

Н. И. Федоров и И. Н. Бобко

ЗАЩИТА СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОТ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ, ВЫЗЫВАЕМОЙ ОПЕНКОМ ОСЕННИМ. I. ХИМИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ

FEDOROV N. I. AND BOBKO I. N. PROTECTION OF PINE PLANTATIONS
FROM ROOT ROT INDUCED BY *ARMILLARIA MELLEAE*. I. CHEMICAL CONTROL

Ареал опенка осеннего [*Armillariella mellea* (Vahl: Fr.) Karst.] охватывает большие территории с различными экологическими условиями, от тропического леса до зоны вечной мерзлоты. Распространение гриба в последние годы принимает характер эпифитотии, вызывая расстройство и гибель хвойных насаждений в районах интенсивного ведения лесного хозяйства (Redfern, 1968; Шевченко, 1974). В Белоруссии опенок осенний является естественным компонентом лесных фитоценозов и распространен во всех лесорастительных районах республики, где наиболее вредоносен в культурах сосны в возрасте 6—20 лет, созданных на нераскорчеванных вырубках хвойных и лиственных насаждений в свежих и влажных условиях произрастания (Смоляк, 1979; Бобко, 1985). Наносимый опенком ущерб складывается из потерь от усыхания деревьев и преждевременного распада насаждений, от снижения прироста древесины, уменьшения выхода и ухудшения качества товарной продукции, из дополнительных расходов на проведение санитарных рубок, лесозащитных мероприятий и на облесение вырубок с высоким инфекционным фоном. При этом также снижаются защитные, водорегулирующие, санитарно-гигиенические, рекреационные и другие полезные функции леса.

Наиболее полный обзор отечественной и зарубежной литературы до 1964 г. по распространению опенка и борьбе с ним сделал Д. В. Соколов в монографии «Корневая гниль от опенка и борьба с ней» (1964). Нами предпринята попытка проанализировать результаты работы зарубежных и советских исследователей, занимавшихся защитой от опенка в последующие годы (1964—1986). Из всех известных в настоящее время мероприятий по профилактике опенка самым эффективным является корчевка пней и удаление корней после рубки деревьев, которые при экономической целесообразности рекомендуют применять во всех возможных случаях.

Разработкой химических мероприятий по защите насаждений от опенка осеннего занимались многие исследователи (Соколов, 1964, 1971; Cheo, 1968, 1982; Rishbeth, 1976; Бобко, 1985).

По данным Шоу (Shaw, Roth, 1978), кроме обработки почвы дисульфидом углерода, эффективность многих защитных мероприятий недостаточно доказана экспериментально. Не во всех работах четко определено, являются ли рекомендуемые методы профилактикой или лечением. Самым эффективным способом подавления гриба оказалось окуливание почвы сернистым углеродом, хлорпикрином и этиленом (Pawsey, Rahman, 1976). Сернокислое железо, внесенное в почву, оказывало незначительное воздействие на гриб, но увеличивало устойчивость дерева (Соколов, 1964). Существует мнение, что специалисты в ряде случаев не смогли сделать обоснованной оценки эффективности использования сернокислого железа из-за недостатка экспериментальных данных (Pawsey, Rahman, 1976).

Имеются данные о том, что известь, вносимая в почву, ограничивает распространение опенка (Соколов, 1964; Shields, Hobbs, 1979; Singh,

1983). Однако Поуси (Pawsey, 1973) указывал на сложную взаимосвязь между внесением извести (рН почвы) и распространением опенка, отмечая субъективизм рекомендуемых мероприятий, так как многие из них основаны на заключениях (в основном, необоснованных) других специалистов, а не на собственных исследованиях.

