

The background of the slide is a photograph of a forest. In the foreground, there is a large, messy pile of cut tree branches and logs, some with green leaves still attached. Behind this pile, the forest continues with various types of trees, including tall, thin evergreens and leafier deciduous trees. The lighting is somewhat overcast, giving the scene a muted green and brown color palette.

Лесная фитопатология

вводный дистанционный курс

Лесная фитопатология — это наука о болезнях древесных и кустарниковых пород, порче и разрушении основных продуктов лесного хозяйства и изделий из древесины.

Предмет лесной фитопатологии: причины, симптомы, биология патогенов и хозяев, механизмы заражения и распространения инфекций, эпифитотии, иммунитет растений, лечение и борьба.

В данной презентации мы кратко коснёмся общих вопросов лесной фитопатологии: почему болеют деревья, как внешне выглядят их недуги, как выглядят патогены, каков их образ жизни, какие бывают взаимоотношения между паразитом, хозяином и другими организмами, вовлечёнными в этот конфликт, как это влияет на растение (дерево) и на сообщество растений (древостой) в целом, как это влияет на человеческую деятельность, и как человек может помочь отдельному дереву или всему древостою.

Для начала попробуем разобраться в базовых вопросах.

Итак: Кто поражает древесные растения?

В начале 50-х годов XX века зоологом Владимиром Николаевичем Беклемишевым было сформулировано понятие о консорциуме. «Каждый организм обычно входит в состав общего биоценоза не сам по себе, а в составе какого-либо консорция, состоящего из одной особи вида — эдификатора консорция и целого ряда особей — эпибионтов и эндобионтов, поселяющихся на теле эдификатора».

Если мы говорим о лесной экосистеме, то, вероятно, эдификатором консорция будет выступать основной элемент древостоя — дерево. А эпи- и эндобионтами будут те организмы, которые питаются этим деревом, селятся на нём, опыляют его цветки (если таковые имеются), переносят его семена, вступают с ним в разнообразные симбиотические связи, прячутся в его кроне или в щелях коры и т.п.

Очевидно, что вокруг каждого дерева формируется «социум» разнообразных существ, которые в той или иной степени зависят от своего эдификатора, влияют на него и друг на друга.

В этом разнообразном «социуме» нас будет интересовать в первую очередь те организмы, которые паразитируют на эдификаторе, т.е. на дереве, а также те организмы, которые так или иначе с ними связаны.

Прогуливаясь по подмосковному лесу мы можем видеть много признаков (симптомов) заболевания деревьев. Вызывать эти симптомы могут самые разнообразные организмы: вирусы, бактерии, грибы (в широком смысле этого термина), насекомые, клещи, нематоды и даже другие растения.

Попробуем внести некоторую упорядочность в это паразитическое разнообразие.

Заболевания бывают локальные и системные.

Локальные затрагивают лишь некоторую часть органа растения (побега, листа, корня) и не распространяются на всё растение.



Системные заболевания распространяются на всё растение или на значительную, значимую его часть.

Патогены бывают первичными и вторичными.



Первичные патогены способны инфицировать здорового хозяина (дерево).

Вторичные патогены способны заражать ослабленные или старые растения, они могут инфицировать деревья уже заселённые первичными патогенами или ослабленные другими внешними факторами.



Патогены бывают широко- или узкоспециализированы.

Широко специализированные патогены способны поражать широкий круг растений из разных таксономических групп. Как правило это некротрофы. При инфицировании растения они выделяют токсины или ферменты, разрушающие ткани хозяина, что даёт возможность обойти защитные механизмы.

Узкоспециализированные патогены способны поражать только один вид растений либо группу достаточно близкородственных видов. Как правило это биотрофы, развивающиеся на живых тканях хозяина.



Фомитипория точечная

Fomitiporia punctate

(P. Karst.) Murrill

Поражает широкий круг древесных видов, от рябины и берёзы до лимона и эвкалипта.

http://pagan-cancan.by/reports/2015/22_Feb_2015.htm



Дубовая губка, *Daedalea quercina* (L.) Pers.

Паразитирует исключительно на дубах.

http://pagan-cancan.by/species/Daedalea_quercina/Daedalea_quercina.htm

Какие типы заболеваний могут вызывать фитопатогенные организмы у древесных растений?

