

$r = 0,527$; $r = 0,455$), а также умеренной обратной связи между пораженностью насаждений и участием в них чешуйчатокорой ели с компактным типом ветвления ($r = -0,463$, достоверно при $P_{0,10}$). Увеличение в ельниках количества деревьев гладкокорой ели или уменьшение чешуйчатокорой может лишь в незначительной степени способствовать более сильному поражению древостоев грибом. Следует отметить, что в центре средних и крупных очагов болезни нами не выявлено случаев сохранения здоровых деревьев ели. Это свидетельствует, с одной стороны, о высокой агрессивности гриба и, с другой, о вовлечении в патологический отпад за счет сплошного усыхания в очаге различных морфологических форм ели, а также о низкой устойчивости их к корневой гнили на высоком инфекционном фоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минкевич И.И. Практические задачи фитоиммунитета в лесном хозяйстве// Защита леса. Межвуз. сб. науч. тр. Л., 1978. Вып.3. С.50—52.
2. Казимиров Н.И. Ель. М., 1983.
3. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Парвенов В.И. Типы и ассоциации еловых лесов. Мн., 1971.
4. Молотков П.И., Патлай И.Н., Давыдова Н.И. и др. Селекция лесных пород. М., 1982.
5. Федоров Н.И., Полецук Ю.М. О пораженности разных форм ели обыкновенной корневой губкой// Изв. АНБССР, сер. биол. наук. Мн., 1978. № 5. С.40—43.
6. Строженко В.Г. Влияние грибных болезней на состояние ельников Валдайской возвышенности: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1977.
7. Ронис Э.Я. Формы ели обыкновенной в лесах Латвийской ССР и их лесохозяйственное значение: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Елгава, 1966.
8. Арнольбик В.М. К экологии опенка осеннего в еловых насаждениях Белоруссии. Изучение грибов в биоценозах// Матер. III Всесоюз. конф. Ташкент, 1985.

УДК 630*443.3

Е.С.РАПТУНОВИЧ, канд. с.-х. наук (БТИ)

О РАСПРОСТРАНЕНИИ КОРНЕВОЙ ГУБКИ В ОЧАГАХ УСУХАНИЯ НАСАЖДЕНИЙ

Корневая губка (*Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref.) — наиболее вредоносный возбудитель болезней лесных насаждений. Поражая корневую систему, вызывая ее разрушение и отмирание, она приводит к ослаблению и усыханию деревьев, повышению их ветровальности. Материальный ущерб от болезни заключается в снижении продуктивности и товарности древостоев, ослаблении многих полезных функций леса.

Считают [1,2,3,4,5,6], что первичное заражение насаждений происходит базидиоспорами через поверхность свежих пней. Образующийся при прорастании спор мицелий проникает в древесину пней и корней и вызывает их загнивание. В дальнейшем гриб распространяется через корневые контакты и срастания корней деревьев. Согласно этой теории, сделан вывод, что, обрабатывая свежие пни химическими и биологическими препаратами, можно защитить здоровые насаждения от инфекции.

Однако предпринимаемые во многих странах попытки приостановить распространение болезни путем обработки различными химикатами и сукцезией спор грибов-антагонистов не привели к желаемым результатам. Все это говорит о недостаточной изученности болезни, ее сложной природе.

Не выяснен вопрос о способности корневой губки существовать и распространяться в лесной подстилке. От этого в большой мере зависят и защитные мероприятия по предупреждению болезни и локализации действующих очагов. Многие исследователи придерживаются мнения, что, хотя лесная подстилка и является подходящим субстратом для обитания корневой губки, в естественных условиях вследствие присутствия почвенных грибов и бактерий, находящихся с ней в активном антагонизме, распространение ее ограничено.

Задачей наших исследований было выяснить, какую роль играет лесная подстилка в развитии очагов болезни, может ли она служить субстратом для обитания корневой губки.

