

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES

Научная статья

УДК 582.28:674.032.475.442 (630*81)

DOI: 10.32516/2303-9922.2024.52.1

Микобиота коры сосны сосновых лесов г. Сургута и Сургутского района с разной степенью антропогенной нагрузки

Мария Викторовна Мантрова

Сургутский государственный университет, Сургут, Россия, mantrova-mariya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7352-787X>

Аннотация. Статья посвящена изучению комплексов микроскопических грибов коры сосны сосновых лесов парков города Сургута и контрольных участков Сургутского района. В составе микобиоты выявлен 41 штамм микроскопических грибов, относящихся к 11 видам, 7 родам: *Daldinia* Ces. & De Not., *Fusarium* Link, *Mucor* Fresen., *Neurospora* Shear & B. O. Dodge, *Penicillium* Link, *Trichoderma* Pers., *Rhizopus* Ehrenb.; также выделены представители группы *Mycelia sterilia* со светло- и темноокрашенным мицелием. В составе комплексов микромицетов коры сосны всех изученных территорий доминируют виды *T. harzianum* Rifai и *N. dictyophora* (R. S. Khan & J. C. Krug) Dania García, Stchigel & Guarro, а в сосняках парков также *M. plumbeus* Bonord. В микоценозе коры сосны парка «За Саймой» в числе доминантов обнаружен потенциальный патоген хвойных деревьев *F. sporotrichioides* Sherb., что может свидетельствовать о некотором фитосанитарном неблагополучии данного фитоценоза. В структуре комплексов микромицетов коры сосны исследуемых лесопарковых и контрольных территорий в основном преобладают сапротрофные микроскопические грибы, что указывает на благоприятное экологическое состояние данных участков. Небольшое количество видов в составе комплексов микромицетов коры сосны изученных территорий коррелирует с результатами ранее проведенных исследований микобиоты почвенной подстилки этих же участков. Согласно результатам кластерного анализа, комплексы микромицетов коры сосны по сходству видового состава сгруппированы в три блока — микромицеты коры сосны парков, контрольных участков, контрольного соснового леса за р. Малая Кучеминская. Предположительно, такое распределение связано с антропогенным фактором, влияющим на биоту в целом и микобиоту в частности. Антропогенное влияние сильнее выражено в парках — местах отдыха горожан, слабее — в сосняках контрольных участков, близости от которых обнаружены свалки мусора, а люди могут посещать эти леса для сбора ягод и грибов. Минимальная антропогенная нагрузка установлена в контрольном сосновом лесу за р. Малая Кучеминская в связи с удаленностью этого участка от дороги и отсутствием свалок мусора, но возможность посещения данного леса людьми не исключена. Актуальным является продолжение исследований комплексов эпифитных микромицетов не только коры, но и хвои сосны, а также эндофитных микромицетов этих же местообитаний с дальнейшим изучением почвенной микобиоты сосновых лесов с целью комплексной экологической оценки данных территорий в динамике.

Ключевые слова: комплексы микромицетов коры сосны, сапротрофные микроскопические грибы, фитопатогенные микромицеты, условно патогенные микроскопические грибы, сосновый лес, антропогенный фактор.

© Мантрова М. В., 2024

Благодарности. Автор выражает благодарность доктору биологических наук, ведущему научному сотруднику кафедры микологии и альгологии МГУ Алине Витальевне Александровой за всестороннюю помощь при проведении микологических исследований и видовой идентификации микроскопических грибов, а также аспиранту кафедры Евгению Андреевичу Антонову за помощь в проведении молекулярных исследований. Работа выполнена при финансовой поддержке Департамента образования и науки Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (приказ № 10-П-1534) в рамках выполнения государственного задания по проекту № 2023-227-03.

Для цитирования: Мантрова М. В. Микобиота коры сосны сосновых лесов г. Сургута и Сургутского района с разной степенью антропогенной нагрузки // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2024. № 4 (52). С. 6—25. URL: http://vestospu.ru/archive/2024/articles/52/1_52_2024.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2024.52.1.

