

отражает заявленную редкость, а для ряда видов этой группы также и сложность определения/подтверждения находок. Виды *P. medulla-panis*, *P. melaena* проблематично или невозможно идентифицировать без микроскопирования, что делает мониторинг затруднительным и ставит под вопрос целесообразность их нахождения в списке.

Интересно заметить, что для некоторых видов вышеупомянутых групп, например *C. cupreorufus*, *C. radicans* количество регионов на основе наблюдений выше, чем в публикациях. Кроме того, для многих видов появились новые сведения из регионов, в которых эти виды не были указаны в публикациях. Например, приятным открытием стали находки 10 редких видов из Костромской области.

Для 16 видов имеется всего по одному наблюдению, что объясняется отчасти действительной редкостью, отчасти сложностью идентификации. Здесь необходимо уточнить, что число зарегистрированных фотонаблюдений на iNaturalist не является однозначным показателем встречаемости, так как во многом зависит от активности и количества пользователей платформы в каждом конкретном регионе.

12 видов указаны только в виде образцов оцифрованных коллекций, причем их значительная часть хранится в зарубежных гербариях.

23 редких вида грибов на текущий момент не представлены в iNaturalist и GBIF. В основном, это малоизвестные и/или трудно определяемые виды; вероятно, присутствие многих из них в данном списке не целесообразно (либо требует дополнительного обсуждения), поскольку проведение их мониторинга крайне проблематично для сотрудников природоохранных организаций, не имеющих микологического образования.

Подводя итоги, можно уверенно сказать, что современные информационные платформы в настоящее время являются важным ресурсом, способным внести значимый вклад в расширение наших знаний о редких видах и формирование объективной оценки их природоохранного статуса.

Литература

GBIF [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gbif.org/> (дата обращения 30.05.2025)

Rare Fungi of Russia - Monitoring list // iNaturalist.org. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.inaturalist.org/projects/rare-fungi-of-russia-monitoring-list> (дата обращения 30.05.2025)

Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы: коллективная монография / отв. редактор Д. В. Гельтман. – 2-е офиц. изд. – Москва: ВНИИ "Экология", 2024. – 944 с.

Светашева Т.Ю. и др. Формирование мониторингового списка видов грибов России: предварительный этап. Современная микология в России. – Т. 10. Материалы международного микологического форума. – М.: Национальная академия микологии, 2024. – С.124-126.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ И КОРОЕДОВ В ТАЁЖНЫХ ЛЕСАХ

Селиховкин А.В.¹, Филиппова В.В.¹, Шабунин Д.А.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет, a.selikhovkin@mail.ru

²Санкт-Петербургский научно-исследовательский
институт лесного хозяйства, ds1512@mail.ru

INTERACTION OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI AND BARK BEETLES IN TAIGA FORESTS

Selikhovkin A.V.¹, Filippova V.V.¹, Shabunin D.A.^{1,2}

The associations of phytopathogenic fungi and bark beetles are considered. In most cases, phytopathogenic fungi introduced into the host tree by bark beetles cannot have a significant effect on the colonization of trees by bark beetles. However, in some species, connections may arise in which the introduction of ophistomoid fungi by bark beetles can increase the effectiveness of the attack and promote the successful development of bark beetles.

Рассматриваются ассоциативные связи фитопатогенных грибов и короедов. В большинстве случаев фитопатогенные грибы, вносимые в дерево-хозяина короедами, не могут оказать существенного влияния на ход заселения деревьев короедами. Однако, у отдельных видов могут возникать связи, при которых внесение офистомоидных грибов короедами может увеличивать эффективность атаки и способствовать успешному развитию короедов.