С этой целью предпринята попытка выделить гриб из растительных остатков подстилки в чистую культуру. Поскольку сделать это трудно в связи с развитием на разлагающихся растительных остатках разнообразной микрофлоры, были использованы различные методики. Для выделения из отдельных фракций лесной подстилки, взятой в очагах болезни, применялся метод накопительной культуры [7]. В одном из опытов отмершие веточки лесной подстилки толщиной до 1 см прикладывали к отрезкам здоровых ветвей, заворачивали в увлажненную бумагу и помещали в полиэтиленовые мешочки. Через 4 месяца у отрезков ветвей из внутренней части стерильным скальпелем брали кусочки древесной ткани и переносили на 2 %-е агаризованное пивное сусло. Путем микроскопирования определяли наличие в культуре гриба.

В лесу опыт по установлению инфекции в лесной подстилке заключался в закладывании в нее в горизонтальном положении отрезков здоровых ветвей диаметром 2—3 см и длиной 25—30 см, которые служили «приманкой» для корневой губки. Через 3,5—4 месяца наличие гриба определяли путем переноса тканевого изолята на питательную среду и последующего микроскопирования.

Нам не удалось изолировать мицелий корневой губки из лесной подстилки зараженных сосновых и еловых насаждений методом накопительной культуры. На фракциях подстилки (хвое, веточках, шишках), помещенных на влажную стерильную бумагу в чашках Петри, развивались преимущественно несовершенные грибы (виды родов *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Naphographium*, *Normiscium*, *Monilia* и др.). Эти грибы утилизируют наиболее доступные вещества растительных остатков, в частности содержимое паренхимных клеток (белки, простейшие сахара и другие сравнительно легко разлагающиеся соединения). В веточках опада многие из них проникают по сердцевинным лучам в глубь древесины и

препятствуют выделению в чистую культуру базидиальных дереворазрушающих грибов.

Корневая губка была изолирована из веток подстилки при прикладывании к ним отрезков ветвей здоровых деревьев сосны и ели с выдерживанием их во влажных условиях, а также при закладывании отрезков ветвей в подстилку. Из 35 проб с прикладыванием отрезков сосновых ветвей гриб выделен в 11 случаях, в опыте с еловыми веточками — из 26 в 7. В лесу с использованием метода «приманок» корневая губка была выделена в сосновых и еловых насаждениях соответственно в 15 и 28 % проб.

Несмотря на то что частота выделения корневой губки сравнительно небольшая, полученные данные позволили сделать вывод — подстилка является средой обитания гриба. Важно было выяснить, каким путем он в ней распространяется. Опыты с внесением в лесную подстилку чистой культуры гриба показали, что мицелий в ней не развивается и погибает в течение 10 дней в результате подавления грибами-антагонистами. Маловероятной была и возможность инфицирования растительных остатков подстилки спорами корневой губки.

Результаты исследований дали основание предположить, что на естественных субстратах с неблагоприятными условиями для роста нежного мицелия гриба образуются какие-то устойчивые вегетативные структуры, которые могут распространяться при высокой насыщенности почв микрофлорой и бактериями. Такая способность образовывать вегетативные структуры (ризоморфы, жгуты и пр.) свойственна некоторым дереворазрушающим грибам [8].

В очагах усыхания древостоев на растительных остатках мы наблюдали веерообразные тяжи мицелия белого и светло-серого, реже желтого цвета. Изучение особенностей их распространения показало, что они обильно появляются в ранневесенний период на боковой поверхности и корневых лапах загнивших пней, в лесной подстилке и в верхней части гумусного горизонта почв. Летом большинство тяжей исчезало. Осенью, в сентябре-октябре, они снова развивались, причем наиболее сильно в ельниках кисличных на загнивших пнях, валеже и лесной подстилке. В это время их часто можно наблюдать на торцах заросших мхом пней, в местах их внедрения в древесину часто формировались мелкие плодовые тела гриба.

Микроскопическое изучение тяжей показало, что они имеют признаки, типичные для базидального гриба *Odontia bicolor*. На агаризованной питательной среде колонии имеют белый цвет, мицелий — характерные инкрустированные цистиды. Вместе с тем в тяжях, образующихся на естественных субстратах и питательных средах, обнаруживались участки с гифами и конидиальным спороношением корневой губки.