Мы будем обсуждать заболевания в зрелом древостое, симптомы которых можно встретить в подмосковном лесу. И не будем касаться объектов из раздела общей фитопатологии.

Гниль — разрушение древесины, сопровождающееся изменением ее механических, физических и химических свойств. Чаще всего вызывается грибами.

Рак — поражение коры, луба и камбия с образованием на стволах, ветвях и корнях опухолей и ран разного типа. Вызывается грибами, бактериями, резкой сменой температур.

Вилт (увядание) — поражение проводящей системы растений, проявляется в увядании всего растения или отдельных его частей. Вызывается грибами и бактериями.

Ведьмины мётлы – образование многочисленных укороченных тонких побегов из спящих почек. Вызывается грибами, вирусами и насекомыми.

Некроз коры — локальное (местное) отмирание коры и камбия стволов и ветвей. Чаще вызывается грибами, реже — бактериями.

Шютте — пожелтение и засыхание хвои. Вызывается сумчатыми грибами.

Мозаика — мозаичная окраска листьев, при которой темно-зеленые участки листа чередуются с более светлыми. Вызывается вирусами и нарушением баланса питательных веществ.

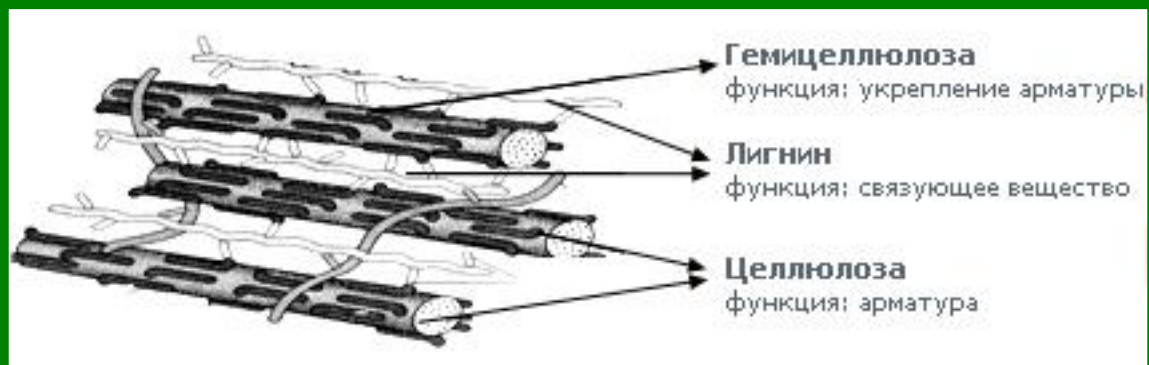
Кроме болезней, вызываемых грибами, бактериями и вирусами, мы также рассмотрим некоторые болезни и повреждения, вызываемые другими организмами.

Галлы — патологические разрастания на органах растений, вызываемые вирусами, бактериями, грибами, а также нематодами, клещами, насекомыми.

Мины — повреждения частей растений, при котором насекомые (или другие вредители) проделывают ходы внутри тканей, оставляя нетронутыми слои эпидермиса.

