

Н. И. Федоров и И. Н. Бобко

ЗАЩИТА СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОТ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ, ВЫЗЫВАЕМОЙ ОПЕНКОМ ОСЕННИМ. II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

FEDOROV N. I. AND BOBKOV I. N. PROTECTION OF PINE STANDS FROM
ARMILLARIA ROOT ROT. II. BIOLOGICAL CONTROL

В настоящее время в связи с возрастающим значением проблемы охраны окружающей среды большое внимание уделяется биологическому методу борьбы с болезнями растений, основанному на использовании антагонистических отношений между организмами. В последние годы появились работы по применению этого метода для борьбы с опенком осенним. Антагонисты опенка должны сдерживать развитие мицелия и ризоморф гриба, предохранять пни от заселения или ограничивать распространение опенка в субстрате.

Манка (Manka, 1978) показал, что грибы *Mycelium radicans atrovirens* и *Aureobasidium pullulans* способны стимулировать рост ризоморф; микофлора почв различно влияет на развитие опенка в зависимости от почвенных условий. На возможность применения микроорганизмов ризосферы корней для биологической защиты указывали ряд авторов (Соколов, 1964; Rawsey, Rahman, 1976; Manka, 1978), сообщавших о различии в заселении антагонистами ризосферы в здоровых и пораженных насаждениях.

Шоу и Рот (Shaw, Roth, 1978) отметили перспективность применения грибов-микоризообразователей для ограничения распространения опенка. В то же время отмечены случаи проникновения патогена в корни деревьев с хорошо развитой микоризой.

По данным Лича (Leach, 1937), гриб *Rhizoctonia lamellifera* предотвращал заселение опенком корней чая. Морквер (Morquer, Touvet, 1972) предлагал выращивать *Trichoderma viride* на молочнокислых средах для использования при проведении защитных мероприятий от опенка. Блисс (Bliss, 1951) указывал, что грибы рода *Trichoderma* ограничивают распространение патогена. С. И. Ванин (1955) сообщал, что в лесном хозяйстве может использоваться гриб — сверхпаразит *Endomyces decipiens*, паразитирующий на опенке осеннем.

По данным Ришбета (Rishbeth, 1978), *Trichoderma viride* и *Bjerkandera adusta* колонизировали сосновые пни, обработанные 40 %-ным раствором сульфата аммония, что предотвращало заселение их корневой губкой и опенком. Применение раствора сульфата аммония в данном случае является одним из примеров химической обработки, индуцирующей биологическую борьбу. Проращивание спор *Peniophora gigantea* в 5 %-ном растворе сульфата аммония, а не в воде значительно увеличивало размеры образующихся колоний сапротрофа. Гриб-антагонист должен обладать следующими свойствами: быть устойчивым к химическому препарату, используемому для стимуляции роста; быстро образовывать колонии на древесине и распространяться по корням. Ришбет (Rishbeth, 1978) сообщал об удовлетворительных результатах при применении для целей защиты от опенка нитрита натрия и мочевины.

Шоу (Shaw, Roth, 1978) считал, что решающим при отборе химикатов для обработки пней в целях профилактики опенка является свойство перемещаться по корням; сульфат аммония способен проникать в корни, вызывая быстрое отмирание периферийных тканей. Блисс и соавторы (Bliss,

1951; Garret 1957, 1958) продемонстрировали способность *Trichoderma viride* замещать опенок в искусственно зараженных сегментах корней, окуренных дисульфидом углерода. По исследованиям Мунеке и соавторов (Munpecke et al., 1975, 1976), химикаты могут ослаблять патогенность опенка; после обработки субстрата дисульфидом углерода и бромидом метила время начала роста у опенка наступает позднее, что может быть использовано грибами-антагонистами. Ричард и соавторы (Richard, 1971; Oduro et al., 1976) указывали, что выделяемые опенком антибиотики играют важную роль в предотвращении его ингибирования антагонистическими почвенными микроорганизмами. Мунеке и соавторы (Munpecke et al., 1975, 1976) показали, что обработка бромидом метила прекращала синтез опенком антибиотиков и стимулировала деятельность антагонистических организмов; они также констатировали, что воздействие на опенок изменений температуры и влажности приводит к таким же результатам.

