

ГРИБЫ СИНЕВЫ ДРЕВЕСИНЫ, ПЕРЕНОСИМЫЕ КОРОЕДАМИ В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Е.Н. Афанасова

Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева

Изучен видовой состав и частота встречаемости офиостомовых грибов, переносимых большим лиственничным короедом и короедом-типографом в хвойных лесах Красноярского края. Установлено, что частота встречаемости грибов синевы древесины в ходах вредителей на хвойных достигает 80-100%. Видовой состав грибов, переносимых короедами был представлен видами *Ceratocystis laricicola*, *C. polonica*, *Ophiostoma ainoae*, *O. bicolor*, *O. euophioides*, *O. penicillatum* и *Ceratocystiopsis minuta*. Изучена структурно-временная организация комплекса офиостомовых грибов, ассоциированных с данными ксилофагами.

Проверка фитопатогенных свойств сибирских изолятов офиостомовых грибов показала, что наибольшую агрессивность при колонизации проводящих тканей здоровых деревьев проявили грибы *C. laricicola* на лиственнице и *C. polonica*, *O. penicillatum* на ели.

Ключевые слова: грибы синевы древесины, хвойные, насекомые-ксилофаги

Species composition and frequency of occurrence of *Ophiostomataceae* fungi transmitted by *Ips cembrae* and *Ips typographus* on *Larix sibirica* and *Picea obovata* were studied. Their frequency of occurrence in galleries of bark beetles approximated 80-100%. Seven species of ophiostomatoid fungi - *Ceratocystis laricicola*, *C. polonica*, *Ophiostoma ainoae*, *O. bicolor*, *O. euophioides*, *O. penicillatum* and *Ceratocystiopsis minuta* was shown to be associated with the xylophagous insects. Specific structure of complex of *Ophiostomataceae* fungi and their succession in plant tissues were discussed. The phytopathogenic tests of *Ophiostomataceae* Siberian isolates indicated *C. laricicola*, *C. polonica* and *O. penicillatum* were the most aggressive species in their plant-host - *Larix sibirica* and *Picea obovata*.

Key words: blue-stain fungi, conifers, xylophagous insects

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных следствий ухудшения состояния лесов является снижение устойчивости лесообразующих пород к болезням и вредителям в результате локальных экологических стрессов как биогенного, так и антропогенного характера.

Прямую угрозу в этом отношении представляют деревоокрашивающие микроскопические грибы из семейства *Ophiostomataceae* Nanf., переносимые

многими видами короедов, нападающих на ослабленные деревья (Ветрова и др., 1992, Исаев и др., 1988, Пашенова и др., 1994, 1995, 1998, 2001, 2004).

Вызываемые этими грибами поверхностные повреждения заготовленной древесины (пороки синевы древесины) наносят большой экономический ущерб лесной промышленности.

Кроме того, отмечено фитопатогенное значение данных грибов. Инфицируя проводящую систему живых деревьев, офиостомовые грибы вызывают сосудистые микозы лиственных и хвойных пород и являются главной причиной быстрого массового усыхания и гибели древостоев (Solheim, 1991). Таким образом, имеются веские причины для серьезного изучения этого явления и создания методов мониторинга инфекционных заболеваний, вызванных ассоциациями грибов и стволовых вредителей. Работа в этом направлении активно проводится за рубежом в Европе, Северной Азии, Америке, главным образом, в странах, чьи территории расположены в зоне хвойных лесов (Jancarik et al., 1991, Paine et al., 1997, Solheim, 1993, Solheim et al., 1993).

В России отсутствует информация достаточная для оценки распространения и экологического значения офиостомовых грибов, а именно на хвойных породах и особенно с точки зрения фитопатогенного значения. В связи с этим, целью наших исследований являлось изучение грибов, ассоциированных с большим лиственничным короедом *Ips cembrae* и короедом-типографом *Ips typographus*, в хвойных лесах Средней Сибири и выявление видов, имеющих наибольшее фитопатогенное значение в условиях Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор образцов для изучения грибов синевы древесины, переносимых большим лиственничным короедом проводили в сосново-лиственничных культурах, поврежденных низовыми пожарами и лиственничниках, поврежденных сибирским шелкопрядом на юге Средней Сибири (Хакасия). Изучение грибов, переносимых короедом-типографом осуществлялось в центральных районах Красноярского края. Образцы были собраны в хронической резервации короеда на ельнике, испытывающем сезонное подтопление в Емельяновском районе и в Тасеевском районе в елово-пихтовых древостоях, поврежденных сибирским шелкопрядом. Изучаемые образцы представляли луб и заболонь лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) Ledeb. и ели сибирской *Picea obovata* Ledeb. с заселенных короедами деревьев.

