	0,42	0,28	424	211	14,3

Здоровая древесина сортамента может быть использована в качестве деловой лишь после удаления гнилой части вместе с непосредственно прилегающей к ней на вид здоровой древесиной. Необходимость удаления части здоровой древесины вызывается тем, что вокруг мест с явным признаком загнивания древесины может быть зона скрытого поражения (раневая зона).

Водопоглощение гнилой древесины сильно повышается. При высыхании гнилая древесина коробится сильнее здоро-

вой. Теплотворная способность всегда меньше здоровой, что объясняется значительным уменьшением объемного веса гнилой древесины

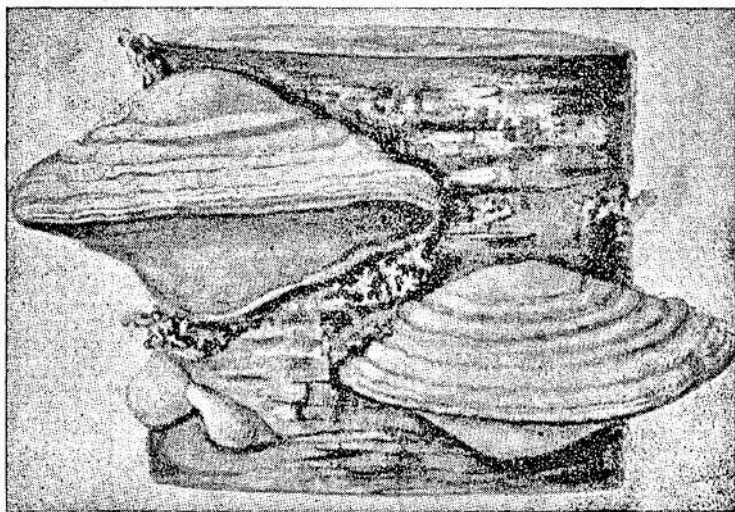
## ГНИЛИ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

**Настоящий трутовик** *Fomes fomentarius*. Плодовые тела многолетние, размером 10—30 (10—20), 5—15 см, колытообразные, с широким основанием, сверху серые, с концентрическими бороздками. Ткань замшевидная, мягкопробковая, ржаво-коричневая. Трубочки до 1 см длины в каждом слое, с мелкими, округлыми, сероватыми вначале, а затем коричневыми отверстиями. Прикрепляется к субстрату плодовое тело только верхней частью. Споры бесцветные, удлиненно-овальные (рис. 14).

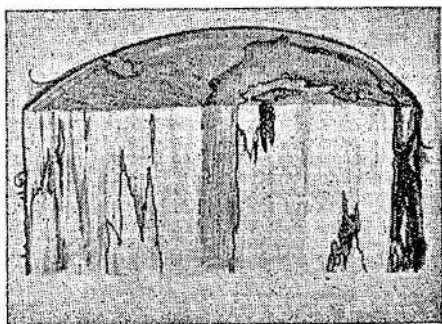
Гриб вызывает смешанную, светло-желтую гниль с многочисленными черными черточками и линиями, отделяющими части здоровой древесины от разрушенной («мраморная гниль»). В гнилой древесине обычно встречаются толстые пленки мицелия. В последней стадии гниения древесина становится ломкой и в конце концов распадается по годичным слоям на пластинки. Заражение происходит через обломы сучков (рис. 15).

В березовых насаждениях обычен на пнях, отмерших деревьях, реже на живых и ослабленных. Чаше развивается на березе как полупаразит. Встречается повсеместно.

**Трутовик Швейница**, или войлочно-бурый, *Phaeolus schweinitzii*. Плодовые тела однолетние, в виде шляпки, сидящей на клубневидной ножке. Шляпки плоские, 4—20—30 см диаметром и 1—3,5 см толщиной, воронковидной формы, округлые, сидячие или с зачаточной ножкой. Сверху вначале щетинисто-войлочные, в дальнейшем слегка бороздчатые, голые, от желто-ржавого до темно-бурого цвета. Ткань мягкая, губчатая, с возрастом твердеющая, желто-коричневого цвета. Гименофор трубчатый. Трубочки короткие (до 5 мм) с большими угловатыми порами, переходящими в зубчатые пластинки. Споры гладкие, бесцветные, яйцевидные. Плодовые тела обычно растут у корней, реже в нижней части стволов и пней. Заражение растущих деревьев происходит через корни спорамии и мицелием гриба. Гниль центральная, бурая, заходит в ствол на 1,0—1,5 м (рис. 13, б). В гнилой древесине масса трещин с белыми пленками мицелия. Гниение активное. Гриб обычен на хвойных и изредка на березе, дубе, лещине, сливе и др. Вследствие поражения корней деревья усыхают и подвержены ветровальности. Встречается повсеместно в хвойных старовозрастных, запущенных насаждениях европейской части СССР.



*Рис. 14.* Плодовое тело настоящего  
трутовика (по Вакину, 1970)



*Рис. 15.* Гниль березы, вызванная на-  
стоящим трутови́ком (по Вакину,  
1970)

**Чага** *Inonotus obliquus*. На стволах берез, а реже на ивах, ольхе, вязе, буке, рябине, кленах и других породах встречаются большие черные наросты наподобие полушаровидных желваков с неровной поверхностью и неправильными очертаниями. Эти образования представляют собой клубеньковые плодовые тела. В различных местностях их называют рак, чульча, кяр, цырь, черный березовый гриб, но чаще чага. Эти наросты размером 25—50 см в поперечнике, весят от 2 до 16 кг. Обычно встречаются в средней и нижней частях стволов, на растущих, ослабленных и усыхающих, но жизнеспособных деревьях, диаметром не менее 12 см, иногда на корнях I и II порядков. Рост чаги при благоприятных условиях может продолжаться до 10—15 лет и более. Наружная поверхность черная, иногда слегка лакированная (толщиной 1—3 см). По направлению к стволу дерева внутренняя ткань темно-коричневая, деревянистая. Она пронизана сетью желтых прожилков. При рассмотрении под микроскопом видно, что она состоит из бурых толстостенных гиф толщиной 4—10 мк.

В большинстве случаев встречаются одиночные наросты, но иногда они тянутся по стволу непрерывной полосой до 1,5 м длиной. На стволе березы в парке дома отдыха «Березки» (издательства «Молодая гвардия») диаметром 22 см и высотой 17 м имелось 12 плодовых тел, причем пять находились в зоне 0—6 м.

В парке подмосковного санатория «Михайловское» в насаждении 4С4Лп1Б1Е единично встречаются березы с чагой и капками. На стволе березы диаметром 38 см имелись 22 плодовых тела. Самое большое имело размеры 25—18 см.

Плодовые тела расположены преимущественно (до 70%) в нижней части ствола (до кроны). Встречаются они и на обрубленных сучьях. Обычно чага встречается на деревьях без диаметром более 10 см.

Чага представляет собой плотное сплетение мицелия. Долгое время многими микологами чага считалась бесплодной (стерильной) формой трутового гриба *Fomes (Phellinus) igniarius* и называлась *F. igniarius f. sterillis*. Но клубеньковое плодовое тело не является бесплодным, так как оно продуцирует органы размножения — хламидоспоры. Заражение грибом обычно происходит с помощью спор через морозобойные трещины, раны, обломанные сучья и другие механические повреждения. Грибница по мере развития проникает в древесину и разрастается от центра к периферии. В зависимости от места заражения гниль распространяется в различных частях ствола. При помощи выделяемых ферментов гифы растворяют содержимое клеток древесины, главным образом межклеточное вещество, стенки клеток и употребляют их на свое пита-



Рис. 16. Чага на стволе березы и гниль, вызванная этим грибом (по Слепяну, 1961)

ние. С биохимической точки зрения при разрушении древесины чагой более потребляется лигнин, чем целлюлозы.

Гниль, вызываемая чагой, очень сходная с гнилью гриба *F. igniarius* и отличается лишь меньшим количеством черных контурных линий, представляющих собой скопление красящих веществ и гиф гриба. При гниении древесина вначале желтеет, затем становится бледно-бурой, а в конце обычно бывает светлее цвета нормальной древесины. Вокруг гнилой части всегда образуется широкое раневое ядро серовато-коричне-

вого цвета. Гниль чаги центральная, пластинчатая, белая, со светло-желтыми пятнами (рис. 16, 17).

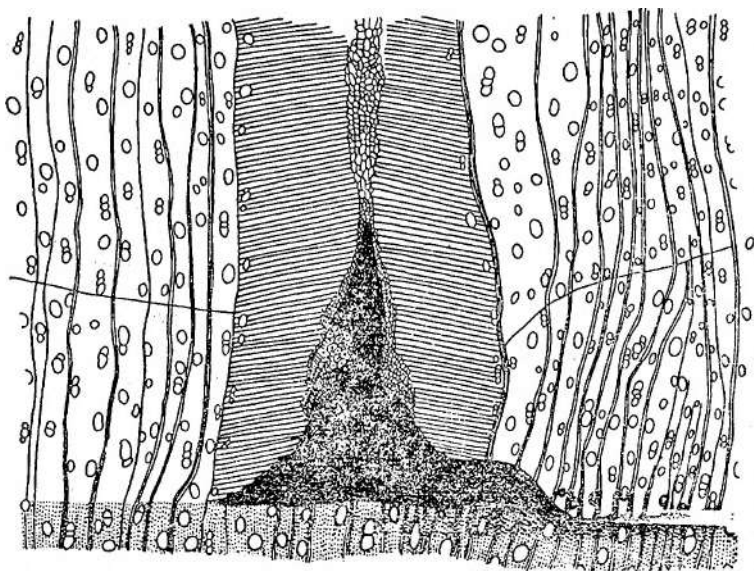


Рис. 17. Схема поперечного разреза древесины березы бородавчатой, пораженной чагой, прорастающей в сторону перидермы (по Слепяну, 1961)

Сходное с чагой развитие в чистых культурах дает гриб *Poria ferruginosa* (Катаевская, 1928). В природе плодоношения гриба (не хламидоспоры) обычно развиваются на уже отмерших деревьях, где образуются распростертые плодовые тела, типичные для р. *Inopolus*. Они твердопробковые, при высыхании ломкие, часто выступают из прорванной коры.

В лесах Сибири, Урала, Вологодской, Архангельской, Кировской, Пермской областей, Коми АССР чага массового распространения не имеет.

В таежной зоне Западной и Восточной Сибири большие запасы чаги имеются в насаждениях с преобладанием березы, а также в пихтово-кедрово-еловых лесах с примесью березы. На 1 га леса запас чаги (как ценного лекарственного сырья) составляет ориентировочно 0,5—1,0 кг (Конев, 1968).

Интересно отметить в экологии чаги и то, что при подъеме в горы (Саяны) количество деревьев, пораженных чагой, увеличивается. При обследовании насаждений Щелковского учебно-опытного лесхоза Московской области автором отмечена единичная зараженность берез чагой. Наибольшая зараженность наблюдалась в чистых березовых насаждениях. Развитию чаги благоприятствует однородность, одноярусность насаждений и их слабая сомкнутость (табл. 2).

Таблица 2

Процентное соотношение гнили и здоровой древесины березы

Состояние дерева	Возраст, годы	Высота, м	Диаметр, см	Распространение гнили по стволу, м	Процент гнили к объему ствола
Ослабленное	55	20,5	30	0,0—10,9	22,3
Усыхающее	34	16,4	21	1,2—6,0	12,1

Гнилью чаги поражается значительное количество древесины, которая полностью теряет свои физико-механические свойства. И. А. Алексеев (1961) отмечает, что на сломанном дереве ольхи чага находилась на высоте 7 м, гниль по длине распространялась на 5,5 м, объем гнили составил 0,11 м<sup>3</sup>.

По сообщению Л. Харочи и З. Игманди (1957), в Венгрии грибом *X. obliquus* поражается 12 древесных пород: береза бородавчатая, бук, конский каштан, платан, осина, белый тополь, дуб, ясень и др. Ими же указывается, что в одном из искусственно заложенных насаждений ясеня высокого (с. Икервар) зараженность грибом составляла 20—25%, а количество стволов дуба чернильного, пораженного грибом в гослесхозе города Дьер, достигало 44,4%, причем более чем

на 10% стволов наблюдалось свыше двух наростов (клубеньковые тела). Потеря деловой древесины от гриба *X. obliquus* может достигать 10%.

**Серножелтый трутовик** *Laetiporus sulphureus*. Плодовые тела однолетние, образуются большими группами из мясистого основания в виде черепитчатых или веерообразных шляпок (рис. 18). Сверху шляпки серножелтого цвета, обычно плоские, мягкие, ломкие. Высохшие шляпки белеют. Ткань светло-желтоватая или белая. Трубочки короткие, серожелтые. Споры округлые. Поры 0,3—0,8 мм в диаметре, угловатые, одного цвета с трубочками. В молодом возрасте плодовые тела съедобны. Появляются они иногда в мае.



Рис. 18. Плодовое тело серножелтого трутовика на дубе («Красный лес» Краснодарского края). Фото автора

Гниль — центральная, в начале светло-бурая, в дальнейшем бурая. В конечной стадии в коричневатой древесине появляются трещины с расположенными в них беловатыми пленками мицелия. Тип гниения деструктивный.

Гриб широко распространен в СССР. Обычен на дубе, иве, лещине, лохе, реже на березах. Является паразитом. Заражение происходит через отмершие ветви, поранения стволов.

**Березовая губка, трутовик березовый** *Piptoporus betulinus*. Плодовые тела однолетние подушко- или почковидные, сверху выпуклые, с тупым закругленным краем. Прикрепляются к субстрату боком или имеют боковую, очень короткую ножку. Верхняя поверхность шляпки желтовато-коричневая или серая, гладкая, с тонкой кожицей.

Ткань белая, пробковая. Гименофор трубчатый, который развивается медленно. Трубочки короткие, беловато-желтоватые, поры мелкие, неровные. Споры цилиндрические, согнутые.

Поражает только березу, преимущественно пни, влажную древесину. Встречается и на живых деревьях. Обычен в березняках, пройденных пожаром. Заражение происходит через обломанные сучья и всевозможные поранения. Гниль деструктивная, смешанная, желтовато-бурая с коричневыми тонкими линиями. Очень быстро распространяется от периферии ствола к центру. В гнилой древесине появляются трещины. Гриб весьма активно разрушает древесину.

Распространен довольно широко в умеренной зоне северного полушария. В СССР является обычным трутовиком.

**Чешуйчатый трутовик** *Polyporus squamosus*. Плодовое тело однолетнее, в виде округлой шляпки (диаметром 8—40 и 2—6 см толщины) на боковой центральной ножке, темно-бархатистой у основания. Съедобен. Верхняя поверхность шляпки желтоватая с коричневыми чешуйками, расположенными концентрическими рядами. Ножка цилиндрическая, прямая или согнутая, толстая, мясистая, длиной 2—8 см. Ткань плодового тела белая, впоследствии желтеющая, пробковой консистенции. Вначале ткань мясистая. Гименофор трубчатый. Трубочки короткие, нисходящие по ножке, с большими угловатыми отверстиями. Споры бесцветные, веретенообразные. Прорастающие споры проникают в древесину через поранения. Гриб вызывает белую центральную гниль. Это типичный раневый паразит.

В конечной стадии гниения древесина растрескивается узкими продолговатыми трещинами, в которых скапливается белый мицелий.

Трутовик встречается единично на живых, усохших стволах и пнях берез, дуба, ореха, тополя, бука, клена и других породах. Распространен в СССР повсеместно в европейской части, на Кавказе, в Сибири и Средней Азии.

**Ложный трутовик** *Phellinus igniarius*. Гриб поражает живые деревья. Иногда встречается на отмирающих стволах и пнях многих лиственных пород. Обычно поражает деревья с сухобочинами, морозобойными трещинами и раковыми язвами.

Плодовые тела образуются в углублениях стволов, на отмершей коре. Шляпки многолетние, деревянистые, вначале



бугорчато-шаровидные, затем копытообразные, сидячие, реже консолевидные или присомкнуто-плоские. Трама ржаво-коричневая, твердая. Поверхность рыжеватая или коричневая, с бледно-серым пушком, с возрастом с концентрически бороздчатой коркой. Край притупленный или округлый, пушистый, кустистый, от ржавого до серого цвета. Плодовые тела располагаются по одной вертикали, группами 3—7, иногда до 15 штук. Встречаются плодовые тела распростертой формы. Гниль ложного трутовика разрушает центральные и периферические годовичные слои вплоть до коры. Гниль белая, полосатая. Гнилая древесина от здоровой отделяется раневой зоной в виде темно-бурого кольца, вокруг которого располагается зеленовато-красноватая зона. В гнилой части образуются рыхлые скопления рыжеватого мицелия. Гниль ложного трутовика в противоположность осиновому трутовику характеризуется отсутствием запаха метилсалицилата и светлым цветом свежего среза раневого ядра. Через сутки оно темнеет.

Гниль сосредоточивается главным образом в средней части ствола. Потери деловой древесины иногда составляют 70—100%. Осинники заражаются грибом в молодом возрасте: к VII—IX классам возраста зараженность достигает 60—70%. Заражение происходит через раны, обломки сучков, повреждения коры, корневые отпрыски, от зараженных пней.

**Осиновый трутовик *Phellinus tremulae*.** Этот гриб выделен в самостоятельный вид Н. Н. Борисовым и А. С. Бондарцевым на основании детального изучения споруляции и биометрического изучения спор. Он обладает высокой специализацией. Его плодовые тела встречаются исключительно на осине.

Гриб обладает большой степенью паразитизма и может продолжать разрушительную деятельность после отмирания осины. Является весьма агрессивным в условиях культуры и антагонистом ложного трутовика (Кочановский, Михалевич, 1972).

Плодовые тела приурочены к отмершим ветвям. Шляпки пробково-деревянистые, полукопытообразные с широким основанием. Верхняя поверхность имеет тонкие радиальные трещины и малые концентрические борозды. У основания поверхность черная. Характерная особенность плодовых тел — их распростертость или полураспростертость, особенно на ветвях.

Гниль сердцевинная имеет три зоны: центральную, светло-желто-коричневого или беловатого оттенка (разрушенная древесина); темно-коричневое кольцо шириной 2—4 мм и сильно увлажненная коричневая зона. На старых срезах цвет этой зоны не изменяется. Характерной особенностью гнили

осинового трутовика является запах метилсалицилата. С отмиранием мицелия этот запах пропадает. Встречается на одних деревьях осин вместе с ложным трутовиком (рис. 13, е).

### ГНИЛИ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Сосновая губка *Phellinus pini*. Гниль пестро-красная. Плодовые тела толстые копытообразные, желвакообразные или плоские, достигающие 50-летнего возраста. Поверхность плодовых тел темно-бурая, неровная, с концентрическими бороздками и многочисленными радиальными трещинами. Ткань желто-коричневая, деревянистая. Гименофор с большими угловатыми и дедалевидными порами.

Стволы заражаются спорами через места облома сучьев в осенний период. Зараженная древесина в начальной стадии красновато-бурая, в дальнейшем пестрая с ямчатой структурой и белыми выцветами целлюлозы. Гриб разрушает ядровую часть ствола, которая содержит наименьшее количество смолы. Гниль идет 2—10 м по стволу (рис. 13, а).

Развитие гнили в стволе снижает выход деловой древесины на 20—40%. Гниль почти не оказывает влияния на внешний вид дерева и его прирост. Болезнь свойственна соснякам спелого и перестойного возраста.

В СССР гриб встречается повсеместно на сосне обыкновенной, сибирском кедре, лиственнице.

Еловая губка *Phellinus pini* var. *abietis*. В отличие от сосновой губки плодовые тела ее более тонкие и плоские, с заостренным краем, полураспростертые и распростертые. Образуются на сучьях, обволакивая их с нижней стороны. Гименофор с крупными извилистыми дедалевидными порами, покрытыми сероватым налетом (рис. 19).

Гниль центральная, в начальной стадии древесина приобретает светло-пурпурную, а затем красновато-коричневую окраску. Гниль развивается быстро и в последних стадиях становится типично коррозионной, пестрой, с ярко выраженными пустотами и белыми пятнами целлюлозы (рис. 13, б).

Губкой заражаются деревья ели не моложе 40 лет,



Рис. 19. Плодовое тело еловой губки (по Orlos, 1955)

с возрастом зараженность увеличивается. Наиболее сильно поражаются насаждения ели саянокой и тьяншаньской (более 20%).

Гниль распространяется в средней и нижней частях ствола, иногда захватывая до 50% объема ствола. Поэтому пораженные деревья идут целиком на дрова. Пораженная древесина отделяется от здоровой части заболони буроватым или сероватым кольцом. На последних стадиях разрушения она расщепляется на волокна.

**Красноокаймленный трутовик *Fomitopsis pinicola*.** Плодовые тела гриба многолетние, копытообразные, подушковидные или плоские разной величины, иногда достигающие нескольких десятков сантиметров в диаметре. Поверхность молодых плодовых тел желтовато-красноватая или цвета охры. Впоследствии она становится красновато-бурой или почти черной, с хорошо выраженной слегка глянцево-корой. Край плодового тела обычно окаймлен желтоватой, ярко-красной или темно-вишневой полоской. Гименофор желтовато-белый, трубчатый, с довольно крупными округлыми порами. Ткань плодового тела светло-желтая, пробково-деревянистая.

Чаще всего трутовик поселяется на пнях, сухостое, валеже и лесоматериалах хвойных пород. Изредка встречается на живых деревьях (при механических поранениях).

В начальной стадии древесина ели и сосны желтовато-бурая, с шелковистым блеском. Затем в ней появляются белые полосы и штрихи, обусловленные скоплением в клетках древесины белых гиф гриба. В последней стадии древесина приобретает более темную окраску, образуются трещины; заполненные белыми пленками мицелия гриба. Гниль относится к типу смешанных. На большие расстояния не распространяется.

**Корневая губка *Fomitopsis annosa*** имеет ряд морфологических форм: *F. a. incrustans*; *f. macraulos*; *f. multistriata*. Но все они идентичны по своему воздействию на растения и не обладают ясно выраженной приуроченностью к определенным древесным породам. Корневой губкой поражаются: сосна, ель, пихта, лиственница, кедр, можжевельник и др. Всего 25 пород.

Плодовые тела появляются на корнях лишь при наличии хорошо развитой гнили, высокой влажности субстрата, доступе воздуха и рассеянного света. Рост их в природе начинается с июня и идет до заморозков. Скорость роста достигает до 3—4 мм в сутки. Верхняя поверхность плодового тела имеет тонкую покровную корку (0,1—0,2 мм) светло-коричневого, темно-бурого цвета. Гименофор молочно-белого цвета. Слои трубочек нарастают ежегодно на 3—7 мм. По мере роста спороносным является лишь нижний слой трубочек. В пло-

довом теле площадью 100 см<sup>2</sup> содержится до 18—20 млн. спор. В течение вегетационного периода среднее по размерам плодовое тело гриба продуцирует свыше 2 млрд. спор.

Плодовые тела корневой губки характеризуются высокой энергией дыхания и активностью окислительных ферментов. Это связано с потребностью большого количества питательных веществ при образовании и рассеивании спор.

Корневая губка распространяется как вегетативным путем — по корням деревьев, так и с помощью спор. Оптимальный pH 4,0. Оптимальная температура для роста мицелия 22—24°, а спор 28—30°. Мицелий способен переносить температуру до -30°. Температура +43° оказывает летальное действие на грибницу.

Гриб вызывает интенсивное усыхание сосны в разных географических зонах. Площади очагов губки в елово-пихтовых и сосновых древостоях составляют десятки тысяч гектаров. Зараженность достигает 25—40% и больше.

Вызываемое грибом заболевание деревьев носит очаговый характер. Возникновение и прогрессирующее развитие очагов обуславливается благоприятно складывающимися для жизнедеятельности гриба лесорастительными условиями (наличие толстого слоя неразложившейся подстилки, соприкосновение и срастание корневых систем различных деревьев, достаточная влажность, затененность и др.). Наиболее сильно куртинный характер заболевания выражен у пораженных грибом сосняков, в молодых культурах лиственницы, у можжевельника, т. е. у пород острой формой болезни. Для ели, пихты, кедра характерна хроническая форма заболевания, при которой процесс болезни продолжается в течение ряда десятилетий. Особенно сильная активизация корневой губки наблюдается после засушливых лет, которые вызывают резкое снижение прироста и ослабление древостоев.