Вспышки массового размножения стволовых вредителей – один из ведущих факторов гибели северо- и среднетаёжных лесов европейской части Российской Федерации (геоботаническое районирование приводится по Александрова и др., 1989). В последние 40 лет частота вспышек и их интенсивность возрастает (Селиховкин и др., 2023). Основные факторы, способствующие возникновению вспышек массового размножения стволовых вредителей в северных регионах – увеличение суммы эффективных температур, снижение уровня грунтовых вод (засуха) и ветровалы (Маслов, 2010; Селиховкин и др., 2023; Jönsson et al., 2009; Komonen et al., 2011). Ещё один существенный фактор, обеспечивающий успешность заселения деревьев-хозяев короедами – ассоциация короедов с грибами и нематодами. Эта классическая парадигма (КП) поддерживается многими исследователями (Пашенова и др., 2017; Романенко и др., 2021; Christiansen, Solheim, 1990; Masuya et al., 1997; Kim et al., 2008; Lieutier et al., 2009). Всесторонний анализ этой проблемы проведён Д. Сиксом и М. Вингфелдом (Six, Wingfield, 2011). В их работе показана слабость этой КП в отношении хвойных деревьев. Во-первых, симбиотические отношения между вирулентными грибами и агрессивными видами короедов хвойных, как показывают авторы, отсутствуют. Это подтверждается следующим фактами: при освоении дерева-хозяина ассоциациями вирулентных грибов и короедами не наблюдается определенной последовательности; нет связи между успешностью атаки короедов, развитием грибов на дереве-хозяине и развитием симптомов поражения дерева-хозяина. Кроме того, ассоциации грибов, включающие фитопатогенные виды, практически всегда связаны не только с агрессивными видами короедов, но и с короедами, поселяющимися на необратимо ослабленных или мёртвых деревьях. Встречаемость тех или иных видов фитопатогенных грибов в ареале короеда-переносчика также может сильно варьировать. Авторы считают, что не существует убедительных доказательств того, что грибы, транспортируемые короедами, способствуют успешному заселению и развитию короедов, подавляя защитные механизмы дерева-хозяина. Вместо того, чтобы играть вспомогательную роль для короеда (подавление защитной реакции деревьев), патогенность грибов-

ассоциантов, по мнению авторов, важна для самих фитопатогенных грибов, т.к. обеспечивает их успех в конкурентных взаимодействиях с другими грибами, под-держивая выживание и эффективный захват незаселенных живых тканей в расту-щих деревьях. В целом, точка зрения авторов не вызывает возражений (Селиховкин и др., 2025). Вряд ли можно говорить о мутуализме в отношении взаимодействия фитопатогенных грибов и короедов. Однако, несмотря на высказанную критику КП, несомненно, существуют ситуации, когда короеды и грибы взаимно полезны факультативно (Пашенова и др., 2013, 2017; Баранчиков, 2024; Селиховкин и др., 2025; Six, Wingfield, 2011). В обзоре (Six, Wingfield, 2011) рассматривается только несколько видов короедов хвойных и, прежде всего, *Dendroctonus frontalis* – весьма агрессивный вид, но имеющий, также как и другие виды рода *Dendroctonus*, весьма специфическую биологию не характерную для других видов. Авторами не рассмат-ривается случай внесения фитопатогенных грибов при попытках поселения коро-едов за год и более до заселения дерева. В этом случае возможно существенное развитие фитопатогенного гриба, способное привести к снижению резистентности дерева-хозяина до заселения короедов. Развитие процесса заселения деревьев ко-роедами видоспецифично. Короед-типограф *Ips typographus* атакует деревья по хо-рошо известной схеме: выбор дерева – заселение и высвобождение феромонов аг-регации и половых феромонов (2–5 дней) – после преодоления защиты дерева (точка невозврата) выделение антиагрегационных феромонов – развитие первого поколения и вылет молодых жуков (Маслов, 2010; Six, Wingfield, 2011). Короед-типограф переносит высоковирулентный грибной патоген *Endoconidiophora polonica* (син. *Ceratocystis polonica*). Скорость развития *E. polonica* в тканях расте-ния-хозяина по сравнению со скоростью развития короеда-типографа мала и этот гриб не может играть существенной роли в обеспечении успешности атаки короеда. Кроме того, *E. polonica* встречается далеко не во всех частях ареала короеда типо-графа. Этот гриб мог бы быть внесён при попытках поселения короеда за год или ранее до успешного заселения дерева. Однако неудачные попытки поселения коро-еда-типографа – единичное явление, нехарактерное для этого вида, возникающее при дефиците кормовой базы. Иная ситуация с уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus*. Для этого вида в инвазионном ареале характерны попытки поселения в течение 1-3 лет, а затем успешное заселение дерева. Атакуя дерево, но не заселяя его, полиграф вносит фитопатогенный гриб *Grosmannia aoshimae* (Па-шенова и др., 2017; Pashenova et al., 2017; Баранчиков и др., 2024). Некрозы флоэмы относительно невелики (в эксперименте до 9 мм). Однако, учитывая совместный эффект повреждения флоэмы за счёт некрозов и неудавшихся попыток поселения уссурийского полиграфа, можно предполагать, что внесение этого гриба выступает как дополнительный фактор ослабления дерева (Баранчиков и др., 2024).