Обнадеживающие результаты по борьбе с опенком могут быть получены при правильном подборе химического препарата и вида сапротрофного дереворазрушающего гриба, которые могут предохранять пни от заселения патогеном. В настоящее время при разработке биологического метода борьбы с корневыми гнилями важным является поиск дереворазрушающих сапротрофных грибов — антагонистов патогенов. Манка (Manka, 1978) апробировал 91 гриб, только 3 из них угнетали опенок. Орлос (Orlos, 1957) указывал, что обнадеживающие результаты получены при применении в качестве антагонистов опенка *Fomes pinicola*, *Polyporus borealis*, *Trametes odorata*, *Polyporus fibrillosus*, *Coniophora cerebella* на искусственных средах и отрубках корней ели. С. В. Бадяй (1971), изучив на агаризованном пивном сусле характер взаимоотношений опенка осеннего с 14 дереворазрушающими грибами, сообщила, что высокую степень антагонизма по отношению к опенку проявляли *Fomitopsis pinicola*, *Laetiporus sulphureus* и *Coriolus vaporarius*.

При изучении распространения опенка осеннего в насаждениях Белоруссии нами отмечены сопутствующие, часто встречающиеся сапротрофные дереворазрушающие грибы с экологическим ареалом, близким к такому опенка. На пнях, заселенных этими грибами, опенок не развивался. С целью выявления новых перспективных антагонистов патогена определили взаимоотношения опенка со следующими ксилотрофными базидиомицетами: пениофорой гигантской — *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass., окаймленным трутовиком — *Fomitopsis pinicola* (Schwartz: Fr.) Karst., хиришопорусом еловым — *Hirschioporus abietinus* (Dicks.: Fr.) Donk, вешенкой обыкновенной — *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm., зимним опенком — *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing., летним опенком — *Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.: Fr.) Sing. et Smith, серно-желтым опенком — *Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) Kumm., кирпично-красным опенком — *Hypholoma sublateritium* (Fr.) Quél., желто-красным опенком — *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff.: Fr.) Sing., огневкой еловой — *Gymnopilus sapineus* (Fr.) Maire.

Изучение взаимоотношений ксилотрофов с опенком осенним проведено на 6%-ном агаризованном пивном сусле. При одновременном посеве исследуемых грибов во всех вариантах они через определенное время (10—20 сут) полностью нарастали на медленно растущий мицелий опенка и подавляли его. Результаты исследований взаимоотношений грибов при разновременном посеве на 6%-ное агаризованное пивное сусло приводятся в табл. 1. Опенки осенний, как медленно растущий вид, высевали в чашки Петри на 5 сут раньше других грибов. В течение месяца наблюдали за их ростом. Все взятые для изучения виды дереворазрушающих грибов ингибировали развитие опенка осеннего. По степени антагонистической актив-

ности на агаризованном пивном сусле грибы расположились следующим образом: окаймленный трутовик, серно-желтый опенок, пениофора гигантская, вешенка обыкновенная, зимний опенок, кирпично-красный опенок, хиршиопорус еловый, огневка еловая, летний и желто-красный опенок.

По данным ряда авторов (Рипачек, 1967; Негруцкий, 1975, 1986), при совместном культивировании дереворазрушающих грибов характер их взаимоотношений может изменяться в зависимости от состава питательной среды, изменений температуры и других факторов.

Исследовано взаимоотношение сапротрофных грибов с опенком на их природном субстрате — древесине стволов и корней сосны. При анализе образцов корней сосны, зараженных опенком и одним из испытуемых дереворазрушающих грибов, определили, что на месте встречи мицелиев образовалась темная демаркационная линия, за которую опенок осенний в зону

Т а б л и ц а 1

Антагонистическая активность сапротрофных дереворазрушающих грибов к опенку осеннему на 6 %-ном агаризованном сусле