Гриб поражает возобновление и перестойные деревья. Процесс заболевания и отмирания наиболее интенсивно протекает у молодых сосен. Зараженность ели и пихты с возрастом постепенно увеличивается. Отмирание обычно происходит в спелом и перестойном возрасте в результате ветровалов и буреломов, из-за сильного развития сердцевинной гнили в корнях и нижней части ствола.

В культурах, созданных на старопашнях, болезнь развивается интенсивнее, чем на лесных почвах. Большой устойчивостью отличаются насаждения, созданные при редкой посадке (деревья в аллейных посадках вдоль дороги).

Важнейшим условием, способствующим распространению гриба, является полнота древостоев. С увеличением полноты, особенно свыше 0,8, зараженность деревьев резко возрастает — до 14—20% и выше.

Распространение гриба в сильной степени зависит от условий местопроизрастания и типов леса. Наиболее сильно заражение сосняков приурочено к типам леса свежая суборь и свежая судубрава. Елово-пихтовые древостой более всего заражены в свежей рамени — до 58% (рис. 20). Наибольшая зараженность лиственницы имеет место в свежем типе — долинный лиственничник, а кедра — на богатых и хорошо дренированных почвах (майниково-кисличный). В кедровниках на заболоченных, торфянистых или высокогорных почвах со слабовыраженными почвообразовательными процессами зараженность единична.

В последние годы в Швеции уделяется большое внимание исследованиям развития корневой губки в результате механи-



*Рис. 20.* Очаг корневой губки в елово-пихтовых насаждениях Пермской области (Западный Урал). Фото автора

ческих повреждений (трактора, тягачи) при рубках ухода. По данным Нилссона и Хиппеля (1969), это заболевание наиболее сильно развивается при механических повреждениях в радиусе до 50 см от ствола (50—100% случаев заражения).

Повреждение корней на расстоянии 50—100 см от ствола вызывает 10—25% случаев заболевания, а на расстоянии более 1 м — 0—5,0%.

Распространение корневой губки можно уменьшить, по возможности избегая наносить повреждения корням вблизи ствола. С экономической точки зрения повреждение корней на расстоянии 0,7—1,0 м от ствола не имеет существенного значения.

У сосны гриб поражает корневую систему и комлевую часть дерева. Столь ограниченная локализация гнили у сосны обусловлена тем, что клетки ядра, заболони, а также луба и камбия подвергаются гниению в одинаковой степени активно. Это позволяет мицелию быстро распространяться во всех направлениях и поражать живые части дерева, вызывая его ослабление. У деревьев, находящихся на грани отмирания, наступает резкое уменьшение всасывания воды из-за поражения корневой системы и снижения влажности клеток и тканей. Это приводит к созданию неблагоприятных условий для дальнейшей активности жизнедеятельности гриба. Рост и распространение его постепенно замедляются, а со временем и вовсе прекращаются. Гниль успевает проникнуть вверх по стволу до момента усыхания сосны на расстояние, равное примерно двум диаметрам ствола, измеренным у шейки корня. У ели через 10 лет после повреждения дерева гниль распространяется на высоту 2—3 м, а через 33 года — более 5 м.

У ели и пихты гриб вызывает сердцевинную гниль корней и нижней части ствола, протяженность которой с увеличением возраста возрастает, а с ухудшением условий их произрастания резко снижается. Если в IV классе длина гнили ели равна 3,8 м, то в V—VI — 5,5 м — это для типа свежая рамень. В ельнике пойменном протяженность гнили менее в 2,4—2,7 раза. Последнее связано с тем, что данные условия мало благоприятны для развития гриба (рис. 13, г).

У лиственницы и кедра гниль идет по сердцевине ствола соответственно до 2,8 и 4,3 м в лучших свежих типах леса.

У можжевельника гриб поражает только самую периферическую часть ствола и корней, главным образом луб, камбий и кору. Гниение луба и коры протекает очень активно, в результате чего через 2—3 года наступает отмирание дерева. Высота проникновения гнили из корней вверх по столу к моменту усыхания пораженного грибом можжевельника равна примерно 3—4 диаметра, измеренным у шейки корня.

Корневая губка относится к лигниноразрушающим грибам и характеризуется высокой активностью лакказы, которая принимает участие в разложении лигнинового комплекса.

Гниль древесины ствола и корней гриба относится к коррозийному типу гниения, причем характер гнилостного разложения зависит от породы дерева.

Сосна на внедрение паразита (гиф) реагирует обильным выделением смолы, в результате чего пораженный участок древесины пропитывается смолой. Гниение древесины проходит 4 стадии. Первая характеризуется частичным засмолением древесины летних слоев годовичных колец. На второй стадии наступает полное засмоление древесины, она становится прозрачной в проходящем свете и приобретает оранжевую окраску. На третьей стадии засмоленность исчезает, древесина приобретает коричневую окраску, появляются белые пятна целлюлозы. Четвертая стадия характеризуется образованием мелких пустот и отверстий, древесина становится волокнистой с повышенной влажностью и гнилым запахом.

У ели типичный внешний признак первой стадии гниения — светло-фиолетовая окраска, на второй стадии древесина приобретает кирпично-коричневый цвет, на третьей — появляются белые продольные пятна целлюлозы и черные точки — скопление гиф гриба, окрашенных в темно-бурый цвет. На четвертой стадии возникают пустоты и мелкие ячейки.

У пихты древесина на первой стадии приобретает интенсивно-желтый цвет, на второй — приобретает стекловидную консистенцию, на третьей — принимает светло-коричневую окраску, появляются белые выцветы целлюлозы и темные точки гиф.

У лиственницы древесина на первой стадии приобретает светло-красный цвет, а у кедра наблюдается равномерное розовое окрашивание древесины.

Древесина можжевельника почти не подвергается гнилоственному разложению от губки и приобретает лишь слабое побурение в наружных слоях заболони.

Скорость распространения гнили: сосна — 8 см в год; ель — 48, пихта — 57 и лиственница — 33 см. Гниль распространяется от места заражения вверх быстрее, чем вниз по стволу или корням.

Поражение и прогрессирующее отмирание корневой системы у деревьев с корневой губкой приводит к значительным нарушениям в водном режиме больных деревьев. Так, с увеличением ослабленности дерева содержание сока в лубе снижается в 3 раза, снижается влажность хвои и древесины.

На пораженных губкой корнях сосен наблюдается значительное увеличение и изменение состава скипидара (более 150 раз). Если в корнях здоровых деревьев содержание скипидара 0,06%, то в древесине корней I стадии гнили 9,4% (Федоров, 1972).

Сопротивление прохождению электрического тока по мере ослабления деревьев увеличивается (на 40%, прибор мегомметр).

Процесс заболевания, вызываемый корневой губкой, сопровождается определенными нарушениями в газовом обмене (дыхание и фотосинтетическая активность) больного растения, ведет к уменьшению активности окислительных ферментов (каталазы, пероксидазы и др.) и характеризуется резким снижением содержания хлорофилла.

Корневая губка способна развиваться не только на живых деревьях, но и на мертвом отпаде, что позволяет грибу длительное время сохранять свою жизнеспособность.

Почва в зараженных участках является источником инфекции этого гриба.

Носители инфекции — нераскорчеванные пни в пораженных грибом насаждениях. Наличие контактов инфицированных корней со здоровыми позволяет грибу переходить на здоровые корни и вызывать их загнивание. На полусгнивших корнях возникают плодовые тела и образуются конидии. Конидиоспоры образуются главным образом на пораженной древесине.

В распространении гриба, особенно в условиях достаточной увлажненности, существенная роль принадлежит базидиоспорам, разносимым ветром, землеройными животными и насекомыми.

В 1973 г. вышла в свет монография С. Ф. Негруцкого «Корневая губка», которая явилась обобщением многолетних исследований этого опаснейшего заболевания хвойных пород.

**Меры борьбы.** 1. Окапывание очагов гриба (как ранее рекомендовалось) не локализует гриб без вырубki внутри очага деревьев. Необходимо совместить окапывание с вырубкой всех деревьев, находящихся на пространстве, окруженном канавой.

2. Интенсивные санрубки позволяют выбирать древесину растущих деревьев, не потерявшую своих технических качеств. Вырубку надо проводить с учетом полноты насаждения. В высокополнотных насаждениях интенсивность рубок должна составлять из расчета снижения запаса на 20—30%. При большой зараженности рекомендуется проводить сплошные лесовосстановительные рубки.

С профилактической целью вокруг очагов гриба на расстоянии 6—10 м следует выбирать все растущие деревья. Раскорчеванные пни и заготовленную древесину вывозить из леса сразу. В насаждениях со средней степенью зараженности проводят только выборочные санрубки, убирая сухостой.



3. Нераскорчеванные пни вблизи очагов усыхания необходимо обрабатывать антисептиками (обмазка нефтью с креозотом 4:1). При проведении прореживания в ельниках (окоп еще нет) пни надо обработать креозотом.

4. На участках после вырубок зараженных деревьев необходимо создавать насаждения только лиственных почвоулучшающих, таннидоносных пород (березы, дуба, липы, тополя и др.), обладающих и некоторой устойчивостью к корневой губке.

5. При создании лесных культур на старых пахотных почвах и пустырях начинать надо с лиственных пород, включая в дальнейшем хвойные до 20%. Междурядья делать шириной 1,5—2,5 м.

6. Метод сгребания и ворошения подстилки следует использовать как профилактическую меру борьбы с грибом.

7. В борьбе с энтомо вредителями очаги корневой губки обрабатывать 6—10%-ной эмульсией ГХЦГ или заменяющими его препаратами.

8. Резко выраженный антагонизм к корневой губке со стороны грибов *Trichoderma lignorum* и *Peniophora gigantea* открывает перспективу разработки биометода в борьбе с паразитом. Так, обработка пней свежесрубленных здоровых деревьев препаратом триходермин-3 или суспензией спор *Peniophora gigantea* в значительной степени предотвращает их заражение корневой губкой.

С. Ф. Негруцким (1962) отмечается угнетение роста мицелия гриба корневой губки при внесении в питательную среду пенициллина, стрептомицина, тетрациклина. Н. И. Федоров (1969) считает наиболее эффективным тетрациклин. При его содержании в среде 6250 единиц рост корневой губки полностью подавляется. Сильное действие на корневую губку оказывает 2%-ный раствор грамицидина.

По указанию С. Ф. Негруцкого (1973) в настоящее время нет одной особо радикальной меры борьбы с корневой губкой, и успех борьбы зависит от своевременности и правильности применения системы мероприятий. Здесь необходим творческий подход с глубоким анализом почвенно-экологических условий, возраста насаждений, степени поражения грибом и других факторов.

В качестве диагностических признаков заболевания следует использовать внешнепатографические признаки, характеризующие состояние больного дерева. Начальную фазу заболевания отражают показатели: количество сока в лубе (пресс Положенцева), влажность древесины (мегомметр), содержание сахаров в соке и содержание крахмала в заболони (рефрактометр), количество, густота и коэффициент преломления живицы (насечки).

**Опенок** *Armillaria mellea*. Это шляпочный гриб. Шляпка мясистая, вначале выпуклая, затем плоская, желтая, желто-бурая с желтоватыми или буроватыми чешуйками. Ножка плотная, центральная, в верхней половине с беловатым пушистым тонкокожистым кольцом. Пластинки белые, впоследствии коричнево-красные. Ложный опенок отличается от осеннего или настоящего зеленовато-желтой или серножелтой с красноватой серединой шляпкой, зеленоватыми пластинками, становящимися позднее черными с горьким вкусом. Настоящий опенок от других отличается сухой неяркой шляпкой, кольцом на ножке и белыми спорами.

Кроме плодовых тел гриб образует две формы ризоморф: круглую сильноветвящуюся и плоскую. Обе эти формы — видоизменения грибницы в связи с условиями жизни гриба: круглая форма обычно развивается на поверхности коры корней, плоская — под корой деревьев.

Опенок — весьма опасный паразит многих хвойных и лиственных пород (200 видов). Особо сильно поражаются ель, береза, осина. Слабее — сосна и черная ольха. Поселяется как на молодых, так и старых деревьях, заражая их обычно посредством ризоморф через боковые корни. Особенностью опенка является то, что он поражает наиболее важные части дерева — корни и заболень. Это приводит к сильному ослаблению и гибели дерева. Опенок поражает не только живую, но и мертвую древесину (пни, бревна и т. д.).

Распространение опенка в природе происходит следующим образом. Наиболее охотно он поселяется на пнях свежесрубленных деревьев, а именно тогда, когда их лубяной слой несколько подвялится. На это обычно требуется до 2—3 месяцев после рубки. Такие пни обычно заражаются опенком спорами. Заселив пень, опенок развивает под корой ризоморфы, которые затем по корням переходят в верхнюю часть почвы — подстилку. Здесь ризоморфы начинают распространяться во все стороны (до 50 см). В корни и корневую шейку ризоморфы опенка обычно попадают через раны, но могут внедряться и без ран. При этом ризоморфы приклеиваются к неповрежденному корню при помощи слизистого вещества, которое покрывает их поверхность (за исключением белых растущих кончиков). Некоторые гифы на кончике ризоморфы могут внедряться в наружные слои коры корня. В месте прикосновения к корню ризоморфы образуют боковую ветвь, которая подобно ризоиду омелы механически раздавливает клетки коры дерева и прободает эпидермис и перидерму. Насколько может быть при этом велико давление, развиваемое такими боковыми ветвями, можно судить по тому, что для прободения слоя кутикулы листьев, толщина которого составляет в среднем 0,5 мм, инфекционная гифа гриба *Botrytis cinerea*

развивает давление, равное 7 атм, это давление равно давлению в цилиндре современного мощного самолета.

Пройдя сквозь корковый слой, гриб выделяет ядовитые для дерева токсины. В ответ на это клетки паренхимы коры на большом расстоянии впереди внедрившейся ризоморфы начинают претерпевать изменения. В конце концов они отмирают и наполняются камедью. Ризоморфы образуют затем боковые ветви второго порядка, которые, распространяясь в стороны, проникают в убитые токсинами части коры и камбия и в короткий срок вызывают окончательное отравление и, как следствие, заболевание дерева. Если ризоморфы внедряются в молодые корни или в корни устойчивых деревьев, то последние реагируют на внедрение гриба образованием вторичного пробкового камбия, который локализует место внедрения гриба. В дальнейшем происходит отшелушивание коры, и таким образом удаляется внедрившаяся часть ризоморфы. Вторичная перидерма служит для защиты дерева от токсичного опенка.

Опенк, поражая корни и вызывая периферическую гниль, дает возможность использовать древесину пораженных деревьев. Опенк, обладающий способностью распространяться ризоморфами на большие расстояния и внедряться в неповрежденные корни, чрезвычайно опасен при всякого рода выборочных рубках, если только не принимаются меры к защите древостоя от поражения его грибом. Поскольку гриб заселяет и мертвую древесину и, используя ее как базу, распространяется затем через почву, очевидно, что валежная, срубленная древесина, а также пни возрастом старше одного года должны удаляться из леса. (Сейчас для этого широко применяют арборициды. При этом надо иметь в виду, что корневая система лиственных пород после обработки на второй год заселяется опенком).

Наиболее сильное поражение опенком древостоев наблюдается в ельниках-зеленомошниках, расположенных на хорошо аэрируемых, легких и средних суглинках, а также в ельниках травянистых, расположенных на рыхлых перегнойно-торфяных почвах. В ельниках-долгомошниках зараженность опенком равна нулю. Сосняки особенно сильно заражаются в условиях сосняка-зеленомошника. Березняки поражаются опенком особенно сильно в березняке травяном.

*Меры борьбы.* 1. Корчевание пней в течение летнего периода (при зимней рубке), в течение осени (при летней рубке). Бывает ручное, машинное и взрывное.

2. Обжигание пней для борьбы со споровым заражением последних. Для ликвидации и локализации очагов опенка в древостоях пород, имеющих поверхностную корневую систему (ельники и др.), вокруг очага вырубается полоса дре-

постоя (шириной до 10 м), все пни и корни от срубленных деревьев обжигаются.

3. Изолирующие канавы глубиной 0,6—1,0 м, при ширине дна 0,5 м и по поверхности 50—70 см.

4. Окорка пней — основная мера борьбы с опенком при всех рубках. При зимних рубках окорку делают весной, при летних сразу.

5. Обработка пней антисептиками сочетается с легкой окоркой путем пролысок (раствором фтористого натрия или его порошком; креозотовое масло с мазутом).

### НЕКРОЗЫ, СОСУДИСТЫЕ И ФИТООНКОЛОГИЧЕСКИЕ БОЛЕЗНИ ЛИСТВЕННЫХ И ХВОЙНЫХ ПОРОД

Наибольшее количество некрозов, сосудистых и фитоонкологических болезней распространено на лиственных породах. Больше всех страдают тополь, ясень, каштан, ильм и дуб.

### ГОЛЛАНДСКАЯ БОЛЕЗНЬ ИЛЬМОВЫХ ПОРОД

Сумчатая стадия гриба развивается сапрофитно. Плодовые тела перитеции образуются под отстающей корой, на древесине (редко) усыхающих деревьев и плохо заметны. Они черные, округлые, с очень длинным хоботком. Паразитирует гриб в конидиальной стадии, которая носит название *Graphium ulmi*. И поэтому голландскую болезнь часто называют графтиозом.

В период вспышек болезней носит катастрофический характер, а в межвспышечные годы — хронический. При хроническом течении болезни происходит усыхание отдельных ветвей. Возникает суховершинность. Вязы или ильмы часто кустятся и не дают нормального прироста. При катастрофическом характере болезни происходит отмирание всего дерева в течение 1—2 месяцев. Болезнь поражает вязы и другие ильмовые от сеянцев до 40-летних деревьев. Развитие болезни начинается в том случае, если инфекция попадает в проводящие сосуды.

Впервые болезнь была зарегистрирована Гюйо в 1918 г. во Франции близ Пикарда. В СССР болезнь появилась в 1937 г. и за тот период дала две крупные вспышки (1938—1940, 1954—1956 гг.).

В 1961 г. очаги голландской болезни в РСФСР были зарегистрированы на площади 42 тыс. га, на Украине — 22,4 тыс. га, в Молдавии — 6,2 тыс. га. На совещании лесопатологов в Пушкино Московской области в 1966 г. эта болезнь была названа болезнью № 2 (после корневой губки). В настоящее время ильмовые в ряде мест стоят на грани исчезновения.

Вяз и берест являются одними из ценных видов в озеленении, они широко используются в парках и аллейных посадках. Известны декоративные разновидности: бело-пестрая, желто- и кроваво-листопадная разновидность вяза; плакучая, или пирамидальная, разновидность береста. Нельзя недооценивать роль ильмовых в создании полезационных насаждений, их берегоукрепляющее значение.

Первая эпифитотия голландской болезни (1938—1940 гг.) вызвала массовую гибель ильмовых в южных районах страны (Краснодарский край, Ставрополье, Ростовская и Донецкая области, южная часть Поволжья). Эпифитотия начала 50-х годов охватила все леса Украины, Молдавии, северную часть Поволжья, Центральные районов, вызвав усыхание ильмовых до северной границы их ареала (Крангауз, 1963). Так, на Украине в лесных массивах Мукачевского и Свелявского лесохозяйств (Закарпатлес) с 1963 по 1967 г. в порядке санитарной рубки было вырублено около 0,5 млн. м<sup>3</sup> ильмовой древесины.

В Велико-Анадольском лесничестве в 30-летних дубово-берестовых культурах полностью вырубался берест с последующим проведением реконструкции дубрав.

По новейшей систематике микологом Моро возбудитель голландской болезни отнесен к р. *Ceratocystis* (Peace, 1960) и носит название *Ceratocystis ulmi* (Buisson) C. Moreau.

В литературе сейчас можно встретить следующие синонимы возбудителя сосудистого микоза ильмовых: 1. *Graphium ulmi*; 2. *Ceratostomella ulmi*; 3. *Ophiostoma ulmi*; 4. *Ceratocystis ulmi*.

В процессе развития болезни происходит отмирание побегов и ветвей, потеря тургора листьями и их увядание. Листья в отдельных участках кроны желтеет, свертывается по центральной жилке, а затем опадает. Это характерно для хронической формы.

При острой, катастрофической форме болезни листья темнеет, становится коричневой и остается обычно висеть на дереве в течение 7—10 дней. Иногда листья засыхает, сохраняя зеленую окраску. Увядание листьев чаще всего начинается с вершины дерева.

Сухая весна и лето с относительно высокими температурами благоприятствует более быстрому развитию болезни и отмиранию деревьев.

При инфекции проводящей системы сосуды береста заполняются мицелием гриба и продуктами его жизнедеятельности, тиллами и камедообразными веществами. На поперечных разрезах ветвей они имеют вид темно-коричневых точек, сливающихся по мере отмирания дерева в кольцо. Эти точки встречаются преимущественно в последнем слое и убывают

к сердцевине. Особенно обильны они в первых трех годичных слоях. В этих слоях обычно грибница и бывает наиболее активной и жизнеспособной. «Затиллование» водяных побегов и поросли наблюдается в ветвях разных диаметров (1,2—2,0 мм и выше). Неравномерность в распределении тиллов по годичным слоям подтверждает возможность затухания болезни в деревьях на некоторый промежуток времени (рис. 21).

В дальнейшем, вследствие передачи инфекции из одного годичного слоя в другой по сердцевинным лучам, болезнь может передаваться вновь формирующимся слоям и вызывать продолжение развития болезни. Таким образом, появление тиллов в проводящей системе дерева при заражении грибом, видимо, может локализовать инфекцию на небольшом участке и остановить заражение в начальных фазах развития гриба.

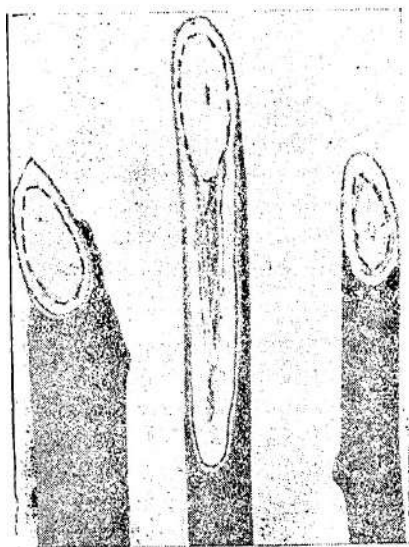


Рис. 21. Поперечные срезы ветвей вяза с наличием признаков голландской болезни (затиллование сосудов) (по Orlos, 1955)



Рис. 22. В очаге голландской болезни в насаждениях береста («Красный лес» Краснодарского края). Фото автора

Большую роль в распространении болезни играют условия местопроизрастания. Наиболее ярко бросается в глаза связь усыхания с сомкнутостью, а также расположением деревьев

в насаждениях (внутри, на опушке и т. д.). С уменьшением сомкнутости насаждения процент сухостойных и усыхающих деревьев возрастает. В возрастном отношении более всего зараженность имеется в насаждениях I—III классов возраста. Более всего усыхает деревьев в чистых насаждениях (рис. 22).

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГОЛЛАНДСКОЙ БОЛЕЗНИ

Споры гриба (конидии) разносятся ветром. Могут передаваться с помощью дождевой воды, в каплях которой конидии успешно размножаются. Инфекция может передаваться от материнского дерева, поросли (корневым отпрыскам и пневой поросли). Имеется предположение, что посетители инфекции болезни — семена ильмовых. Внутри ствола инфекция передается по сердцевинным лучам от одного годичного кольца к другому.