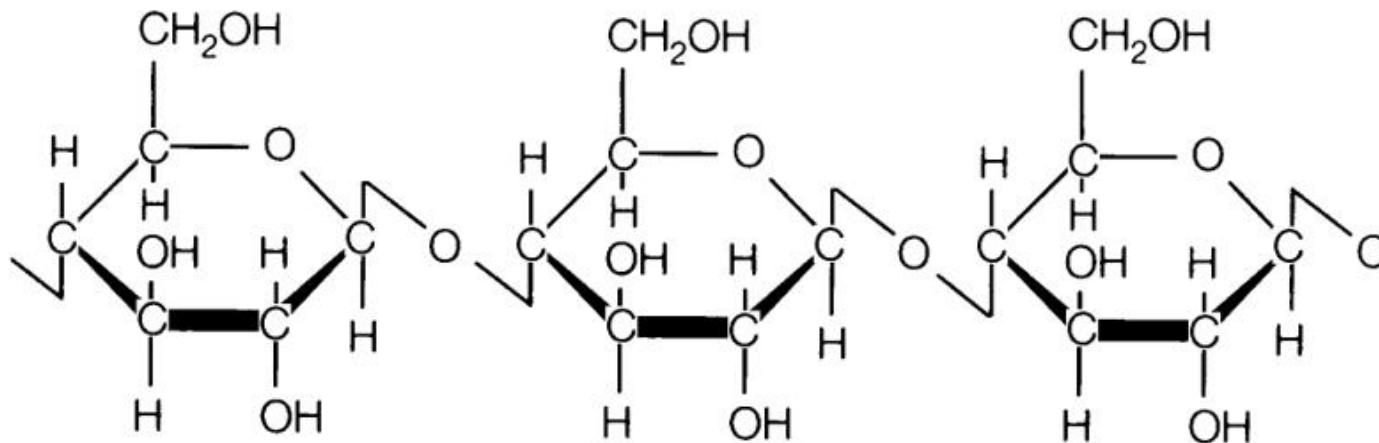
Гнили древесины

Структура древесины



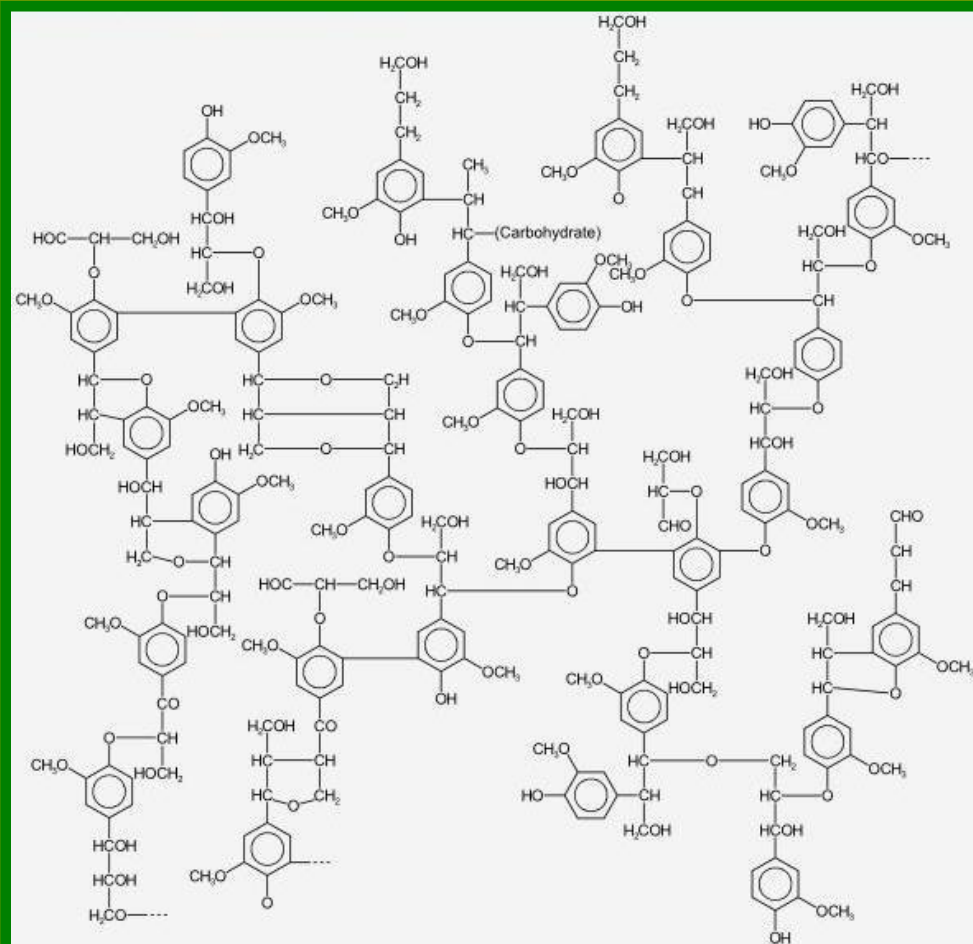
В состав древесины входит порядка 45 – 60 % целлюлозы, 15 – 35 % лигнина и 15 – 25 % гемицеллюлоз.