Как эффективное средство борьбы с опенком некоторыми исследователями (Pawsey, 1973; Rahman, 1978; Shaw, Roth, 1978) рекомендован армилатокс (обрабатывают почву и корни вокруг стволов пораженных деревьев), который снижает рост ризоморф на древесных субстратах и влияет на физиологическое состояние деревьев. Систематическое использование армилатокса способно предохранить деревья от проникновения ризоморф (Pawsey, Rahman, 1976). Риковский (Rukowski, 1974) сообщал об удачном применении пентахлорфенолята натрия для ограничения развития очагов заражения от опенка в культурах сосны. По данным Шоу (Shaw, Roth, 1978), применение пентахлорфенолята натрия сомнительно для защиты сосняков от опенка, так как данный препарат не сокращал пораженность насаждений и распространение ризоморф.

Эффективно применение борной кислоты для защитной обработки пней (на обработанных пнях споры опенка не обнаружены), а также для оздоровления зараженных деревьев (Соколов, 1964). Однако другие авторы (Pawsey, Rahman, 1976) не обнаружили токсичного влияния борной кислоты на рост культур сосны при сокращении инфекционной нагрузки. В той же публикации отмечено, что химические методы борьбы с этим широко распространенным заболеванием, которое является причиной больших экономических потерь, в течение длительного времени привлекали мало внимания. Удивительно, что им посвящены эксперименты такого низкого качества.

Синх (Singh, 1983) констатировал, что значительный экономический ущерб, причиняемый опенком осенним, оправдывает дальнейшие исследования возможностей химической защиты, которая должна быть относительно дешевой, нетрудоемкой, легко применяемой в посадках, безвредной для растений, токсичной для грибов и действующей в районе применения в течение длительного времени.

Одним из достижений в области защиты растений от болезней в последние десятилетия является разработка и начало широкого практического использования фунгицидов. В наших исследованиях действие фунгицидов на рост мицелия и развитие ризоморф опенка определяли на 6 %-ном агаризованном пивном сусле в чашках Петри. Агаризованная среда готовилась обычным способом. В колбы с незастывшей средой вносили навески фунгицидов и равномерно распределяли их по всему объему путем тщательного взбалтывания. Затем среду с фунгицидами разливали в чашки Петри и инокулировали мицелием опенка. Чашки инкубировали в термостате при температуре 22—24 °С. Для оценки действия фунгицидов через каждые 4 сут чашки детально осматривали, измеряли рост мицелия и ризоморф и описывали характерные особенности колоний гриба. Исследования проводили на 10 изолятах опенка осеннего, выделенных из древесины сосны, ели, дуба, березы, осины, ольхи черной.

Различные изоляты опенка обладали неодинаковой устойчивостью к фунгицидам. Однако, несмотря на различия в действии фунгицидов по отношению к разным изолятам гриба, установлены дозы, которые полностью ингибировали мицелий всех апробированных изолятов патогена. Усредненные данные зависимости роста опенка осеннего под воздействием разных концентраций фундазола приведены в табл. 1. При внесении в среду 0.001 % фундазола степень подавления ростовых процессов мицелия опенка составила 19.5 %. Содержание в питательной среде

Линейный рост мицелия опенка осеннего (в мм) под влиянием разных концентраций фундазола

Концентрация фундазола (в %)	Время выращивания (в сут)				
	8-е	12-е	16-е	20-е	24-е
Контроль	14.2	3.6	4.3	4.3	3.7
0.001	14.0	2.9	3.2	3.0	3.2
0.0025	15.1	19.4	25.6	30.2	13.5
0.005	14.7	2.5	2.6	1.9	1.8
0.01	14.3	30.6	39.5	55.8	51.4
		0.9	0.9	1.1	0.6
		75.0	79.1	74.4	83.8
		0.1	0	0	0
		97.2	100	100	100

Примечание. В числителе — прирост колоний за 4 сут (в мм), в знаменателе — степень подавления роста мицелия (в %). То же для табл. 2 и 3.