Ещё один слабо изученный аспект возможной протокооперации фитопатоген-ных грибов и короедов – синтез семиохимиков офиостомоидными грибами, пере-носимыми короедами. В частности в эксперименте показано, что *Grosmannia penicillata*, *Endoconidiophora polonica* и *Leptographium euophioides* продуцируют аттрактанты для *I. typographus* (Пашенова и др., 2013; Zhao et al., 2019; Jirošová et al., 2022). Учитывая особенности развития короеда-типографа, можно считать, что в данном случае эта способность грибов важна только для самих фитопатогенных грибов, т.к. обеспечивает их трансфер. Противоположный пример – подтверждённый экспериментально аттрактивный эффект семиохимиков, выделяемых *G. aoshimae*, по отношению к уссурийскому полиграфу (Пашенова и др., 2013).

Большой сосновый лубоед *Tomicus piniperda* – один из наиболее значимых вредителей в северо- и среднетаёжных лесах европейской части России. Также как и малый сосновый лубоед *T. minor*, этот вид имеет существенные отличия в своём развитии от других видов (моновольтинный цикл развития, дополнительное питание в кроне, для него характерны многочисленные попытки поселения). Наши предварительные исследования показали, что жуки несут не менее двух видов фитопатогенных грибов, видовая принадлежность которых нами установлена (готовим материал к публикации) (Селиховкин и др., 2025). Для *T. piniperda* характерно появление многочисленных попыток поселения, ослабляющих дерево. Такие деревья мы часто встречали на разных объектах в Карелии, Ленинградской области, Тверской области и в других районах исследования, однако не наблюдали в неразвившихся маточных ходах развития грибов. Вопрос о том, может ли всё-таки *T. piniperda* вносить фитопатогенные грибы во время дополнительного питания или при попытках поселения остаётся открытым.

В заключение следует отметить, что роль фитопатогенных грибов в освоении растений-хозяев короedами может принципиально отличаться у разных видов или родов короedов. В связи с этим, существенный интерес представляет изучение возможной протокооперации фитопатогенных грибов на популяционно-видовом уровне в плане обеспечения эффективности атак короedов.