Original article

Mycobiota of pine bark in pine forests of Surgut and Surgut district with varying degrees of anthropogenic load

Maria V. Mantrova

Surgut State University, Surgut, Russia, mantrova-mariya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7352-787X>

Abstract. The article is devoted to the study of complexes of microscopic fungi of pine bark in pine forests and parks of the city of Surgut and control areas of the Surgut district. The mycobiota contains 41 strains of microscopic fungi belonging to 11 species, 7 genera: *Daldinia* Ces. & De Not., *Fusarium* Link, *Mucor* Fresen., *Neurospora* Shear & B. O. Dodge, *Penicillium* Link, *Trichoderma* Pers., *Rhizopus* Ehrenb.; representatives of the *Mycelia sterilia* group with light and dark-colored mycelium were also identified. The complexes of micromycetes of the pine bark of all studied territories are dominated by *T. harzianum* Rifai and *N. dictyophora* (R. S. Khan & J. C. Krug) Dania García, Stchigel & Guarro, and *M. plumbeus* Bonord in the pine forests of the parks. In the mycocenosis of the pine bark of the “Za Saima” park, a potential pathogen of coniferous trees *F. sporotrichioides* Sherb. was found among the dominants, which may indicate some phytosanitary problems of this phytocenosis. In general, saprotrophic microscopic fungi predominate in the structure of the complexes of micromycetes of the pine bark in the studied forest parks and control territories, which indicate a favorable ecological condition of these sites. A small number of species in the pine bark micromycete complexes of the studied territories correlates with the results of the previous studies of the mycobiota of the soil litter of the same sites. According to the results of cluster analysis, complexes of micromycetes of pine bark are grouped into three blocks by similarity of species composition — micromycetes of park-zone pine bark, those of control areas and those of control pine forest beyond the Malaya Kucheminskaya River. Presumably, this distribution is due to the influence of an anthropogenic factor affecting biota in general and mycobiota in particular. Anthropogenic influence is more pronounced in parks due to the recreational areas located there, while it is less pronounced in the pine forests of control areas, near which garbage dumps are found, and people can visit these forests to gather berries and mushrooms. The minimum anthropogenic load was established in the control pine forest beyond the Malaya Kucheminskaya River due to the remoteness of this site from the road and the absence of landfills, but the possibility of people visiting this forest is not excluded. It is relevant to continue research on complexes of epiphytic micromycetes not only of the bark, but also pine needles, as well as endophytic micromycetes of the same habitats with further study of the soil mycobiota of pine forests in order to make a comprehensive ecology assessment of these territories in dynamics.

Keywords: complexes of micromycetes of pine bark, saprotrophic microscopic fungi, phytopathogenic micromycetes, conditionally pathogenic microscopic fungi, pine forest, anthropogenic factor.

Acknowledgements. The author expresses gratitude to Doctor of Biological Sciences, a leading researcher of the Department of Mycology and Algology of Moscow State University Alina Vitalyevna Aleksandrova for comprehensive assistance in conducting mycological studies and species identification of microscopic fungi, as well as to the graduate student of the Department Evgeny Andreevich Antonov for assistance in conducting molecular research. The work was carried out with the financial support of the Department of Education and Science of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra (Order No. 10-P-1534), as part of the state assignment for project No. 2023-227-03.

For citation: Mantrova M. V. Mycobiota of pine bark in pine forests of Surgut and Surgut district with varying degrees of anthropogenic load. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2024, no. 4 (52), pp. 6—25. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2024.52.1>.

Введение

Микроскопические грибы присутствуют во всех биоценозах [1, с. 3], но их основным источником является почва [11, с. 8; 17, с. 7]. Микромицеты выступают в качестве биодеструкторов органического вещества почвы, участвуют в круговоротах биогенных элементов [1, с. 3; 17, с. 9; 22, с. 99]. Экологической нишей микроскопических грибов может выступать поверхность листьев — филлоплана [5, с. 5; 22, с. 132]. Особенности листа как местообитания являются низкая влажность, инсоляция, механическое воздействие ветра и дождя [33]. Согласно литературным данным, типичными эпифитами на многих растениях являются темноокрашенные микромицеты родов *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link, *Peyronella* Goid. (= *Phoma* Sacc.), *Papularia* Fr. (= *Arthrimum* Kunze) [22, с. 133; 46; 49]. Обобщая имеющиеся литературные данные относительно состава микобиоты филлопланы разных растений, А. А. Царелунга и Е. Ю. Благовещенская резюмируют, что на поверхности растений наиболее часто встречаются дрожжи базидиального аффинитета и мицелиальные грибы родов *Alternaria*, *Epicoccum* Link, *Cladosporium*, *Phoma* и *Trichoderma* Pers. [33]. М. С. Зеленская с соавторами, анализируя результаты исследований других авторов, констатируют, что наиболее распространенными видами микромицетов филлопланы растений по всему миру являются *A. alternata* (Fr.) Keissl., *C. cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries, *Gliocladium viride* Matr. (= *T. deliquescens* (Sopp) Jaklitsch) [46; 49], *Mucor racemosus* Fresen., *Penicillium chrysogenum* Thom [10].