Таблица 2

Линейный рост мицелия опенка осеннего (в мм) под влиянием разных концентраций дерозала

Концентрация дерозала (в %)	Время выращивания (в сут)				
	8-е	12-е	16-е	20-е	24-е
Контроль	14.2	3.6	4.3	4.3	3.7
0.001	13.6	4.5	4.8	4.7	4.2
0.0025	13.8	-25.0	-11.6	-9.3	-13.5
0.005	14.5	3.3	3.1	3.4	2.6
0.01	14.1	8.3	27.9	20.9	29.7
		0.6	0.8	0.3	0.2
		83.3	81.4	93.1	95.6
		0	0	0	0
		100	100	100	100

0.0025 % фундазола замедляло рост изолятов опенка на 44.2 %. Добавление к среде 0.005 % фундазола ингибировало рост мицелия на 78.1 %. Концентрация 0.01 % фундазола в среде подавляла развитие мицелия опенка.

Дерозал оказывал наиболее сильное угнетающее действие на развитие опенка, при его концентрации 0.005 % в среде рост гриба подавлялся на 88.8 % (табл. 2). Добавление к среде 0.001 % дерозала стимулировало на 14.8 % линейный рост опенка, тогда как содержание в среде такого же количества фундазола и купрозана ингибировало развитие патогена. При внесении в среду 0.0025 % дерозала наблюдалось подавление ростовых процессов гриба на 21.5 %.

Минимальным ингибирующим эффектом на опенок обладал купрозан (табл. 3). При содержании в среде 0.1 % этого фунгицида рост гриба не наблюдался. При добавлении к среде 0.02 % купрозана наблюдали ингибирование линейного роста опенка на 55.1 %. Концентрация купрозана 0.004 % оказывала угнетающее действие на рост мицелия опенка на 10.2 % по сравнению с контролем.

Таким образом, рост мицелия и развитие ризоморф опенка осеннего зависят от фунгицида, его концентрации и от изолята патогена. Различные

Линейный рост мицелия опенка осеннего (в мм) под влиянием разных концентраций купрозана

Концентрация купрозана (в %)	Время выращивания (в сут)				
	8-е	12-е	16-е	20-е	24-е
Контроль	14.2	3.6	4.3	4.3	3.7
		—	—	—	—
0.004	14.6	2.9	3.9	3.8	3.8
		19.4	9.3	11.6	10.8
0.02	15.0	1.8	2.3	1.6	1.5
		50.0	46.5	62.8	59.5
0.1	14.8	0.2	0	0	0
		94.4	100	100	100

изоляты опенка осеннего обладали неодинаковой устойчивостью к действию фунгицидов. Установлены дозы, которые подавляли в культуре рост мицелия всех изолятов патогена: для купрозана — концентрация 0.1 % в питательной среде, для фундазола — 0.01 и для дерозала — 0.005 %.

При разработке химических методов борьбы с опенком осенним необходимо учитывать, что инфекция находится в почве в виде ризоморф и пораженных корней, в заболонной зоне которых под защитным слоем коры находится мицелий. Для изучения возможности проникновения фунгицидов через кору пораженных корней к мицелию были поставлены лабораторные и полевые эксперименты.

При постановке лабораторных экспериментов исследователи стараются создать условия, максимально приближенные к природным. Изучение влияния фунгицидов на развитие опенка на корнях сосны, окруженных почвой, проводили в пробирках. После проработки опенком части корня (около 1/3 длины) в пробирку на почву вносили водную суспензию фунгицида. Пробирки хранили в термостате при температуре 22—24 °С. Два раза в неделю детально изучали развитие мицелия и ризоморф опенка в пробирках. Проверяли жизнеспособность мицелия гриба, распространяющегося под корой инокулированных корней, методом выделения во влажной камере и посевом на питательную среду. Были испытаны следующие фунгициды: фундазол — в концентрациях 0.1, 1, 2, 3 %; купрозан — в концентрациях 0.1, 1, 2 %; дерозал — в концентрациях 0.1, 1, 2 и 3 %. Контролем служила водопроводная вода. В каждую пробирку (на 20 г почвы) вносили по 5 мл водных препаратов фунгицидов определенной концентрации. При внесении фундазола и дерозала в максимально принятых концентрациях почва принимала белый оттенок, а при внесении купрозана — зеленый. В течение 5 мес регулярно просматривая пробирки, ни в одной из них мы не обнаружили проникновение ризоморф из корней в почву. В контроле почву пронизывали ризоморфы, растущие из корней, а также в ней развивался белый мицелий опенка. При внесении фунгицидов мицелий распространялся локально в тех местах, где в почву проникало недостаточное количество препарата, причем при увеличении концентрации фунгицидов уменьшалось содержание мицелия в почве. Наибольшим ингибирующим эффектом обладал купрозан (табл. 4). При внесении в пробирку 1 %-ного раствора купрозана мицелий и ризоморфы гриба в почве не развивались. Фундазол подавлял развитие опенка в почве при 2 %-ной концентрации. Дерозал даже в 3 %-ной концентрации в данном опыте полностью не подавлял рост опенка в почве, где наблюдали локальное распространение мицелия. Через 5 мес корни извлекали из пробирок и проверяли состояние и жизнеспособность подкорового мицелия опенка.

