

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 2024.

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

споровые бактерии, включая актиномицеты, а также грибы в гифальной и дрожжевой форме. Условно эпифитный комплекс можно разделить на две составляющие – сапротрофную и патогенную. Сапротрофные эпифиты могут играть важную роль в жизни растения-хозяина, выступая деструкторами аэрополлютантов и источниками дополнительных питательных веществ (Умаров, 1984; Сазонова и др., 2017), а также представляют интерес для исследователя в поисках перспективных биоагентов. Представители патогенной составляющей ответственны за возникновение патологических процессов, затрагивающих различные органы растения-хозяина.

В предлагаемой работе представлены исследования, касающиеся, как поиска микроорганизмов, обеспечивающих повышение качества лесопосадочного материала, так и оценки видового разнообразия эпифитных фитопатогенных микромицетов хвойных в Сибири с 2010 по 2024 гг. Материал исследования был представлен как целыми растениями, так и отдельными их частями следующих видов: *Pinus sylvestris* L., *P. sibirica* Du Tour, *P. strobus* L., *P. mugo* Turra, *Picea obovata* Ledeb, *Pic. mariana* (Mill.) Britton, Sterns & Poggenb, *Larix sibirica* Ledeb, *Juniperus communis* L., *J. sabina* L., *Abies sibirica* Ldb. Отбор образцов проводили в искусственных насаждениях и естественных древостоях Красноярского края, республик Хакасия и Тыва и Томской области. Применялись как классические, так и современные методы определения патогенов.

Для оценки биологической активности представителей эпифитного микробного комплекса проводили мелкоделяночный эксперимент, направленный на изучение влияния микроорганизмов, ассоциированных с хвойными, на прорастание семян *P. sylvestris* и *Pic. obovata*, а также сохранность всходов. Использовали изоляты бактерий и грибов, выделенных с поверхности семян сосны обыкновенной и (*Priestia aryabhattai* (Shivaji et al. 2009) Gupta et al. (= *Bacillus megaterium* DE BARY) и *Pantoea agglomerans*), лиственницы сибирской (*Erwinia gerundensis* Rezzonico et al), ели сибирской (*Trichoderma atroviride* P. Karst) и ризосферной части саженцев сосны обыкновенной (*Mortierella* Coem., *Serratia plimutica*).

Исследования влияния обработки семян хвойных бактериальными и содержащими грибные споры суспензиями показали, что семена ели сибирской оказались более чувствительными к обработке, чем семена сосны обыкновенной. Так, всхожесть семян ели сибирской увеличилась, в среднем, на 36%, а сосны обыкновенной – на 11%. Максимальные результаты в обоих случаях отмечены при обработке бактериальными культурами: для ели – это вариант с грамотрицательной бактерией *S. plimutica*, а для сосны – с грамположительной спорообразующей бактерией *P. aryabhattai*. Дальнейшее наблюдение показало, что в конце первого вегетационного сезона лучшая сохранность сеянцев наблюдалась в этих же вариантах, в то время как в конце второго вегетационного сезона максимальная численность сеянцев для ели была в варианте с *Mortierella* sp., а для сосны – с *T. atroviride*.

Морфометрический анализ двухлетних сеянцев показал, что обработка семян водными суспензиями штаммов микроорганизмов положительно сказывалась на их развитии: наблюдается увеличение веса растений и ряда других показателей, при этом у ели не выявлено достоверного увеличения длины корней, в отличие от сосны.

Изучение видового разнообразия эпифитных фитопатогенных микромицетов, ассоциированных с хвойными показало, что в патологических процессах участвуют представители 38 родов, относящихся к различным систематическим группам: *Lophodermium* Chevall., *Lophodermella* Höhn., *Cyclaneusma* DiCosmo, Peredo & Mintе, *Gremmenia* Korf., *Hypodermella* Tubeuf, *Lirula* Darker, *Sarea* Fr., *Herpotrichia*

Fucke, *Gremmeniella* M. Morelet, *Durandiella* Seaver, *Cenangium* Fr., *Coleosporium* Lév., *Chrysomyxa* Unger, *Melampsora* Castagne, *Melampsorella* J. Schröt., *Pucciniastrum* G.H. Otth., *Cronartium* Fr., *Typhula* (Pers.) Fr., *Mucor* Fresen., *Rhizosphaera* L. Mangin & Har, *Pestalotia* De Not., *Sclerophoma* Höhn. (телеоморфа – *Sydowia* Bres.), *Sphaeropsis* Sacc. (= *Botryosphaeria* Ces. & De Not.) *Stagonospora* (Sacc.) Sacc. (= *Hendersonia* Berk.), *Lecanosticta* Syd., *Dothistroma* Hulbary, *Fusarium* Link, *Meria* Vuill. (телеоморфа – *Rhabdocline* Syd.), *Phoma* Sacc., *Didymella* Sacc., *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link, *Rhizoctonia* DC., *Botrytis* P. Micheli ex Pers., *Septorioides* Quaedvl., Verkley & Crous, *Epicoccum* Link, *Trichothecium* Link., *Verticillium* Nees., *Cylindrocarpum* Wollenw. (телеоморфа – *Neonectria* Wollenw) (Сенашова и др., 2021, 2025).