Развитие и сукцессии офиостомовых грибов наблюдали в лабораторных условиях в образцах с ходами короедов, инкубировавшихся во влажных камерах, в течение 60 суток при $t\ 22^{\circ}\text{C}$. Обследование образцов проводили непосредственно перед раскладкой во влажные камеры и далее через каждые 10 суток.

Грибы семейства *Ophiostomataceae* учитывали по наличию плодовых тел. Идентификацию видов проводили на основании морфологических признаков

анаморф и телеоморф стандартными микробиологическими и микологическими методами.

Частоту встречаемости офиостомовых грибов рассчитывали по формуле: $A = B/C \times 100$, где А – частота встречаемости; В – число образцов, содержащих офиостомовые грибы; С – общее число проанализированных образцов.

Тестирование фитопатогенных свойств проводили в природных условиях методом искусственной инокуляции мицелия гриба в ткани растения-хозяина (Solheim, 1988). По окружности стволов в шахматном порядке через интервалы 5-7 см с помощью цилиндрического пробойника были сделаны круглые высечки коры и лубы. Образовавшиеся лунки заполняли грибным инокулятом и закрывали сверху высеченной корой. Для инокуляции использовали культуры офиостомовых грибов, выращенных на агаре. Контролем служило механическое повреждение растительных тканей без мицелия. Реакцию деревьев наблюдали через 4 недели после инокуляции путем измерения длины зон некрозов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выполненные наблюдения показали, что большой лиственничный короед и короед-типограф переносят грибы синевы древесины с высокой частотой встречаемости. Общая частота встречаемости грибов, переносимых большим лиственничным короедом колебалась от 88 до 96%, а общая частота встречаемости грибов в ходах короеда-типографа достигала 100% (табл. 1).

Проведенные исследования свидетельствуют, что грибы синевы древесины из семейства *Ophiostomataceae* являются постоянными компонентами микобиоты ходов вредителей – это подтверждается высокой частотой встречаемости микромицетов.

Исследование микобиоты ходов большого лиственничного короеда и короеда-типографа показало наличие в образцах перитециообразующих грибов различных морфологических типов. Идентифицировано 7 видов грибов, ассоциированных с *Ips cembrae* и 6 видов грибов - с *Ips typographus*. Следует отметить, что на территории России данные виды грибов ранее не регистрировались, а в Сибири выделены впервые.

Таблица 1 – Частота встречаемости грибов синевы древесины в ходах стволовых вредителей хвойных в Средней Сибири

Вид ксилофага	Растение-хозяин	Частота встречаемости, %
Большой лиственничный короед <i>Ips cembrae</i> Heer.	Лиственница сибирская <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	88
	Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L.	96
Короед-типограф <i>I. typographus</i> L.	Ель сибирская <i>Picea obovata</i> Ledeb.	100

Видовой состав комплексов грибов, переносимых большим лиственничным

короедом и короедом-типографом, проявил определенное сходство, а именно – в ходах обоих ксилофагов обнаружено 3 общих вида: *Ceratocystiopsis minuta*, *Ophiostoma ainoae*, *O. bicolor*. Помимо этого были свои специфические виды. Так для большого листовенничного короеда ими являлись *Ceratocystis laricicola*, *O. ips*, *O. minus*, *O. piliferum*, а для короеда-типографа – *Ceratocystis polonica*, *Ophiostoma europaoides* и *O. penicillatum* (табл. 2).

Таблица 2 – Длина некротических зон флоэмы, вызванных грибами синевы древесины после инокуляции мицелия в стволы здоровых деревьев