Исследования эпифитной микобиоты растений посвящены не только изучению комплексов эпифитных микромицетов листьев, но также стеблей, коры древесных растений [35; 52]. Так, в составе эпифитов коры листопадного дерева Эвкоммии вязолистной (*Eucommia ulmoides* Oliv.), произрастающей в Китае и используемой в народной медицине, D. Chunbo с соавторами в числе доминантных выявлены роды *Cladosporium*, *Alternaria* и *Teratosphaeria* Syd. & P. Syd. [35].

Изучение комплексов эпифитных микромицетов хвойных растений, известных своими фитонцидными свойствами, также довольно актуально. В. А. Сенашовой с соавторами в составе эпифитной микофлоры хвои таких древесных растений, как сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), сосна кедровая сибирская (*P. sibirica* Du Tour), ель сибирская (*Picea obovata* Ldb.) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb.), выделены дрожжевые грибы родов *Rhodotorula* F. C. Harrison и *Cryptococcus* Vuill., а также мицелиальные грибы родов *Aureobasidium* Viala & G. Boyer, *Penicillium* Link, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* Link, *Verticillium* Nees, *Gliocladium* Corda (= *Sphaerostilbella* (Henn.) Sacc. & D. Sacc.) [46; 49], *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Trichoderma* Pers. [28]. Отличительной чертой комплексов эпифитных микроорганизмов хвои сосны обыкновенной *P. sylvestris* L. является постоянное присутствие и преобладание микроскопических грибов — дрожжевых грибов на здоровой хвое, мицелиальных — на пораженной фитопатогенами, что обусловлено ослаблением фитонцидных свойств больной хвои [27; 28]. Согласно исследованиям Yu Wang и Liang-Dong Guo в составе комплексов эндофитных (способных проникать в межклеточное пространство) микроскопических грибов коры и хвои китайской масличной сосны *P. tabulaeformis* Carr. доминируют *A. alternata*, *Phoma* sp., *Phomopsis archeri* B. C. Sutton и *Leptostroma* sp. [52]. Только из коры выделены представители рода *Pestalotiopsis* Steyaert [52], а также *E. nigrum* Link, известный как основной эпифит мно-

гих высших растений в регионах с умеренным климатом [33; 38; 45]. Кора китайской масличной сосны *P. tabulaeformis* обладает наибольшим разнообразием эндофитных микроскопических грибов в сравнении с хвоей и ксилемой [52].

Эпифитная микофлора, как правило, состоит из непатогенных видов грибов [5], которые после опадения листьев участвуют в их деструкции [10], а также способны подавлять развитие фитопатогенных [5; 10; 20, с. 11; 38; 47] и патогенных для человека микроскопических грибов [37; 47]. В исследованиях Falconi et al. выделенные с поверхности листьев яблони виды микроскопических грибов *Au. pullulans* (de Bary) G. Arnaud, *E. purpurascens* Kunze ex Schltdl. (= *E. nigrum* Link.) [46; 49], *Sordaria fimicola* (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not. и *T. polysporum* (Link) Rifai проявляли антагонистическую активность в отношении возбудителей яблоневой плодовой гнили — *Botrytis cinerea* Pers., *Monilinia fructigena* (Pers.) Honey и *P. expansum* Link [38]. В исследованиях Kharwar et al. экспериментально доказана способность эндофитных микромицетов листьев эвкалипта подавлять развитие патогенов растений и человека [47]. Так, эндофитные микромицеты листьев эвкалипта *Chaetomium globosum* Kunze выступали антагонистами фитопатогена *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn — возбудителя пятнистости листьев и фитофтороза рассады [37], а также патогена человека *Trichophyton rubrum* (Castell.) Sabour. — возбудителя дерматомикозов (эпидермофитии стоп, онихомикоза) [26]. Таким образом, проявляя антагонизм в отношении фитопатогенов, сапротрофные эпифитные микромицеты выступают в качестве «нормальной микрофлоры» [5], поддерживающей здоровье и продуктивность растения-хозяина [35].