Большое значение при заражении деревьев имеют механические поранения стволов и ветвей в весенне-летний период. Способствуют распространению болезни и морозобойные трещины. Самыми же активными распространителями голландской болезни считаются ильмовые заболонники. Они нападают на внешне здоровые или ослабленные деревья. Дополнительное питание жуки проходят на ветвях III, IV и V порядков. На участке ветви длиной 1 м было сделано 55 площадок. Жуки заносят споры гриба в сосуды тонких веточек, в развилках которых они получают дополнительное питание, выедавая сочный луб и поверхностные слои древесины (Синадский, 1960).

В 1968 г. в США отмечалась вспышка графноза на вязах. Развитие болезни отмечалось в 1930 г. в Огайо, затем в Новой Англии. Для борьбы с переносчиками болезни — заболонниками — использовали препарат ДДТ, санрубки и просто сжигание зараженных деревьев. Но болезнь продолжала распространяться все шире и шире. В Новой Англии в 1968 г. вязы стояли в городах с коричневой листвой или совсем обнаженные.

Доктор А. Даймонд, начальник отдела патологии растений Коннектикутской экспериментальной агрономической станции, отмечает, что 55—60% всех случаев заражения вязов происходит подземным путем и не имеет отношения к насекомым-переносчикам, которые считались ранее ответственными за распространение болезни.

Вяз имеет одну характерную особенность: его корни могут сцепляться под землей с корнями других деревьев. Клеточный сок, переходя от одного дерева к другому, передает с со-

бой и возбудителя болезни. Это наблюдается, даже когда деревья отстоят друг от друга на 15 м. Даймонд предлагает для борьбы одновременно защищать деревья от нападения заболонников и изолировать от контакта с корнями уже зараженных деревьев. Достигнуть изоляции можно, обкопав каждое дерево канавой глубиной 90 см и обработав канаву убивающими корни веществами. Можно также ввести химикаты глубоко под землю, в места возможного соприкосновения корней.

В СССР для борьбы с голландской болезнью проводят санитарные рубки (зимой), порубочные остатки при этом сжигаются. Заготовленная лесопроодукция, не вывезенная из леса, опрыскивается 3—5%-ным раствором ГХЦГ в дизельном топливе. Пни от больных деревьев окариваются, обмазываются антисептиками. В борьбе с пневой порослью используют арборициды (5%-ный масляный раствор бутилового эфира 2,4Д и 2,4,5Т).

В борьбе с заболонниками используют 12%-ный dust ГХЦГ, 1,5—5%-ные масляные эмульсии ГХЦГ и др.

В связи с сильной зараженностью ильмовых последние следует вводить в полезащитные полосы не более 10% и использовать устойчивые формы мелколистного, перистоветвистого вяза.

### ВЕРТИЦИЛЛЕЗНОЕ УСЫХАНИЕ (ВИЛТ) КЛЕНА

Вызывается несовершенным грибом *Verticillium dahliae*. Поражение проявляется в усыхании ветвей и целых деревьев. У пораженных деревьев уменьшается количество листьев и их размер, благодаря чему крона приобретает «ажурный» вид, а затем усыхает. Образующиеся при усыхании кроны водяные побеги со временем также отмирают. Гриб вызывает полное или частичное отмирание корней. Древесина приобретает зеленоватый, оливковый или зеленовато-черный цвет. На торцовом срезе ветвей и стволов, как и при голландской болезни, хорошо заметны темные штрихи и точки, часто сливающиеся в сплошное кольцо. Отмирание сосудов отчасти связано с действием токсинов возбудителя. Первичное заражение происходит в течение всего вегетационного периода главным образом в области корневой шейки или комля. Дальнейшее распространение гриба по дереву чаще и быстрее идет снизу вверх. Заболевание передается от больных деревьев к здоровым при соприкосновении корней. Источником инфекции могут быть также зараженные семена клена. Сеянцы в питомнике часто поражаются при посеве клена на участках, вышедших из-под картофеля и подсолнечника.



Вилт клена встречается на остролистном, сахарном, ясенелистном кленах, скумпии, лохе, золотистой смородине. У нас в стране это заболевание получило распространение в последнее время.

### СТУПЕНЧАТЫЙ НЕКТРИЕВЫЙ РАК КЛЕНА

Вызывается грибами *Nectria galligena* и *N. ditissima* (сумчатые). Заболевание начинается от заражения спорами в местах поранения. Чаще всего гриб встречается на ветвях и уже



Рис. 23. Ступенчатая рана нектриевого рака

оттуда при благоприятных условиях переходит на ствол, что и ведет к усыханию верхней части ствола выше пораженного места или к образованию на стволе раны, ограниченной наплывом. Грибница развивается под корой и вызывает засыхание и ее опадение, а также отмирание древесины в виде открытой раны. Вокруг раны образуется наплыв, который постепенно разрушается мицелием гриба, засыхает и растрескивается. Весной возникает новое кольцо зарастания, которое снова разрушается мицелием (рис. 23). Таким образом, дерево и гриб находятся как бы в состоянии постоянной борьбы, в результате которой дерево

гибнет (усыхает). На свежих частях раны образуются беловатые подушечки конидиальной стадии гриба, а затем и плодовые тела в виде мелких яркокрасных точек, разбросанных в трещинах коры.

### ЭНДОТИЕВЫЙ РАК КАШТАНА

Это заболевание очень широко распространено на Черноморском побережье Кавказа, где из года в год гибнет большое число деревьев каштана. Возбудитель — гриб *Endothia parasitica* (пиреномицет). Он был завезен из Америки в конце прошлого столетия. Внешние признаки болезни дерева про-

являются вначале в виде изреженности кроны и очень часто мелкой недоразвитой листвы. Иногда среди листвы встречаются сухие ветви. К концу лета листва на таких каштанах буреет либо вся полностью, либо частично, напоминая обожженную огнем. Эта листва представляет исключительно резкий контраст по сравнению с общим зеленым фоном. Заражение деревьев происходит посредством спор в местах механических повреждений коры.

Листья, цветы обычно не поражаются. Плоды могут поражаться. Заражения от гриба по ветвям в ствол не происходит. Болезнь характеризуется также растрескиванием и отмиранием коры, в трещинах которой можно обнаружить плодовые тела гриба.

### РАК-СЕРЯНКА ИЛИ СМОЛЯНОЙ РАК СОСНЫ

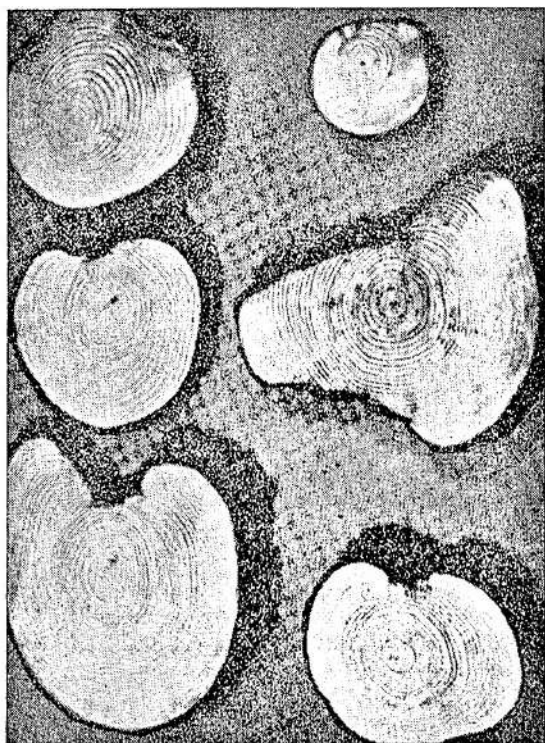
Главнейшие некрозы, ведущие к образованию раковых ран у хвойных: на сосне обыкновенной — рак-серянка *Peridermium pini*, *Cronartium flaccidum*; на веймутовой сосне — рак веймутовой сосны *Cronartium ribicola*; на лиственнице — рак лиственницы *Dasyscypha willkommii*.

Рак-серянка, пузырчатая ржавчина, или смоляной рак сосны, поражает разные виды сосен и разных возрастов, но особое значение имеет на сосне обыкновенной. Болезнь вызывается двумя вышеуказанными грибами. Они различаются по биологии, но обуславливают однотипное поражение. *Peridermium pini* — однохозяйственный ржавчинник. Заражение происходит в эцидиальной стадии от дерева к дереву. *Cronartium flaccidum* — разнохозяйственный ржавчинник. В развитии болезни у этого гриба участвуют промежуточные хозяева (ластовень лекарственный, мытник болотный, недотрога, пеоны, на которых развиваются уредо- и телеитостадии).

Заражение дерева происходит через сучья, затем мицелий переходит в ствол. Развивается он главным образом в межклеточных ходах луба, откуда по сердцевинным лучам заходит в клетки древесины, особо в клетки смоляных ходов. В результате разрушения последних смола вытекает, пропитывает древесину и кору, образуя на пораженных частях смоляные желваки и подтеки.

Из луба грибница переходит в камбияльные клетки и, убивая их, вызывает прекращение роста древесины. В местах повреждения отмершая кора начинает шелушиться и отпадать, обнажая убитую грибом древесину. На поверхности раны сохраняется смола, вытекающая из поврежденных смолоходов. Она застывает на воздухе в виде желваков, сначала желтоватых, а затем черных. Отмирание камбия ведет к прекращению

роста годовичных слоев и образованию раны. Усиленный приток питательных веществ в неповрежденную часть ствола вызывает здесь значительное увеличение ширины годовичных



*Рис. 24. Поперечные срезы ствола сосны, пораженной серянкой*

слоев и создает эксцентричность ствола, резко бросающуюся в глаза на поперечных разрезах (рис. 24). Грибница от места поражения продвигается вверх и вниз по стволу, а также по окружности. По длине ствола рана вырастает в год в среднем на 10 см, а по окружности ствола или диаметру — на 1,6 см. Прирост дерева падает в 2,5 раза.

Деревья, пораженные серянкой, характеризуются суховершинностью. Особенно сильно отмирание деревьев наблюдается летом во время засухи, когда расход воды возрастает, а ее не хватает.

Болезнь многолетняя. Грибница может развиваться от 30 до 90 лет. Однако в районах больших городов процесс отмирания идет значительно быстрее и часто заканчивается в одно

десятилетие. Отмиранию деревьев способствуют поселяющиеся выше раны вредители: малый сосновый лубоед, вершинный короед, усач сосновых вершин. Темпы болезни за последние годы под Москвой может характеризовать парк санатория «Барвиха», где в 1944 г. средняя зараженность была 3—4%, а в 1954 г. — 40%.

**Меры борьбы:** выборка зараженных деревьев. В зеленых зонах городов вырубка деревьев, зараженных серянкой, проводится в один прием, если она не выше 10% от состава насаждения, а полнота последних не ниже 0,7.

При выборке деревьев следует помнить, что наибольшую опасность представляют те деревья или отдельные ветви, на которых происходит образование эцидиев. Они и являются источником инфекции. В парках и ценных участках сосны в целях уничтожения эцидиев можно рекомендовать опрыскивание сосен бордоской жидкостью (конец мая).

### СТУПЕНЧАТЫЙ РАК ЛИСТВЕННИЦЫ

Вызывается грибом *Dasyscypha willkommii* (дискомицет). Это типичный паразит. Первые симптомы болезни — усыхание побегов текущего года при внешне здоровой остальной части кроны с нормально развитой хвоей. Развитие болезни начинается на сухих ветвях, отсюда переходит в ствол. Мицелий развивается в течение ряда лет в лубе, затем в камбии, вызывая их отмирание. По мере отмирания пораженных участков образуются язвы, некротические зоны, ступенчато распространяющиеся из года в год по окружности ствола. Пораженная кора долго не опадает, пропитывается смолой, и на ее поверхности образуются чашеобразные (2—4 мм в диаметре) оранжевые апотеции с короткой пожкой. Вследствие неправильного роста пораженных и здоровых участков заболевание приводит к деформации стволов и засыханию частей, расположенных выше язвы. Наиболее опасно заболевание для лесных культур 10—20 лет.

По сообщению Д. В. Соколова и др. (1969), в условиях Ленинградской области раково-некротическое заболевание культур лиственницы, вызванное грибом *D. willkommii*, протекает в острой форме и приводит пораженные деревца к гибели в течение 3—5 лет. Появлению и развитию болезни способствует общее ослабление деревьев вследствие нарушения их водного режима, а также повреждений насекомыми и заморозками. Важнейшей причиной, предрасполагающей к этой болезни, является повреждение почек и коры лиственницы, вызванное температурными колебаниями в ранневесенний и весенний периоды, т. е. в момент начала вегетации. В условиях же естественного ареала, где климат резко континентальный, лист-

венница в меньшей степени подвержена повреждениям от колебания весенних температур и меньше страдает от этой болезни. Грибом чаще поражаются насаждения лиственницы в сырых, запущенных насаждениях, ослабленных посадках. Гриб *D. wilkottii* главным образом встречается в Сибири, на Урале и в западных районах СССР. Помимо лиственницы поражает и пихту.

### РАК, ИЛИ ПУЗЫРЧАТАЯ РЖАВЧИНА, ВЕЙМУТОВОЙ СОСНЫ И СИБИРСКОГО КЕДРА

Вызывается грибом *Cronartium ribicola*. Распространен повсеместно и является главной причиной того, что веймутова сосна мало распространяется в наших посадках. Промежуточных хозяев — смородину и крыжовник — надо отделять от посадок веймутовой сосны на расстояние менее 300 м. Для смородины гриб не опасен.

Заболевание часто встречается в нижней части ствола, а также на ветвях. Характер раны и ее распространение несколько аналогичны серянке на сосне. Они представляют собой утолщение овальной или шаровидной формы. На коре в этих участках появляются эцидии в виде оранжевых пузырей.

Иногда эту болезнь называют пузырчатой ржавчиной. Поражает гриб еще и кедр сибирский.

## **VII. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ**

---

### **1. МЕТОДЫ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ**

Из всех многочисленных факторов, влияющих на состояние леса, его устойчивость, последующее качественное восстановление, наиболее важны лесопатологические факторы, среди которых болезни леса занимают одно из первых мест. Порой только своевременное выявление отрицательных лесопатологических факторов дает возможность наметить наиболее эффективные пути оздоровления насаждений и меры по предупреждению возникновения очагов болезней.

Задачи лесопатологических обследований состоят в выявлении общего санитарного состояния лесных массивов, учете массового размножения вредителей и болезней леса в целях проектирования экономически целесообразных лесозащитных мероприятий по борьбе с вредными для леса организмами и по предупреждению их массового развития.

Лесопатологические обследования подразделяются на текущие оперативные, инвентаризационные, наземные экспедиционные, экспертизы и аэровизуальные.

Текущие оперативные проводятся межрайонными лесопато-логами с работниками лесничеств и лесхозов. Задача их — проверка сигнализации о появлении болезней и выявление очагов болезней и вредителей.

Инвентаризационные проводятся лесоустроительными экспедициями, в состав которых входят лесопатологи и представители других лесных специальностей. Их цель — дать в кратчайший срок общую картину санитарного состояния массивов, выделить в них действующие очаги и составить проект соответствующих мероприятий.

Наземные экспедиционные лесопатологические обследования в лесах СССР выполняет в основном единственная в СССР 5-я Московская аэрофотолесоустроительная (лесопатологическая) экспедиция треста «Леспроект». Аналогичные

экспедиции иногда организуют кафедры защиты леса лесных вузов.

Экспертизы назначаются в особо сложных случаях, требующих участия высококвалифицированных специалистов.

Аэровизуальные обследования ведутся с помощью самолетов и дополняются наземной проверкой. Часто они являются как бы комбинированными.

Каждая из перечисленных форм обследования технически может быть осуществлена рекогносцировочными или детальными методами.

Обследование обычно состоит из трех этапов работ: подготовительных, полевых и камеральных.

Подготовительные заключаются в ознакомлении обследования с отчетом по лесозащите, лесоустроительными отчетами, планами лесонасаждений и т. д.

Полевые состоят из проведения самого обследования в натуре.

Камеральные работы включают предварительную обработку собранных материалов и составление отчета. В заключение дается проект мероприятий по оздоровлению леса.

Вопросы методики и техники лесопатологических обследований и исследований освещены в ведомственных инструкциях (Руководящие указания по лесозащите, 1956), в работе И. И. Журавлева «Диагностика болезней леса» (1962), П. И. Жохова «Пособие по лесозащите» (1957, 1975) и др.

При осуществлении лесопатологических обследований выявление и учет болезней или других патологических явлений обязательно сопровождается их характеристикой с качественной и количественной стороны.

Под качественной характеристикой понимают в первую очередь установление причин (или возбудителя) патологического явления, степень развития и предполагаемое течение в будущем. Следовательно, качественная характеристика может, например, выражаться в установлении типа болезни, вида гриба, стадии гнили, факта прогрессирующего развития болезни или, наоборот, ее ослабления.

Количественная характеристика подразумевает установление показателей распространения патологического явления в пространстве в объемном или числовом выражении, т. е. в указании площади очага, объема гнили, числа больных деревьев и т. д.

Лесопатологические (фитопатологические) обследования включают в себя собственно обследование, или учет, и фитопатологическое исследование, или диагностику, болезней и повреждений. В конечном итоге это обследование имеет целью назначение тех или иных мероприятий.

Объекты лесопатологического учета — участки насаждений, в которых отмечаются грибные болезни, повышенная численность вредителей, значительно повреждающих насаждения, или имеются условия для их массового развития. К объектам, на которые в первую очередь могут отрицательно влиять отдельные лесопатологические факторы или их комплексы, относятся:

а) средневозрастные, спелые и перестойные насаждения хвойных пород, а из лиственных — дубовые, ясеневые и другие насаждения с ценными породами;

б) молодняки естественного происхождения и культуры, особенно хвойных пород;

в) не покрытые лесом площади;

г) гари (прежде всего хвойные и последних лет);

д) ветровал и бурелом;

е) недорубы и расстроенные насаждения;

ж) подсоченные насаждения;

з) питомники;

и) склады лесоматериалов в лесу.

В разных географических зонах в зависимости от местных лесорастительных условий (таежные леса Севера, Сибири и Дальнего Востока, дикоплодовые — во многих горных районах, островные леса лесостепи и степи, тугайные и пустынные леса Средней Азии и Казахстана и др.) объекты лесопатологического учета различны, поэтому лесозащитные мероприятия не могут быть везде одинаковыми.

Требования к объектам: средневозрастные, спелые и перестойные насаждения.

Рекогносцировочное обследование осуществляется по ходовым линиям, не требующим рубки деревьев: по просекам, визирам, дорогам, берегам рек и ручьев. Расстояние между ходовыми линиями колеблется от 250 до 1000 м. В районах с интенсивным лесным хозяйством обследованию подлежат все выделы хвойных пород, выделы с преобладанием дуба, бука, клена и ильмовых. Оценка патологических явлений производится глазомерно. Все насаждения, зараженные свыше чем на 10%, относятся к очагам, если их площадь составляет не менее 0,1 га. Величина пробной площади 0,25—0,5 га. Общая площадь всех проб должна составлять не менее 5% площади очага. Учет больных деревьев ведется сплошным пересчетом деревьев на пробе и сопровождается полным таксационным описанием насаждения.

На пробных площадях пересчет деревьев проводится по ступеням толщины и категории состояния деревьев: 1) здоровое, 2) ослабленное, 3) усыхающее и 4) усохшее. Последняя категория подразделяется на сухостой текущего года и прошлых лет. Учитывается число срубленных деревьев на пробе по



пиям. Иногда категория усыхающих подразделяется на сухокронные I и II группы.

П. А. Положенцевым (1959) предложена следующая классификация деревьев по состоянию.

1. Здоровое и условно здоровое.

2. Больное (по степени болезненного состояния эта категория подразделяется на: а) больные первой степени — вторичные вредители не заселяют; б) больные второй степени — вторичные вредители внедряются — златки, короеды. Крона зеленая, но в кроне есть желтые и сухие ветви; в) больные третьей степени — вторичные вредители их оставляют отработанными. В кроне встречаются зеленые ветви).

3. Мертвые:

а) премортальные (предсмертные) — клиническая смерть, но с помощью оставшего луба дерево можно оживить;

б) постмортальные — это мертвые.

В настоящее время при лесопатологических обследованиях степень поврежденности насаждений хвойных оценивается по 6-балльной шкале, предложенной А. Д. Масловым (1970). Деревья по ней распределяются по следующим категориям состояния:

I — здоровые деревья — без внешних признаков ослабления;

II — ослабленные деревья со слабо ажурной кроной, укороченным приростом или повреждением до  $1/3$  общего количества хвои, с усыханием отдельных ветвей, повреждением корневых лап или небольшим местным отмиранием ствола;

III — сильно ослабленные деревья с ажурной кроной и матовой хвоей, с сильно укороченным приростом или без него с повреждением и усыханием до  $2/3$  хвои или ветвей, суховершинные, со значительными повреждениями корневых лап и ствола;

IV — усыхающие — с сильно ажурной и бледно-зеленой, желтеющей и осыпающейся хвоей, с поврежденностью более  $2/3$  хвои, сухокронные, а также с наличием признаков заселения стволовыми вредителями;

V — свежий сухостой — деревья, усохшие в текущем году, с желтой или бурой хвоей или без нее, короеды вылетают или в древесине;

VI — старый сухостой — деревья усохшие в прошлые годы, без хвои, кора и мелкие веточки частично или полностью осыпались, все вредители вылетели.

По указанным категориям на пробных площадях берутся модельные деревья.

Деревья, на которых имеются плодовые тела грибов, делят на 4 группы с наличием плодовых тел в нижней, средней, верхней частях ствола и на корнях.

У деревьев, имеющих наплывы, раны, сухобочины, раковые образования и другие, отмечают их количество, размеры и местоположение.

Распространение гнили в стволах устанавливают путем разделки модельных деревьев. Для этого их распиливают на метровые или двухметровые отрубки, начиная с высоты 1,3 м от корневой шейки. В отрубках измеряют диаметр и протяженность гнили. По численному соотношению свежесушающихся и ранее усохших деревьев можно судить, прогрессирует или затухает очаг.

В молодняках также закладывают пробные площади размером 0,01 или 0,1 га (прямоугольные и ленточные). В лесных культурах пробы берут по рядам. Сумма пробных площадей должна составлять не менее 2% обследуемой площади. На пробе проводится учет молодняка по категориям состояния: погибшие, отмершие, больные и здоровые. Берутся модельные деревца и образцы.

Питомники вначале обследуются бегом. Затем устанавливают места и характер патологических явлений. Пробные площадки закладываются размером 1 м<sup>2</sup> так, чтобы в сумме они представляли не менее 0,3% обследуемой площади. Категории состояния те же, что и в молодняках. От каждой категории берется не менее 5—10 образцов.

Непокрытая лесом площадь и почва, используемые под питомники, обследуются на зараженность патогенными организмами (полегание, гниль корней и др.). Это осуществляется путем взятия проб. Они берутся способом диагоналей или конвертом. Ямки выкапывают глубиной 18—20 см на расстоянии 2—5 или 10 м. Из стенок ямок стерильным шпателем берут слой почвы толщиной 0,5—1 см. Взятые образцы сыпают в стерильные мешочки, пакетики (бумажные) или стеклянные баночки, а затем образцы подвергают фитопатологическому анализу. Вес почвы в каждом образце должен быть не менее 50 г.

Заподсоченные насаждения обследуются с целью установления состояния насаждения в зависимости от длительности метода (длительная, интенсивная и химическая —  $H_2SO_4$ ) и интенсивности подсорки; установления последствий подсорки в смысле снижения качества древесины; установления пригодности насаждений для эксплуатации и т. д. Для этих целей общими условиями должно быть наличие контрольного насаждения.

Склады лесоматериалов в лесу обследуются следующим образом. В штабелях осматриваются торцы и боковые поверхности всех верхних и боковых бревен и других сортиментов. На торцах учитываются: диаметр центральных гнилей, число пятен, глубина проникновения и площадь поверх-

ностных гнилей; площадь заболеваний, имеющих синеву (окраску), количество, протяжение и ширину трещин.

При более длительном обследовании берут пробные бревна и раскряжевывают их на 1—2-метровые отрубки для измерения протяженности диаметра и объема гнили.