Элементарный химический состав древесины всех видов практически одинаков. Органическая часть абсолютно сухой древесины содержит в среднем 49 – 50 % углерода, 43 – 44 % кислорода, около 6 % водорода и 0,1 – 0,3 % азота.



Структурная формула фрагмента молекулы целлюлозы

Лигнин — глобулярный нестереорегулярный нерастворимый полимер. Состоит из остатков фенилпропана, соединенных случайным образом друг с другом углерод – углеродными и эфирными связями. У растений лигнин образует комплекс с гемицеллюлозой. Лигнин обуславливает ригидность растений, а также их устойчивость к механическим повреждениям и действию микробов.



**Структурная формула
фрагмента молекулы лигнина**

Три типа гнилей, от ксилотрофных (дереворазрушающих) грибов

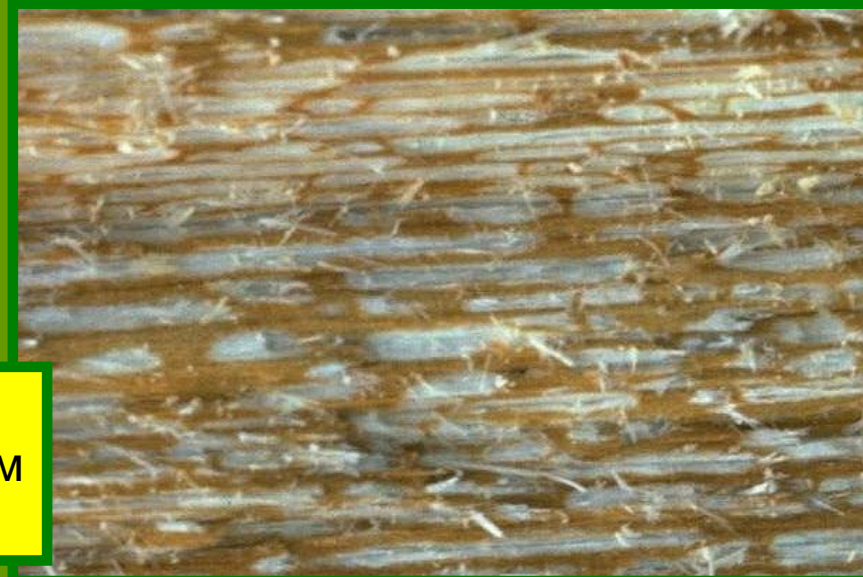
Деструктивная (бурая) гниль, вызываемая целлюлозоразрушающими грибами.



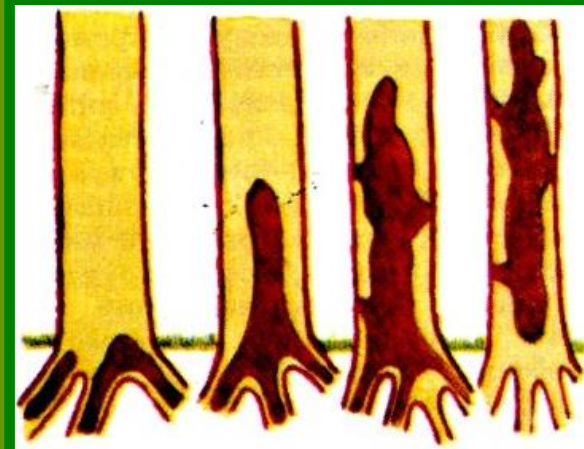
Коррозионная (белая) гниль, вызываемая лигниноразрушающими грибами.



Пёстрая гниль, вызываемая грибами со смешанным комплексом экзоферментов.



По вертикальному расположению в стволе дерева гнили делят на корневые, стволовые и вершинные.



По горизонтальному расположению в стволе дерева гнили делят на периферические (заболонные), центральные (ядровые) и смешанные (ядрово-заболонные).



**Паразитические
ксилотрофные грибы**



**Сапротрофные
ксилотрофные грибы**



**Ксилотрофные грибы,
способные развиваться
на окорённой древесине**



Корневая губка — *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.

Корневая губка вызывает коррозионную гниль корней хвойных пород, в первую очередь сосен и елей.

