

А.Г. Ширяев¹, И.В. Змитрович², Ю.Р. Химич³, О.Н. Ежов⁴

ВИДОВОЕ БОГАТСТВО ЧУЖЕРОДНОЙ МИКОБИОТЫ АРКТИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук

³Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»

⁴Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук

В крупных городских агломерациях в условиях Арктики и Субарктики ботанические сады и парки с успешно интродуцированными древесно-кустарниковыми породами характеризуются специфической микобиотой, в составе которой значительна роль зонально- и регионально-чужеродных видов и видовых комплексов. Первые результаты исследований свидетельствуют, что с ростом суровости климата от Мурманской области в направлении Таймыра снижается число чужеродных видов грибов. Подавляющее большинство чужеродных видов выявлены исключительно в населенных пунктах. Опасные инвазии патогенов растений в высоких широтах не выявлены.

Ключевые слова: инвазия, потепление климата, грибы, паразиты растений

Цитирование: Ширяев А.Г., Змитрович И.В., Химич Ю.Р., Ежов О.Н. Видовое богатство чужеродной микобиоты арктической границы леса // Промышленная ботаника. 2024. Вып. 24, № 2. С. 201–205. DOI: 10.5281/zenodo.13324028

Введение

Инвазии чужеродных организмов происходят во всех биомах планеты. К чужеродным видам наиболее восприимчивы биотопы тропических, умеренных и приморских территорий, тогда как информация об инвазиях в высокоширотных регионах крайне фрагментарна [8]. Например, установлено присутствие чужеродных видов растений во всех регионах российской Арктики, но по сравнению с более южными биомами их доля в региональных флорах сравнительно невелика, а распре-

деление локально и большей частью связано с поселениями и промышленными центрами [3]. В ходе исследований чужеродного компонента микобиоты, выявленной вдоль арктической границы леса, наблюдаются сходные тенденции [4, 7, 9]. Однако стоит отметить, что чужеродный компонент микобиоты Арктики и Субарктики, в том числе российского сектора, изучен слабо. В настоящее время можно лишь представить первичные результаты.

Цель и задачи исследований

Целью работы было выявление чужеродного компонента микобиоты российского сектора Арктики и Субарктики и анализ распределения чужеродных видов вдоль арктической границы леса.

Объекты и методики исследований

Объектом исследования выступала модельная группа макромицетов – афиллофоровые грибы – наиболее хорошо исследованная среди других в российской Субарктике.

Результаты исследований и их обсуждение

В лесотундре и северной тайге выявлено 44 вида афиллофоровых грибов. Это таежные (имеющие ценооптимум в таежной зоне) и полизональные виды. Данное число в 19 раз ниже по сравнению с числом видов грибов, известных в российской Субарктике [5]. Чужеродные виды грибов ассоциированы с 21 видом древесных интродуцентов; 2/3 общего числа видов выявлены лишь в одном из северных регионов; лишь 7 % из них являются патогенами, которые встречаются единично. Остальные группы грибов пока крайне слабо изучены.

Предварительный анализ распределения чужеродных видов вдоль арктической границы леса (лесотундра и северная тайга) свидетельствует о том, что число и доля чужеродных видов снижается с ростом суровости условий (табл.).

Число чужеродных видов грибов напрямую зависит от числа видов интродуцированных древесно-кустарниковых растений в соответствующих регионах. Наиболее высокое видовое разнообразие интродуцентов характерно для населенных пунктов Мурманской (особенно в Полярно-альпийском ботаническом саду) и Архангельской областей, где выявлено и наибольшее число чужеродных видов грибов – по 23. Восточнее, с ростом суровости климата и распространением многолетней мерзлоты возможность интродуцировать растения снижается, что отражается и на снижении числа чужеродных видов грибов: от Полярного Урала к Таймыру параметр уменьшается от 17 до 4. При этом в Апатитах и Архангельске число древесных интродуцированных растений составляет 45–50 видов, снижаясь до 12–18 в Салехарде и Лабытнанги и до двух в Норильске и Дудинке.

Чужеродные виды грибов могут быть подразделены на две группы, проникшие в северные регионы в связи с: 1) потеплением климата; 2) деятельностью человека.

С потеплением на север продвигаются «таежные» виды. В Мурманской области за прошедшие 10 лет резко увеличилась численность и количество локалитетов *Cantharellus cibarius* Fr. (лисичка обыкновенная). Схожий результат выявлен и в низовьях р. Обь, где лисичка обыкновенная распространилась до северной границы лиственницы [6, 10]. Широко известная болезнь

Таблица. Распространение чужеродных видов афиллофоровых грибов вдоль арктической границы леса в России

Параметр	Регион				
	Фенно-скандия	Канино-Печорский	Полярно-уральский	Западно-сибирский	Таймырский
Общее число видов грибов	479	516	364	225	188
Число чужеродных видов, распространившихся в связи с изменением климата	17	8	9	5	1
Число чужеродных видов, распространившихся в связи с деятельностью человека	6	15	8	3	1
Дол чужеродных видов грибов, %	4,8	4,4	4,4	3,6	2,1

злаков «снежная плесень» за 50 лет распространилась от подтаежной зоны Западной Сибири до припойменных лугов нижней Оби и газонов Салехарда [10]. До северной границы леса в Западной Сибири распространился *Coltricia perennis* (L.) Murrill, *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr. и многие другие виды. Расширяет ареал «берингиец» *Cerioporus choseniae* (Vassilkov) Zmitr. & Kovalenko, ранее известный лишь восточнее р. Лена и на верхней границе леса в Алтае-Саянских горах [2].