Вид гриба	Ширина зоны нарастания мицелия грибов-антагонистов на колонии опенка осеннего (в мм) на сутки роста							
	7-е	9-е	11-е	13-е	15-е	17-е	19-е	21-е
Пениофора гигантская	1	3	5	8	13	19	24	Подавляет рост опенка
Вешенка обыкновенная	1	2	5	8	12	19	22	То же
Окаймленный трутовик	1	4	8	11	15	25	Подавляет рост	
Хиршиопорус еловый	—	Образуется зона ингибиции				Нарастает на опенок на 1 мм за сутки		
Зимний опенок	—	Образуется зона ингибиции			Нарастает на опенок			
Летний опенок	—	—	—	Образуется зона ингибиции шириной 3—4 мм, уменьшающаяся до 1 мм				
Серно-желтый опенок	1	2	4	10	14	21	25	Подавляет рост
Желто-красный опенок	—	—	—	—	Образуется зона ингибиции			
Кирпично-красный опенок	—	Образуется зона ингибиции			Нарастает на опенок			
Огневка еловая	—	—	Образуется зона ингибиции				Нарастает на опенок	

Т а б л и ц а 2

Зона изменения окраски древесины (в см) под влиянием грибов-антагонистов опенка осеннего

Вид гриба	Изменение окраски древесины за один вегетационный период по корням		Изменение окраски древесины за два вегетационных периода по корням	
	якорным	боковым	якорным	боковым
Пениофора гигантская	28	33	64	156
Вешенка обыкновенная	26	36	76	147
Окаймленный трутовик	5	12	25	53
Хиршиопорус еловый	11	23	21	62
Зимний опенок	6	12	38	50
Летний опенок	7	16	18	42

Таблица 3

Заселенность пней грибами-антагонистами при различных способах инокуляции прививочным материалом

Вид гриба	Инокуляция на поверхность пня			Инокуляция на поверхность пня с прикрытым слоем мха			Инокуляция в расщеп пня		
	всего пней	из них колонизированных		всего пней	из них колонизированных		всего пней	из них колонизированных	
		в штуках	в %		в штуках	в %		в штуках	в %
Пениофора гигантская	20	7	35	20	19	95	20	20	100
Вешенка обыкновенная	20	2	10	20	17	85	20	20	100
Зимний опенок	20	1	5	20	16	80	20	19	95
Летний опенок	20	1	5	20	14	70	20	18	90

роста гриба не проникал. В освоении грибами питательного субстрата основное значение имеет первенство в поселении и скорость их распространения в древесине. Подавления опенка в древесине всеми апробированными грибами не происходило, они только ограничивали его в пищевой базе.

В полевых условиях взаимоотношение опенка осеннего с ксилотрофными базидиомицетами исследовали на свежесрубленных пнях сосны, ели, дуба, ясеня, березы и осины, оставшихся после рубок. Поверхность пней инокулировали прививочным мицелием грибов-антагонистов: пениофорой гигантской, вешенкой обыкновенной, окаймленным трутовиком, хиршиопорусом еловым, зимним и летним опенком. Корни этих пней инокулировали мицелием и ризоморфами опенка осеннего, пронизывающими древесину. Через 5 мес, а затем через 2 года проведена визуальная оценка пней на заселенность грибами и взяты образцы для лабораторного анализа. Для более полного представления о распространении грибов-антагонистов в древесине пней и корней проведена раскопка корневых систем инокулированных пней и определена скорость распространения мицелия и изменения окраски древесины корней и пней (табл. 2).

Нами апробированы следующие способы инокуляции пней: прививочный материал наносили непосредственно на поверхность пня; мицелий антагонистов наносили на поверхность пня и прикрывали слоем мха; инокуляционный материал вносили в расщеп пня (табл. 3). При инокуляции пней первым способом были получены неудовлетворительные результаты. Приживаемость грибов-антагонистов была низкой, менее 10 %. Более высокая приживаемость биопрепарата пениофоры гигантской обусловлена способностью мицелия распадаться на одии. При прикрытии прививочного материала слоем мха в месте инокуляции длительное время сохранялись условия оптимальной влажности и наблюдался хороший рост мицелия. Приживаемость грибницы составила 70—85 %, однако скорость распространения мицелия в пне была невелика. Наилучшие результаты получены при инокуляции в расщеп пней. Приживаемость мицелия достигала 100 % при наибольшей скорости проникновения гриба в древесину. При этом лучших результатов достигали при расщеплении пней на уровне поверхности почвы, где поддерживаются оптимальные условия влажности для развития грибов. Таким образом, из апробированных способов инокуляции наиболее приемлемым является нанесение прививочного мицелия в расщеп пня, хотя этот способ и наиболее трудоемок.