Обращает на себя внимание распространение фитопатогенов, нехарактерных ранее для данной местности. В частности несовершенный гриб *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet, вызывающий пятнистый ожог хвои/дотистромоз/красная пятнистость (red band needle blight) и отнесенный на территории России к группе опасных и малоизученных болезней молодняков и взрослых насаждений, обнаружен на территории семи лесничеств Красноярского края на сосне обыкновенной: как на сеянцах, так и в чистых культурах. До этого данный гриб находили на единичных хвоинках взрослых сосен на юге Красноярского Края (Жуков и др., 2013). Также данный патоген ответственен за эпифитотию в клоновом архиве сосны кедровой сибирской на территории Томской области. Анализ литературных источников показал, что ранее в Томской области дотистромоз не регистрировался, ближайшей же территорией, где отмечалось данное заболевание, является Красноярский край [Жуков и др., 2013; Сенашова и др., 2021, Сафронова, 2024]. В Западной Сибири *D. septosporum* была обнаружена на лесосеменных плантациях и в архиве клонов кедра сибирского на территории Телецкого лесничества Республики Алтай (Шишкина, Шишкина, 2019). Дотистромоз является вредоносным заболеванием, которое широко распространено на разных видах сосны в странах Северной и Южной Америки, Африки, Азии и может приносить значимый экономический ущерб. Результаты современных зарубежных исследований показывают тенденцию к расширению области встречаемости дотистромоза в разных странах мира, особенно в Северном полушарии, за последние два десятилетия (Barnes I. et al, 2008). Это явление связывается с изменением климата, в результате которого складываются все более благоприятные условия для распространения болезни в северных широтах (Мусолин, Селиховкин, 2016).

Интересными находками, помимо *D. septosporum* являются *Durandiella sibirica* Schabunin. (возбудитель побегового рака пихты), *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton (= *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx f.) (возбудитель диплодиоза хвойных) и *Hendersonia pinicola* Wehm.

D. sibirica вызывает усыхание побегов пихты, приводящее к массовой дехромации хвои на побегах текущего года в подвершинной части кроны пихты и потере однолетней хвои, *Sph. sapinea* ранее на территории Сибири был обнаружен на единичных хвоинках взрослых деревьев сосны обыкновенной на юге Красноярского края (Жуков и др., 2013). В 2021 году этот патоген вызвал заболевание в чистых культурах сосны обыкновенной на западе Красноярского края (Енисейское лесничество) (Сенашова и др. 2022). В 2024 г. данный патоген выделили с хвои сосен парковых насаждений города Красноярска (Литовка и др., 2024). Следует отметить, что на территории России диплодиоз отнесен к опасным и малоизученным заболеваниям хвойных пород (Жуков и др., 2013).

Hen. pinicola в Сибири впервые был обнаружен в кедровниках территориях Иркутской области и на подросте сосны обыкновенной Красноярского края, а в последствии на хвое сосны кедровой сибирской в Томской области (Рунова, Серков, 2023; Сафронова и др., 2024; Сенашова и др. 2025). Исходя из скудной информации в зарубежных источниках, исследователи рассматривают *H. pinicola* как слабого паразита или как эндофита, который при физиологическом стрессе растения-хозяина или из-за изменения определенных факторов окружающей среды может становиться латентным патогеном, ухудшающим состояние деревьев (Bencheva et. al., 2002; Broders K. et. al; 2015). По внешним признакам протекаемый патологический процесс схож с таковым, который вызывает родственный гриб *H. acicola* Münch & Tubeuf (конидиальная стадия серого шютте).

Литература

Bencheva S., Doychev D. Winter desiccation of dwarf pine (*Pinus mugo* Turra) needles in the area of Belmeken Dam // *Silva Balcanica*. 2002. 23 (1): P. 79–88.

Broders K., Munck I., Wyka S., Iriarte G., Beaudoin E. Characterization of Fungal Pathogens Associated with White Pine Needle Damage (WPND) in Northeastern North America // *Forests* 2015.6(11). P. 4088–4104.

Ерина Н.В., Коптева Т.С. Микробные сообщества филлосферы некоторых растений семейства *Grossulariaceae* // *Научный журнал КубГАУ*. – 2015. – № 110. – С. 660-671.

Жуков А. М., Гниненко Ю. И., Жуков П. Д. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 128 с.

Сазонова, О. И., Соколов, С. Л., Присяжная, Н. В., Измалкова, Т. Ю., Кошелева, И. А., Боронин, А. М. Эпифитные микроорганизмы-деструкторы ароматических углеводородов филлосферы городских древесных растений // *Микробиология*, 2017. Т. 86. № 1. С. 72–79.

Сенашова В.А., Жук Е.А., Сурина Т.А. Фитопатогенные микромицеты филлосферы в посадках климатипов *Pinus Sibirica* DU TOUR (Томская область) / Материалы четвертой Всероссийской конференции с международным участием Москва, 7–11 апреля 2025 г. Москва-Красноярск: ИЛ СО РАН, 2025. С. 115 – 116.

Сенашова В.А., Сафонова И.Е., Шилкина Е.А., Кочева В.А. Роль эпифитных микромицетов в патогенезе хвойных на территории Средней Сибири // *Проблемы лесной фитопатологии и микологии: материалы XI международной конференции, Петрозаводск, 10–14 октября 2022 года* / Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук», Институт леса КарНЦ РАН, Институт лесоведения РАН, Научный совет РАН по лесу. М.–Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2022.С. 75–77.

Сенашова В.А., Шилкина Е.А., Сафронова И.Е. Фитопатогенные микромицеты, ассоциированные с хвойными растениями на территории Средней Сибири // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. – 2021. – № 236. – С. 129-151.

Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация в биогеоценозах // В кн.: *Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза*. М.: Наука, 1984. — С. 185–199.

Шишкина, А. А., Шишкина, А. А. Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. Материалы Второй Всероссийской конференции с международным участием. Москва: ИЛ СО РАН, 2019, С. 191–192

Работа выполнена в рамках государственного задания FWES -2024-0029.