В связи с хозяйственной деятельностью, включая интродукцию древесных растений, на север (в парки г. Архангельска) распространились такие «южные» виды, отсутствующие в естественных условиях региона, как *Athelia fibulata* M.P. Christ., *Dentipellis fragilis* (Pers.) Donk, *Hyphoderma cremeoalbum* (Höhn. & Litsch.) Jülich, *Hyphodontia verruculosa* J. Erikss. & Hjortstam, *Vuilleminia comedens* (Nees) Maire, остальные виды встречаются и в лесных экосистемах [1]. На живых интродуцентах выявлены такие патогенные виды как *Oxyporus populinus* (Schumach.) Donk, *Phellinus populicola* Niemelä, *Ph. tremulae* (Bondartsev) Bondartsev & P.N. Borisov. При этом зараженность грибом *Oxyporus populinus* вязов, кленов, лип и тополей может достигать 17 % и более. На живых и мертвых стволах отмечены *Hericium cirrhatum* (Pers.) Nikol., *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst., *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát, *Hericium coralloides* (Scop.) Pers., *Favolus pseudobetulinus* (Murashk. ex Pilát) Sotome & T. Hatt., *Phellinopsis conchata* (Pers.) Y.C. Dai, *Phellinus igniarius* (L.) QuéL., *Cerioporus squamosus* (Huds.) QuéL.

В связи с отсутствием в парковых насаждениях спонтанной динамики древостоев и естественного потока поколений пород-интродуцентов в ассоциированной с ними микобиоте повышается роль грибов-патогенов, которые быстрее, чем в естественных зональных условиях, ослабляют живые деревья. Так, в г. Архангельске большой процент плодовых тел одновременно присутствует на сухостойной и валежной древесине, что свидетельствует о более быстром ослаблении деревьев и меньшей устойчивости древостоев. Здесь пре-

обладают широко распространенные виды: мультирегиональные, мультизональные [1].

На территорию Полярно-альпийского ботанического сада с интродуцированной *Larix sibirica* Ledeb. проник сибирский масленок *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer, на *Polygonum weyrichii* F. Schmidt собран *Typhula curvispora* (Corner) Berthier – это вторая находка таежного азиатского вида в Европе, который однажды был собран также на данном субстрате на свалке мусора в Беловежской пуще. На стеблях интродуцента *Heracleum sosnowskyi* Manden. возле Полярно-альпийского ботанического сада выявлен гриб *Typhula pachypus* Berthier, для которого это первая находка севернее южной тайги в Европе [6].

Стоит отметить, что создание и развитие населенных пунктов на Севере сопровождается заносом и интродукцией растений. При этом сами города – это дренированные территории и замедляющие ветровые потоки «острова тепла», которые благоприятствуют выживанию древесно-кустарниковых интродуцентов и ассоциированных с ними грибов. В Фенноскандии климат мягкий вдоль арктического побережья, благодаря чему «южные» виды быстрее проникают на крайний север. Например, *Clavaria zollingeri* Lév. – наиболее часто встречающийся от тропиков до неморальной зоны вид, по антропогенным местообитаниям вдоль побережья Норвежского моря проник до Северного полярного круга. Схожая ситуация отмечена и на Соловецких островах, где этот гриб обнаружен на лугу возле хозяйственных построек. В то же время восточнее Архангельской области климатические условия становятся суровыми и распространена многолетняя мерзлота, что не позволяет развиваться этому грибу.

В связи с неблагоприятными природно-климатическими условиями восточнее Урала возможность интродукции древесно-кустарниковых пород минимальна. Лишь единичные виды чужеродных грибов выявлены во всех секторах российской Арктики и встречены они исключительно в антропогенных условиях. Например, напочвенный *Xanthoporus syringae* (Parmasto) Audet найден только в городах и поселках, от

Мурманской области до Магадана и Чукотки – на газонах в посадках *Syringa* spp. и *Lonicera* spp., на кладбищах, среди строительного мусора. Благодаря деятельности человека ряд других вредоносных видов все шире расселяется на севере (фитофтора картофеля, снежная плесень, многие домовые грибы и др.). В целом можно предположить, что с суровостью условий снижается число чужеродных фитопатогенов (табл.).