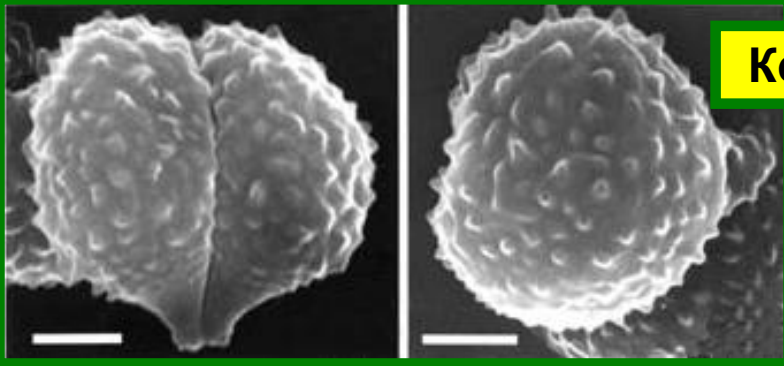
Гниль характеризуется наличием чёрных пунктирных линий и обладает сильным скипидарным запахом.



**Внешний вид гнили,
вызываемой корневой губкой**

Заражённое дерево замедляет рост, хвоя постепенно редет, крона становится прозрачной. В итоге дерево гибнет и часто падает при сильном ветре, выворачивая корень (ветровал).

На обнажённых корнях формируются конидии и плодовые тела. Конидии и базидиоспоры переносятся ветром на новый субстрат. Лучше всего конидии и базидиоспоры приживаются на свежих спилах пней (первичное заражение).



Конидии



Конидиеносец



Плодовое тело

Окрепнув на новом субстрате мицелий заражает соседние деревья через контакты корней (вторичное заражение). Через 2 – 4 года на заражённом дереве появляются первые признаки ослабления.



Благодаря эффективному заражению через корневые контакты поражения корневой губкой носят очаговый характер.



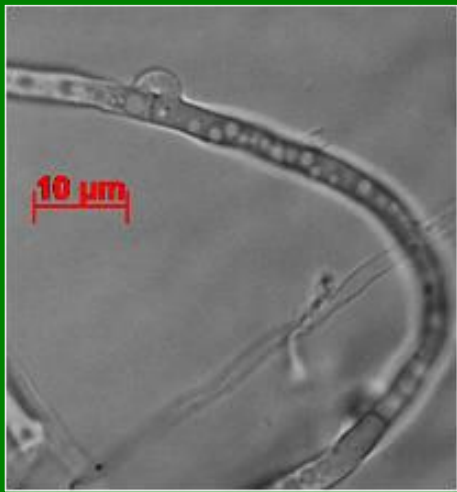
Осенний опёнок — *Armillaria* sp.

Осенний опёнок — это несколько десятков близких видов из рода *Armillaria*. Они отличаются некоторыми морфологическими признаками (выраженность кольца на ножке, обилие и размер чешуек на шляпке, окраской шляпки и т. п.), степенью агрессивности (многие виды являются факультативными паразитами), специализацией (некоторые виды более агрессивны к хвойным породами, а некоторые — к лиственным) и ареалами.

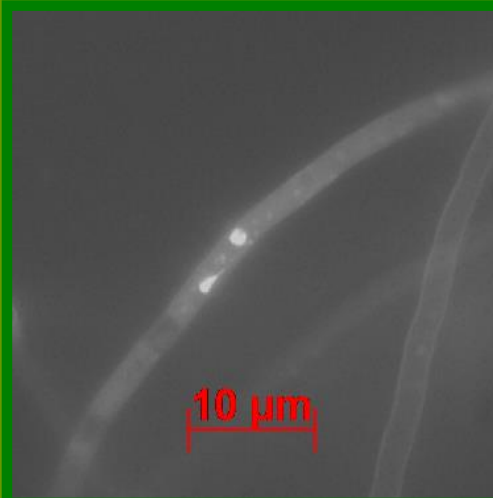
Тем не менее, все они ксилотрофы, поселяются как на живой, так и на мёртвой древесине, поражают очень широкий круг деревьев, кустарников и даже кустарничков (более 400 видов).