Обследование на зараженность поленниц дров проводится глазомерно, а видовой состав грибов, тип и стадия гнили устанавливаются взятием проб. Проба берется по диагонали поленницы. Поврежденность дров гнилями учитывается в процентах по категориям: 1) здоровые, 2) с гнилью I и II стадии и 3) с гнилью III стадии. Последние, в свою очередь, делятся на образцы с бурой и белой гнилью (древесина в III стадии теряет до 40—50% теплотворности).

Ветровальники и буреломники обследуют глазомерным путем или путем взятия модельных деревьев, которые распиливаются на 2—4—6-метровые отрубки в зависимости от детальности учета пороков. Бурелому деревьев способствуют стволовые, центральные и смешанные гнили. Снеголомы и снеговалы уродуют кроны, ведут к ослаблению насаждений, захламленности.

В Канаде, США, Швеции в последние годы уделяют внимание использованию методов аэрофотосъемки и дистанционного измерения для обследования состояния лесов. Среди этих методов следует указать на термографию в инфракрасных лучах, самолетный радиолокатор с горизонтальным лучом и спутники для исследования лесных ресурсов Земли. При этом используются вспомогательные средства интерпретации изображений — стереоскопы и электронные системы для усиления изображения.

В результате проведенных фотосъемок в инфракрасных лучах зараженные участки насаждений (корневая губка и др.) имеют на отпечатках иные оттенки, нежели здоровые участки. Это связано с тем, что температура больных деревьев выше, чем здоровых.

## 2. ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ ЛЕСА

В лесоводстве давно понята важность диагностирования жизненного состояния деревьев, но методы его остаются еще слаборазработанными. Часто из-за неумения диагностирования на лесокультурных площадях высаживаются мертвые деревья, внешне кажущиеся здоровыми. В лесах и парках при санрубках иногда оставляются на корне деревья, умершие 1—2 года тому назад, так как внешне они создают впечатление «жизнеспособных».

У нас слабо разработана патофизиология древесных организмов, которая в конечном счете содействовала бы оздоровлению существующих и созданию новых лесов, улучшению их качества и повышению продуктивности.

В этом отношении необходимо отметить работы П. А. Положенцева и его учеников по патологической характеристике деревьев, начатые еще в 1936 г., которые имеют отношение к патофизиологии, фитопатологии и энтомологии. П. А. Положенцевым патологической характеристике были подвергнуты главнейшие внешнепатографические и физиологические показатели.

К внешнепатографическим относятся: возраст, диаметр, высота, протяженность кроны, состояние корней, прирост, размер и цвет листьев (хвой) и др. Из физиологических выявились: температура, кислотность (рН) камбиального слоя, осмотическое давление в клетках паренхимы луба, энергия выделения и количество живицы, качество живицы, количество крахмала в клетках лубяной паренхимы, транспирация, влажность заболони, луба и листьев (хвой); толщина луба, количество и качество сока луба, активность фермента каталазы в лубе, почках, листьях (хвое); электропроводимость тканей и сока; содержание дубильных веществ; фитонцидность.

Патологической характеристике было подвергнуто 9 видов деревьев (сосна, ель, пихта, лиственница, дуб, абрикос, каштан съедобный, ясень, тополь). В результате исследований у деревьев выявились хорошо выраженные показатели, характеризующие патологическое состояние. Некоторые из них («живичный» индикатор для сосны и лиственницы — 5 баллов выделения смолы (0—4), смоляные желваки для пихты, цвет сока и влажность луба для дуба) в отдельных случаях могут быть использованы в диагностике деревьев.

*Диагностика болезней леса* — это учение, рассматривающее признаки патологического состояния древесных растений и методы, при помощи которых ставится диагноз болезни.

Постановка диагноза состоит из следующих этапов: определения типа болезни, определения характера болезни (инфекционный или неинфекционный), определения причины или возбудителя болезни и организации защитных мероприятий.

Для определения болезней леса применяются следующие анализы: микроскопический, макроскопический, физический, химический.

*Макроскопический* — болезнь определяется по признакам, которые можно обнаружить невооруженным глазом или при помощи лупы. Этот метод дает возможность распознать болезнь прямо в лесу, без лабораторных исследований. Болезнь изучается прямо в условиях произрастания объекта, и учиты-

вается весь комплекс экологических факторов. Этот метод является основным методом в производственных условиях.

Как уже рассматривали ранее, сходство проявления болезней, вызванных различными причинами, позволяет распределить их по типам: полегание, пожелтение, засыхание, мучнистая роса, пятнистость, мозаика, ожог, ведьмины метла, деформации, опухоли, язвы. Возможны и другие группировки признаков болезней по их местонахождению, характеру и др. Эти признаки удобно делить на группы:

а) признаки, характерные для возбудителя болезни (мицелий, плодоношения и др.);

б) признаки проявления патологического состояния у дерева (усыхание, опухоль, побурение хвои и др.);

в) признаки, характеризующие неблагоприятные условия роста и воздействия окружающей среды (заболачивание, изреженность древостоя, пожары и т. д.).

Иногда для облегчения определения известные признаки систематизируются в различные схемы (болезни молодняков, взрослых деревьев, сеянцев и т. д.). Если возьмем основных возбудителей болезней молодняка сосны, то увидим, что хвоя поражается определенным составом грибов, ветви поражаются другой группой, третьи вызывают болезни стволиков, а четвертые поражают корневые системы. Исходя из этого можно составить схемы состава возбудителей стволовых и корневых гнилей деревьев; схему заселения грибами ствола и корней какой-либо породы; схему возбудителей различных болезней хвои, листьев, ветвей. По этим схемам при выявлении возбудителя обнаруженной болезни исследователь, учитывая специфичность возбудителей, может исключать тех из них, которые явно не могут вызвать данную болезнь.

Большую помощь дает схема о приуроченности дереворазрушающих грибов к хвойным или лиственным породам. При этом можно при определении исключить определенную группу грибов, не обитающих на хвойных или лиственных породах.

При диагностике болезней по макроскопическим признакам возможны четыре случая. На дереве имеются:

1) плодовые тела грибов;

2) видоизменения мицелия гриба (ризоморфы, пленки и т. д.);

3) признаки патологического состояния дерева;

4) ничего вышеуказанного не имеется.

При первом случае — есть плодовые тела — возбудитель определяется по плодовым телам. Это делается при помощи специальных определителей.

При отсутствии плодовых тел определение возбудителя часто не составляет затруднений вследствие специфичности

грибных образований (видоизменений). К ним относятся такие видоизменения, как ризоморфы, шнуры, пленки, черные линии на хвое и гнилой древесине, налеты и т. д. Это дает возможность безошибочно определить, например, опенок по его характерным ризоморфам; возбудитель шютте обыкновенного по черным поперечным линиям на больной хвое и т. п. Аналогично это можно отметить и по третьей группе признаков.

И. И. Журавлев, сгруппировав признаки болезней по определенной системе, получил для предварительного диагноза своеобразный определитель в виде таблицы, где даются наиболее характерные признаки различных болезней сосняков молодняков.

В этом определителе основные графы: 1) признаки болезни; 2) название болезни или возбудителя.

При необходимости эти определители-таблицы могут быть расширены и в них включены другие признаки и другие болезни. Подобные таблицы можно составлять и для других пород, других возрастов и т. д.

Более широко для диагностики болезней леса используется *микроскопический* анализ. Суть его в том, что с помощью микроскопа исследуются ткани пораженных органов или частей растения для выявления микроскопических признаков болезни. К ним относятся плодоношение грибов, мицелий и другие грибные образования, разрушение клеточных стенок и др.

Многие особенности стадий развития грибов, бактерий, вирусов, нематод были даны в разделе V, где рассмотрены систематические признаки этих патогенных организмов, их споры, конидиеносцы и микроскопически определяемые плодовые тела.

В последние годы широко используются физические и химические методы диагностики болезней леса.

*Физический метод* основан на использовании физических явлений и свойств: удельного веса, свечения, резонанса, механического сопротивления древесины давлению.

Использование удельного веса применяется при определении качества семян (пустые и зараженные всплывают, здоровые тонут).

*Звуковая проба.* Этот способ основан на акустических особенностях здоровой и фаутовой древесины. Применяется для выявления скрытых гнилей в стволах растущих деревьев (путем выстукивания). К этому методу часто прибегают при обследовании построек на зараженность домовыми грибами. Для определения степени загнивания используют тензиометр.

Способом давления пользуются для определения стадии гниения древесины давлением на нее острым предметом, нажим на нее ногтем.

Люминесцентный анализ основан на специфическом свечении различных тел и веществ при облучении их ультрафиолетовыми лучами, пропускаемыми через стекло Вуда (черный стеклянный фильтр). Источником ультрафиолетовых лучей может служить любая медицинская «кварцевая» лампа, употребляемая для лечения некоторых болезней. Большие преимущества имеет медицинская портативная лампа с горелкой РРК-4 благодаря ее малому габариту и весу.

Этот метод в лесном хозяйстве применяют для распознавания причин побурения древесины, жизнеспособности семян и некоторых других явлений. При облучении этим светом гнилей древесина начинает светиться различными цветами. Так, при облучении фиолетового кольца, окружающего центральную гниль корневой губки, кольцо не меняет своего цвета, а при облучении коричневого кольца, окружающего центральную гниль еловой губки, это кольцо начинает светиться ярко-золотистым цветом. Поскольку без этого приема данные гнили часто невозможно различить (когда кольца имеют недостаточно резкие окраски), ультрафиолетовое облучение оказывает большую помощь в их распознавании.

Этот способ используют и для распознавания опенка. Опенок является паразитом живых деревьев, но он имеет «двойников», которые паразитами не являются. Для их отличия проводят облучение плодовых тел. Если свечение плодового тела имеет желтый цвет, то это плодовое тело принадлежит настоящему опенку. Его же двойники (ложные опята, кортиариусы) светятся иначе.

Для распознавания гнилей также проводят облучение. Данные в таблицах 3, 4 относятся к первой стадии гнили (по И. И. Журавлеву).

Таблица 3.

Цвет древесины в ультрафиолетовом свете

Порода	Наименование гриба	Происхождение окрасок древесины	
		грибная	негрибная
Сосна	сосновая губка	темно-фиолетовый	коричнево-фиолетовый
Ель	еловая губка	фиолетовый	зеленовато-желтый
	корневая губка	серовато-желтый	то же
	окаймленный трутовик	желтовато-зеленый	»
Береза	ложный трутовик	фиолетовый	зеленоватый

Для определения жизнеспособности семян необходимо освободить их от покровов и разрезать. Жизнеспособные семена светятся интенсивно, а потерявшие ее либо теряют способность к свечению, либо светятся очень слабо.

Таблица 4

Цвет поверхности разреза семян

Порода	Без облучения	При облучении	
	здоровых	здоровых	нежизнеспособных
Сосна, ель, лиственница	белый	фиолетовый	свечения нет
Акация желтая	желтый	желтый	свечения нет
Кедр, орех	белый	белый	серый
Клен	белый	голубой	свечения нет

Химический метод использует цветные химические реакции, например изменение цвета индикаторов. Использование обычных химических реактивов пока ограничивается случаями распознавания природы ненормальных окрасок срубленной древесины.

Для распознавания природы и причины заболевания растущего леса применяется индикаторный способ, основанный на изменении цвета водной вытяжки из тканей больного органа или части растения при введении в нее определенных индикаторов.

Способ реактивов (азотнокислое серебро, бриллиантовая зелень, железный купорос) разработан И. И. Журавлевым (1963) для распознавания природы бурых окрасок древесины. Способ заключается в обработке древесины различными реактивами и красителями. Побурение древесины наблюдается при поражении ее грибами (I стадия гнили — синева) или воздействия на нее солнечных лучей, высоких температур и т. п.

Грибное и негрибное побурение древесины часто не отличимы по внешнему виду, и для распознавания их обычно требуется применение микроскопа, метода чистых культур или влажной камеры, т. е. очень длительных и кропотливых исследований. Предлагаемый способ реактивов это все устраняет. Но испытан он только для древесины сосны, ели, березы и ольхи. Техника использования: из участка побуревшей древесины готовят тонкий бритвенный срез размером не менее 0,5 см<sup>2</sup>. Срез помещают на стекло и заливают 2—3 кап-



лями реактива или красителя. Затем снизу стекло подогревают в месте нанесения капель до первого вскипания раствора. После вскипания удаляют источник нагрева, отсасывают (пипеткой или пропускной бумагой) излишек раствора и промывают затем срез чистой водой, желательнее дистиллированной. После этого сравнивают цвет среза древесины с окрасками, указанными в табл. 5 для данного реактива и древесной породы.

В зависимости от того, в какой графе (грибная или негрибная) окажется совпадение цветов, получаем ответ о природе бурой окраски древесины. Реактив или краситель готовят в виде 10%-ного раствора (по Журавлеву).

Способ индикаторов разработан для распознавания следующих причин побурения хвои соснового молодняка: при опале огнем, при усыхании от сухости почвы; повреждении корней, стволиков, ветвей абиотическими факторами и при поражении хвои грибом (шютте и др.).

Как известно, универсальным растворителем, в котором протекают все биохимические реакции живого организма, является вода. При ионизации воды образуется один водород и один гидроксильный ион. Диссоциирующая вода поэтому даже при повышении ее температуры остается нейтральным соединением, так как концентрация водородных и гидроксильных ионов одинакова. Водный раствор, содержащий больше водородных ионов, чем гидроксильных, обладает кислой реакцией. Раствор с более высокой концентрацией гидроксильных ионов обладает щелочной реакцией.

Цвет среза древесины

Таблица 5

Реактив	Ель		Береза	
	Природа окраски			
	негрибная	грибная	негрибная	грибная
Азотнокислое серебро	темно-коричневая	светло-коричневая	серо-коричневая	коричневая
Бриллиантовая зелень	—	—	зеленая	—
Перекись водорода	—	—	желтоватая	желтая
Железный купорос	серо-коричневая	белая	зелено-сероватая	коричневая
Калий хромовокислый	шоколадная	желтая	то же	то же

В последнее время концентрации водородных ионов отводится значительная роль в жизни и развитии растений.

В растительных клетках от величины рН зависит течение ряда важных физиологических процессов: поступления веществ в клетки, ферментатических процессов, набухания, осмотического давления и т. д. Кислотность среды (рН) оказывает определенное влияние на рост и другие процессы жизнедеятельности грибов. Большинство грибов предпочитает кислые среды.

Способ индикаторов разработан в двух вариантах: упрощенный вариант — капельный и вариант введения индикатора в вытяжку. Капельный вариант разработан только для диагностики побурения хвои и листьев и позволяет устанавливать лишь природу этого явления, т. е. является ли оно инфекционным. Второй вариант позволяет ставить более точные диагнозы с указанием вида гриба или конкретной неинфекционной причины.

Изменения окраски вытяжки из сосновой хвои даны в табл. 6.

Таблица 6

Окраска вытяжки из сосновой хвои

Цвет вытяжки после введения в нее		Причина ненормальной окраски хвои
конго красного	лакмоида	
Фиолетовый	красно-фиолетовый	шютте снежное
Коричнево-красный	фиолетово-красный	шютте обыкновенное
Синий	красный	опал огнем
Фиолетово-красный	красно-фиолетовый	усыхание непаразитарное

Если оттенки вытяжки недостаточно отчетливы, то применяют другие индикаторы или их смесь.

Индикаторный способ весьма прост технически и широко может использоваться непосредственно в лесу, питомнике и других местах, где нет лаборатории.

### 3. МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМИ

Методы борьбы с вредными организмами леса раньше было принято делить на предупредительные и истребительные. Дальнейшее развитие лесозащиты потребовало совершенство-

вания классификации мер борьбы с болезнями леса. Несмотря на некоторую условность, эта классификация наиболее правильно отображает цели и задачи, стоящие перед лесозащитой.

К I группе относятся мероприятия, направленные на создание условий, неблагоприятных для размножения грибов, бактерий, вирусов, нематод, высших цветковых паразитов, — это профилактические, или предупредительные, меры. Сюда входят:

1) надзор за появлением вредных организмов:

а) сигнализация,

б) рекогносцировочный надзор,

в) стационарный надзор,

г) лесопатологические обследования;

2) организационно-хозяйственные меры:

а) карантин,

б) разработка системы лесозащитных мероприятий (расстановка кадров, организация и охрана труда, пропаганда лесозащитных знаний, создание уголков лесозащиты, выполнение правил карантина);

3) лесохозяйственные мероприятия.

Ко II группе относятся мероприятия, направленные на непосредственное уничтожение патогенных организмов. Они представлены следующими методами:

1) физико-механическим,

2) химическим,

3) биологическим.

\* \* \*

\*

Основная задача надзора — это осуществление наблюдений за появлением, развитием и распространением болезней:

а) сигнализация предупреждает о появлении болезней и повреждении в лесах, лесок (сигнализации);

б) рекогносцировочный надзор позволяет выявить главные болезни, ежегодно наблюдать за изменениями, отмечать глазомерно процент зараженности;

в) стационарный надзор — это выяснение на пробных площадях процента зараженности, особенностей распространения гнилей или других видов болезней с учетом типов и других элементов леса;

г) лесопатологические обследования делятся на текущие оперативные, инвентаризационные, наземные экспедиционные, экспертизы и комбинированные — аэровизуальные.

Организационно-хозяйственные мероприятия заключаются в разработке системы защитных мероприятий и включения ее в организационно-технический план лесхоза:

а) карантин предусматривает проведение мероприятий, препятствующих проникновению новых видов болезней из других стран, ограничение распространения местных видов. В СССР имеется разветвленная сеть организаций по карантину сельскохозяйственных растений. Вся работа регламентирована специальными правилами. Во главе карантина стоит Государственная карантинная инспекция МСХ СССР. Имеется внешний и внутренний карантин. В список карантинных объектов болезней леса входят: голландская болезнь ильмовых, эндотиевый рак, а также ряд бактерий повилик и нематод;

б) вопросы разработки лесозащитных мероприятий занимают одно из важных мест в деятельности лесного предприятия. Успех во многом зависит от правильной расстановки кадров. Существенное значение придается пропаганде лесозащитных знаний, для чего используются дни леса и птиц, создаются уголки лесозащиты и т. д.;

в) под лесохозяйственными мероприятиями подразумеваются такие, при которых одновременно осуществляются также и лесозащитные задачи (отбор посевного и посадочного материала, обработка почвы, выращивание устойчивых насаждений, проведение рубок ухода, очистка лесосек и др.). Выполнение лесохозяйственных мероприятий — залог успеха любых мер борьбы с болезнями, гарантия сохранения нормального роста и развития лесных насаждений. Лесохозяйственные меры сводятся к мероприятиям, обеспечивающим биологическую устойчивость насаждений:

1) использование здорового посадочного материала, его хранение и транспортировка;

2) правильная агротехника в питомниках и культурах (это севообороты, обработка почвы, применение удобрений, сроки посева и посадки, борьба с сорняками);

3) правильный подбор пород с учетом заболеваемости и почвенно-грунтовых условий;

4) подбор форм и пород, устойчивых против болезней (селекция и гибридизация);

5) создание смешанных, разновозрастных насаждений;

6) правильный уход за культурами и насаждениями (культивация, санрубки и др.);

7) осуществление элементарных требований санминимума в лесах (захламленность, ликвидация расстроенных насаждений, своевременная вывозка заготовленной древесины и т. д.).

Вторая группа мероприятий, направленных на уничтожение возбудителей, называется истребительными мерами борьбы.

Физико-механические меры:

а) удаление больных деревьев;

б) изолирование здоровых (канавы, питомники за 200 м от стены леса);

в) обрезка и уничтожение больных частей растений;

г) уничтожение промежуточных хозяев и переносчиков (если на питомнике сосна, удалить осину; грушанка — промежуточный хозяин ржавчины шишек ели);

д) сбор и уничтожение плодовых тел гриба до момента распыления спор. Однолетнее плодовое тело серножелтого трутовика живет несколько дней и дает 1000 спор в минуту. Многолетние спороносы весь вегетационный период;

е) сбор и сжигание опавших листьев (компост из листьев является источником инфекции грибов р. *Fusarium*);

ж) дезинфекция почвы и древесины высокой температурой (в лесу используют термическую обработку почвы — метод Юницкого. При этом кучки хвороста раскладывают в шахматном порядке и зажигают их);

з) лечение ран и пломбирование дупел (вычищенная рана, дупло антисептируются дегтем, битумным лаком. Дупла заполняются опилками, песком и др. Хорошие замазки — это смесь технического воска и еловой смолы, асфальт в горячем виде, бордоская паста — бордоская смесь с льняным маслом. Лучшее время для лечения ран — весна);

и) обеззараживание семян водой (семена помещаются в струю воды).

В борьбе с нематодами используют термотерапию — применение высокой температуры, пропаривание почвы, обработка растений горячей водой; затопление питомников и вымачивания растительного материала; применение ультрафиолетовых лучей, ультразвука и гамма-лучей. В результате облучения растений, пораженных фитогельминтами (*Meloidogyne incognita*), коротковолновым светом (УФ) общий объем галлов у растений снижается в 15 раз, уменьшается и количество галлов. Облучение УФ имеет и профилактический эффект в отношении поражения растений нематодами. В борьбе с бактериальными болезнями семян проводят их обработку горячей водой. На бактерии губительно действуют прямые солнечные лучи и длительное воздействие рентгеновских лучей (короткие вызывают мутации). В борьбе с вирусами положительные результаты получены от применения физиотерапии — прогревание больных растений при температуре +38—40°. Температура выше +40° губительна и для микоплазм.

#### 4. ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД

Химические меры борьбы с грибными болезнями носят преимущественно профилактический характер. Они делятся на внешнюю и внутреннюю терапию: при внешней проводят

опрыскивание, опыливание и фумигацию; при внутренней вводят в сосудистую систему дерева различные химические вещества, способствующие невосприимчивости дерева к возбудителю болезни.

Этот метод борьбы предполагает применение ядохимикатов (фунгицидов) и соответствующей аппаратуры для нанесения химического вещества на защищаемое растение.

Для борьбы с болезнями растений применяются различные фунгициды, свойства которых, правила хранения и использования имеют много общего с инсектицидами (свойства—токсичность яда, физико-механические свойства, растворимость; канцерогенные свойства — воздействие на человека и животных).

Токсичность ядов к патогенным организмам определяет фунгицидные свойства. Яд по возможности должен быть безопасным для теплокровных животных; малозаметен на объектах и не должен иметь раздражающих сильных запахов; отвечать определенному ГОСТу.

Степень размола определяется в мешах. Количество отверстий в сите, приходящихся на 1 см<sup>2</sup>, должно составлять до 800 меш. При этом будет проходить 95% яда.

Ядохимикаты, применяемые для защиты растений, представлены следующими группами:

1) хлорорганические (ГХЦГ — гексахлоран, полихлоркамфен, полихлорпинен) в основном инсектицидного действия; из этих ядов сейчас запрещено применение ДДТ;

2) фосфорорганические соединения (карбофос, сайфос, метафос, хлорофос, фосфамид, или рогор, фозалон, фталофос, цидиал и др.). Тимет, тиофос, меркаптофос в СССР запрещены. Ранее указанные препараты наиболее широко применялись как инсекти- и акарициды;

3) производные дитиокарбаминовой кислоты (цинеб, цирам, поликарбазин, тетраметилтиурамдисульфид, или ТМТД, и др.) — это фунгициды;

4) ртутноорганические (гранозан, меркуран, меркурбексан). Это фунгициды, используемые для протравливания семян. При этом ручное протравливание запрещено. Ограниченно используются и сами ртутные препараты.

В Северной Америке и Скандинавии широко используется паногенное протравливание семян. Это как бы сухая обработка семян жидкостью. Паноген — жидкий ртутный протравитель, активный. Компонентом паногена является 22%-ный метилртутьдициалодиамид.

Ядохимикаты, обладающие инсектофунгицидными и другими свойствами, называются пестицидами. Они используются в борьбе с насекомыми (инсектициды), клещами (акарициды), грибами (фунгициды), грызунами (зооциды).

