

## ПАТОГЕННАЯ МИКОБИОТА ХВОЙНЫХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ г. БАРНАУЛА

**Аннотация.** В статье описаны результаты фитосанитарного обследования хвойных растений дендрофлоры г. Барнаул. Выявлены микопатогены хвойных растений, произрастающих на объектах озеленения и дана краткая характеристика патокомплексов хвойных растений г. Барнаул.

**Ключевые слова:** грибное заражение; лиственница; микромицеты; можжевельник; патогены; сосна; филлосфера; шютте; *Herpotrichia juniperi*.

Инфекционные болезни растений вызываются организмами различной природы: вирусами, бактериями, грибами, лишайниками, паразитическими растениями. Наибольшую опасность представляют грибы, поскольку установлено, что они являются причиной болезней растений в 83 % случаев и составляют 97 % от общего числа патогенов растений по количеству видов [1, 2].

Инфицирование больших площадей лесов, побуждает к исследованию патогенов, а также разработке мер профилактики и борьбы с ними. Исследование микопатогенов ранее было большей частью сосредоточено на тех из них, что вызывают поражения стволов и корней (рак, гнили и т. д.). Болезни филлосферы изучались редко и относились к сеянцам и саженцам в питомниках. Изучение патогенов дендрофлоры г. Барнаул затрагивало виды лиственных деревьев, исключая представителей Pinophyta [3–6, 8–10].

В дендрофлору г. Барнаул входят 8 видов хвойных растений из семейств Pinaceae Lindl. и Cupressaceae Gray (*Pinus sibirica* Du Tour – сосна сибирская, *P. sylvestris* L. – с. обыкновенная, *Larix sibirica* Ledeb. – лиственница сибирская, *Picea obovata* Ledeb. – ель сибирская, *P. abies* H. Karst. – е. европейская, *P. pungens* Engelm. – е. колючая, *Abies sibirica* Ledeb. – пихта сибирская, *Juniperus sabina* L. – можжевельник казацкий). Проведено обследование 36 объектов озеленения г. Барнаул, в составе которых присутствуют хвойные растения, и собраны боковые побеги с видимыми признаками поражения и стволовые керны разных пород. Места отбора проб боковых побегов обозначены на карте (рис. 1).

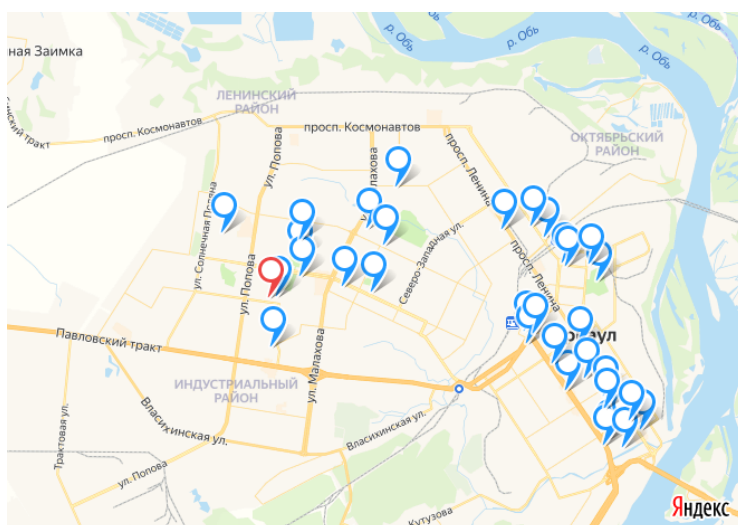


Рис. 1. Места отбора образцов из дендрофлоры г. Барнаул для лабораторных исследований.

Определение видов микромицетов филлосферы проводилось по макроскопическим признакам с помощью литературных источников [7, 11]. Определение систематического положения обнаруженных видов производилось с помощью электронных баз данных номенклатуры грибов Mucobank [14] и базы номенклатуры живых организмов Catalogue of life [12].

Наличие заражения стволовых кернов устанавливалось в ходе ПЦР-реакции по протоколу: 95 °С – 5 мин; (95 °С – 15 сек, 62 °С – 20 сек, 72 °С – 1 мин) \* 32; 72 °С – 3 мин; 4 °С – ∞ с праймерами HetF и HetR (видоспецифичные праймеры для определения ДНК гриба *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref). ITS1 и ITS4 (универсальные праймеры для определения ДНК грибов в пробе) и стандартной ПЦР-смесью ScreenMix [13]. Полимеразная цепная реакция проводилась в амплификаторе Bio-Rad Thermal Cycler T 100.

Обследование выявило 22 вида патогенных микромицетов филлосферы, относящихся к 16 родам и 12 семействам сумчатых и базидиальных грибов (табл. 1).