В жизненном цикле осенних опят отсутствует конидиальная стадия. Первичное заражение происходит только базидиоспорами. Для успешного заражения необходимо, чтобы две базидиоспоры проросли на поверхности свежего древесного спила и слились в единый диплоидный мицелий. Особенностью жизненного цикла осенних опят является отсутствие дикариотической стадии. Сразу при слиянии двух гаплоидных гиф происходит кариогамия, и образуется диплоидный мицелий без пряжек.



У большинства высших базидиальных грибов в клетке два гаплоидных ядра, а в зоне клеточной перегородки имеется пряжка



Одно диплоидное ядро в клетке осеннего опёнка, отсутствие пряжек.

Вторичное заражение у осенних опят осуществляется значительно эффективнее, чем у корневой губки. Осенние опята образуют толстые пучки гиф, ризоморфы. Внутренние гифы ризоморфы светло окрашены и тонкостенны. Они осуществляют транспортную функцию. Внешние покрыты толстой меланизированной стенкой. В поисках нового субстрата ризоморфа может преодолевать по лесной подстилке более метра в год.

Как правило массовое плодоношение осенних опят происходит в конце лета и осенью. Главный триггерный фактор, включающий режим формирования плодовых тел — резкое снижение температуры, что обычно происходит как раз в этот период.



Ризоморфы

Осенние опята вызывают белую (коррозионную) заболонную гниль корней, комля и нижней части ствола. В заражённой древесине обильно формируются мицелиальные плёнки и ризоморфы. Часто осенний опёнок образует чёрные плёнки, заметные в виде чёрных линий.



Благодаря быстрому росту ризоморф осенние опята образуют клоны, которые могут занимать площади в десятки и даже сотни гектар. Возраст клона может насчитывать несколько столетий. Поэтому осенние опята считаются самыми большими организмами на Земле.



Фотография лесного массива с очагами осеннего опёнка в штате Монтана. Средняя площадь очага приближается к 10 га.

Трутовик Швейница,
Phaeolus schweinitzii (Fr.) Pat.



Вызывает деструктивную ядровую
корневую гниль хвойных пород, чаще
лиственницы.
Однолетние мясистые плодовые тела
часто формируются на почве возле
поражённых деревьев.



Трутовики рода *Phellinus*

Все представители рода *Pellinus* патогены древесных растений, вызывающие стволовые и корневые гнили. Ткань плодового тела у этих трутовиков очень плотная, твёрже древесины.



**Ложный трутовик
P. igniarius (L.) Quél.,**

Вызывает белую ядровую гниль различных лиственных пород.



**Дубовый ложный трутовик
*Fomitiporia robusta***

(P. Karst.) Fiasson & Niemelä,
Поражает твёрдолиственные породы, главным образом дуб.

Осиновый трутовик
***P. tremulae* (Bondartsev) Bondartsev & P.N. Borisov**



Поражает исключительно осину. Вызывает коррозионную ядровую гниль. Массовый вид средней полосы европейской части РФ. Практически все осинники Подмосковья заражены этим патогеном. Благодаря этому трутовику во многих регионах мира прекратилось коммерческая вырубка осиновых лесов.



Окаймлённый трутовик

Fomitopsis pinicola (Sw.) P. Karst.,

Вызывает бурую гниль различных пород.
Один из самых массовых видов средней
полосы.



Серно-жёлтый трутовик

Laetiporus sulphureus (Bull.) Murrill,

Плодовые тела однолетние, в молодом возрасте
мясистые, но быстро становятся жёсткими.
Вес сростка плодовых тел может достигать 20 кг.
Вызывает бурую ядровую гниль лиственных
пород спелого возраста.
Часто встречается в городских насаждениях



Чешуйчатый трутовик
***Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél.,**
Плодовые тела иногда до 50 см в диаметре.
Вызывает белую ядровую гниль лиственных пород.



Климакодон северный

Climacodon septentrionalis (Fr.) P. Karst.,

Плодовые тела с шиповатым гименофором.

Вес сростка плодовых тел может достигать 20 кг.

Вызывает ядровую гниль лиственных пород.