Условия применения пестицидов, как и других ядохимикатов, в лесном хозяйстве изложены в специальных инструкциях. В них детально и конкретно указано, как, в какие сроки, в каких дозах можно применять пестициды. Отдельный склад для хранения ядохимикатов, использование машин и аппаратов, спецодежда и средства индивидуальной защиты разного назначения, строгий контроль специалистов за ведением лесозащитных химических работ, за качеством лесной продукции — все это позволяет и при использовании весьма токсичных препаратов обеспечить людям безопасность.

Работа с ядохимикатами должна проводиться под руководством специалистов защиты леса, хорошо знающих санитарные правила и обращения с ядами.

К наиболее употребительным в лесном хозяйстве фунгицидам относятся: формалин (0,15%), марганцевокислый калий (1,0—2,0%), гранозан (НИУИФ-2) для семян; на молодняках — бордоская жидкость (1—2%), цинеб (1%), фигон (0,3%), коллоидная сера, молотая сера, медный купорос; для листьев — фентиурам (1%), фигон (0,7%); на взрослых деревьях (некроз, раковые раны и др.) используют железный купорос, медный купорос, креозот и др. Против дереворазрушающих грибов, для антисептирования строевой древесины и деревянных столбов рекомендованы ЦНИИМОДом смеси кремнефтористого натрия с медным купоросом, медного купороса в растворе водного аммиака, препарата ГР-48, основная часть которого состоит из этилмеркурфосфата и препарата ХМ-5. Последний состоит из бихромата натрия, сульфата меди и хромового ангидрида.

В борьбе с черным раком осины эффективны: 50%-ный цинеб, 30%-ный концентрат хлорофоса и 90%-ная синтетическая мочеви́на, приготовленные на касторовом масле или автоле (1:2). Препараты наносятся непосредственно на рану.

Лечение небольших некрозов деревьев возможно путем обмазки нигролом после их очистки от пораженных тканей или петролатумом (смесь высокомолекулярных твердых углеводородов), или дегтем, асбестом и креозотом. В борьбе с некрозом коры хвойных пород положительные результаты дает ранневесеннее или летнее опрыскивание деревьев 1%-ный бордоской жидкостью.

В борьбе с бактериями используют химическое обеззараживание семян лесных пород формалином, НИУИФ-1, гранозаном, ТМТД, серной кислотой; дезинфекцию посадочного материала слабым раствором борной кислоты, сернокислого цинка и формалина; дезинфекцию почвы хлорпикрином и формалином.

Положительные результаты получены в результате обработки (вымачивания) пораженных бактериями растений в суспензии фунгицида — бенонила.

В борьбе с вирусами на питомниках применяется опрыскивание больных растений 1%-ным раствором хлорного железа, вымачивание глазков перед окулировкой в растворах мочевины, хингидрона, тиосульфата натрия. Высокую эффективность показали ртутьсодержащие препараты, которые, к сожалению, являются весьма опасными для человека и теплокровных животных. Поэтому центр тяжести и борьбы с вирусами сосредоточивают на переносчиках — сосущих насекомых и клещах.

Химическая борьба с нематодами — это применение нематостатических веществ, т. е. веществ, угнетающих развитие нематод в растениях (аммиачная селитра, роданистый калий и салициловокислый натрий), и нематотицидов. Нематотициды применяются для обработки вегетирующих растений, обеззараживания семян, плодов и посадочного материала.

Со стеблевыми и листовыми нематодами борются с помощью фосфорорганических препаратов — паратион, метилпаратион, диметоат, малатион, фосфамидон, диазинон, фورات, цинофос и др. Для борьбы с галловыми нематодами применяют селенат натрия, гидразит, малеиновую кислоту (ГМК), пропилгалат и др. С корневыми нематодами используют фунгианты — фосфин, метилбромид.

Из контактных нематотицидов следует отметить оксамил. Его вносят в почву или опрыскивают надземные части растений.

В борьбе с повиликами в насаждениях и на питомниках применяется опрыскивание пораженных растений арсенитом натрия, гербицидами, настоями айланта, солянок и др. Положительные результаты получены при использовании грибов р. *Alternaria*. Повилика, опрыснутая культурой гриба, погибает (Синадский, 1967).

Фунгициды используются в лесных насаждениях с помощью специальных аппаратов и машин. Для опрыскивания применяются: ОБП — опрыскиватель бочечный переносной; РЛО-5 — ранцевый лесной опрыскиватель; ОРП-А, ОРП — опрыскиватель ранцевый пневматический; ОКС — опыливатель-опрыскиватель комбинированный; ОКП-15 — опыливатель-опрыскиватель комбинированный прицепной.

Для опыливания применяют ручной ранцевый опыливатель с мехом ОРМ и комбинированные опыливатели-опрыскиватели.

Используют и аэрозольные аппараты. Химикат превращается в аэрозоль — смесь воздуха с мельчайшими каплями



жидкости (туман) или с частицами (дым), мелкодисперсные частицы 1—50 мк.

Для протравливания почвы от грибов родов *Фузариум*, *Botrytis* и др. используют инжекторы ИР-12, ИР-12М (емкость бачка 3 л), делают 600—900 уколов до 30 см; для больших площадей применяются конные фумигаторы ФПК-0,5; тракторные ФПК-2,5; на питомниках — ИРМ и РМ-12МА (модернизированные). В качестве протравителей используют 3%-ный карбатион.

Для протравливания семян в лесном хозяйстве применяют аппарат Галитовского (для мокрого протравливания) и аппарат ПСП-0,5 (для сухого протравливания).

В условиях влажных тропиков проводят борьбу с болезнями растений — сверхнизкообъемное опрыскивание с применением легких аппаратов и мелкокапельных опрыскивателей-туманообразователей. В качестве препарата используют 2%-ное масло фирмы «Шелл» и тяжелый алкилат (парафиновое масло).

### ВНУТРЕННЯЯ ТЕРАПИЯ

За последнее время она вновь получает признание. заключается во введении в дерево или кустарник безвредных для него химических веществ, которые, распространяясь по растению, делают его ядовитым для возбудителей болезней. Такими веществами являются антибиотики и ядохимикаты внутрирастительного действия, обладающие способностью проникать в дерево и быстро распространяться по его сосудистой системе. В качестве ядов используют преимущественно фосфорорганические препараты (октаметил и др.) в очень небольших концентрациях (0,05—0,1%).

Введение в стволы дубов препаратов ванцид-51 в количестве 1500 мл на каждое дерево приводит к образованию дополнительных широких сосудов ксилеммы и ослаблению внешних симптомов болезни. При борьбе с цитоспорозом эффективно введение в стволы тополей сернокислого железа и хлористого натрия, которые повышают прирост древесины и устойчивость растений к заболеванию.

Для внутренней терапии с голландской болезнью используют ингибиторы роста и вещества, задерживающие образование весенней древесины: ВТМА, 4,5МТМА и 2,4Д. Замедление распространения спор *Ceratocystis ulmi* в сосудах древесины достигается посредством обработки деревьев вяжущим инертным веществом — полиэтиленгликолем.

При лечении ценных пород, пораженных раком, рекомендуется вводить внутрь дерева 3%-ный водный раствор фтористого натрия, хлористого цинка или медного купороса.

Вместо неорганических веществ можно вводить антибиотик патулин, микофенильную кислоту, аспергилловую кислоту.

Внутренняя терапия осуществляется:

- 1) путем обыкновенного воздушного опрыскивания препаратами,
- 2) внесения его в почву,
- 3) введения препарата в ткани дерева с помощью шприца (хемотерапия).

### БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

Он еще слабо применяется. Основан на существовании антагонистических межвидовых взаимоотношений между организмами. В мире микроорганизмов встречаются бактерии, грибы, подавляющие жизнедеятельность ряда грибов, паразитирующих на растениях. Например, гриб триходерма подавляет развитие гриба корневой губки.

Н. А. Красильниковым и В. М. Дронжевским в борьбе с фузариозом использовались разводки штаммов ряда бактерий, которыми поливали в виде суспензии почву, зараженную фузариумом. Полегание было предотвращено. Кроме того, эти бактерии стимулировали рост почвенных бактерий, имеющих большое значение для почвообразовательного процесса. К сожалению, широко использовать этот метод нельзя из-за трудности приготовления штаммов (нужны автоклавы, необходимо получать чистые культуры и др.).

К биологическим методам относится также использование пенициллина и стрептомицина для намачивания семян листовой плесени, зараженных фузариумом. Энергия прорастания семян при этом увеличивается до 20% и одновременно увеличивается устойчивость семян.

В целях подавления сосудистых микозов используют антибиотики, выделяемые грибами и бактериями: глиотоксин —  $C_{13}H_{14}N_2O_4S_2$ , антимидин А —  $C_{28}H_{40}N_2O_9$ , актидион —  $C_{15}H_{23}NO_4$ , а также стрептомицин, тетрациклин и биомидин (Минкевич, 1972). В борьбе с цитоспорозом фунгистатическим действием обладают актидион, омадин (перидин этион натрия), сульфат оксихинолина, микостатин и фитострептин, которые в концентрациях (первые дни) 1:57:1 000 000 и остальные 25:1 000 000 оказывают летальное действие.

В борьбе с бактериальной инфекцией заслуживает внимания обработка семян антибиотиками — агримицином и стрептомицином, а также фитонцидами.

Биологическая борьба с нематодами выражается в использовании хищных грибов *Dactylaria thaumasia*, *Arthrobotrys oligospora*, *A. robusta*, специфически действующих растений — люцерны, лука, цикория, ржи, кукурузы, бархатцев, календулы, а также ловчих растений — рапса, ночной фиалки.

## 5. ИММУНИТЕТ И ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ

Иммунитет — это свойство, присущее тому или иному виду растений, передающееся потомству и наследуемое при скрещиваниях. Свойствами непоражаемости растений теми или иными болезнями широко пользуются в практике сельского и лесного хозяйства. При этом используют естественный иммунитет, культивируя уже имеющиеся устойчивые к болезням формы и сорта растений или создавая новые. Кроме того, применяют приемы, повышающие устойчивость к заболеваниям восприимчивых растений. В одних случаях устойчивые (иммунные) растения — наиболее надежное и единственное средство защиты от патогенных организмов. В других — введение в культуру устойчивых форм и сортов повышает эффективность тех или иных мероприятий (Горленко, 1973).

Долгий период времени устойчивость растений рассматривали в отрыве от внешней среды, т. е. среда не влияла на устойчивость. Одним из выражений приспособляемости древесных растений к условиям внешней среды служит приспособление их к неблагоприятным условиям, которое обеспечивает организмам выживаемость в экстремальных условиях аридности или полярности (жароустойчивые и солеустойчивые растения). В последние годы ученые доказали, что устойчивость можно воспитывать (создание засухо- и солеустойчивых растений).

Под термином устойчивость, или непоражаемость, принято понимать признаки и свойства, которые являются выражением определенного состояния организма и которые нарушаются при изменении этого состояния. Устойчивость — свойство динамическое, меняющееся и связанное с местообитанием растений.

Деревья, как известно, чрезвычайно долговечны. Так, ель и сосна доживают до 500 лет, дуб и платан до 1000 лет, кипарисы до 2000 лет, а секвойя до 3000—5000 лет. В течение такой жизни древесные породы беспрестанно подвергаются различным неблагоприятным воздействиям факторов среды обитания. И, конечно, в подобных условиях долго может жить только тот организм, который надежно защищен приспособлениями и свойствами, обеспечивающими ему высокую устойчивость не только к воздействиям абиотических факторов, но и к патогенным организмам. К этим приспособлениям относятся морфоанатомические, физиологические, биохимические и биологические особенности.

Морфолого-анатомические характеризуются толщиной пробковой корки (пробковые бересты более устойчивы к гнилям, чем обыкновенные), толщиной эпидермиса, кутикулы

(листья барбариса с толстыми листьями менее заражаются ржавчиной), опушенность плодов, соотношение механических тканей (осина-Яблокова, гигантская более устойчивы к гнилям, чем обыкновенная).

Но нарушения целостности коры не всегда приводят к заражению древесины дереворазрушающими грибами или другими патогенами, так как лежащие под корой живые ткани способны к заращиванию ран, а у хвойных к выделению смолы. Повышенное смоляное давление в стволе уже является средством защиты сосны от патогенных организмов. В то же время ель, пихта и другие хвойные породы выделяют очень мало смолы и она почти никакой защитной роли не играет. Лиственные породы еще слабее защищены. Поэтому обнаженная древесина у лиственных пород рассматривается как потенциально зараженная дереворазрушающими грибами.

Особенности защиты от патогенных организмов у ассимиляционного аппарата древесных пород выражаются в следующем: хвоя сосны защищена снаружи оболочкой, или кутикулой, состоящей из клетчатки, пропитанной особым веществом — кутином. Защитные свойства хвои усиливаются подкожными тканями (гиподермой и др.). Помимо этого, древесные породы обладают и такими защитными приспособлениями, как отшелушивание слоев коры. Живые клетки тканей дерева при контакте с паразитом выделяют различные вещества, которые механически препятствуют распространению грибницы в соседние клетки, и др.

Физиологические особенности характеризуются концентрацией клеточного сока (рН), наличием дубильных и других веществ, реакцией клеток при внедрении в них паразита и т. д. Так северо-западная форма сосны обыкновенной (форма географическая—лапландская) устойчива к обыкновенному шютте, а юго-восточные формы (воронежские, тамбовские) наиболее поражаемы. Это объясняется тем, что концентрация клеточного сока у северо-западной формы выше (рН 5), а у юго-восточной рН 3—4. Оптимум же развития для гриба рН 3, 5.

Из-за дубильных веществ дуб оказывается более устойчивым к ряду заболеваний (мучнистая роса, ложный трутовик).

Заслуживают большого внимания и особенности взаимодействия паразита и растения. Клетки растения в месте проникновения инфекции начинают быстро размножаться, и за счет бурного их развития растение не дает возможности проникнуть паразиту дальше.

Устойчивость деревьев сильно меняется в зависимости от условий внешней среды, ибо патологический процесс харак-

теризуется взаимоотношением трех компонентов: возбудителя, растения-хозяина и внешней среды. В зависимости от метеорологических условий складывается период вегетации. А в зависимости от периода вегетации изменяется и содержание различных веществ в листьях и хвое, определяющих восприимчивость растения к заболеванию. Соотношение веществ может меняться и по сезонам, и по годам. Так, например, если весна сухая, растение быстро вегетирует и быстро переходит в фазу цветения. Соотношение сахаров и белковых веществ при цветении резко меняется. Одни возбудители могут развиваться только при больших количествах сахаров и белков. Если же разлет спор с этим моментом не совпадает (т. е. несоответствие большому количеству сахаров или белков), то и заражения не произойдет.

С возрастом листьев меняется толщина эпидермиса. Многие болезни развиваются только на молодых листьях, и к разлету спор огрубевшие листья не заражаются. Изучение развития мучнистой росы дуба (Власов) показало, что степень поражаемости листьев дуба мучнистой росой находится в прямой зависимости от возраста листьев, который, в свою очередь, зависит от времени посева желудей и условий роста сеянцев.

Засуха, ослабляющая деревья, обычно приводит к усилению развития болезни.

Полная невосприимчивость растения к заболеванию в целом определяется жизнедеятельной и наследственной основой данного организма (теория активного иммунитета). В результате жизненных взаимоотношений между растением и хозяином создается ряд защитных реакций или веществ, присущих только устойчивому растению. Ведущая роль в этом принадлежит ферментативным (энзиматическим) функциям растения, его ферментам, особенно окислительным, активность которых возрастает у устойчивых форм. Большое влияние оказывают на это фитонциды — антитела, разрушающие токсины и энзимы паразита. Они повышают чувствительность клеток растения-хозяина к паразиту, вызывая их быстрое отмирание, а отмирая, они перестают быть питательным субстратом для облигатных паразитов. Устойчивость растений определяется эволюционно сложившимися в жизни вида биологическими приспособлениями растений, по-разному проявляющимися в зависимости от течения патологического процесса и внешней среды.

Для понятия устойчивости растения определенный интерес представляет и закон иммуногенеза Дунина, основанный на теории циклического развития растений Кренке. Эта теория заключается в том, что в каждом растении имеются два взаимоисключающих начала (процесс роста и процесс отми-

рания). На первой фазе онтогенеза преобладают этапы роста, развития, а на второй — явления старения, отмирания. Одни растения устойчивы во второй фазе, но не устойчивы в первой фазе онтогенеза и наоборот. Дуниным предложено изменить продолжительность первой или второй фазы и тем самым регулировать рост и развитие растения (уменьшить полив, внести удобрения). Все это необходимо сопоставить с разлетом спор и прохождением растением фазы, в которой оно устойчиво. Это было проведено в тутоводстве и проверено на картошке (заболевание фитофторой уменьшилось).

В последнее время большого внимания заслуживают работы по получению устойчивых растений к патогенным организмам за счет облучения рентгеновскими, гамма- и другими лучами. Благодаря облучению растений можно получить наследственные мутации, устойчивые к определенным заболеваниям. Много получено устойчивых древесных мутантов в США и Швеции. В Швеции устойчивые виды представлены выведенными полиплоидными формами (тетраплоидные). У нас известны природные полиплоиды (осина Яблкова).

Для очищения леса от запасов инфекции в лесном хозяйстве часто применяется санитарная рубка. В практике это осуществляется выборкой отдельных деревьев или сплошной рубкой в очаге. Среди удаляемых остаются отдельные экземпляры, зараженные корневой гнилью. Поэтому удаление только одних стволов и оставление пней и корневой системы в почве представляет собой в отношении корневых гнилей лишь уборку «трупов», т. е. последствий болезни, а не заразного начала, которое остается в лесу полностью.

Аналогичное можно сказать и об оставлении в питомниках опавшей хвои и листьев, о посадке больных сеянцев в культуры и т. д. Это создает чрезвычайную концентрацию запаса инфекции. Поэтому при такой постановке дела бесполезно пытаться повысить устойчивость деревьев к этим болезням. Следовательно, первой мерой в создании условий, способствующих повышению устойчивости к болезням, должна быть борьба с антисанитарными условиями роста леса.

Очень важным моментом являются условия, в которых росло дерево (сеянцы) в молодости, эти условия способствуют укреплению организма. Чем сильнее был рост древесной породы в молодости, тем обычно она здоровее и устойчивее к болезням. Таким образом, здесь идет вопрос не о защите, а о выращивании сильных растений, способных выживать при заболеваниях.

Надо иметь в виду, что растения, которым созданы нормальные или улучшенные условия роста, легче переносят ряд опасных болезней.

При фузариозе (полегание всходов), если сеянцы нормально развиваются (т. е. не имеют вытянувшегося тонкого стволика и не испаряют чрезмерно много влаги в период травянистого состояния стебельков), они успешно сопротивляются заболеванию. Ненормально вытягивающиеся стебельки и сильное испарение воды влекут за собой развитие мицелия гриба в водопроводящей системе стебельков и гибель растения. А отсюда вывод: всходы надо умеренно затенять.

Важным звеном является и вопрос питания всходов в период их травянистого состояния. Надо усилить фосфорное и калийное питание, укрепляющее ткани растения (быстрое одревеснение стебельков), а не азотное, направленное на увеличение объемного веса. Несомненно, что благоприятно сказывается и быстрое прорастание семян. Длительное лежание способствует усилению заражения.

Болезню шютте обыкновенное (*Lophodermium pinastri*) поражаются легче всего ослабленные экземпляры. В этом плане интересны исследования С. В. Шевченко (1960) в Западной Украине, которые показали, что сосенки, болевшие 2—3 года шютте обыкновенным (болезнь многолетняя), имеют прирост по высоте в 2—3 раза меньше, чем здоровые. Таким образом, они были уже в молодости ослаблены, и это сказывается в дальнейшем. Для создания устойчивых растений, не подверженных шютте, надо соблюдать некоторые правила: 1) не допускать загущенных посевов; 2) обеспечивать влагой и питанием, чтобы все функции протекали нормально.

При дальнейшем в посадках следует учитывать некоторые условия или правила: первое — отбраковывать все сеянцы, у которых жива только одна верхушечная почка и поражено до 50% хвои болезнью шютте; второе — все выходящие из питомника сеянцы должны быть в максимальной степени очищены от мертвой (бурой) хвои.

При создании лесных культур методом посева лесовод мало что может сделать для повышения устойчивости всходов при дальнейшем их росте, так как они попадают в сферу действия стихийных сил природы. Что же касается лесных культур, создаваемых посадкой, то он должен вмешиваться в ход роста культур. Должны быть соблюдены правила посадки (корни должны быть расправлены, не подсушены, должна быть выдержана нормальная глубина, густота и т. д.).

Повысить устойчивость сосновых культур, создаваемых в бедных лесорастительных условиях, позволяет введение в них многолетнего люпина, а также удобрений (фосфора и калия). В молодняках вносить удобрения 4—5 раз, жердняках — 2—3 раза, спелых и средневозрастных — 2 раза из

расчета: фосфора — 250 кг/га, калия — 100, а азота — 100—200 кг/га.

Для сбора семян необходимо использовать высокопродуктивные и высококачественные насаждения, насаждения выских бонитетов и товарности.

При сборе шишек ели целесообразно различать зелено-шишечную и красношишечную формы. Для сбора семян и срезки черенков желательно использовать ценные гибриды, выведенные лесоводами-селекционерами Сукачевым, Альбенским, Яблоковым, Пятницким и др.

Для выращивания устойчивых полезащитных лесонасаждений необходимо обеспечить правильный подбор древесных пород и создать наиболее соответствующие их природе условия среды (удобрения, микориза и т. д.).

Так, на южных черноземах следует выращивать дуб черешчатый, березу бородавчатую. В связи с недостатком влаги лиственницы здесь непригодны. Не рекомендуется рябина обыкновенная, липа мелколистная и др., а на темно-каштановых почвах — дуб черешчатый, вяз мелколистный, гледичия, акация белая и ясень зеленый. На светло-каштановых почвах рекомендуется вяз мелколистный, акация белая и гледичия. На песках рекомендуется сажать сосну обыкновенную.

### **ФИТОНЦИДЫ, АНТИБИОТИКИ И ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД**

Фитонциды — это группа веществ растительного происхождения, разнообразная по химическому составу, но объединяемая общностью своего действия на другие организмы. Фитонциды — летучие вещества из группы эфирных масел. Но отождествлять с фитонцидами эфирные масла нельзя, так как фитонциды образуются в живом организме. Эти вещества защищают растения от бактерий, грибов, простейших одноклеточных организмов и насекомых. Они обладают общим свойством: создают невосприимчивость, или природный иммунитет, древесных растений к заболеваниям (Токин, 1967, 1974).

Заслуживают большого внимания фитонцидные свойства пищевых растений — хрена, лука, чеснока, горчицы, земляники и др.

Название уже означает, что вещества эти растительного происхождения (фитон — растение) и обладает свойством убивать другие организмы (циды). Ученые обнаружили, что фитонциды могут стимулировать, т. е. ускорять рост и размножение тех или иных микроорганизмов.



Фитонциды были обнаружены в 1928—1930 гг. Б. Токиным, А. Филатовой и А. Тебякиным (1942). Из лесоводов много сделали в их познании П. А. Положенцев и П. И. Брынцев.

Очень близки к фитонцидам антибиотики — это летучие вещества, выделяемые низшими растительными организмами (пенициллин, стрептомицин, биомиксин и др.). За рубежом довольно часто фитонциды называют антибиотиками, что означает «противожизненные вещества». Но это не всегда так, и надо помнить, что фитонциды любого растения обладают антибиотическими свойствами, но далеко не всякий антибиотик является фитонцидом, т. е. играет защитную роль для растения в борьбе против микроорганизмов и вредных для него организмов.

Фитонциды разных растений обладают разной мощностью, различен и их химический состав. Последний остается еще не изученным. Фитонциды чеснока, например, по своей химической природе близки к глюкозидам. Они являются комплексом веществ. В большинстве случаев это не белки и не нуклеиновые кислоты. Главным действующим началом фитонцидов черемухи является синильная кислота, бензойный альдегид и др.

Фитонциды одних растений обладают бактерицидными свойствами, т. е. могут убивать бактерии, фитонциды других — бактериостатическими свойствами, т. е. только задерживать рост и размножение микроорганизмов. Фитонцидами растение как бы стерилизует самого себя.