Таблица 1  
Фитопатогенные грибы филлосферы хвойных, произрастающих в г. Барнауле, и вызываемые ими заболевания

Отдел	Семейство	Название вида микромицета	Вызываемая болезнь деревьев
<i>Ascomycota</i>	Melanommataceae	<i>Herpotrichia juniperi</i> (Duby ex Rabenh.) Petr.	Бурое шютте
	Pleosporaceae	<i>Alternaria tenuis</i> Nees	Чернь (альтернариоз)
	Dothideomycetes	<i>Megaloseptoria mirabilis</i> Naumov	Некроз почек и побегов
	Venturiaceae	<i>Rhizosphaera kalkhoffii</i> Bubák	Побурение хвой ели
	Venturiaceae	<i>Rhizosphaera pini</i> (Corda) Maubl.	Побурение хвой пихты
	Rhytismataceae	<i>Lophodermium macrosporum</i> (R. Hartig) Rehm	Обыкновенное шютте ели
	Rhytismataceae	<i>Lophodermium piceae</i> (Fuckel) Höhn.	Низинное шютте ели
	Rhytismataceae	<i>Lophodermium pinastri</i> (Schrad.) Chevall.	Обыкновенное шютте сосны
	Rhytismataceae	<i>Lophodermium sediciosum</i> Minter, Staley et Millar	Обыкновенное шютте сосны
	Rhytismataceae	<i>Lophodermella sulcigena</i> (Link) Tubeuf	Серое шютте сосны
	Rhytismataceae	<i>Lophodermium nervisequum</i> (DC.) Chevall.	Шютте пихты
	Rhytismataceae	<i>Hypodermella laricis</i> Tubeuf	Шютте лиственницы
	Hemiphacidiaceae	<i>Hartigiella laricis</i> (R. Hartig) Dietel et P. Syd.	Шютте лиственницы
	Hemiphacidiaceae	<i>Meria laricis</i> Vuill.	Шютте лиственницы (мериоз)
	Phacidiaceae	<i>Phacidium infestans</i> P. Karst.	Снежное шютте (фацидиоз)
	Marthamycetaceae	<i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) DiCosmo, Peredo et Minter	Пожелтение хвой
	Amphisphaeriales	<i>Pestalotiopsis cinerea</i> Y. X. Chen et G. Wei	Некроз почек и побегов
Mycosphaerellaceae	<i>Dothistroma septospora</i> (Dorog.) M. Morelet	Пятнистость (дотистромоз)	
<i>Basidiomycota</i>	Coleosporiaceae	<i>Chrysomyxa abietis</i> (Wallr.) Unger	Ржавчина
	Coleosporiaceae	<i>Chrysomyxa ledi</i> (Alb. et Schwein.) de Bary	Ржавчина
	Coleosporiaceae	<i>Coleosporium sp.</i>	Ржавчина
	Coleosporiaceae	<i>Coleosporium pini-pumila</i> Lév.	Ржавчина

Близость числовых значений количества родов и видов объясняется видовой специализацией патогенов к растению–хозяину. Так, представители родов *Hypodermella*, *Meria*, *Hartigiella* являются возбудителями листовничного шютте. Род *Lophodermium*, представленный пятью видами, содержит возбудителей обыкновенного шютте ели, сосны и пихты. Исключения – *Herpotrichia juniperi* (Duby ex Rabenh.) Petr. – разнохозяйный гриб, обнаруженный на всех растениях-хозяевах, кроме лиственницы и *Phacidium infestans*, обнаруженный на елях, но способный поражать и сосны (рис. 2).

Количественное преобладание патогенных микромицетов у елей и сосен сибирской и обыкновенной (10, 6 и 5 видов соответственно) объясняется тем, что они составляют большинство хвойных насаждений Барнаула, особенно, учитывая близость соснового бора, занимающего существенную часть города. Состав патогенов характерен и для дендрофлоры Сибири. Ареалы некоторых видов-патогенов повторяют ареалы растений-хозяев (например, *Lophodermium pinastri* и *L. sediciosum*), для других благоприятны более северные условия (*Phacidium infestans*) [6, 7, 11].