Зачастую проблематично установить, каким путем проник тот или иной вид гриба на Север – в связи с климатическим или антропогенным фактором. В целом в России и Скандинавии распространение чужеродных видов грибов в высокие широты локально и в большей части связано с поселениями, промышленными центрами и транспортными магистралями. Главные векторы инвазии чужеродных видов на севере – передвижение транспорта, людей и интродукция. Основные инвазионные коридоры – это транспортные пути в северные регионы из центральной части страны.

Выводы

По нашим данным, подавляющее большинство чужеродных видов грибов на интродуцентах в евразийской Субарктике способно существовать только в антропогенных местообитаниях. В природных условиях на местных субстратах чужеродные грибы не выявлены. Лишь в Мурманской области, где наиболее мягкие природно-климатические условия и отсутствует многолетняя мерзлота, в естественные местообитания проникают гумусовые и подстилочные сапротрофы. На севере наиболее «инвазибельные» местообитания – это поймы, песчано-каменистые и луговые склоны. На Полярном Урале и восточнее, с ростом суровости климата и повсеместным распространением мерзлоты, эти местообитания остаются единственными естественными путями расселения для чужеродных видов грибов. В г. Норильске и окрестностях чужеродные виды грибов выявлены пока лишь в пределах хозяйственно-освоенных территорий.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 24-24-00271).

1. Ежов О.Н. Афиллофоровые грибы Архангельской области. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 276 с.
2. Котиранта Х., Ширяев А.Г. Биоразнообразие афиллофоровых грибов Средней Сибири: первые результаты исследования // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25, Вып. 2. С. 82–89.
3. Морозова О.В., Тишков А.А. Чужеродные виды растений Российской Арктики: пространственное разнообразие, коридоры и локальные инвазии // Российский журнал биологических инвазий. 2021. N 3. С. 50–62.
4. Ширяев А.Г. Пространственная структура биоты клавариоидных грибов тундровой зоны полуострова Таймыр // Новости систематики низших растений. 2012. Т. 45. С. 133–145.
5. Ширяев А.Г., Химич Ю.Р., Косолапов Д.А., Волобуев С.В., Ширяева О.С., Морозова О.В., Королева Н.Е., Соковнина С.Ю., Пейнтнер У., Кнудсен Х. Изменение структуры растительного покрова и микобиоты в связи с потеплением климата в полярных широтах // Глобальные проблемы Арктики и Антарктики. Сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием (Архангельск, 02–05 ноября 2020 г.). Архангельск, 2020. С. 624–629.
6. Khimich Yu.R., Shiryaev A.G., Volobuev S.V. Some noteworthy findings of Aphyllophoroid fungi in the north of Eastern Fenoscandia (Murmansk region, Russia) // Botanica. 2020. Vol. 26, N 1. P. 49–60.
7. Mukhin V.A., Kotiranta H. Wood-inhabiting fungi of northernmost forests in river Khatanga basin // Микология и фитопатология. 2001. Т. 35, N 5. С. 41–47.
8. Ohenoja E., Kaukonen M., Ruotsalainen A.L. *Sarcosoma globosum* – an indicator of climate change? // Acta Mycologica. 2013. Vol. 48, N 1. P. 83–88.

9. Shiryayev A.G. Spatial diversity of clavarioid mycota (Basidiomycota) at the forest-tundra ecotone // *Mycoscience*. 2018. Vol. 59, Iss. 4. P. 310–318.
10. Shiryayev A.G., Moiseev P.A., Peintner U., Devi N.M., Kukarskih V.V., Elsakov V.V. Arctic Greening Caused by Warming Contributes to Compositional Changes of Mycobiota at the Polar Urals // *Forests*. 2019. Vol. 10, Iss. 12. P. 1112.

Поступила в редакцию: 29.02.2024

SPECIES RICHNESS OF ALIEN MYCOBIOTA ALONG THE ARCTIC TIMBERLINE

A.G. Shiryayev¹, I.V. Zmitrovich², Yu.R. Khimich³, O.N. Ezhov⁴

¹*Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*

²*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences*

³*Institute of North Industrial Ecology Problems – Subdivision of the Federal Research Center*

«Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences»

⁴*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research*

In urban agglomerations in the Arctic and Subarctic, botanical gardens and parks with successfully introduced tree and shrub species are characterized by a specific mycobiota, in which the role of zonally and regionally alien species and species complexes is significant. Our first results indicate that with increasing climate severity from the Murmansk region towards Taimyr, the number of alien species of fungi is decreasing. The vast majority of alien species have been identified exclusively in populated areas. No dangerous invasions of plant pathogens have been identified at high latitudes.

Key words: invasion, climate warming, fungi, plant parasites

Citation: Shiryayev A.G., Zmitrovich I.V., Khimich Yu.R., Ezhov O.N. Species richness of alien mycobiota along the Arctic timberline // *Industrial botany*. 2024. Vol. 24, N 2. P. 201–205. DOI: 10.5281/zenodo.13324028
