

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. А. ЯЦЕНКО-ХМЕЛЕВСКИЙ

**АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГИФ
ГРИБОВ В МЕРТВОЙ ДРЕВЕСИНЕ КАВКАЗСКОЙ ЕЛИ
(*PICEA ORIENTALIS* CARR.)**

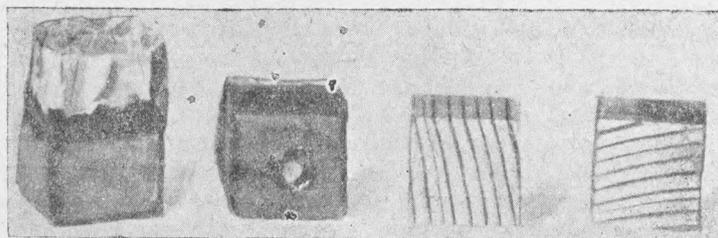
(Представлено академиком А. А. Рихтером 14 XI 1938)

Анатомическое строение древесины должно оказывать значительное влияние на распространение гиф гриба в ней. Действительно, очевидно, что при распространении гриба вдоль прозенхимных элементов гифам придется преодолевать значительно меньшее сопротивление, чем при распространении поперек их. Однако непосредственные микроскопические наблюдения зараженной древесины дают только косвенные подтверждения этому мнению (продольное по отношению к оси дерева, а не поперечное расположение гиф). Более того, в ряде случаев при распространении гриба в живой древесине указывается на приурочение гиф гриба главным образом к лучам⁽¹⁾. Это убеждает в необходимости строгого разграничения между распространением гриба в живой и мертвой древесине. В последнем случае основным фактором, влияющим на направление распространения гриба, является анатомическое строение древесины, в то время как в случае живой древесины, особенно в заболони, распространение гиф по полостям прозенхимных элементов может оказаться исключенным, так как они заполнены водой. Понятно поэтому тяготение гиф к лучам, единственным элементам, содержащим в заболонных частях живой древесины воздух.

Чтобы получить возможность анализа распространения гиф гриба в мертвой древесине, необходимо было выработать особую методику заражения древесины.

Задачей работы было добиться проникновения гриба в древесину с одной из трех плоскостей (поперечной торцовой, радиальной и тангентальной). Для этой цели из древесины ели были изготовлены кубики размером $2 \times 2 \times 2$ см. Древесина кубиков находилась в воздушно-сухом состоянии. Кубики, соответственным образом отшлифованные, обертывались в станиоль. При обертке станиоль, чтобы избежать проникновения клея в древесину, не приклеивался, а только плотно пригладывался рукой. Обернутые кубики сначала покрывались асфальт-лаком, а после высыхания последнего погружались в расплавленный парафин. Такая сложная защита делалась для того, чтобы получить гарантию в непроникновении гриба в древесину в непредусмотренных участках. Одна из поверхностей оставалась совершенно открытой, чтобы обеспечить поступление в древесину воздуха. На противоположной поверхности пробочным

сверлом в станиоле делалось отверстие диаметром в 3 мм для внедрения гриба в древесину. Так как по краям этого отверстия между станиолем и древесиной оставался зазор, то это отверстие тщательно обмазывалось по краям асфальт-лаком (см. фигуру). Всего было изготовлено 39 образцов, из которых 13 имели отверстие на торцовой поверхности, 13—на радиальной и 13—на тангентальной.



Для опыта было выбрано два гриба: *Fomes igniarius* и *Poria vaporaria*. Как известно, разрушения, вызываемые *Fomes igniarius*, относятся к коррозийному типу⁽²⁾, в то время как *Poria vaporaria* вызывает деструктивные разрушения⁽³⁾. Средой для культивирования грибов было пивное сусло с 2% агар-агара, разлитое в 200-граммовые банки. Заражение субстрата было произведено в два срока—26 IV 1937 г. (*Fomes igniarius*) и 19 V 1937 г. (*Poria vaporaria*). После того как грибница сплошь закрыла субстрат, в банки помещались образцы отверстием вниз на грибницу, а свободной поверхностью вверх. Через определенные сроки образцы вынимались, освобождались от станиоля и немедленно помещались в 90° спирт. Чтобы получить представление о распространении гиф гриба по всей толще кубика, он рассекался на четыре равные части. Две или одна из полученных призм анализировались, причем срезы для микроскопического исследования брались бритвой в 12 участках с каждой призмы, по 6 на двух внутренних плоскостях. Срезы окрашивались раствором анилиблау в молочной кислоте, по способу проф. Курсанова⁽⁴⁾, но несколько упрощенному в виду большого количества образцов—с каждого кубика делалось более сотни срезов. Поэтому окраска производилась без нагревания срезов в реактиве, а промывка делалась в водопроводной воде. Следует отметить, что и при таком упрощенном способе окраски получаются превосходные результаты.

Образцы, зараженные *Fomes igniarius*, были исследованы через 12 и 35 дней после начала опыта. Анализ показал, что: 1) Скорость распространения гиф вдоль трахеид превышает скорость распространения поперек трахеид примерно в 8—10 раз; вдоль трахеид за 35 дней гифы распространились на 2 см (т. е. пронизали весь кубик насквозь). 2) Распространение гиф поперек трахеид в радиальном направлении превышает распространение в тангентальном направлении в 1.5 раза, так как в первом случае гифы распространяются по лучам, откуда затем вновь выходят в трахеиды. 3) Прохождение гиф из одной трахеиды в другую происходит или через окаймленные поры или же, что гораздо чаще, путем продельвания в толще оболочек трахеид узких канальцев. 4) За 35 дней наблюдения признаки разрушения клеточной оболочки отмечены не были, за исключением многочисленных канальцев, служащих для прохождения гиф. 5) Продольное распространение гриба в ранней древесине более интенсивно, чем в поздней; при распространении поперек трахеид в радиальном направлении поздняя древесина оказывает гифам значительное сопротивление.