В результате исследований тяжей установлено, что они представляют собой смешанный мицелий, состоящий из тесно сближенных и переплетен-

ных гиф двух грибов, т.е. их симбиоз. Смешанный мицелий выделялся также из древесины пней и корней в очагах усыхания насаждений.

При глубинном культивировании мицелия и нанесении культуральной жидкости на агаризованное пивное сусло формировались колонии двух грибов: белые с радиальной структурой — одонтии двуцветной и светло-, а также желтовато-серые более равномерные — корневой губки.

Одним из факторов формирования взаимоотношений дереворазрушающих грибов являются выделяемые ими продукты метаболизма. Эти вещества диффундируют в окружающую среду и могут угнетать или стимулировать развитие многих микроорганизмов. Для объяснения взаимоотношений между корневой губкой и одонтией двуцветной представлял интерес характер влияния на их рост метаболитов партнеров. С этой целью грибы предварительно выращивались методом погруженного культивирования в пробирках, встряхиваемых на качалке. В качестве инокулюма использовался вегетативный мицелий грибов, который помещался в 4%-е пивное сусло, простерилизованное в автоклаве при 0,5 атм в течение 30 мин. Для анализа использовались культуральные жидкости после 8-дневного выращивания грибов. Культуральной жидкостью смачивалась поверхность застывшей агаризованной среды. После обработки среды она инокулировалась мицелием гриба (в варианте с культуральной жидкостью одонтии двуцветной вносился инокулюм корневой губки, в варианте с культуральной жидкостью корневой губки — одонтии двуцветной). В контроле среда смачивалась 4 %-м пивным суслом.

Исследования показали, что слабый раствор культуральной жидкости *Odontia bicolor* (разбавление пивным суслом в 5 раз) оказывает на корневую губку некоторое стимулирующее действие. Интенсивность роста мицелия повышается. Однако концентрированный раствор несколько замедляет ее рост. На одонтию двуцветную культуральная жидкость корневой губки как в сильной, так и в слабой концентрации действует угнетающе.

На основании приведенных данных можно объяснить превалирование в смешанной культуре одонтии двуцветной. Сильное развитие мицелия корневой губки привело бы здесь к подавлению партнера. В естественных условиях вступление корневой губки в симбиотическую связь с одонтией является необходимым условием для ее выживания. Специфические продукты метаболизма, которые выделяет в субстрат одонтия, ингибируют развитие многих почвенных грибов и бактерий, угнетающе действующих на корневую губку. И для одонтии такой симбиоз полезен. Корневая губка, обладающая большим набором экстрацеллюлярных ферментов, с помощью которых она разрушает стойкие соединения (целлюлозу, лигнин, фенольные соединения и др.), подготавливает субстрат для последующего ее развития. Наблюдения в природной обстановке показывают, что данный гриб в сукцессиях часто сменяет корневую губку.

Для установления скорости распространения инфекции в лесной под-

стилке был проведен следующий опыт. На дно картонных коробок длиной, шириной и высотой соответственно 20, 30 и 10 см помещали влажный песок и сверху лесную подстилку, взятую в сосняке мшистом и ельнике кисличном. Лесная подстилка включала слабо- и среднеразложившуюся хвою, веточки, кору, шишки. В одном из вариантов на подстилку укладывались сосновые и еловые ветки длиной 20—25 см. В качестве инокулюма использовались кусочки загнившей древесины с белыми веерообразными тяжами, взятой в очагах болезни. Сверху к подстилке и веткам прикладывалась смоченная в воде бумага. Коробка выдерживалась в полиэтиленовых мешках.

В результате наблюдений установлено, что мицелиальные тяжи одонтии двуцветной и корневой губки хорошо развиваются на поверхности отмерших веток и в лесной подстилке. Средняя скорость их распространения за месяц на сосновых и еловых ветках составила 7—12 см, на лесной подстилке — 3—5 см.

Для доказательства роли тяжелой мицелии двух грибов (одонтии двуцветной и корневой губки) в распространении инфекции в очагах усыхания в 1986 г. были проведены опыты по искусственному заражению здоровых деревьев. Объектом исследований явились сосновые культуры 27-летнего возраста в условиях местопроизрастания В₂. У опытных деревьев раскапывались корни I и II порядков и к ним прикладывались кусочки загнившей древесины с белыми веерообразными тяжами. Раскопки корней и анализ их состояния произведены в августе 1989 г.