При всех апробированных концентрациях фунгицидов мицелий был жизнеспособным.

Таким образом, лабораторные эксперименты не дали удовлетворительных результатов. Ни один из испытанных препаратов, проникая через кору, не ингибировал опенок, распространяющийся в заболони корней в виде мицелия и ризоморф. Фунгициды могут только при непосредственном контакте ограничивать распространение мицелия и ризоморф опенка в почве.

Результаты проверки влияния разных концентраций фунгицидов, внесенных в ризосферу, на жизнеспособность 1-летних семян сосны обыкновенной показали, что высокие дозы препаратов (1 кг на 1 м² почвы) не оказали отрицательного воздействия на прирост и жизнеспособность семян.

Дозы фунгицидов, ингибирующие рост мицелия и ризоморф опенка в лаборатории, очень малы и несравнимы с концентрациями, апробированными в полевых условиях на жизнеспособность семян сосны. Следовательно, данные препараты могли быть испытаны для борьбы с опенком осенним без опасения их отрицательного воздействия на ростовые процессы и жизнеспособность основных насаждений.

Насколько бы исследователи ни пытались приблизить условия лабораторного эксперимента к природным, всегда будут оставаться определенные методические упущения, из-за которых переносить результаты лабораторных экспериментов в природную обстановку не всегда допустимо. Поэтому были поставлены опыты для изучения действия фунгицидов на распространение опенка в 8-летних культурах сосны, созданных на нераскорчеванной вырубке. До 80% оставшихся после рубок главного пользования пней были заселены опенком, который распространился на деревья сосны. Участок культур был разбит на площадки размером 5—6 м², на которых произрастало по 5—10 деревьев сосны различного состояния. Каждая площадка помечалась биркой, и зарисовывалась схема расположения на ней деревьев с учетом их состояния. Навески фунгицидов разводили в ведре воды (10 л) и при помощи леек равномерно распределяли по площади пробы в начале вегетационного периода.

Были испытаны следующие концентрации фунгицидов, допущенных для применения в лесном хозяйстве: фундазол — 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 3%; дерозал — 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 3%; хлорокись меди — 0.5, 1, 2, 3, 4, 5%; купрозан — 0.5, 1, 2, 3, 4, 5%.

Через месяц после обработки на площадках раскапывали корневые системы деревьев и изучали развитие на них опенка. Опытные площадки ничем не отличались от контрольных, ризоморфы в почве и на корнях и мицелий под корой ослабленных, усохших и усыхающих деревьев были жизнеспособными. При внесении максимальных концентраций фунгицидов (4—5%) иногда в почве находили омертвевшие окончания молодых ризоморф.

Т а б л и ц а 4

Эффективность применения фунгицидов

Наименование фунгицида	Концентрация препарата (в %)				
	контроль	0.1	1	2	3
Фундазол	+0	+	+	—	—
Купрозан	+0	+	—	—	—
Дерозал	+0	+	+	+	+

П р и м е ч а н и е. + — наличие мицелия в почве, 0 — наличие ризоморф в почве, — — отсутствие мицелия и ризоморф.