Чага

Афиллофороидный (трутовый) гриб *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát паразитирует на берёзе и некоторых других лиственных породах. В результате его жизнедеятельности на стволах поражённых деревьев возникает чага — чёрные раковые образования, представляющие собой разросшиеся древесные ткани, пронизанные мицелием патогена. Чагу следует отличать от капов, образующихся по другим причинам.



Чага

Неинфекционный сувель



Вирусный кап



Неинфекционные капы клёна ясенелистного

Возникают под
воздействием комплекса
неблагоприятных условий.
Особенно часто
образуются в городских
условиях



Бугорчатый рак сосны

Системное заболевание, вызываемое бактерией *Pseudomonas pin*i
Wuill. При заражении молодые деревья как правило быстро
погибают, на стволах старых деревьев образуются наросты до
1 метра в диаметре.

Поперечный рак дуба



Вызывается бактерией *Pseudomonas quercina* Schem. Встречается на стволах и толстых ветвях деревьев как правило старше 50 лет. Переносится пёстрой дубовой тлём.



Пёстрая дубовая тля
Lachnus roboris L.

Смоляной рак сосны (рак-серянка)

Возбудитель заболевания — ржавчинный гриб *Cronartium pini* (Willd.) Jørst. На сосне развивается эциостадия, уредино- и телиостадия проходят на ряде травянистых растениях (ластовень, мытник, недотрога, вербена и др.).

Вербена лекарственная
Verbéna officinalis



Недотрога обыкновенная
Impatiens nóli-tángere



Ластовень лекарственный
Vincetóxicum hirundinária



Мытник болотный
Pediculāris palūstris

Часто урединио- и телиостадии выпадают из жизненного цикла, и тогда происходит перезаражение эциоспорами непосредственно с сосны на сосну. Заражение происходит через трещины в коре молодых побегов. Через 2 – 3 года формируется первое спороношение, после чего на веточках остаются смоляные наплывы. Гифы патогена проникают в ствол, и начинают формировать уже более масштабное спороношение в разрывах коры.



**Смоляные
наплывы на ветках**

Эции на стволе сосны



На месте спороношения образуется рана. Она заливается смолой. Со временем рана увеличивается, смола приобретает тёмно-серый цвет.

Заболевание может развиваться десятилетиями.

При возникновении раны в нижней части кроны, гибель дерева происходит значительно быстрее. При возникновении раны в верхней части кроны, сначала отсыхает верхушка.

Особенно быстро (в 2,5 раза быстрее) болезнь развивается на открытых пространствах, где лучше прогревается ствол дерева. В Москве более 70 % сосен заражено раком-серянкой.



Раковая рана в нижней части кроны

Раковая рана в верхней части кроны



В любом случае ослабленное дерево становится доступно для стволовых вредителей, которые существенно ускоряют гибель. В первую очередь это различные виды короедов.



Вершинный короед
Ips acuminatus



Четырёхзубый гравер
Pityogenes quadridens



Малый сосновый лубоед
Tomiscus minor



Большой сосновый лубоед
Tomiscus piniperda

Тиростромоз липы
***Thyrostroma compactum* (Sacc.) Höhn.**

(<https://vitusltd.ru/blog/lesozaschita/16494>)

Заражение происходит конидиями, которые ветром заносятся на почки, чечевички и механические повреждения веток. Наиболее активное развитие инфекции наблюдается в период покоя дерева, поскольку оптимум роста патогена происходит при низких температурах, до -2°C . Первые симптомы болезни обычно проявляются через 2 года после заражения. Сначала частично отмирают тонкие ветки. На усохших ветках формируются стромы с конидиальным спороношением.



**Стромы с конидиальным
спороношением**



Многоклеточные конидии

На ветвях и стволах с тонкой гладкой корой появляются некротические раны. При отмирании тонких веток для компенсации потерь фотосинтеза активизируются спящие почки, дающие вторичные побеги. Но и они вскоре погибают образуя небольшие усохшие ведьмины мётла, что придаёт поражённому дереву характерный вид. Болезнь поражает липу всех возрастов.



Некротические раны



Усохшие ведьмины мётла

Болезни хвои

Шютте (нем. schütten — сыпать) — пожелтение и засыхание хвои.

Обыкновенное Шютте сосны



Телеоморфа



Анаморфа



***Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar**
Поражает сосны в возрасте до 15 лет.
Особый вред причиняет деревьям до 5 лет.