Установлено, что большая часть корней, к которым прикладывалась загнившая древесина, заразилась корневой губкой. Поверхность их на протяжении 0,6—1 м и более стала белесой в результате образования между чешуйками тонкой беловатой пленки, что обычно наблюдается в очагах болезни. На многих корнях сформировались характерные для болезни язвы с засмолением древесины. На отдельных участках корней были заметны белые веерообразные тяжи и пленки мицелия. После выдерживания корней в течение 3—4 месяцев во влажной камере из засмолений и загнившей древесины в чистую культуру выделялась корневая губка.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. В пораженных корневыми гнилями сосновых и еловых насаждениях корневая губка образует симбиоз с базидиальным грибом *Odontia bicolor*. Он проявляется в виде белых веерообразных тяжей и пленок, формирующихся на растительных остатках.

2. Симбиоз корневой губки с одонтией двуцветной обеспечивает первой высокую сохранность в неблагоприятных условиях, широкое распространение и стимулирует развитие.

3. Источником инфекции в очагах болезни является мицелий корневой губки в загнившей древесине корней, пнях и лесной подстилке. Определенную роль в распространении инфекции играет образующееся в симбиозе конидиальное спороношение гриба.

4. В комплексе мероприятий по борьбе с болезнью должны предусматриваться меры по локализации и подавлению инфекции в лесной подстилке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Rishbeth J.* Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to the East Anglian pine plantations. II. Spore production, stump infection and saprophytic activity in stumps. *Ann. Bot.* 1951. N. S., 15.
2. *Jorgensen E.* On the spread of *Fomes annosus* (Fr.) Cke. *Canad. J. Bot.*, 1961, 39.
3. *Dimitri L.* Untersuchungen über die Ausbreitung von *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. *Phytopath.*, 1963, Z. 48.
4. *Kallio T.* Aerial distribution of the root-rot fungus *F. annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta For Fenn.*, 1970, 107.
5. *Федоров Н.И.* Корневые гнили хвойных пород. М., 1984.
6. *Негруцкий С.Ф.* Корневая губка. М., 1986.
7. *Бухало А.С.* Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре. Киев, 1988.
8. *Miller O.K.* The relationship of cultural characters to the taxonomy of the Agarics. Evolution in the Higher Basidiomycetes: An Intern. symp. Ed. R. Peterson — Knoxville, 1971.

УДК 577.4.634.0.15

Г.Г.ПАРФЕНОВА (БТИ)

СТРУКТУРА СИМБИОТРОФНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСАХ

Микотрофное состояние деревьев в естественных условиях расценивается в большинстве случаев как вполне нормальное явление симбиотрофизма. При этом оба организма находятся в отношении экологически облигатного симбиоза. Широко распространенная в природе микотрофность древесных пород служит основой существования лесов практически во всех зонах умеренного климата (И.А.Селиванов, 1981; В.И.Шубин, 1990). В оптимальных эдафических условиях при благоприятном гидротермическом режиме для симбиотрофов характерны упорядоченное размещение плодовых тел и быстрая фенологическая смена доминантов (Л.Г.Бурова, 1986).

В настоящее время из всех видов антропогенных сукцессий растительности на первый план выступают изменения, вызванные загрязнением природной среды. Практически все леса, расположенные вокруг крупных городов, представляют собой растительные сообщества, находящиеся на различных стадиях дигрессии. Многие микологи Западной Европы и Скандинавских стран отмечают обеднение видового состава макромицетов лесных экосистем и связывают этот процесс с загрязнением воздуха и почвы промышленными поллютантами (Devi, 1972; Bengtsson, 1986). Huttunen (1988) указывает на существование угрозы для макромицетов Финляндии, так как на ее территории отмечено исчезновение 15 видов микоризных грибов.

По данным В.И.Шубина (1990), сосна обладает наивысшей микотрофностью. В лесах Карелии и Кольского полуострова 71 вид макромицетов