При внесении фундазола и дерозала в 2 %-ных и 3 %-ных концентрациях в подстилке и в гумусном горизонте наблюдались белые вкрапления препаратов, при обработке хлорокисью меди и купрозаном в концентрациях 4 и 5 % отмечались зеленоватые прослойки. Признаки присутствия фунгицидов в почве наблюдали до конца вегетационного периода. Через 2 года ввиду вымывания фунгицидов выпадавшими осадками препаратов в почве не обнаружили.

Эффективность действия фунгицидов оценивали к концу вегетационного периода, а затем повторно через год по изменению состояния деревьев сосны. Усыхание деревьев продолжалось на всех опытных площадках даже при внесении максимальных доз препаратов, сильно ослабленные деревья уже к концу первого года усохли. Случаев оздоровления усыхающих или ослабленных деревьев не наблюдали. Внедрение гриба в здоровые деревья и его распространение в них продолжалось. На усохших и ослабленных деревьях распространялись растущие молодые ризоморфы и жизнеспособный мицелий в заболонной зоне корней и корневой шейки.

В вариантах с фундазолом несколько деревьев за 2 года из ослабленных не перешли в усыхающие или усохшие, однако выздоравливания деревьев не наблюдали. Во всех остальных случаях замедление процесса отмирания деревьев не происходило. По результатам проведенных исследований, рекомендовать применение в лесных насаждениях апробированных фунгицидов системного (фундазол и дерозал) и контактного действия (хлорокись меди, купрозан) для лечения деревьев от опенка представляется нецелесообразным, так как даже при внесении больших доз этих препаратов они не оказали значительного лечебного эффекта на зараженные деревья.

Один из основных вопросов защиты от опенка осеннего — удаление пораженных пней и корней. По данным Филипа (Filip, Roth, 1977), бромистый метил, ворлекс, хлорпикрин, дисульфид углерода, вапам подавляли развитие опенка в колонизированных им пнях сосны. Ряд авторов (Соколов, 1964, Pawsey, Rahman, 1976) рекомендовали использовать формалин, марганцевокислый калий, которые ограничивали распространение опенка. Некоторые исследователи (Pawsey, Rahman, 1976; Shaw, Roth, 1978) указывали на эффективность обработки корневых систем, пораженных опенком, двухлористой ртутью, иодом, цианомидом, железистым хилатом и манебом.

Нами проведены полевые исследования с целью выяснения возможности использования некоторых фунгицидов для уменьшения инфекционного фона опенка. На колонизированные опенком пни и участки почвы вокруг них площадью 1 м² вносили определенные навески фунгицидов, которые разбавляли водой и равномерно распределяли по обрабатываемой площади. Были испытаны следующие фунгициды: фундазол, хлорокись меди, топсин-М, марганцевокислый калий, купрозан и дерозал; по три навески (10, 50 и 100 г на 20 л воды) каждого фунгицида на 1 м² почвы (в 5-кратной повторности). Через 3 мес после обработки купрозаном, хлорокисью меди, фундазолом, дерозалом и топсином-М (доза 100 г на 1 м² поверхности почвы) ризоморфы на корнях и в почве на глубине до 10 см погибали. При обработке площадок марганцевокислым калием ризоморфы оставались жизнеспособными, хотя напочвенный покров погибал. Во всех вариантах мицелий в заболонной зоне пней и корней, защищенный корой, остался жизнеспособным. На следующий год из подкорового мицелия образовывались молодые ризоморфы, распространяющиеся по корням и в почве. Данные фунгициды различались сроками вымывания из почвы. Так, остатки купрозана и хлорокиси меди обнаружили спустя 1.5 года, остальные препараты уже через 3 мес вымывались выпадавшими осадками.

Таким образом, апробированные фунгициды не подавляли развитие оленка в пнях. Мицелий и ризоморфы гриба, распространяющиеся в заболонной зоне и защищенные корой, оказались недоступными для препаратов. Однако такие фунгициды, как топсин-М, хлорокись меди и купрозан, оказывали кратковременное ингибирующее действие на патоген. Но через 3 мес после вымывания основного количества фунгицидов из подкорового мицелия образовывались ризоморфы, служащие инфекционным началом. Следовательно, в лесном хозяйстве не следует применять данные фунгициды и фунгициды с подобными свойствами для подавления оленка осеннего в пнях.