Образцы, зараженные *Poria vaporaria*, были исследованы через 7 и 17 дней после начала опыта. Исследование показало, что: 1) Скорость распространения гиф вдоль трахеид у образцов, имевших отверстие на торцевой поверхности, превышает скорость распространения поперек трахеид у радиальных и тангентальных образцов более, чем в 10 раз. За 17 дней гифы распространились в продольном направлении на 0.5 см. Распространение гиф вдоль трахеид у радиальных и тангентальных образцов только очень незначительно превышает распространение поперек трахеид у них же. 2) Распространение гиф поперек трахеид в радиальном направлении мало чем отличается от распространения в тангентальном направлении. 3) Прохождение гиф из одной трахеиды в другую происходит как будто исключительно через окаймленные поры. 4) За 17 дней наблюдения в тех участках древесины, где гифы обильны, обнаружены значительные разрушения древесины, выразившиеся в общем утончении оболочек трахеид, появлении в них продольных трещин и разрывов вторичных оболочек. 5) Распространение гриба идет более интенсивно в ранней древесине, чем в поздней.

Обычные меры предосторожности, применяемые для защиты древесины от плесневых грибов—обмывка спиртом и обжигание,—не могли быть применены к нашим образцам, так как они были обернуты в станиоль и затем покрыты парафином. Поэтому на свободных поверхностях образцов и даже отчасти на боковых (покрытых станиолем) были отмечены случаи появления плесневых грибов (*Penicillium* sp.). Гифы плесневых грибов внедряются сравнительно неглубоко (на расстоянии в несколько мм) в тех участках, куда исследуемые грибы не проникли. Все отмеченные случаи проникновения плесневых грибов тщательно описывались, что дало возможность установить некоторые особенности в их распространении, отличающие их как от *Fomes igniarius*, так и от *Poria vaporaria*.

Гифы плесневых грибов, проникающие с торцевой поверхности, распространяются продольно по трахеидам, переходя из трахеиды в трахеиду через окаймленные поры. Распространение их редко бывает значительным, и обычно они углубляются в древесину не более, чем на 4—5 мм. Гифы, прорастающие в древесину с радиальной или особенно с тангентальной поверхности, почти как правило сначала распространяются по лучам на глубину в несколько мм (иногда почти до см). Очень часто из лучей через поры эти гифы проходят в полости трахеид, где уже далее распространяются продольно. Необходимо отметить, что, обычно распространяясь по лучам, гифы идут в одном ряду клеток, не заходя в выше или ниже лежащие слои. Продольное распространение гиф плесневых грибов отмечалось почти исключительно в ранней древесине. Никаких признаков разрушения, будь то продырявливание или деформация оболочек, в трахеидах, в которых находились гифы плесневых грибов, как и следовало ожидать, отмечено не было.

Резюмируем основные выводы нашей работы:

1. Характер распространения гиф в древесине различен у различных грибов. Так, распространение в древесине гиф плесневых грибов происходит по преимуществу вдоль по лучам, в то время как гифы обоих изученных древоразрушающих грибов (*Fomes igniarius* и *Poria vaporaria*) главным образом распространяются вдоль трахеид. Распространение в этом направлении происходит примерно в 8—10 раз быстрее, чем распространение поперек трахеид.

2. Между распространением *Fomes igniarius* и *Poria vaporaria* наблюдаются известные различия, повидимому связанные с физиологией этих грибов. Гифы *Fomes igniarius* обладают способностью со сравнительной легкостью прорезывать в оболочках трахеид каналы, по которым они

распространяются из одной клетки в другую. Гифы *Poria* как будто этой способности лишены и вынуждены проходить из клетки в клетку через окаймленные поры. Благодаря этому обстоятельству скорость распространения *Fomes igniarius* в наших опытах превосходила скорость распространения *Poria vaporaria*. Однако гифы последней уже на первых стадиях своего поселения в древесине производят в ней значительное разрушающее действие, выражающееся в общем утончении оболочек трахеид, появлении в них продольных трещин и разрывов вторичной оболочки. *Fomes igniarius*, напротив, не вызывает в древесине иных разрушений, кроме узких канальцев, проделываемых гифами при прохождении из клетки в клетку. Таким образом различие между *Fomes igniarius* и *Poria vaporaria* заключается в том, что для *Poria* разрушение древесины идет почти одновременно с распространением гиф, в то время как для *Fomes igniarius* последнее значительно предшествует первому.

3. Оба изученных древоразрушающих гриба (особенно *Poria vaporaria*), как правило, распространяются более интенсивно в ранней древесине, чем в поздней, что может быть объяснено более толстыми стенками трахеид поздней древесины, затрудняющими прохождение гриба.

Отдел анатомии и физиологии растений.
Тбилисский ботанический институт.
Грузинский филиал Академии Наук СССР.

Поступило
15 XI 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ G. Défago, De quelques valsées v. Nöh., parasites des arbres à noyau dépe-
rissants. Thèse, Zürich (1935). ² С. И. В а н и н, Гниль дерева, ее причины и меры
борьбы (1930). ³ Л и з е, Разрушение древесины грибами. В сборнике: М а л ь к е
и Т р о ш е л ь, Консервирование древесины (1930). ⁴ К у р с а н о в, Микология
(1935).