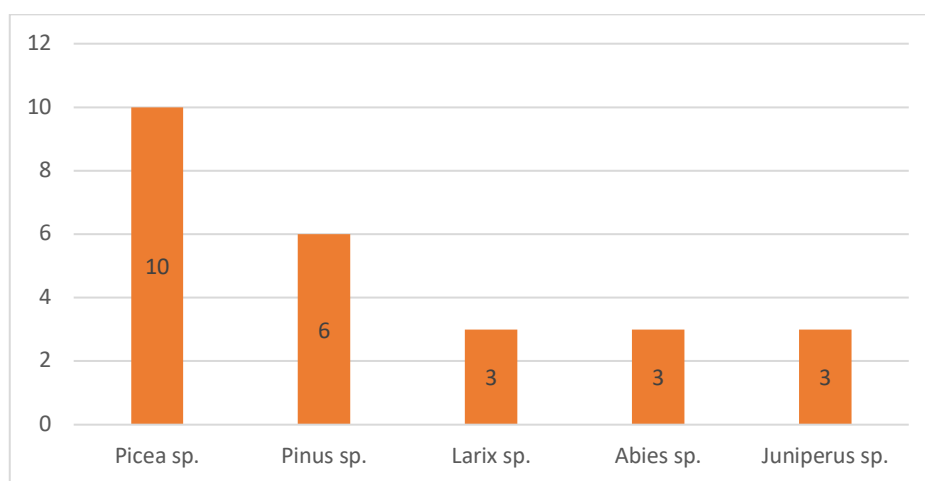


Рис. 2. Распределение патогенов между родами хвойных растений.

Для сосны сибирской обнаружены единичные экземпляры двух специфических патогенных микромицетов (*Coleosporium pini-pumila*, *Cyclaneusma minus*), вызывающих шютте и пожелтение хвои соответственно. Доминирующим типом болезни является шютте, причем, как по количеству вызывающих его видов, так и по общей представленности на деревьях.

Показатель встречаемости для большинства видов не превышает 11 %, то есть они обнаружены не более, чем на четырех участках (15 видов). Более широко распространены *Megaloseptoria mirabilis*, *Phacidium infestans*, *Lophodermium sediciosum* и *Rhizosphaera kalkhoffii*, выявленные на 7–9 участках (17–19 %). К наиболее распространенным относятся *Lophodermium macrosporum*, *L. piceae* (36 % и 44 % участков соответственно) и *Herpotrichia juniperi*, встретившаяся на 75 % мест отбора образцов.

Обследование насаждений с применением молекулярно-генетических методов показало следующее: среди 20 стволовых кернов хвойных растений, собранных на 10 объектах озеленения г. Барнаула, зараженными оказались 4 образца, что показано на фореграмме (рис. 3). Установить видовую принадлежность микопатогена при помощи ПЦР-реакции удалось только для образца № 6 (рис. 4). Он оказался заражен корневой губкой (*Heterobasidion annosum*), вызывающей гниение ствола и побегов, большей частью, хвойных растений (в основном виды родов сосна, ель, пихта, лиственница) [15]. В обоих случаях контролем для ПЦР-реакции служила ДНК плодового тела *Heterobasidion annosum*.

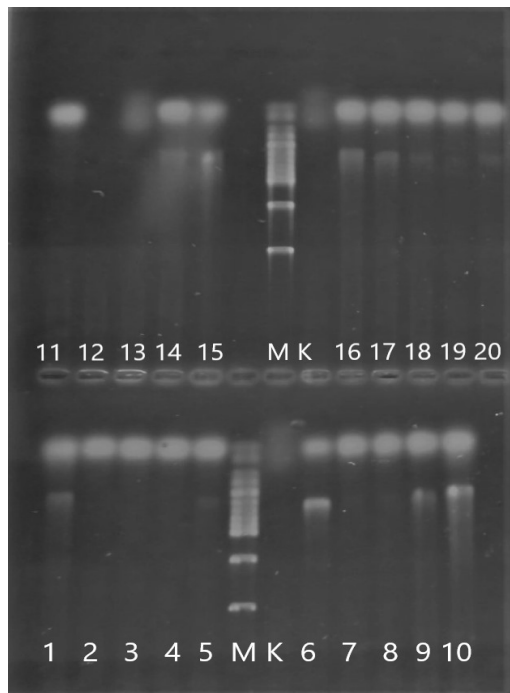


Рис. 3. Фореграмма гибридизации ДНК, выделенной из стволовых кернов, с ITS–праймерами: М – маркер; К – контроль; 1–20 – собранные образцы.

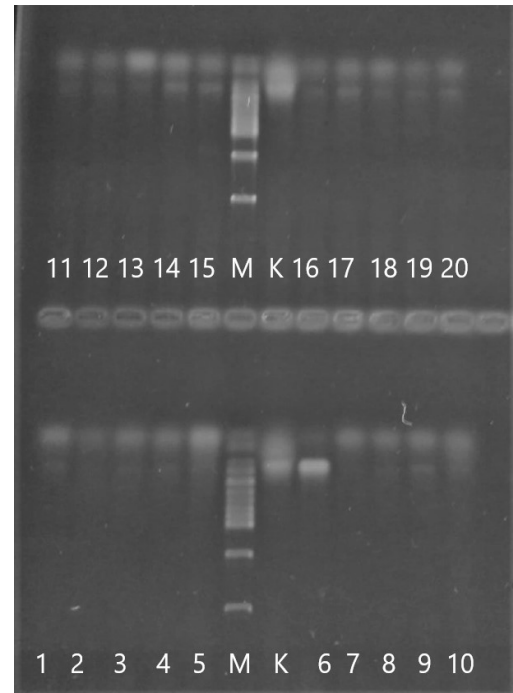


Рис. 4. Фореграмма гибридизации ДНК, выделенной из стволовых кернов, с праймерами HetF и HetR, специфичными к *Heterobasidion annosum*: М – маркер; К – контроль; 1–20 – собранные образцы.