Противомикробными свойствами обладают вещества, часто встречающиеся в древесных растениях, — дубильные вещества, бальзамы, смолы, синильная кислота и др. В этом плане заслуживают внимания листья дуба и эвкалипта.

Знаменитый древнегреческий врач Гиппократ еще в V в. до н. э. лечил от легочных болезней продолжительным пребыванием больных в горных сосновых борах. Ведь из килограмма сосновой смолы в окружающий воздух попадает 240 г целительного элексира. По указанию М. Н. Артемьева, 1 га лиственных лесов выделяет за сутки около 2 кг летучих органических соединений, а 1 га хвойных — 5 кг (Крым). В молодом сосновом бору и в кедровых лесах воздух фактически стерильный. По данным П. И. Брынцева (1949), листья березы, клена, дуба, лещины, ивы и других продуцируют в воздух летучие вещества в огромных количествах.

Академик АН УССР Н. Г. Холодный (1967) наряду с фактами вредного действия фитонцидов на микроорганизмы обнаружил не менее интересное явление: в некоторых случаях летучие вещества, наоборот, улучшают жизнь тех или иных бактерий, ускоряют их размножение. Особый интерес в этом

отношении представляют цветы многих растений. Наряду с этим им определено, что в 1 м<sup>3</sup> лесного воздуха вместе с фитонцидами содержится и несколько миллиграммов витаминов (витаминоподобные вещества или атмосферные витаминны).

Для работы в лесу фитопатологу обязательно нужно знание степени фитонцидности древесных пород с точным знанием их способности быстро и успешно заращивать раны, отпугивать вредных насекомых и др.

#### Степени фитонцидности древесных пород

Сильная — береза бородавчатая, граб, клен остролистный, пихта сибирская, сосна обыкновенная.

Средняя — дуб черешчатый, липа обыкновенная, ольха серая, ясень обыкновенный.

Слабая — ель обыкновенная, тополь белый.

Исследованиями А. Н. Пряжникова (1968) установлена фитонцидная активность биологического комплекса растений кедровых лесов. Был исследован 81 вид растений. Им отмечается, что решающая роль в общей оценке фитонцидности лесного ценоза принадлежит ярусу древесной растительности и подлеску. Степень фитонцидности определялась по воздействию растений на бактерии родов стафилококкус и парамецию.

Под пологом леса микробов в 2—3 раза меньше, чем в тех же условиях на непокрытой лесом площади. В насаждениях с преобладанием кедра микроорганизмов содержится очень мало — до 700 микробных клеток в 1 м<sup>3</sup> воздуха. Это говорит о стерильности воздуха, так как существующие нормы даже для операционных помещений допускают наличие 500—1000 непатогенных микробов в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

Количество микробов уменьшается с повышением сомкнутости насаждений и увеличения в составе доли кедра.

Численность микробов в 1 м<sup>3</sup> воздуха в насаждениях с преобладанием:

кедра сибирского — 380

пихты сибирской — 510

сосны обыкновенной — 640

березы бородавчатой — 450

редины и вырубки — 950.

#### АНТИБИОТИКИ И ИХ РОЛЬ В ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ

В последние годы Н. А. Красильников, А. Г. Кучаева, С. А. Егорова, Р. М. Жуклене, Ф. Вагнер, М. Н. Родигин, Г. А. Трунов изучали распределение антибиотиков в расте-

ниях при внекорневом их введении (клен, ясень, липа, черемуха, белая акация, чингил, абрикос, вишня и др.). Пенициллин (пенициллиновая кислота) вводили в ствол дерева по методу Шевырева (через фильтр). Вишня, черешня, абрикос всасывают пенициллин в большом количестве, а клен, ясень, липа—мало. У вишни пенициллин быстро продвигается в ветви и листья всей кроны, а у черемухи и чингила медленно, достигая только нижних веток и листьев и не доходя до верхней части кроны. В листьях клена, ясеня, липы пенициллин не был обнаружен.

Антибиотики могут проникать в растения не только путем всасывания через отверстия в стволе, но и через корни и листовую поверхность. Всасывание идет слабее, чем ниже температура воздуха и выше его влажность. Растения всасывают антибиотики не только в виде химически очищенных препаратов, но и в виде нативных веществ. Нативные вещества — те, которые образуются непосредственно в субстрате микробом-антагонистом.

Механизм действия антибиотиков на растениях еще совершенно не изучен. Праммер (1955) делает предположение об изменении метаболизма растений под влиянием антибиотиков и повышении в связи с этим их устойчивости. Некоторые исследования у нас также говорят в пользу этого взгляда.

## СЕЛЕКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Селекция — отбор семян от растений, показавших наибольшую устойчивость.

Гибридизация — получение устойчивых пород путем скрещивания.

Важной проблемой для лесоводов остается проблема селекции древесных пород — это выявление и выведение наиболее продуктивных пород и форм, устойчивых к возбудителям болезней, для разных условий среды, изучение природы деревьев по типам леса (сбор семян с лучших деревьев, селекция и гибридизация по скорости роста и т. д.).

Как показывает наука и практика, с помощью селекции можно в довольно короткий срок улучшить качество древесных растений и тем самым повысить их ценные качества.

В результате воздействия на растение факторов внешней среды у него возникают и могут наследственно закрепляться новые признаки, благодаря чему одно и то же дерево может обладать различными, передаваемыми по наследству, свойствами не только в разных географических районах, но и в одном. Даже в пределах одного насаждения могут быть отдельные деревья одной и той же породы с неоднородными

наследственными свойствами. При разведении того или иного вида в новом районе указанные свойства наследуются и сохраняются во 2-м и 3-м поколениях. Эти свойства могут обусловить быстрый и медленный рост насаждений и отдельных деревьев, различную их жизнестойкость, устойчивость или восприимчивость к патогенным организмам, разную зимостойкость и т. д. Так, на севере сосна южного и западного происхождения подмерзает, вымерзает совсем или образует кривоствольные древостой. Из северной же сосны на юге формируются редкостойные, медленно растущие древостой.

Для селекции по созданию новых засухо- и солеустойчивых тополей заслуживает внимания гибрид черного пирамидального тополя и осины. Большое внимание обращается на улучшение состояния осинников, на выращивание здоровых осинников — это актуальная задача современного лесоводства.

Вопросами разведения быстрорастущих пород в СССР в последние годы успешно занимались и занимаются В. Н. Сукачев, Л. Г. Каппер, Б. В. Гроздов, А. С. Яблоков, П. Л. Богданов, М. Д. Данилов, А. В. Альбенский, В. П. Тимофеев, Н. А. Коновалов и др.

Заслуживают большого внимания работы среднеазиатских ученых: В. М. Ровского, Г. П. Озолина, А. П. Соловьевой (1947, 1950) — по выведению новых форм ильмовых, устойчивых к голландской болезни, массовой инфекционной болезни ильмовых. Авторы сообщают о широком их введении в посадки. К наиболее устойчивым формам, по указанию Г. П. Озолина (1958), относятся мелколистные формы ильмовых: *Ulmus pinnatoramosa*, *U. parvifolia*, *U. sieboldi*, *U. coriana*.

В последнее время при селекционно-семеноводческих работах в целях улучшения породных свойств древесных растений и повышения их устойчивости к болезням широко применяются специальные приемы по воспитанию гибридов.

Поздно распускающаяся разновидность дуба устойчива к заморозкам, а рано распускающаяся постоянно побивается ими.

Среди древесных пород осина весьма распространена и неприхотлива к условиям произрастания, ее древесина имеет небольшой объемный вес, просто и легко обрабатывается, долговечна в постройках. Из-за бурного размножения корневыми отпрысками и семенами она является пионером по облесению лесосек, гарей, пустырей. Наряду с этим она имеет существенный недостаток: ее стволы подвержены заболеванию сердцевинной гнилью (ложный трутовик). В 50—60-е годы А. С. Яблоковым установлен в лесах СССР ряд форм осины (биотипов), отличающихся разной устойчивостью к центральной гнили. Выделены в природе формы осины (ис-

полинские формы в Курской области), выведен с помощью гибридизации и селекции ряд тополей (московский пирамидальный, Яблокова и др.). Заслуживают большого внимания гибриды тополя Яблокова с тополем Боэле — устойчивые против грибов, зимостойкие и декоративные. Они имеют пирамидальное ветвление. В условиях полупустынно-степных (Ставропольский край) наиболее успешными по росту явились гибриды тополя московского серебристого с туранпой разнолистной. Последняя в силу природных условий формирования своей наследственности — прекрасный объект для селекции.

# **VIII. РАЗРУШЕНИЕ И ПОВРЕЖДЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСОСЕКАХ, СКЛАДАХ И В ПОСТРОЙКАХ**

---

## **1. КРАТКИЙ ОЧЕРК О ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИИ**

Древесиноведение — это отрасль науки, изучающая физические, механические, химические свойства древесины и методы их исследования. Основные ее разделы — строение древесины (макро- и микроскопическое), химические, физические и механические свойства, стойкость, пороки, особенности строения, свойства и применение отдельных лесных пород, искусственное изменение свойств древесины, характеристика и применение новых материалов.

Древесиноведение относится к области лесоведения, объектом изучения которого является основной продукт леса — древесина.

В нашей стране древесиноведение как самостоятельная отрасль лесных наук оформилась в 1932 г., когда были открыты кафедры древесиноведения в ряде лесных вузов. В развитии этой науки велика заслуга С. И. Ванина, Л. М. Перелыгина, Ю. М. Иванова, Н. Н. Чулицкого, Н. С. Горшина, А. И. Калниньша. Эта дисциплина непосредственно связана с лесоводством, анатомией растений, фитопатологией, лесной геоботаникой и рядом технологических дисциплин.

В настоящее время под влиянием требований лесного хозяйства и лесной промышленности древесиноведение развивается в двух направлениях: лесоводственно-биологическом и физико-техническом. Первое направление имеет целью удовлетворить требования лесоводства и лесного хозяйства для получения данных о влиянии условий произрастания и лесохозяйственных мероприятий на анатомическое строение и технические свойства древесины. Второе направление имеет целью разработку научных основ рационального использования древесины в промышленности.

Основными научными вопросами древесиноведения в настоящее время являются следующие:

а) изучение анатомического строения древесины отечественных пород, определение размеров ее элементов и разработка ее диагностических признаков;

б) исследование физической сущности процессов, происходящих в древесине при механических и тепловых воздействиях, взаимодействии с жидкостями и т. п.;

в) исследование физико-механических и химических свойств древесины лесов СССР в связи с их комплексным изучением.

Древесина в настоящее время превратилась в универсальный материал большого народнохозяйственного значения. Из древесины изготавливаются десятки тысяч разнообразных изделий. Она идет на строительство, железную дорогу, в угольную промышленность, судостроение, вагоностроение, автостроение, авиастроение, металлургию, текстильную промышленность, машиностроение, сельское хозяйство; производство предметов культурного обихода. Очень много древесины потребляет бумажная промышленность. Путем химической переработки из древесины изготовляют шелк, шерсть, вату, спирт, деготь, скипидар, дубильные экстракты, гутту. За счет прессования и термической обработки получены новые материалы (прессованная древесина, слоисто-прессованная древесина и др.). Появились новые виды фанеры — облицовочная, обойная, обувная, кровельная, армированная. Из измельченной древесины с применением искусственных смол получены формовочные детали: ролики, колеса, втулки и др.

В древесиноведении рассматриваются макроскопическое строение (части растущего дерева: древесина-заболонь, ядро, спелая древесина; годовые слои, ранняя и поздняя древесина, сучки, сердцевинные лучи, сосуды, смоляные ходы, камбий и кора), микроскопическое строение древесины и коры (строение клетки, клеточной оболочки, ткани древесины, строение ствола хвойных и лиственных пород, строение коры) и химические свойства (химический состав, теплопроводная способность). Абсолютно сухая древесина независимо от породы содержит углерода 49,5%, кислорода 44,2%, водорода 6,3%, азота в древесине содержится около 0,12%.

Основное вещество клеточных оболочек древесины — целлюлоза. Она относится к полисахаридам. Это очень стойкое вещество, нерастворимое в воде, спирте, эфире, а растворимое в аммиачном растворе окиси меди. Геммицеллюлоза относится к полисахаридам и по химическому составу близка к целлюлозе, но имеет меньшую химическую стойкость. Лигнин представляет собой сочетание нескольких веществ. Он отличается от целлюлозы большим содержанием углерода; менее стоек, чем целлюлоза; легче подвергается действию горячих щелочей, окислителей и пр. При действии серной кислоты на лигнин он переходит в раствор, образуя лигно-

сульфоновую кислоту, на чем основано получение из древесины технической целлюлозы.

В древесине также находятся дубильные вещества, или таниды, красящие вещества, смолы, камеди, эфирные масла.

В древесиноведении рассматриваются вопросы стойкости древесины против физических и химических (кислот и щелочей) факторов, против биологических факторов (грибов, бактерий, насекомых); физические свойства древесины (определяющие вид древесины — внешний вид, цвет, текстуру, запах), отношение к влаге, теплу, звуку, электричеству, газу; пьезоэлектрический эффект (способность древесины накапливать электрические заряды под влиянием механических воздействий); механические свойства древесины (прочность, твердость и др.). Специальные работы посвящены вопросам влияния различных факторов (лесоводственных, обработки древесины, влажности, объемного веса и др.); особенностям строения, свойствам и применению древесины лесных пород СССР; искусственному изменению свойств древесины (предохранение древесины, обработки древесины антисептиками, сроки службы, огнестойкость и т. д.).

В этой дисциплине имеется специальный раздел «Пороки древесины и их влияние на физико-механические свойства». Пороками древесины называются отклонения от нормы в форме изменения внешнего вида, нарушения правильности строения древесины, цельности ее тканей или клеточных оболочек. Один из пороков образуются еще при росте дерева, другие возникают уже в срубленной древесине, что и является основанием для деления пороков на пороки растущего дерева и пороки срубленной древесины.

По действующему стандарту пороки древесины делятся на следующие группы, располагающиеся в порядке убывающей встречаемости:

а) сучки, подразделяемые по размерам на крупные и мелкие, игольчатые и глазки; по форме — округло-овальные и сшивные, лапчатые и сросшиеся; по степени здоровья — здоровые, роговые, окрашенные, рыхлые и табачные;

б) некоторые окраски и гнили, подразделяемые на внутренние (внутренняя краснина; пятнистости — челноки, усики, радиальная и тангенциальная; ложное ядро; внутренняя гниль); наружные (химические окраски — сплавная желтизна, загар, продубина, дубильные потеки, чернильные пятна и др.); заболонные прибрежные окраски (синевя, кофейная темнина, плесневые окраски; задыхание; заболонная краснина; заболонная гниль, мрамор; наружная трухлявая гниль). Эти пороки обычно связаны с деятельностью грибов;



в) повреждения насекомыми, подразделяемые на червоточины (поверхностная, неглубокая, глубокая, трухлявая);

г) трещины растущего дерева (метик, морозобоины, отлуп) и срубленной древесины (трещины от усушки — торцевые, торцевые односторонние, сквозные, пластевые и волосяные);

д) пороки формы ствола подразделяются на сбежистость, закомелистость, ройку, кривизну и наплывы;

е) пороки строения древесины подразделяются на косо-слой (естественный и искусственный), завиток, свилеватость (волнистая и путаная), крень (однобокая и местная), внутренняя заболонь, двойная сердцевина, пасынок, сердцевинная трубка;

ж) раны (пороки от ранений ствола и их последствий) — механические повреждения ствола — обдир коры, затеска, заруб, карра, сухобочина, прорость, смоляной рак;

з) ненормальные отложения в древесине — водослой, засмолок, смоляные кармашки.

## **2. ПОРОКИ ДРЕВЕСИНЫ. ДЕРЕВООКРАШИВАЮЩИЕ, СКЛАДСКИЕ И ДОМОВЫЕ ГРИБЫ**

### **ЗАДЫХАНИЕ**

Задыхание возникает при хранении круглых сортиментов во влажном состоянии в теплое время года. Обычно это наблюдается в древесине безъядровых лиственных пород (береза, бук, граб). Процесс изменений в древесине во время летнего хранения проходит две основные стадии: первая стадия называется задыханием, вторая — мрамором. Задыхание, в свою очередь, проходит две подстадии: вначале появляется однотонная красновато-бурая окраска древесины — происходит так называемое побурение; в дальнейшем в окраске появляется полосатость (буровато-серые, буровато-фиолетовые и темно-бурые полосы), образуется подпар, который переходит затем в мрамор.

Различают торцовое и боковое задыхание: первое начинается от торцов и распространяется по древесине вдоль волокон, второе начинается с боковой поверхности и проникает в глубь древесины по направлению к сердцевине. В самом начале задыхание вызывается медленностью высыхания древесины и происходящими в ее живых клетках биохимическими процессами; в дальнейшем начинают развиваться различные грибы, деятельность которых приводит к мраморной гнили. Задыхание у бука и березы летом распростра-

няется вдоль волокон со скоростью примерно 30 см в месяц. Боковое и торцовое задыхание измеряется сантиметрами.

Побурение древесины березы не вызывает изменения физико-механических свойств, подпар же снижает сопротивление ударному изгибу и способность к загибу (лыжи). В соответствии с этим задыхание может допускаться с теми или иными ограничениями (нельзя, например, допускать подпар в березовой древесине для лыж, ружейных болванок и др.).

### ЛОЖНОЕ ЯДРО

Развивается в стволах безъядровых лиственных пород (бук, осина, береза, клен) и представляет ненормальное потемнение центральной части растущего дерева, похожее на настоящее ядро, но имеющее неправильную форму и несовпадающее с границей годовичных колец. Наблюдается на торцах круглых сортиментов в виде центрального участка древесины темно-бурого, серо-бурого, красно-бурого или коричневого цвета, иногда с лиловым, фиолетовым или темно-зеленым оттенком, нередко отграниченного более темной каймой.

Образование ложного ядра обуславливается главным образом различными грибами как окрашивающими, так и разрушающими древесину, но иногда причины его возникновения могут быть и иными (перестойность, физико-химические влияния). Наиболее изучено ложное ядро бука. Ложное ядро бука такое же нормальное явление, как ядро у ядровых древесных пород, а в свежесрубленном состоянии оно даже более стойко против разрушения грибами, чем заболонь.

У березы Л. Г. Алексеевой (1958) выделено IV типа ложного ядра: центральное, эксцентричное, звездчатое и патологическое. Из I типа выделены 23% гименомицетов (*F. igniarius* и др.) и 55% деревоокрашивающих; II тип — 57% деревоокрашивающих и 43% гименомицетов (*Pholiota adiposa* и др.); III тип — 60% деревоокрашивающих и 20% гименомицетов; IV тип — 100% гименомицетов (*F. igniarius*, *I. obliquus* и др.) и деревоокрашивающие.

Обычно у берез, имеющих ложное ядро в возрасте 30—60 лет, более половины деревьев имеют центральное ложное ядро, не содержащее грибной инфекции. Эксцентричный и звездчатый типы ложного ядра в этом возрасте встречаются редко.

У берез в возрасте 90—100 лет процентное соотношение в распространении типов ложного ядра резко меняется. В этом возрасте уже около 70% деревьев имеют центральное, эксцентричное, и звездчатое ложное ядро. В ложном ядре березы с возрастом появляются деревоокрашивающие и дере-

воразрушающие грибы, деятельность которых способствует образованию неоднотонной окраски и выцветов. В спелых и перестойных насаждениях ложное ядро имеется почти у всех деревьев.

Ложное ядро березы развивается тем больше, чем меньше величина живой кроны дерева и чем больше зона мертвых сучьев. В молодняках и средневозрастных насаждениях ложное ядро никогда не поднимается вверх по стволу до живой кроны, а у перестойных может заходить даже в живые сучья.

По действующим ГОСТам применение древесины ложного ядра на высшие сорта, например рядовой фанеры, не допускается. Сравнительные физико-механические испытания древесины ложного ядра и заболони березы (Алексеева, 1957) показали, что в ложном ядре без гнили и выцветов физико-механические свойства снижаются незначительно по сравнению со смежной и особенно расположенной в одних годовых кольцах заболонью.

Образование разновидностей центрального ложного ядра связано с отключением водотока в отдельных участках древесины, которое происходит на определенных этапах очищения ствола от сучьев, т. е. отмиранием последних. При отмирании сучка в соответствующей ему центральной части ствола отмечается восходящий транспирационный ток. В толщу древесины при этом постепенно проникает воздух, что вызывает побурение древесины, распространяющееся в виде кольца, полукруга или сигары вверх и вниз от сучков. При отмирании других сучков водный ток отключается в новых участках древесины, и внутренние слои этих участков также буреют. Сливаясь со старыми участками, они образуют разрастание ложного ядра от центра к периферии.

Центральное ложное ядро образуется через 10—12 лет после массового очищения ствола от сучьев в сомкнутых березняках.

Эксцентричное образуется в связи с отключением отдельных участков заболони от источников водоснабжения и питания, происходящем при поранениях ствола.

Звездчатое встречается только в комлевой части дерева. Оно образуется от поранения корней, и каждый луч ядра соответствует не загнившему сучку, а поврежденному корню.

Патологическое ядро характерно белыми выцветами на бурой древесине или зелеными участками, обусловленными деятельностью дереворазрушающих грибов.

Различают ложное ядро без загнивания и с загниванием: в последнем случае в ложном ядре появляются белые выцветы и тонкие извилистые черные линии. Ложное ядро без загнивания представляет начальную стадию гнили; оно может быть простое и секционное; первое окрашено более однород-

но и наблюдается на торце в форме неправильного круга, ограниченного по периферии темной каймой; второе состоит из нескольких примыкающих друг к другу секций, из которых каждая ограничена темной каймой. Ложное ядро с загниванием будет уже переходом ко второй стадии гнили. При измерении ложного ядра всегда указывается наличие или отсутствие признаков загнивания.

У бука микроскопической особенностью ложного ядра является присутствие в сосудах большого количества тилла и темно-коричневого пигмента в клетках сердцевинных лучей и древесной паренхиме.

Вследствие большой затиллованности (до 100%) древесины ложного ядра бука обладает сильно пониженным водопоглощением и весьма трудно поддается пропитке (антисептиками); водопроницаемость же здоровой древесины и ложного ядра бука в радиальном и тангенциальном направлениях оказалась одинаковой.

Из физико-механических свойств ложного ядра бука оказались заметно пониженными: прочность при растяжении вдоль волокон, меньшее сопротивление ударному изгибу и меньшая способность к загибу. По остальным свойствам древесины ложного ядра бука является не ниже здоровой.

В народном хозяйстве возможно применение для деловых сортиментов древесины всех типов ложного ядра негрибной природы, за исключением центрального неоднородного ложного ядра с выцветами, зелеными участками и шероховатой поверхностью распила.

### ВНУТРЕННЯЯ ЗАБОЛОНЬ

Внутренняя заболонь представляет собой скрытый порок древесины дуба. На поперечном разрезе ствола она имеет вид кольца, состоящего из нескольких годовичных слоев более светлой окраски по сравнению с окружающей их темной древесиной ядра (рис. 25). Образование внутренней заболони объясняют разрушением протоплазмы клеток морозами, вследствие чего эти клетки погибают и образуют слой мертвых клеток заболони. Камбий при этом сохраняет жизнеспособность и в следующие годы дает новые годовичные кольца.

По данным В. В. Миллера (1937) и С. И. Ванина (1955), клетки внутренней заболони хорошо пропускают воду и не содержат дубильных веществ, являющихся антисептиками по отношению ко многим растительным паразитам. Кроме того, эти клетки лишены защитных свойств, присущих живым клеткам. В этой связи внутренняя заболонь легко поражается дереворазрушающими грибами.

Самая высшая стадия загнивания древесины дуба, по указанию В. Г. Болычевцева (1961), отмечается на высоте нижней части кроны, где много усохших и обломанных сучьев, откуда и начинается проникновение инфекции. К наиболее вредоносным грибам автор относит дубовый трутовик *Fomitopsis robustus* (рис. 13, з).