Наиболее перспективными грибами для профилактики заселения пней опенком оказались пениофора гигантская и вешенка обыкновенная, кото-

рые хорошо приживались и обладали наибольшей скоростью распространения в пнях. Пениофора, вешенка и хиршиопорус через 2 года после инокуляции пней образовывали плодовые тела, причем карпофоры формировались на хвойных и лиственных породах. При встрече с мицелием опенка в древесине образовывалась темная демаркационная линия, как в опыте с кружками древесины. Таким образом, использование грибов-антагонистов позволяет без трудоемких затрат по корчеванию пней ограничить распространение опенка.

Л и т е р а т у р а

- Бадяй С. В. Биологические особенности опенка осеннего *Armillariella mellea* (Fr.) Karst.: Дис. канд. биол. наук. Минск, 1971. 213 с. — Ванин С. И. Лесная фитопатология, М.: ГЛБИ, 1955. 416 с. — Негруцкий С. Ф. Использование гриба *Peniophora gigantea* Mass. для биологической защиты насаждений от *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. — возбудителя корневой губки. — Микол. и фитопатол., 1975, т. 9, вып. 3, с. 231—235. — Негруцкий С. Ф. Корневая губка. М.: Агропромиздат, 1986. 296 с. — Рипачек В. Биология дереворазрушающих грибов. М.: Лесн. пром-сть, 1967. 276 с. — Соколов Д. В. Корневая гниль от опенка и меры борьбы с ней. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 182 с. — Bliss D. E. The destruction of *Armillaria mellea* in citrus soil. — *Phytopathology*, 1951, N 41, p. 665—683. — Garrett S. D. Effects of soil microflora selected by carbon disulfide fumigation on survival of *Armillaria mellea* in woody host tissue. — *Can. J. Microbiol.*, 1957, N 3, p. 135—149. — Garrett S. D. Inoculum potential as a factor limiting lethal action by *Trichoderma viride* Fr. *Armillaria mellea* (Fr.) Quel. — *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 1958, vol. 41, N 2, p. 157—164. — Leach R. Observation on the parasitism and control of *Armillaria mellea*. — *Proc. Roy. Soc. Lond.*, 1937, p. 561—573. — Manka K. Soil-site conditions in relation to the *Armillariella mellea* problem *Proc. 5th Int. Conf. Probl. Root and Butt Rot Conifers*. Kassel, 1978, p. 234—244. — Morquer R., Touvet A. Prevention of growth rhizomorphs, and mycelial antagonism, in biological control of *Armillaria mellea*. — *C. R. Acad. Sci. Paris*, 1972, vol. 275, N 25, p. 2893—2897. — Munnecke D. E., Kolbenzen M. J., Wilbur W. D., Ohr H. D. Interactions involved in controlling *Armillaria mellea*. — *Plant Dis.*, 1975, N 65, p. 384—389. — Munnecke D. E., Wilbur W. D., Darley E. F. Effect of Heating or Drying on *Armillaria mellea* or *Trichoderma viride* and the Relation to Survival of *A. mellea* in Soil. — *Phytopathology*, 1976, vol. 66, N 11, p. 1363—1368. — Oduro K. A., Munnecke D. E., Sims I. I., Keen N. T. Isolation of antibiotics produced in culture by *Armillaria mellea*. — *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 1976, vol. 66, N 2, p. 195—199. — Orłowski H. Badania nad zwalczaniem opienki miodowej (*Armillaria mellea* Vahl.) metoda biologiczna. — *Roczniki Nauk Lesnych*, 1957, vol. 15, N 159, p. 195—236. — Pawsey R. G., Rahman M. A. Chemical control of infection by honey fungus *Armillaria mellea*: a review. — *I. Arboric.*, 1976, vol. 2, N 9, p. 161—169. — Richard C. Sur l'activite antibiotique de l'*Armillaria mellea*. — *Can. J. Microbiol.*, 1971, N 17, p. 1395—1399. — Rishbeth J. Modern aspects of biological control of Fomes and *Armillaria*. — *Eur. J. Forest. Pathol.*, 1979, vol. 9, N 6, p. 331—340. — Shaw C. G., Roth L. F. Control of *Armillaria* Root Rot in managed Coniferous Forests. — *Proc. 5th Int. Conf. Probl. Root and Butt Rot Conifers*. Kassel, 1978, p. 245—258.

Белорусский технологический институт
Минск

Поступила 10 VIII 1987