Исследование поддержано грантом РНФ, проект № 24-16-00092

Литература

- Christiansen E, Solheim H., 1990. The bark beetle-associated blue stain fungus *Ophiostoma polonicum* can kill various spruces and Douglas fir. *Eur. J. For. Pathol.* 20:436–46.
- Jönsson A. M., Appelberg G., Harding S., Bärning L., 2009. Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Global Change Biology* 15: 486–499.
- Kim J-J, Plattner A, Lim YW, Breuil C., 2008. Comparison of two methods to assess the virulence of the mountain pine beetle associate, *Grosmannia claviger*, to *Pinus contorta*. *Scand. J. For. Res.* 23:98–104.
- Komonen A., Schroeder L.M., Weslien J., 2011. *Ips typographus* population development after a severe storm in a nature reserve in southern Sweden. *J. applied entomology*. № 135(1–2). P. 132–141.
- Lieutier F., Yart A., Salle A., 2009. Stimulation of defenses by ophiostomatoid fungi can explain attack success of bark beetles on conifers // *Ann. For. Sci.* V. 66. Iss. 8. P. 801–822.
- Masuya H., Kaneko S., Yamaoka Y., 1998. Blue stain fungi associated with *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae) on Japanese red pine // *J. For. Res.* V. 3. Iss. 4. P. 213–219.
- Six D. L., Wingfield M. J., 2011. The role of phytopathogenicity in bark beetle–fungus symbioses: A challenge to the classic paradigm // *Annu. Rev. Entomol.* V. 56. Iss. 1. P. 255–272.
- Александрова В.Д., Грибова С.А., Исаченко Т.И. и др., 1989. Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. Л.: Наука, 66 с.
- Баранчиков Ю.Н., Пономарев В.И., Пашенова Н.В., Ефременко А.А., Голиков Д.Ю., Клобуков Г.И., Красуцкий Б.В., Кириченко Н.И., 2024. Первые находки инвазийного тандема короed – фитопатогенный гриб в Среднеуральском мегаполисе // *Сиб. лесн. журн.* № 1. С. 107–115.

Маслов А.Д., 2010. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 138 с.

Пашенова Н.В., Кононов А.В., Устьянцев К.В., Блинов А.Г., Перцовая А.А., Баранчиков Ю.Н., 2017. Офиостомовые грибы, ассоциированные с уссурийским полиграфом на территории России // Рос. журн. биол. инваз. № 4. С. 80–95.

Пашенова Н.В., Петько В.М., Баранчиков Ю.Н., 2013. Аппетитивность фитопатогенного гриба *Grosmannia aoshimae* для жуков его инвазийного переносчика – уссурийского полиграфа // Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2013. сб. мат-лов. В 4 т. Новосибирск: СГГА. Т. 4. С. 102–106.

Романенко М.О., Угву Дж.А., Иващенко Л.О., 2021. Микобиота короедов рода *Ips* De Geer, 1775 (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae: Ipini) и ее хозяйственное значение // Энтомол. обозр.. Т. 100. № 4. С. 797–813.

Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Мандельштам М.Ю., Алексеев А.С., 2023. Роль стволовых вредителей в изменении состояния хвойных лесов на северо-западе европейской части России. Лесоведение. № 3. С. 304–321.

Селиховкин А.В., Рысс А.Ю., Шабунин Д.А., Антонь В.В., Мартирова М.Б., Мандельштам М.Ю., 2025. Взаимосвязи дендрофильных насекомых, грибов и нематод и их роль в ослаблении и гибели растений-хозяев. Сиб. лесн. журн. № 1. С. 3–15.

ЭПИФИТНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В ЖИЗНИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ

Сенашова В.А.¹, Жук Е.А.², Сурина Т.А.³, Сафронова И.Е.⁴

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,
vera0612@mail.ru;

²Институт мониторинга климатических
и экологических систем СО РАН, *eazhuk@yandex.ru;*

³Федеральное государственное бюджетное учреждение
Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»),
t.a.surina@yandex.ru;

⁴Филиал ФБУ «Российский центр защиты леса»
«Центр защиты леса Красноярского края, *saphronova_inna@mail.ru*

EPIPHYTIC MICROORGANISMS IN CONIFEROUS PLANT LIFE

Senashova V.A.¹, Zhuk E.A.², Surina T.A.³, Safronova I.E.⁴

The proposed work presents research, devoted to on both the search for microorganisms that improve the quality of forest planting material and assessment of species diversity of epiphytic phytopathogenic micro-mycetes of conifers in Siberia from 2010 to 02024.

Микроскопические организмы (как прокариотические, так и эукариотические) играют важную роль в функционировании биогеоценозов. Органы растений (в том числе и хвойных) представляют собой экологические ниши, заселенные микроорганизмами, что делает растение центром формирования микробных сообществ (Ерина, Коптева, 2015). В состав эпифитного сообщества входят неспоровые и