## ДЕРЕВООКРАШИВАЮЩИЕ ГРИБЫ

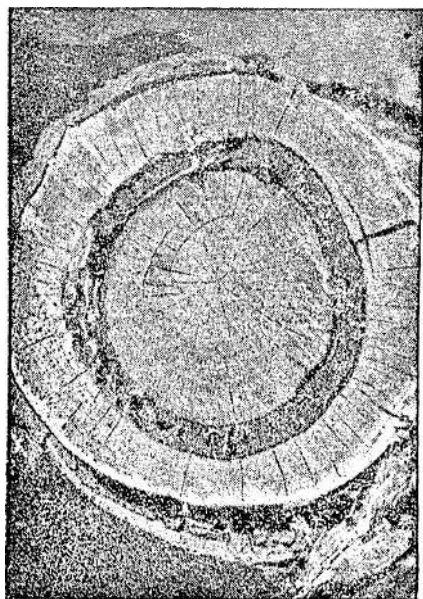


Рис. 25. Внутренняя заболонь в стволе дуба, разрушенная грибницей ложного дубового трутовика.

Фото В. Болычевцева

После рубки дерева древесина некоторое время сохраняет состояние и свойства, присущие древесине растущего дерева, и это предохраняет ее от порчи грибами. Основными защитными свойствами срубленной древесины в это время служат: высокая влажность, доходящая у хвойных в заболонни до 130% и в ядровой (спелой) древесине до 70%, а у лиственных соответственно до 100 и 90% от абсолютного сухого веса древесины, и кора, которая еще цела и непроницаема для грибов.

По мере подсыхания в древесине происходят изменения, способствующие порче ее грибами, — это снижение влажности древесины, образование трещин в торцах и вдоль ствола, отставание коры, повреждение насекомыми.

Большинство грибов развивается на древесине, влажность которой колеблется в пределах от 20 до 150%. Древесина с содержанием влаги ниже 20% обычно не поражается.

Среди первых грибов, поселяющихся на свежезаготовленных лесоматериалах (в заболонной древесине), появляются деревоокрашивающие грибы. Они преимущественно относятся к сумчатым и несовершенным (*Ophiostoma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* и др.).

Встречаются самые различные окраски древесины: синевая (от серого до черного цвета) — *Ophiostoma buxi*, *O. exgium*, *O. acoma* — сумчатые; *Cladosporium herbarum*, *Aposphaeria Petersii* и др.; *Alternaria humicola*, *Cladosporium elatum* — несовер-

шенные; бурая окраска (коричневая) — *Myxotrichum*, *Chaetomium*, *Graphium aureum* — сумчатые, *Botrytis cinerea*, *Discula brunneotinges* — несовершенные; зеленая окраска — *Chlorosplenium aeruginosum* — сумчатые, *Aspergillus glaucus*, *Trichoderma lignorum* — несовершенные; розовая — *Corticium laeve* — базидиальные, *Monilia sitophila* — несовершенные; красная — *Peniophora sanguinea* — базидиальные; малиновая — р. *Fusarium* (*F. caraganae*, *F. solani*) — несовершенные; фиолетовая — *Fusarium javanicum* — несовершенный; желтая — *Verticillium glaucum* — несовершенный.

Окрашивание древесины может быть связано с выделением грибами тех или иных пигментов, но иногда представляет собой чисто оптическое явление, основанное на дифракции света между бесцветными стенками древесных клеток и более темными гифами гриба. К наиболее часто встречающимся окраскам относятся: синевая, кофейная темнина и плесневые окраски.

В одних случаях окраска проникает лишь на глубину до 1 мм, в других еще меньше — при деятельности поверхностно-окрашивающих грибов. Эти окраски и налеты образуются грибами в связи с повышенной влажностью поверхностного слоя древесины, могут быть временными и вызваны атмосферными осадками, увлажнением при длительном пребывании в помещении с повышенной влажностью воздуха и т. д. (оттенки окрасок и налетов от зеленого до коричневого).

К грибам, вызывающим глубокую окраску древесины, относятся: *Ophiostoma*, *Cladosporium* и др. Они вызывают различные оттенки: желтый, зеленый, розовый, коричневый. Наиболее распространенная — серовато-синяя окраска древесины хвойных и лиственных пород (синевая). Источники заражения синевой в основном споры, всегда имеющиеся в окружающем воздухе и на поверхности крупного неокоренного леса. Синевая может передаваться и контактным способом — посредством перехода мицелия. Установлено, что споры и мицелий грибов — возбудителей синевы в больших количествах имеются на коре живых деревьев, на растительных остатках, на древесном опаде и на других органических остатках.

Заражение древесины происходит с поверхности; синевая быстро проникает в глубь древесины по сердцевинным лучам. Оптимальная температура для роста грибов лежит в пределах 20—25°, при температуре 7—8° рост гриба начинает замедляться. При влажности древесины ниже 23 и более 70% древесина не поражается синевой. Развитие этих грибов идет очень быстро (5—6 дней). Окраска древесины зависит от цвета гиф, проникающих в клетки древесины, и от выделяе-

мого гифами пигмента. Грибы питаются содержимыми ла-  
репших клеток заболони, не разрушая клеточных стенок.  
Химический состав древесины под влиянием синевы заметно  
не изменяется, за исключением некоторого снижения количе-  
ства пентозанов.

По месту появления и степени распространения различают  
в круглых сортиментах синеву боковую и торцевую, а в пило-  
материалах — бревенную и налетную. Боковая характерна  
для хвойных пород; торцевая — для безъядровых лиственных.  
Налетная синева наблюдается в виде пятнистой или сплош-  
ной сине-серой окраски заболони. Бревенная синева имеет  
вид пятен и полосок у кромок.

В связи с тем что синева не разрушает клеточных оболо-  
чек, она не оказывает заметного влияния на физико-механи-  
ческие свойства древесины, но является пороком, который  
снижает ее сортность. Поэтому в некоторых сортиментах от-  
вечественного или специального назначения древесина с сине-  
вой не допускается. Физико-механическим испытаниям под-  
вергалась в основном сосновая древесина. Полученные данные  
позволяют считать, что на прочность древесины при статиче-  
ских нагрузках синева существенно не влияет. По некоторым  
данным имеется снижение прочности при статическом изгибе  
(до 5%) и пониженное сопротивление ударному изгибу (на  
10%). Последнее связано с уменьшением в древесине при си-  
неве количества пентозанов.

По сообщению Мейер (1946), возбудители синевы родов  
*Harmoneta*, *Leptographium* ускоряют рост домовых грибов (на-  
стоящего, белого и пленчатого). Далее, она полагает, что си-  
нева может оказывать влияние на скорость заражения домо-  
выми грибами.

Бурая и коричневая окраска древесины вызывается пре-  
имущественно грибами р. *Graphium*. *Graphium aureum*, придает  
коричневую окраску древесине кедра, гриб *G. album* — бурую  
окраску древесине бука. *Discula brunneo-tinges* вызывает ко-  
фейно-коричневую окраску древесины хвойных пород (забо-  
лони), чаще сосны. Окраска появляется на бревнах и сырых  
пиломатериалах. После высыхания окраска пропадает. На  
торцах круглых сортиментов она наблюдается в виде клино-  
образных пятен, направленных вершиной к сердцевине, а на  
пиломатериалах в виде полос. Часто встречается вместе  
с синевой. Грибы эти древесины не разрушают и не оказы-  
вают влияния на ее физико-механические свойства.

Зеленая окраска вызывается грибами р. *Chlorosplenium*  
на лиственных породах. Эти грибы встречаются на старой  
гниющей древесине березы, ивы, осины.

Гриб *Penicillium glaucum* встречается на поверхности окоренной древесины в виде зеленых налетов. Часто грибы р. *Penicillium* развиваются на бочарных изделиях.

Помимо этого гриба плесневые грибы образуют плесневую поверхностную окраску влажной древесины. При высыхании древесины она исчезает. Эти грибы легко разрушают животный клей, поэтому древесину, подлежащую склейке, сушить надо только камерным способом. Плесневая окраска — порок в шпоне и клееной фанере.

Некоторые плесневые грибы вызывают глубокую окраску заболони хвойных пород в красные, малиновые тона.

Гриб *Penicillium roseum* поселяется в древесине хвойных и выделяет красный пигмент, тем самым окрашивая древесину в красный цвет.

### СКЛАДСКИЕ ГРИБЫ

Лесоматериалы на складах часто заселяются так называемыми складскими грибами. Среди них выделяют группы вызывающих слабое или медленное разрушение древесины и сильное.

Слабые или медленные грибы-дереворазрушители представлены пениофорой гигантской, *Stereum sanguinolentum*, *Peniophorus cinnabarinus*, щелелистником обыкновенным, *Hurschioporus abietinus*. Все они питаются в основном содержанием клеток. Вещество клеточных стенок ими почти не потребляется. Они вызывают очень медленное разрушение преимущественно заболонной древесины.

Из сильных разрушителей древесины наиболее распространены столбовой, или заборный гриб, шпальный гриб, красноокаймленный трутовик, *Funalia trogii*, опенок, дубовая губка.

Эти грибы потребляют преимущественно вещества клеточных стенок и вызывают соответственно интенсивное разрушение пораженной древесины. Гниль от этих грибов начинает развиваться в паружных слоях древесины, а затем переходит во внутренние части, вызывая их полное разрушение.

При обследовании складов очень важно определение стадий гнили: I стадия — это некоторое изменение нормальной окраски древесины; II — начало потери древесиной прочности; III стадия — разложение древесины до такой степени, что она становится непригодной не только для строительства, но и для поделок и даже часто на дрова.

Древесина с гнилью I стадии употребляется в дело сравнительно широко, а II стадии она почти уже не используется в качестве делового материала. Древесина III стадии по



большей части бракуется совсем. Обычно возбудители гнили распознаются по ее плодотелам. Для этого имеется ряд определителей, специальных таблиц и пр.

### СТОЛБОВОЙ ИЛИ ЗАБОРНЫЙ ГРИБ

*Gloeophyllum sepiaria* часто поселяется на различных открытых сооружениях (сараях, мостах, шпалах, столбах, заборах, навесах). Встречается на лесных складах, где поселяется на лесоматериалах длительного хранения, а также в лесу на пнях, и валеже. Поражает главным образом древесину хвойных пород, насыщенную влагой.

Пораженная грибом древесина вначале желтеет, потом приобретает красноватый оттенок, и в ней появляются мелкие трещины. На более поздней стадии гниения древесина становится светло-коричневой и растрескивается по годичным слоям. На последних стадиях разрушения гниль становится однородной, темно-бурой, и в ней возникают крупные радиальные трещины. В трещинах иногда образуются скопления желтовато-коричневой грибницы. На поверхности пораженных частей образуется тонкий войлочный налет и тонкие шнуры грязновато-белого цвета, которые затем принимают желтую, а позднее буроватую окраску. Пораженная древесина издает своеобразный приятный запах.

Плодовые тела обычно развиваются в трещинах разрушающихся материалов. Они имеют вид тонких, пробковидно-кожистых шляпок, прикрепленных боком или полураспростертых. Поверхность их темно-коричневая, у основания бугристая, иногда волосистая с концентрическими зонами. Края более светлые, желтовато-бурые. Гименофор светло-коричневый или ржаво-бурый, в виде невысоких разветвленных пластинок, расходящихся в радиальном направлении. Ткань плодового тела толщиной 1—2 мм, пробковая, рыжевато-коричневая.

Оптимальные условия для роста грибницы при 35°, минимум — около 5°, максимум — 44°.

Вместе с этим грибом встречается близкий ему вид *G. abietina*, отличающийся более светлым краем шляпки и наличием цистид в гименальном слое.

### Шпальный гриб *Lentinus lepideus*

Вызывает очень сильное и быстрое гниение древесины и является основным разрушителем шпал. Поселяется на древесине хвойных пород (пнях, валежнике, иногда на стволах живых деревьев, хранящихся лесоматериалах, а также в погребках, сараях, шахтах). Гниль бурая, трещиноватая, легко распадающаяся на продолговатые куски, рассыпчатая. В трещинах гнилой древесины часто образуются белые налеты и

тонкие пленки грибницы. Со временем на пленках появляются желтовато-коричневые пятна.

Плодовые тела в виде довольно толстых, плотных твердеющих шляпок до 12 см в диаметре, с плотной центральной ножкой или несколько смещенной. Поверхность шляпки кремово-желтая или охряно-рыжая, покрытая темными чешуйками. Края шляпки тонкие, извилистые. Ножка чешуйчатая, желтоватая, у основания деревянистая. Пластинки гименофора набегающие, желтоватые, зубчатые или рассеченные.

Из группы слабых или медленно разрушающих древесину грибов следует отметить пенифору гигантскую и щелелистник обыкновенный.

**Пенифора гигантская** *Peniophora gigantea*. Гриб встречается особенно часто на лесных складах и на неокоренной древесине хвойных пород, а также в деревянных сооружениях на сильно увлажненных конструкциях. Вызывает медленное потемнение и загнивание поверхностных слоев древесины.

Гниль имеет волокновидную, неяснокоррозионную структуру. Пораженная древесина сначала почти не изменяет свою окраску, затем слегка буреет и размягчается, иногда появляются мелкие неясные трещины. На поверхности пораженных частей образуются беловатые ватообразные, иногда довольно мощные пленки грибницы и очень тонкие веерообразные шнуры. Плодовые тела имеют вид длинных (до 50 см длиной) молочно-белых или серовато-кремовых восковых пленок. В сырую погоду они разбухают, а при высыхании становятся как бы пергаментными и легко отделяются от субстрата. Гименофор совершенно гладкий, бледный, желтовато-серый.

Механические свойства еловой древесины с бурой окраской от этого гриба ухудшаются: прочность при сжатии вдоль волокон уменьшается до 13%, при статическом изгибе до 22%, причем поврежденная древесина лучше пропитывается антисептиками (маслянистыми — креозот с мазутом), чем здоровая.

**Щелелистник обыкновенный** *Schizophyllum commune*. Часто встречается на валеже, пнях, сухобочинах растущих деревьев и лесоматериалах (хвойных и лиственных). Вредность его незначительна. Вызывает слабую поверхностную гниль.

Плодовые тела обычно располагаются в щелях и имеют вид маленьких, 1—4 см в диаметре, тонких, округлых шляпок, прикрепленных в одной точке. Иногда имеется зачаток боковой ножки. Поверхность шляпок светло-серая, войлочная, со слегка загнутыми вниз краями. Пластинки гименофора расположены веерообразно. Они сероватые или лиловато-коричневые, иногда расщепленные, кожистые.

## ДОМОВЫЕ ГРИБЫ

Под домовыми грибами понимаются дереворазрушающие грибы, приспособленные к условиям жизни в жилых постройках. Среди представителей этой группы имеются виды, способные разрушать древесину и растущие деревья (окаймленный трутовик, опенок и др.). Последние относятся также и к складским грибам.

Домовые грибы чрезвычайно широко распространены как в городах, так и в сельских местностях. Вызывая разрушение деревянных конструкций, домовые грибы иногда очень быстро выводят из строя относительно новые здания. Если от огня гибнет 5% деревянных зданий, то от домовых грибов 95%. Домовые грибы в большинстве относятся к семейству трутовых (*Polyporaceae*) и представлены: настоящим (*Serpula lacrymans*), малым домовым (*S. minor*), белым домовым (*Coriolus* (*Poria*) *vaporarius*), пленчатым домовым (*Coniophora cerebella*), пластинчатым домовым, или шахтным (*Paxillus acheruntius*, и др.

Домовые грибы относятся к группе целлюлозоразрушающих грибов. Для своего питания они используют целлюлозу и сходные с ней вещества. Поэтому разрушенная ими древесина превращается в бурую распадающуюся массу, относящуюся к типу деструктивных гнилей.

Поражение древесины и разрастание в ней домовых грибов происходит следующим образом. Гифы грибов первоначально проникают в сердцевинные лучи, а затем переходят в другие элементы древесины. Распространяются домовые грибы в древесине отдельными ветвящимися гифами по полостям клеток и могут легко проникать через клеточные оболочки в любом месте, предварительно вызывая их ферментативное растворение. Размер отверстий в оболочках клеток, через которые проникают гифы грибов, всегда больше диаметра гиф. Вокруг гифы имеется зона лизиса древесного вещества. Это свидетельствует о биохимическом механизме проникновения гиф грибов через оболочки клеток древесины. По указанию Н. Л. Маттисон и О. П. Низовской (1967), целлюлоза дереворазрушающих и других базидиальных грибов является внеклеточным ферментом, т. е. клетки дереворазрушающих грибов выделяют в окружающую среду ферменты, благодаря которым происходит расщепление древесного вещества. Ферментативное расщепление органических веществ древесины позволяет грибам получать усвояемые питательные вещества и легко проникать по древесине в любом направлении.

Гифы домовых грибов растут обычно в полостях клеток. Стенки разрушаются неравномерно. Целлюлозоразрушающие грибы поражают в первую очередь те участки клеточной обо-

лочки, которые меньше одеревенели. Имеются указания немецких ученых Кассера и Ловаге (1936), что гриб *F. hartigii* на пихте сначала разрушает тангенциальные стенки трахейд и только после этого начинает разрушать радиальные стенки клеток. Быстрота разрушения древесины под влиянием домовых грибов не находится в связи со степенью развития наружной грибницы.

Домовые грибы могут заражать древесину грибницей и спорами. Одно плодовое тело за сутки дает миллион спор. Исследования показали, что при наличии нескольких плодовых тел домовых грибов на древесине подполья в 1 м<sup>3</sup> воздуха содержалось 79 000 спор грибов, которые в 1 м<sup>3</sup> воздуха даже в комнатах первого этажа находились в количестве 16 000 шт. Споры могут разноситься движением воздуха, водой, насекомыми (жук-точильщик), грызунами и самим человеком (на одежде, обуви, с загрязненными инструментами).

По отношению к температуре домовые грибы ведут себя по-разному: оптимум 20—27°, минимум 5—9°, максимум 35—37°. Только у настоящего домового гриба максимум 26—27°.

Большинство типичных домовых грибов наиболее энергично развивается в условиях высокой влажности и неподвижности, застоя воздуха. Если в древесине не более 18% влаги, то такая древесина недоступна для грибов. Однако если древесина уже заражена, то и после ее высыхания ниже 18% содержания влаги грибница домовых грибов может сохранять в ней жизнеспособность до 1—1,5 года, и при увлажнении этой древесины процесс гниения возобновляется.

Имеет значение для развития гриба и кислотность субстрата. Большинство их лучше всего развивается при значениях pH 3—6 (т. е. кислой реакции среды).

Прямое солнечное освещение замедляет процессы роста грибницы домовых грибов. Все остальные домовые грибы предпочитают селиться на древесине хвойных пород (белый домовый гриб никогда не встречается на древесине лиственных пород).

Настоящий домовый и пленчатый поражают древесину хвойных и лиственных пород. Последние разрушаются слабее. Дуб, белая акация, каштан съедобный устойчивы к домовым грибам.

Зараженности зданий домовыми грибами и их развитию способствуют сырость в зданиях вследствие протекания крыш, неисправности водопровода, недостаточного отопления, плохой вентиляции и др. Зараженность домовыми грибами становится заметной, когда процесс разрушения древесины зайдет уже далеко. Это проявляется в осадках стен, прогибах балок, перекосе дверных коробок, зыбкости полов. Местами происходит отлуп и обрушивание штукатурки и даже появ-

ляются плодовые тела и пленки гриба. Чаще всего они образуются в сырых углах комнат, санузлах, неотапливаемых помещениях. Сильное развитие домовых грибов может привести к перекосу полов, обвалу потолков и междуэтажных перекрытий. Разрушение может произойти в течение года.

**Настоящий домовый гриб *Serpula lacrymans*.** Это наиболее опасный гриб. Он может разрушить крупные деревянные элементы конструкций в течение 6—10 месяцев. Этот гриб опасен и тем, что обладает способностью увлажнять древесину и передавать влагу на значительные расстояния при помощи особых образований — шнуров. Известно, что при сгнивании 1 м<sup>3</sup> древесины образуется 140 л воды. Эта влага увлажняет близлежащие к гнилой древесине участки и способствует распространению в них гнили.

Гриб образует пышные ватообразные скопления грибницы. Она вначале белая, затем приобретает местами канареечно-желтую или розоватую окраску. Под конец грибница спадается, превращаясь в грязно-серые пленки или подушки.

Распространение гриба по поверхности стен, из этажа в этаж часто происходит при помощи шнуров, длина которых может достигать нескольких метров. Шнуры довольно толстые (до 6—7 мм), иногда плоские, беловатые или пепельно-серые деревянистые, в сухом состоянии ломкие.

Плодовые тела широко распростерты, иногда очень большие (до 0,5 м и более в диаметре), толстые, губчатые, до 1—4 см толщиной, чаще приросшие к субстрату, реже полотогнутые или свободные. Край плодового тела утолщенный, в молодом состоянии белый, отчетливо выделяющийся. Гименофор в виде невысоких извилистых переплетающихся складочек, ячеистый и иногда крупносетчатый или извилисто-зубчатый. Цвет его охряно-желтый, затем ярко-ржавый до ржаво-коричневого. Ячейки до 2—3 мм в диаметре и примерно такой же глубины. На скоплениях грибницы и по краям плодовых тел выделяются капли водянистой жидкости, благодаря чему гриб и получил свое название (*Lacrymans* — значит плачущий).

Настоящий домовый гриб встречается преимущественно в различных перекрытиях и в замкнутых конструкциях жилых, фабрично-заводских и административных зданий, а также в подвалах, овощехранилищах, плохо вентилируемых складских и других постройках.

С настоящим домовым грибом очень сходен малый домовый гриб (*S. minor*). Он отличается малыми размерами грибницы, плодового тела и коричнево-желтым цветом. Гниль аналогична настоящему домовому грибу. Встречается главным образом в перекрытиях над подвалами и в погребках.

**Белый домовый гриб** *Coriolus vaporarius* — один из наиболее распространенных домашних грибов. Он развивает пышную хлопьевидную или ватообразную, всегда белую грибницу. В сырых замкнутых пространствах образуются особенно мощные скопления рыхлой грибницы, волокнистых прядей и шнуров. Шнуры толстые (до 4—6 мм), мягкие, неломкие, слабо ветвящиеся, белые. В узких пространствах гриб образует белые пленки лучисто-веерообразного строения, иногда в виде слоев прессованной ваты.

Плодовые тела появляются очень редко. Они обычно небольшие, распростертые, приросшие, вначале мягкие, иногда в виде корочки, с узким, неясно выраженным краем. Цвет плодового тела беловатый, впоследствии желтоватый, до рыжеватого, рыжегато-желтого. Гименофор трубчатый. Трубочки белые, позднее желтоватые или светло-коричневые. Поры крупные, неравновеликие, в среднем 1—2×1 мм, округлые или угловатые, сначала с цельными, а затем мелкозубчатыми краями. Этот гриб встречается чаще всего в бесплодной (мицелиальной) стадии. Его находят в междуэтажных перекрытиях жилых домов, реже на лесных складах и в надворных постройках.

Разрушение древесины под воздействием этого гриба происходит очень быстро. Он считается весьма опасным, особенно при наличии определенной влажности и отсутствии вентиляции. Зараженная древесина вначале принимает бурую окраску, затем растрескивается поперечными и продольными трещинами на крупные призматические участки и на конечной стадии гниения легко рассыпается в порошок. Поражению белым домашним грибом подвергается только древесина хвойных пород.

**Пластинчатый домашний или шахтный гриб** *Paxillus acheruntius*. Грибница вначале очень скудная, бесцветная, паутинистая, позднее желтеющая, иногда с фиолетовым или лиловатым оттенком, веерообразно разрастающаяся. Старая грибница сероватого цвета. Гриб образует также тонкие, нитевидные, разветвленные, переплетающиеся шнуры, сначала светлые, затем зеленовато-желтые, иногда образующие как бы рыхлую пленку.