Вид растения-хозяина	Вид гриба и шифр проверенного изолята	Размер некрозов ($\bar{x} \pm \sigma$, мм)	
		в контроле (механическое повреждение без инокуляции)	в опыте (механическое повреждение с инокуляцией грибным мицелием)
1	2	3	4
Ель сибирская	<i>Ceratocystis polonica</i>		
	pln 18	10,7 $\pm$ 1,6	40,0 $\pm$ 6,7
	pln 09	18,3 $\pm$ 2,2	37,7 $\pm$ 1,8
	<i>O. europaoides</i>		
	eur 08	14,3 $\pm$ 0,9	121,7 $\pm$ 14,4
	eur 21	18,3 $\pm$ 2,2	107,7 $\pm$ 13,6
	<i>O. penicillatum</i>		
	pnc 10	10,7 $\pm$ 1,6	44,0 $\pm$ 7,3
Лиственница сибирская	pnc 13	15,3 $\pm$ 1,8	211,7 $\pm$ 12,2
	<i>C. laricicola</i>		
	lrc 01	12,3 $\pm$ 1,3	36,7 $\pm$ 8,2
	lrc 05	10,8 $\pm$ 1,1	40,0 $\pm$ 4,4

Грибы синевы древесины представлены в этих ассоциациях не отдельными видами, а комплексами видов, для которых характерна определенная временная организация при развитии в тканях растения-хозяина. Изучение сукцессий микромицетов в ходах вредителей показало, что представители семейства *Ophiostomataceae* являлись первым этапом грибных сукцессий в ходах насекомых-ксилофагов. В дальнейшем комплексы грибов синевы древесины сменялись другими сапротрофными микромицетами, не имеющими фитопатогенного значения.

Изучение структурно-временной организации внутри комплексов грибов синевы древесины показало, что *C. polonica* и *C. laricicola* появлялись первыми после инфицирования флоэмы хвойных, что подтверждает их адаптацию к обитанию в живых растительных тканях и, следовательно, высокий уровень патогенности. За ними следовали грибы с большей сапротрофной ориентацией: *O. ainoae*, *O. bicolor*, завершал сукцессию *C. minuta*.

Полученные нами данные до определенной степени соответствуют анало-

гичным работам, выполненным в Европе и Японии. Результаты зарубежных исследователей указывают на то, что представители рода *Ceratocystis* являются первопоселенцами в живых растительных тканях и обладают выраженными патогенными свойствами. Кроме того, имеются данные о патогенности для ели видов *Ophiostoma penicillatum* и *O. europhioides*. В связи с этим нами было проведено тестирование фитопатогенных свойств грибов синевы древесины. Патогенность офиостомовых грибов оценивается по образованию некрозов флоэмы после искусственной инокуляции мицелия гриба в ткани растения-хозяина (табл. 3).

Таблица 3 – Длина некротических зон флоэмы, вызванных грибами синевы древесины после инокуляции мицелия в стволы здоровых деревьев

Вид растения-хозяина	Вид гриба и шифр проверенного изолята	Размер некрозов ($\bar{x} \pm \sigma$, мм)	
		в контроле (механическое повреждение без инокуляции)	в опыте (механическое повреждение с инокуляцией грибным мицелием)
Ель сибирская	<i>Ceratocystis polonica</i>		
	<i>pln 18</i>	10,7 $\pm$ 1,6	40,0 $\pm$ 6,7
	<i>pln 09</i>	18,3 $\pm$ 2,2	37,7 $\pm$ 1,8
	<i>O.europhioides</i>		
	<i>eur 08</i>	14,3 $\pm$ 0,9	121,7 $\pm$ 14,4
	<i>eur 21</i>	18,3 $\pm$ 2,2	107,7 $\pm$ 13,6
	<i>O.penicillatum</i>		
	<i>pnc 10</i>	10,7 $\pm$ 1,6	44,0 $\pm$ 7,3
Лиственница сибирская	<i>pnc 13</i>	15,3 $\pm$ 1,8	211,7 $\pm$ 12,2
	<i>C.laricicola</i>		
	<i>lrc 01</i>	12,3 $\pm$ 1,3	36,7 $\pm$ 8,2
	<i>lrc 05</i>	10,8 $\pm$ 1,1	40,0 $\pm$ 4,4

Тестирование показало, что сибирские изоляты *C. polonica* и *C. laricicola* вызывали большие некрозы длиной до 40 мм на ели и лиственнице соответственно. Некрозы были и достаточно широкие. Размеры некрозов достоверно превышали реакцию на механическое повреждение. Помимо представителей рода *Ceratocystis* большие некрозы отмечены при инокулировании в луб ели мицелия *O. penicillatum* и *O. europhioides*. Для данных видов грибов длина некротических зон значительно варьировала и в зависимости от использованного изолята составляла от 40 до 200 мм (табл. 3). Это значительно превышает аналогичные результаты тестирования, известные по зарубежным публикациям. Таким образом, подтверждается высокая патогенность исследуемых видов офиостомовых грибов по отношению к хвойным.