Л и т е р а т у р а

Бобко И. Н. Влияние различных фунгицидов на рост мицелия и ризоморф оленка осеннего. — В кн.: Современные проблемы лесозащиты и пути их решения. Минск, 1985, с. 65—66. — Смоляк Ю. Л. Экология корневой губки и оленка осеннего при совместном развитии в хвойных насаждениях БССР: Дис. . . . канд. с.-х. наук. Минск, 1979. 297 с. — Соколов Д. В. Корневая гниль от оленка и меры борьбы с ней. М.: Лесн. пром-сть, 1964, с. 182. — Соколов Д. В. Оленок и борьба с ним. — Защита растений, 1971, № 5, с. 39—41. — Шевченко С. В. Грибные эпифитотии в хвойных лесах Запада Украинской ССР: Дис. . . . докт. с.-х. наук. Киев, 1974. 37 с. — Ch eo P. C. Control of *Armillaria mellea* with systemic chemicals. — *Plant Dis. Rep.*, 1968, vol. 52, N 8, p. 639—641. — Ch eo P. C. Effects of tannic acid on rhizomorph production by *Armillaria mellea*. — *Phytopathology*, 1982, vol. 72, N 6, p. 676—679. — Filip G. M., Roth L. F. Stump enjections with soil fumigants to eradicate *Armillariella mellea* from young-growth ponderosa pine killed by root rot. — *Can. J. Forest Res.*, 1977, vol. 7, N 2, p. 226—231. — Pawsey R. G. Honey fungus: Recognition biology and Control. — *Arboricultural Association J.*, 1973, vol. 2, N 4, p. 116—127. — Pawsey R. G., Rahman M. A. Chemical control of infection by honey fungus *Armillaria mellea*: a review. — *J. Arboric.*, 1976, vol. 2, N 9, p. 161—169. — Rahman M. A. The effect of Armillatox on the mycelial growth and rhizomorph production by *Armillaria mellea* in culture. — *Eur. J. Forest Pathol.*, 1978, vol. 8, N 2, p. 75—83. — Redfern D. B. The Ecology of *Armillaria mellea* in Britain Biological Control. — *Ann. Bot.*, 1968, vol. 32, N 126, p. 293—300. — Rishbeth J. Chemical Treatment and inoculation of hard-wood stump for control of *Armillaria mellea*. — *Ann. Appl. Biol.*, 1976, vol. 82, N 1, p. 57—70. — Rykowski K. Investigations on the suitability of sodium pentachlorophenate for the control of *Armillaria mellea* in Scots pine plantations. — *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa*, 1974, N 463/467, p. 159—176. — Shaw C. G., Roth L. F. Control of *Armillaria* Root Rot in managed Coniferous forests. — *Proc. 5th Int. Conf. Probl. Rot and Butt Rot Conifers*. Kassel, 1978, p. 245—258. — Shields W. J., Hobbs S. D. Soil nutrient levels and pH associated with *Armillariella mellea* on conifers in northern Idaho. — *Can. J. Forest Res.*, 1979, vol. 9, N 1, p. 45—48. — Singh P. *Armillaria* root rot: Influence of soil nutrients and pH on the susceptibility of species to the disease. — *Eur. J. Forest Pathol.*, 1983, vol. 13, N 2, p. 92—101.

Белорусский технологический институт
Минск

Поступила 10 VIII 1987

УДК 632.4 : 634.956.2 : 582.28

Микология и фитопатология, 22, 3, 1988

В. П. Чураков

ВЛИЯНИЕ ПОРАЖЕНИЯ МАТЕРИНСКИХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ГРИБНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ НА КАЧЕСТВО СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА

CHURAKOV V. P. THE EFFECT OF PARENTAL PINE-TREE INFECTION
BY FUNGAL PATHOGENS ON SEED QUALITY

Большое значение для теории и практики лесного хозяйства, особенно в связи с переходом его на селекционно-генетическую основу, имеет вопрос о влиянии инфекционных болезней материнских деревьев на