Плодовые тела в виде шляпок без ножки или с короткой боковой ножкой. Шляпки 2—6 см в диаметре, тонкие, мясистые, различной формы: часто веерообразные или раковинчатые, раздвоенные, суженные к основанию, иногда распростертые. Поверхность шляпки желтовато-охряная или грязно-желтая, иногда с фиолетовым оттенком или коричневая опушенная или нежноволокнистая, в старости голая и гладкая. Край шляпки тонкий, острый, подвернутый или прямой, волнисто-лопастной. Ткань шляпки мягкая, губчатая, без запаха.

Пластинки гименофора радиально расходящиеся, узкие, волнистые, мягкие, дихотомически ветвящиеся, в молодом состоянии беловатые, затем яично-желтые или буроватые.

При благоприятных условиях, т. е. при влажности древесины 50—70% и окружающего воздуха — не ниже 100%, пластинчатый домовый гриб вызывает быстрое и сильное разрушение древесины, преимущественно сосновой. Пораженная древесина на первых стадиях развития гнили становится зеленовато-желтой, потом буреет, приобретает волокнистое состояние и, наконец, растрескивается главным образом в продольном направлении.

Гриб часто встречается в подпольях, в каркасах домов и перекрытиях с торфяной засыпкой, в погребах и особенно в шахтах, где является одним из главных разрушителей крепкого леса. В связи с этим он и получил название «шахтного» гриба (табл. 7).

Таблица 7

Главнейшие признаки домовых грибов

Название гриба	Основные отличия		
	мицелия	шнуров	плодовых тел
1	2	3	4
Настоящий домовый гриб <i>Serpula lacrymans</i>	сначала белая, ватообразная, с желтоватыми пятнами, затем пепельно-серая, пленчатая	толстые, плоские, ломкие, пепельно-серые	распростертые, изредка боковые шляпки; от желтоватого до темно-коричневого цвета; гименофор складчато-ячеистый
Белый домовый гриб <i>Coriolus vaporarius</i>	всегда белая, ватообразная, редко образует разветвленные белые пленки	толстые, округлые, пушистые, мягкие, слабо ветвятся	распростертые белые, мягкие; гименофор трубчатый, трубочки короткие
Пленчатый домовый гриб <i>Coniophora cerebella</i>	желтоватая, быстро становится коричневой	тонкие, сильно разветвленные, коричневые	распростертые пленки; сначала беловатые, затем темно-коричневые; легко отделяются от субстрата; гименофор гладкий, неравнобугорчатый
Шахтный домовый гриб <i>Paxillus acheruntius</i>	грибница белая, редко ватообразная, чаще пленчатая	тонкие веерообразно-разветвленные, коричневые	мясистые шляпки от желтого до коричневого цвета; гименофор пластинчатый

### 3. ГРИБНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, БУМАГИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

Качество целлюлозы или древесной массы зависит от качества древесины балансов, из которых они вырабатываются. Балансы могут быть зараженными деревоокрашивающими грибами (*Penicillium*, *Ophiostoma*, *Cladosporium*) и дереворазрушающими (*Fomitopsis roseum*, *Hirschioporus abietinus* на еловых и пихтовых балансах; *Stereum hirsutum*, *St. purpureum*, *Coriolus zonatus* на осиновых балансах) (рис. 26). Количество целлюлозы в поврежденных балансах заметно не уменьшается, но

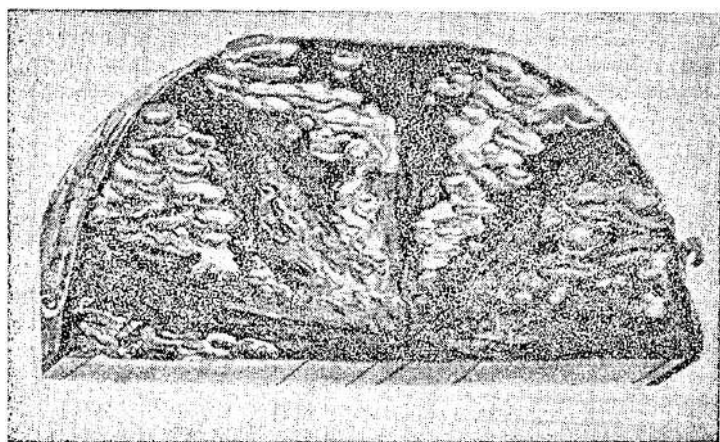


Рис. 26. Плодовые тела *Stereum hirsutum* (по Вакину, 1970)

она превращается в менее стойкие формы:  $\beta$ - и  $\gamma$ -целлюлозы. При измельчении этих балансов получают большие потери, а обработка сваренной массы сопровождается отсевом до 15—17%, вследствие чего выход продукции из поврежденных балансов снижается до 32%. Чтобы предохранить от заражения грибами полученную древесную массу, нужно немедленно обработать ее ядохимикатами или хранить на складах в течение нескольких месяцев.

В результате вредной деятельности окрашивающих грибов частицы древесной массы или целлюлозы склеиваются и бумага получается комковатой и пятнистой. Дереворазрушающие грибы, повреждая древесную массу или целлюлозу, делают ее хрупкой и прочность бумаги уменьшается. Древесную массу, целлюлозу хранить следует в проветриваемых помещениях, а бумагу — в помещениях с относительной



влажностью, не выше 45%. На бумаге встречается около 150 форм грибов, часть из них делают бумагу ломкой, она выкрашивается (*Alternaria*, *Acrostalagmus*, *Stemphylium*, *Fusarium*).

В настоящее время древесину для целлюлозно-бумажной промышленности в СССР, США, Канаде, Швеции, Финляндии хранят не в виде штабелей балансов, а в кучах технологической щепы или «чипса». Последнее объясняется более удобной и дешевой транспортировкой. «Чипс» сразу идет на варку, в нем меньше смолы. Следует отметить и отрицательные стороны повшества — более быстрое загнивание и соответственно большие потери. Кучи «чипса» имеют размеры до 100 тыс. м<sup>3</sup>. В США, где хранение в кучах проводится уже давно, последние достигают высоты 60 м.

Для контроля за состоянием «чипса» температуру куч измеряют с помощью термоэлементов. Температура внутри куч поднимается до 60—70°, причем она изменяется относительно центра куч, времени хранения и времени года. Зимой она поднимается в центре кучи до 50°, а на краю бывает ниже 0°. При хранении наблюдается потеря веса внутри кучи до 1%, а на краях до 4%. Но, несмотря на такие высокие температуры, ряд грибов, ранее не являвшихся активными паразитами, в этих термальных условиях оказались весьма агрессивными. Повышенные температуры способствуют успешному развитию на «чипсе» *Allescheria terrestris*, *Chrysosporium lignorum*.

#### 4. ЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ

При хранении заготовленной древесины необходимо создать условия, неблагоприятные для развития патогенных организмов, защитить ее от воздействия климатических факторов и предотвратить возможность заражения.

При заготовке лесоматериалов могут быть два основных случая: 1) срубленная древесина хранится в условиях зимы и 2) заготовка и хранение происходит летом. При первом случае, когда температура близка к 0°, патогенные организмы пассивны и древесину не повреждают. С повышением температуры до 5° эти организмы активизируются и начинают порчу древесины. Лесоматериалы увлажняются осадками, нагреваются солнечными лучами и древесина растрескивается, преет, отстает кора и др. Поэтому в летний период древесина нуждается в защите.

Поступающую на склад древесину сразу рассортировывают и укладывают в штабеля по породам, сортам и размерам. Зараженные грибами лесоматериалы отделяют от здоровых и тщательно просушивают, а зараженные опасными домовы-

ми грибами немедленно удаляют с территории склада и сжигают.

В центральных районах СССР большое внимание необходимо уделять окорке древесины. Окашивать нужно сразу после заготовки. Окорка должна быть гладкой, без пролысок. Неокоренную древесину в лесу оставлять не рекомендуется с 1 мая по сентябрь. Древесину же летних заготовок разрешается оставлять в лесу не дольше 3 недель с момента заготовки. На севере эти сроки сдвигаются. Предельным сроком окорки лесоматериалов зимней и весенней рубки может быть 25 июня — 10 июля.

Сухим способом целесообразно хранить лесные сортименты, употребляемые в строительстве и промышленности без продольной распиловки. Сюда относятся строительные бревна, столбы воздушных линий связи и электропередач, долготье для выработки балансов и рудничной стойки, подтоварник и др. В этих сортиментах допускаются трещины и синева — пороки древесины, проявляющиеся при сушке круглого леса. Эти сортименты подвергаются тщательной окорке до древесины или луба. Если луб тонок, можно оставлять участки пробкового слоя в виде пятен площадью до 6 см<sup>2</sup>, но не свыше 20% боковой поверхности бревен. Лубяной слой значительно уменьшает опасность посинения и растрескивания древесины и не препятствует ее просыханию. При сухом способе круглый лес укладывается в бунты или штабеля (высотой 3—5 рядов, высота не более 3 м). В нижнем ряду размещают 8—12 бревен. Ряд от ряда отделяют прокладками толщиной около 1/3 бревна. Нижние бревна, лежащие как фундамент и представленные низкосортными, но здоровыми бревнами диаметром 25 см, обмазываются антисептиками. Укладка может быть плотной и разреженной. При первой бревна укладывают одно к другому, при второй между бревнами оставляют просветы в 5—7 см.

При хранении пиломатериалов прокладки берутся толщиной 35—50 мм. Штабель закрывается крышей, предохраняющей от атмосферных осадков и солнечного нагрева.

Влажным способом хранят круглые лесоматериалы хвойных пород. При этом способе они находятся в условиях повышенной влажности и пониженной температуры. Для этого лесоматериалы складывают в штабеля в затененных местах на утоптаный слой снега, без прокладок и пересыпают снегом и мелкими ветками хвойных пород (преимущественно ели и пихты). Торцы бревен смазывают 10% раствором железного купороса, после чего весь штабель обкладывают хвойными ветвями слоем не менее 0,5 м.

При влажном хранении используют также искусственное дождевание штабелей из водораспределительных труб, про-

кладываемых над ними. Этот способ применяется при отсутствии снега и хвойных ветвей при заводском хранении и на крупных складах (рис. 27).

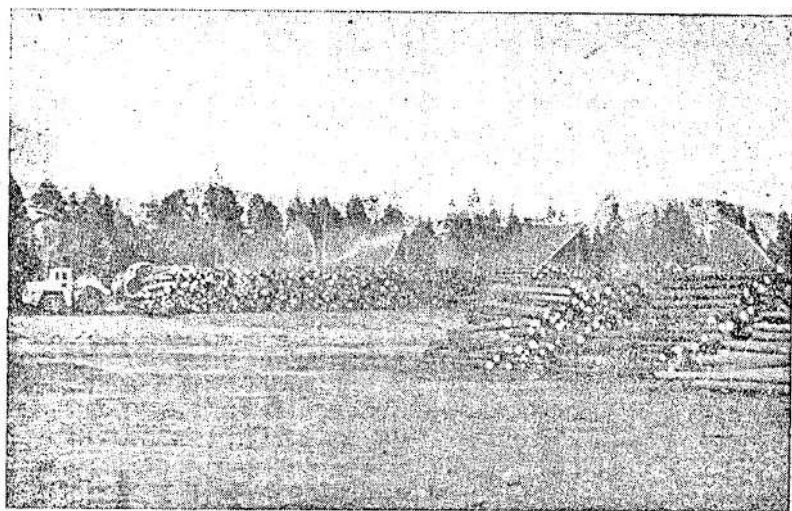


Рис. 27. Дождевание штабелей бревен от грибных болезней (лесозавод в Хьорткварне, Швеция). Фото автора

Заслуживает внимания и способ замораживания. Для этого сырье складывают плотными бунтами и засыпают снегом. В морозные дни рекомендуется бунты поливать водой для образования ледяной корки. После этого бунты засыпают снегом, а поверх него опилками. Чем толще слой опилок, тем более длительный срок в теплый период можно предохранить древесину от засинения и растрескивания. Поверх слоя опилок рекомендуется делать покрытие из лапника, досок, фанеры или из других материалов.

Мокрым способом хранят лесоматериалы, целиком погружая их в водоемы, по возможности с проточной водой.

### АНТИСЕПТИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Защита древесины путем ее пропитки химическими веществами, препятствующими гниению, называется антисептированием. Антисептики делятся на водорастворимые: фтористый и кремнефтористый натрий, пентахлорфенолят натрия и др. (вода — антисептик — краситель); маслянистые — антраценовое, каменноугольное, креозотовое и сланцевое масло. Их используют для открытых конструкций, чтобы не вымывались.

Процесс разрушения древесины происходит неравномерно как на микроскопическом, так и макроскопическом уровне. Различные участки клеточной оболочки разрушаются с неодинаковой интенсивностью, это главная биологическая особенность дереворазрушающих грибов. Выделение яда в древесину сопровождается повышением неравномерности поражения и разрушения древесины. Для оценки токсичности антисептиков пользуются предельными дозами.

Под предельной дозой понимается такое минимальное количество антисептика, при содержании которого в древесине последняя не поражается и не разрушается дереворазрушающим грибом в оптимальных для последнего условиях.

Эту дозу выражают в виде интервала концентрации растворов антисептика или интервала содержания его в древесине (процент или  $\text{кг/м}^3$ :  $0,6-0,9\% \div 2,1-3,4 \text{ кг/м}^3$ ). При этом меньшая цифра дозы показывает максимальное количество антисептика, при котором может происходить поражение и разрушение древесины или рост гриба, а большая цифра соответствует такому минимальному количеству антисептика, при котором разрушения древесины или роста гриба не наблюдается вовсе (Беленков, 1968). Применение предельных доз устанавливается разными методами.

Антисептические пасты предназначены для антисептирования древесины с влажностью выше 40% (водорастворимые используются для древесины с влажностью не более 35%). Применение паст основано на способности водорастворимого антисептика диффузно проникать во влагу, находящуюся в толще древесины. Пасты бывают экстрактовые, глинистые, битумные и пасты на кузбасслаке. Пасты используются трех марок: «100», «200» и «300». Номер марки говорит о количестве фтористого натрия, идущего на  $1 \text{ м}^2$  поверхности древесины.

Состав экстрактовой пасты: фтористый натрий, сульфатноспиртовая барда, торфяная пыль, вода.

Состав битумной пасты: фтористый натрий, битум марки III и IV, зеленое масло, торфяная пыль.

Состав глинистой пасты: фтористый натрий, глина жидкая, сульфатноспиртовая барда и вода.

Антисептирование проводят способами: поверхностное (с помощью кисти или гидропульта), глубокое (в горяче-холодных ваннах).

Торцы кражей и чураков лиственных пород покрывают влагозащитными антисептическими замазками, чтобы предотвратить задыхание и заражение грибами лесоматериала с торца. Замазки применяются горячими и холодными. Их состав: горячая — нефтяной битум, древесная зола, деготь,

нефть или керосин; холодные — сгущенная смола (фенолформальдегидовые смолы), жирная глина и вода.

Отдельные хлысты, бревна или штабеля лесоматериалов иногда обрабатывают путем опрыскивания растворами технического ГХЦГ из ручных ранцевых опрыскивателей или с помощью моторной аппаратуры (для борьбы с насекомыми).

Вопросом защиты древесины в СССР усиленно занимается Сенежская лаборатория консервирования древесины ЦНИИМОДа (Горшин, Чернцов, Крапивина). Ими рекомендованы в последнее время для антисептирования строевой древесины и деревянных столбов следующие препараты: смесь кремнефтористого натрия с медным купоросом, медного купороса в водном растворе аммиака, препаратов ГР-48, ХМ-5 и др.

Наилучшим средством предохранения древесины от загнивания является обработка ее препаратом ГР-48, основная часть которого состоит из этилмеркурфосфата; препарата ХМ-5, состоящего из бихромата натрия, сульфата меди и хромового ангидрида. Обработку производят перед естественной сушкой. Этот препарат применим для пиломатериалов, а для круглого леса рекомендуется использовать углекислую соду, или 10%-ный раствор железного купороса, или антисептик ГР-48Б.

В борьбе с синевой и другими окрасками антисептики наносятся вручную или с помощью опрыскивателя типа ОРП, автомобильного опрыскивателя.

В Сенежской лаборатории помимо лабораторных проводятся и полигонные испытания защитных средств для древесины на образцах и моделях применительно к различным породам, особенностям деталей и условиям службы. Лаборатория проводит полигонные испытания консервированной древесины против гниения. Испытывают десятки антисептиков и пород древесины с использованием образцов и моделей на натуральных и искусственных прунтах. Для моделирования заданных условий применяется дождевальная установка, теплонесущее ограждение и камера ускоренных испытаний.

## ЗАЩИТА ДЕРЕВЯННЫХ ПОСТРОЕК

Построенные по правилам строительного дела здания при доброкачественности материалов и рациональной эксплуатации мало подвергаются разрушению грибами. Нарушение же правил ведет к быстрому развитию домовых грибов. Поэтому основным методом борьбы с домовыми грибами является соблюдение профилактических мероприятий.

При постройке нужно использовать только хорошо просушенную древесину. В закрытых деревянных частях построек древесина должна содержать не более 20% влаги. Пораженные грибами лесоматериалы не следует употреблять для строительства.

Строительная площадка должна быть очищена от мусора и содержаться в санитарном состоянии; участок, отведенный для хранения древесины, должен быть сухим, с уклоном для стока дождевых и талых вод. Участок необходимо очистить от травы и обработать всю его поверхность 5—10%-ным раствором железного купороса или хлорной извести (200—300 г на 1 м<sup>2</sup> почвы). Все штабеля надо периодически просматривать.

Здания должны хорошо проветриваться, чтобы не застаивался воздух и не развивалась сырость.

Половые лаги и переводы нельзя укладывать непосредственно на землю, а балки — на непросохший фундамент. Деревянные стулья и столбы фундамента нужно предварительно обжечь или просмолить, при укладке полов обязательно очистить подполье от щепы и мусора. В полах междуэтажных перекрытий и одинарных полах первого этажа необходимо установить вентиляционные розетки. Здания должны быть надежно защищены от дождя, и их следует периодически осматривать.

О наличии домовых грибов можно судить по многим признакам: прогибам пола, особенно у сырых стен, образованию в полах щелей, покоровленной штукатурке, глухому звуку при ударе, ватообразным налетам и скоплениям шнуров и пленок, потемнению древесины и др.

При наличии начальной стадии разрушения древесины (древесина не разрушена) необходимо произвести ручными кистями обильную промазку зараженных поверхностей антисептиком с повторностью 2—3 раза. При этом надо захватывать и непораженные участки древесины на 0,5—0,7 м.

В случае разрушения древесины зараженные части следует выпиливать и уничтожать, заменив новыми. Если под зараженным полом была земляная насыпка, ее удаляют на глубину 20—25 см и дезинфицируют 10%-ным водным раствором медного купороса или 3%-ным водным раствором фтористого натрия.

Антисептирование зараженных участков древесины проводят способами и методами, указанными выше.

По вопросам организации борьбы с гниением деревянных конструкций от домовых грибов имеются специальные инструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

---

Бондарцев А. С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953.

Бондарцев А. С. Пособие для определения домовых грибов. Л., Изд-во АН СССР, 1956.

Ванин С. И. Лесная фитопатология. М.—Л., ГЛБИ, 1955.

Воронцов А. И., Семенова И. Г. Лесозащита. М., «Лесная промышленность», 1975.

Горленко М. В. Бактериальные болезни растений. М., 1966.

Горленко М. В. Краткий курс иммунитета растений к инфекционным болезням. М., «Высшая школа», 1973.

Деккер Х. Нематоды растений и борьба с ними. Фитонематология. М., «Колос», 1972.

Журавлев И. И. Фитопатология. М., Сельхозгиз, 1963.

Журавлев И. И., Соколов Д. В. Лесная фитопатология. М., «Лесная промышленность», 1969.

Молчанов А. А. Лес и окружающая среда. М., «Наука», 1968.

Наставление по борьбе с вредителями и болезнями древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках и культурах. М., Изд. Гослесхоза СССР, 1970.

Нестеров В. Г. Вопросы современного лесоводства. М., Сельхозгиз, 1961.

Основы лесной биогеоценологии. Под редакцией академика В. Н. Сукачева, М., «Наука», 1964.

Парамонов А. А. Основы фитогельминтологии, т. I и II. М., «Наука», 1962 и 1964.

Перельгин Л. М. Древесиноведение. М., ГЛБИ, 1963.

Прощенко А. Е. Фитопатогенные вирусы. М., «Наука», 1966.

Санитарные правила в лесах СССР. М., Гослесхоз СССР, 1970.

Слепян Э. И. Патологические новообразования и их возбудители у растений. Л., «Наука», 1973.

Синадский Ю. В. Вредная микофлора древесно-кустарниковых пород аридной зоны Средней Азии и Казахстана. Ашхабад, 1967.

Стэкмен Э., Харрар Д. Основы патологии растений. М., «Иностранная литература», 1959.

Сухов К. С. Общая вирусология. М., 1966.

Черемисинев Н. А., Негруцкий С. Ф., Лешковцева И. И. Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников. М., «Лесная промышленность», 1970.

Шемякин И. Я. Как изучать лесную фитопатологию. Методическое пособие. Воронеж, ВЛТИ, 1966.

Orlos H. Lesnicka fytopatologia. «Slov. violavat. Poolohospod. liter.». Bratislava, 1955.



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
I. Очерк об истории развития лесной фитопатологии . . . . .	5
II. Общие понятия о лесе . . . . .	17
1. Лесоводство . . . . .	17
2. Лесная биогеоценология и экосистемы . . . . .	33
3. О дендроклиматохронологии . . . . .	38
4. О международной биологической программе . . . . .	39
III. Общие сведения о болезнях и повреждениях древесных растений . . . . .	41
1. Понятие о болезнях растений . . . . .	41
2. Распространение болезней . . . . .	49
IV. Непаразитарные, или неинфекционные, болезни и повреждения древесных растений . . . . .	58
V. Возбудители инфекционных паразитарных болезней древесных растений . . . . .	81
1. Грибы . . . . .	81
2. Бактерии . . . . .	85
3. Вирусы . . . . .	87
4. Микоплазмы, или микоплазмоподобные организмы . . . . .	91
5. Высшие цветковые паразитарные растения . . . . .	92
6. Нематоды . . . . .	98
VI. Основные грибные болезни древесных растений . . . . .	102
1. Болезни плодов и семян . . . . .	102
2. Болезни всходов и сеянцев . . . . .	105
3. Болезни хвой и листьев . . . . .	108
4. Болезни ветвей, стволов и корней . . . . .	114
VII. Мероприятия по защите древесных растений от болезней . . . . .	153
1. Методы лесопатологических обследований . . . . .	153
2. Диагностика болезней леса . . . . .	158
3. Методы и технические средства борьбы с болезнями . . . . .	165
4. Химический метод . . . . .	168
5. Иммуитет и повышение устойчивости древесных растений к болезням . . . . .	174

<b>VIII. Разрушение и повреждение древесины на лесосеках, складах и в постройках</b>	185
1. Краткий очерк о древесиноведении	185
2. Пороки древесины. Деревоскрашивающие, складские и домовые грибы	188
3. Грибные повреждения целлюлозы, бумаги и технологической щепы	203
4. Защита древесины	204
<b>Рекомендуемая литература</b>	210

**Юрий Вениаминович Синадский**

**Курс лекций  
по лесной фитопатологии**

Редактор Е. Г. Зверева

Обложка художника М. Волошина

Художественный редактор  
Н. Ф. Зыков

Корректоры: Н. И. Коновалова, Л. С. Клочкова

**Тематический план 1976 г. № 148**

ИБ № 142

Сдано в набор 8/XII-75 г. Подп. к печ. 19/I-77г.  
Л-86212. Формат 60×90/16. Бумага тип. № 1.  
Усл. печ. л. 13,5. Уч.-изд. л. 12,62. Изд. № 2725.  
Заказ 5032. - Тираж 4540 экз. Цена 1 р. 26 к.

---

Издательство  
Московского университета.  
Москва, К-9, ул. Герцена, 5/7.

---

Политграфическое объединение «Печатник»  
Управления издательства, полиграфии и книжной  
торговли Мосгорисполкома.  
Москва, Нижне-Краснохолмская ул., дом 5.