Повреждения от обыкновенного шютте сосны на лесных питомниках и в естественном сосновом подросте.



**Снежное шютте
сосны**



***Phacidium infestans* P. Karst.**
Поражается хвоя
под снежным покровом



Кольцевая пятнистость листьев — системное заболевание, вызываемое непо-вирусами.

Передача инфекции осуществляется нематодами родов *Xiphinema* или *Longidorus*, при прививках, с посадочным материалом и семенами.

Непо-вирусы имеют широкий спектр хозяев.



**Вирусная кольцевая
пятнистость вяза**



**Вирусная кольцевая
пятнистость рябины**

Деформация листьев вяза

Вязово-смородиновая тля *Eriosoma ulmi* L.
Повреждения листьев вяза и корней смородины



Бескрылая особь



Крылатая особь

Личинки-основательницы образуют псевдогаллы и после созревания откладывают яйца

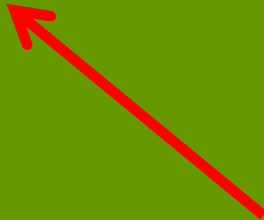
Личинка-основательница даёт до 500 крылатых тлей-мигрантов, которые улетают к корневым шейкам смородины

Яйца зимуют в трещинах коры вяза

Потомки крылатых личинок дают несколько (7 – 8) поколений бескрылых партеногенетических самок-переселенцев

В теле каждой полоноски содержатся 1 – 8 полностью сформировавшихся личинки амфигонного поколения, которые и откладывают яйца в трещинах коры

В последних генерациях появляются крылатые полоноски, которые перелетают на вяз





Галлы вяза

Вызываются тлями с жизненным циклом, похожим на жизненный цикл у вязово-смородиновой тли.

Вязово-осоковая тля

Colopha compressa Koch

Повреждения листьев вяза и корней осок



Галлы вяза

Вязово-злаковая тля *Tetraneura ulmi* Deg.

Повреждения листьев вяза и корней злаков

Галлы ели
Елово-лиственничный хермес *Adelges laricis* Vall.



Бескрылая особь



Крылатая особь



**Дубовые галлы (чернильные орешки)
Орехотворка дуболистная *Cynips quercusfolii* L.**

Личинка внутри галла



**Орехотворка откладывает
яйцо в ткань листа дуба**

Ивовая роза на иве козьей
Ивовая розообразующая галлица,
или Ивовый желвачник
***Rhabdophaga rosaria* Lv.**



Минирующая, или каштановая моль

Cameraria ohridella

<https://fermilon.ru/sad-i-ogorod/derevo/bolezni-kashtana-foto-i-vidy.html>

<https://www.koppert.ru/osnovnye-zadachi/minirujushchie-mushki/kashtanovaja-minirujushchaja-mol/>

Первые упоминания об этом вредителе относятся к 80-м годам прошлого века, однако на сегодняшний день доподлинно неизвестно, откуда он появился.



Куколка и личинка



Имаго



Мины на листьях

Кленовая моль пестрянка

Gracilaria rufipinella

<https://vitusltd.ru/blog/lesozaschita/17729>

Гусеницы моли скручивают кончики листьев клёна и живут внутри.

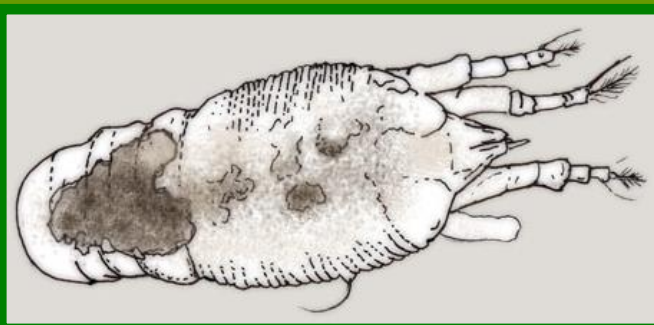


Внешний вид повреждения



Гусеница

Галлы липы
Липовый галловый клещ *Eriophyes tiliae* Pag.



Войлочные на ольхе
Ольховый войлочный клещ *Eriophyes brevitarsus* Focken