При замере длины некротических зон, проводимом спустя 4 недели после инокулирования, выявлено активное выделение смолы ели в точках инокуляции. Смолотечение наблюдалось во всех вариантах, где в качестве инокулюма

использованы культуры грибов *C. polonica*, *O. penicillatum* и *O. europheoides*. В то же время, в контроле заметные скопления смолы не обнаружены.

ВЫВОДЫ

На основании полученных данных сделаны следующие выводы:

1. В таежных лесах Средней Сибири короед-типограф и большой листовичный короед переносили грибы синевы древесины, которые являлись постоянным компонентом микобиоты ходов ксилофагов с частотой встречаемости 88-100%.
2. Представители семейства *Ophiostomataceae* начинали грибные сукцессии в тканях хвойных, поврежденных их насекомыми-переносчиками и при попадании в живые деревья вели паразитический образ жизни.
3. Проверка фитопатогенных свойств показала, что наибольшую агрессивность при колонизации проводящих тканей здоровых деревьев проявили сибирские изоляты грибов *Ceratocystis polonica* и *Ophiostoma penicillatum* на ели сибирской и *Ceratocystis laricicola* на лиственнице сибирской.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ветрова, В.П. Реакция пихты Сибирской на заражение грибами-симбионтами черного пихтового усача / В.П. Ветрова, Н.В. Пашенова, Д.Л. Гродницкий // Лесоведение. - 1992.-№ 3.-С. 24-32.
- Исаев, А.С. Черный пихтовый усач *Monochamus urusovi* (Fisch.) / А.С. Исаев, А.С.Рожков, В.В. Киселев. - Новосибирск: Наука, 1988.-214 с.
- Пашенова, Н.В. Фитопатогенные микромицеты, ассоциированные с черным пихтовым усачем / Н.В. Пашенова, Г.А. Выдрякова, В.П. Ветрова // Лесоведение. - 1994.- № 3.-С. 39-47.
- Пашенова, Н.В., Офиостомовые грибы в ходах большого листовичного короеда / Н.В. Пашенова, В.П. Ветрова, Г.М. Матренина Е.Н. Афанасова // Лесоведение. - 1995.- № 6.-С. 62-68.
- Пашенова, Н.В. Комплексы грибов синевы древесины, переносимые насекомыми-ксилофагами / Н.В., Пашенова В.П. Ветрова, Е.Н. Афанасова, М.Ю. Константинов / Материалы Международной конференции по микологии. - Москва, 1998, С. 264-265.
- Пашенова Н.В. Офиостомовые грибы, переносимые короедом- типографом в хвойных лесах Центральной Сибири / Н.В. Пашенова, В.П. Ветрова, М.Ю. Константинов, Е.Н. Афанасова // Лесоведение. - 2001.- № 5.-С. 32-37.
- Пашенова, Н.В. Возбудители синевы древесины из семейства *Ophiostomataceae* в Средней Сибири / Н.В., Пашенова В.П. Ветрова, Е.Н. Афанасова, Г.Г.Полякова, М.Ю. Константинов / Материалы IV Международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины- 2004». - Санкт-Петербург, 2004, С. 443-446.
- Jancarik, A. Tracheomykozy giz okrozujı isnrk / A. Jancarik, A.Svecova, M. Strnadova // Lesnica prace. - 1991.- 6(70). - P. 189-190.
- Solheim, H. Pathogenity of some *Ips typographus* - associated blue - stain fungi to Norway

- spruce / H. Solheim // Medd. Nor. Inst Skogforsk. – 1988. - Vol. 40.- № 14. - P.1-11.
- Solheim, H. Oxygen deficiency and spruce resin inhibition of growth fungi associated with *Ips typographus* / H. Solheim // Mycol.Res. – 1991. - Vol.95. - № 12. - P.1387-1392.
- Solheim, H. Fungi associated with the spruce bark beetle *Ips typographus* in an Endemic Area in Norway / H. Solheim // Scandinavian J. of Forest Research. – 1993. - №8. - P.118-122.
- Solheim, H., Pathogenicity of blue stain fungi *Leptographium wingfieldii* and *O.minus* to scotch pine: effect of free pruning and inoculum density / H. Solheim, B. Langstrom, C. Hellqvist // Can. J. For. Res. - 1993. - № 23. -P. 1438-1443.
-