#### Выводы:

1. Обнаружено 22 вида микромицетов, принадлежащих к 16 родам и 12 семействам сумчатых и базидиальных грибов, поражающих хвою.
2. В насаждениях Барнаула наиболее часто встречается гриб *Herpotrichia juniperi* (обнаружен на 75 % обследованных точек сбора), поражающий широкий круг хвойных растений. Менее распространены патогены видов рода *Picea*: *Lophodermium macrosporum* и *L. piceae* (36 % и 44 % участков соответственно). Другие микопатогены более редки.
3. Среди выявленных микромицетов 10 видов являются возбудителями шютте. Ржавчину вызывают 4 вида. Остальные типы болезней представлены 1–2 видами.
4. ПЦР-диагностика стволовых кернов разных хвойных пород показала наличие заражения у четырех образцов. Установить систематическое положение удалось только для *Heterobasidion annosum*, или корневой губки, вызывающей стволовые гнили нескольких видов древесных растений.

#### Литература

1. Ларионова Т. И. Идентификация грибных заболеваний методом секвенирования ITS-фрагментов // Роль Алтайского края в экологическом каркасе Российской Федерации: Сб. тезисов науч.-практ. конф. – Барнаул, 2017. – С 34–36.
2. Минкевич И. И., Дорофеева Т. Б., Ковязин В. Ф. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород: учеб. пособие / под общ. ред. И. И. Минкевича. СПб.: Изд-во Лань, 2011. – 160 с.
3. Сенашова В. А. Сопряженное развитие эпифитных микроорганизмов и фитопатогенных грибов на хвойных в различных экологических условиях Средней Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2010. – 22 с.
4. Сенашова В. А. Фитопатогенные грибы филлосферы хвойных в Средней Сибири / В. А. Сенашова // Биоразнообразие и экология грибов и грибоподобных организмов Северной

Евразии: материалы Всеросс. конф. с междунар. участием (г. Екатеринбург, 20–24 апреля 2015 г.). – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2015. – С. 234–236.

5. Сенашова В. А. Болезни филлосферы хвойных // Интенсификация лесного хозяйства в России: проблемы и инновационные пути решения: Материалы Всеросс. науч.–практ. конф. с междунар. участием (г. Красноярск, 19–23 сентября 2016 г.). – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2016. – С. 178–179.

6. Сенашова В. А., Анискина А. А., Полякова Г. Г., Сафронова И. Е. Роль микромицетов в патогенезе хвойных // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: материалы XI чтения памяти О. А. Катаева (г. Санкт-Петербург, 24–27 ноября 2020 г.). – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. лесотехн. ун-та им. С. М. Кирова, 2020. – С. 302–303.

7. Соколова Э. С., Галасьева Т. В. Инфекционные болезни древесных растений. – М.: Изд-во Московского гос. ун-та леса, 2008. – 95 с.

8. Соколова Э. С., Колганихина Г. Б. Грибные болезни древесных интродуцентов в насаждениях Москвы и Подмосковья // Лесной вестник, 2009. – № 5. – С. 145–153.

9. Соколова Э. С. Проблемы с хвоей. Шютте хвойных пород // Живой лес, 2009. – № 1. – С. 28–29.

10. Томошевич М. А., Банаев Е. В. Сопряженный анализ арборифлоры и патогенной микобиоты г. Барнаула // Вестник АГАУ, 2017. – № 3(149). – С. 93–98.

11. Трейвас Л. Ю. Болезни и вредители хвойных растений: атлас-определитель. – М.: ЗАО «Фитон+», 2010. – 144 с.

12. Catalogue of life. URL: <https://www.catalogueoflife.org/> (Accessed 23.04.2021).

13. Gardes M., Bruns T. D. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts // Mol. Ecol., 1993. – Vol. 2. – Pp. 113–118.

14. Mycobank Database: Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks. URL: <https://www.mycobank.org/> (Accessed 23.04.2021).

15. Ostrosina W. J., Scharpf R. F. Biology, Ecology, and Epidemiology of *Heterobasidion annosum* // Proceedings of the symposium on research and management of annosus root disease in western North America, Monterey. – Monterey: U.S. Department of Agriculture, 1989. – Pp. 26–34.