В городской среде в связи с наличием в воздухе большого количества пыли природного и техногенного происхождения в составе микобиоты филопланы и древесной коры присутствуют устойчивые к неблагоприятным факторам грибы, которые способны выступать аллергенами и условными патогенами человека, о чем свидетельствуют исследования ряда авторов [4; 10; 24]. Так, в работе Т. А. Овчинниковой с соавторами выявлено, что доминирующие виды микромицетов филопланы клена и липы, произрастающих на территории Загородного парка г. Самары, являются условными патогенами человека и доказанными источниками аллергенов [24]. В исследовании микобиоты филопланы древесных и кустарниковых растений в центре и пригородах Санкт-Петербурга М. С. Зеленской с соавторами установлена высокая частота встречаемости *Au. pullulans*, *A. alternata*, *C. cladosporioides*, *C. herbarum* (Pers.) Link, *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll., а также изолятов стерильного светлоокрашенного мицелия; большинство выделенных видов микромицетов относится к условным патогенам человека [10]. В исследовании микобиоты коры древесных растений города Уфы М. Д. Бакаевой с соавторами выявлено преобладание по частоте встречаемости таких видов микроскопических грибов, как *A. alternata*, *As. fumigatus* Fresen. и *As. niger* Tiegh., которые могут выступать в качестве аллергенов и условных патогенов человека [4].

Наше исследование посвящено изучению состава эпифитной микофлоры внешнего слоя коры сосны в сосновых фитоценозах городской среды (парках г. Сургута) в сравнении с микобиотой коры сосны сосновых лесов контрольных участков Сургутского района.

Сосна обыкновенная *P. sylvestris* — ценное растение, его хвоя и молодые побеги содержат эфирные масла, летучие соединения которых (терпены) обладают бактерицидной и фунгицидной активностью [23; 29]. Кора — это система функционально разных тканей, расположенных в осевых органах растений снаружи от камбия; в старых ветвях и стволах многих деревьев внешнюю часть коры составляет корка — комплекс мертвых тканей, необходимых для защиты жизнедеятельного луба [12, с. 4]. В лесных биоценозах споры

грибов попадают с воздухом на стволы деревьев из верхнего слоя почвенной подстилки, поэтому видовой состав данных местообитаний будет в той или иной степени коррелировать. Так, в составе эпифитной микофлоры встречаются виды рода *Trichoderma* [28; 33], которые известны также в качестве типичных сапротрофных микромицетов лесной подстилки [20, с. 140], листовенного [3, с. 20] и хвойного [20, с. 157] опада, обладают высокой целлюлозолитической активностью [3, с. 20; 6; 22, с. 102; 31], совместно с видами родов *Penicillium*, *Cladosporium* и *Mucor* обильны в ризосфере сосны всех типов сосняков [20, с. 141].

Территория изучения — город Сургут и Сургутский район, которые находятся в подзоне средней тайги с доминированием светлохвойных сосновых лесов зеленомошных, ягельников с почвами подзолистого типа [34, с. 43, рис. 36]. Согласно литературным данным, в составе микобиоты подзолистых почв преобладает род *Penicillium* [22, с. 167; 32] с многочисленностью форм стерильного мицелия, отмечается постоянное присутствие видов из родов *Mucor* и *Trichoderma* и единичная встречаемость представителей *Aspergillus* [32]. В составе почвенной микобиоты лесопарковых территорий под влиянием антропогенного фактора преобладают резистентные к антропогенным загрязнениям виды микроскопических грибов родов *Penicillium* и *Aspergillus*, которые часто являются продуцентами токсинов, также увеличивается доля фитопатогенных грибов рода *Fusarium* и темноокрашенных грибов родов *Alternaria* и *Cladosporium* [17, с. 57, 63—64].

Ранее автором были проведены исследования почвенной микобиоты сосновых лесов парков города Сургута: «За Саймой», «Энергетиков», «Нефтяник», «Кедровый Лог». В составе комплексов микромицетов верхнего слоя подстилки данных лесопарковых территорий встречаются виды родов *Trichoderma*, *Fusarium*, *Penicillium* и *Absidia* Tiegh., обильны типичные для фоновых почв сапротрофные микроскопические грибы, что может свидетельствовать об экологическом благополучии и незначительной антропогенной нагрузке в отношении данных микоценозов [14]. В составе комплексов микромицетов нижнего слоя подстилки сосновых лесов этих же парков разнообразием штаммов отличались сапротрофы рода *Trichoderma* [16]. Исследование микобиоты почвенной подстилки сосняка парка «За Саймой» в динамике показало доминирование сапротрофов в ее составе с обилием зигомицетов *Umbelopsis isabellina* (Oudem.) W. Gams, что указывает на минимальное антропогенное влияние в отношении исследуемого сосняка по истечении двух лет [15].

Цель исследования — изучение микобиоты верхнего слоя коры сосны сосновых фитоценозов г. Сургута и Сургутского района с разной степенью антропогенной нагрузки.

Задачи:

- 1) выявить видовое разнообразие комплексов микроскопических грибов коры сосны изученных местообитаний;
- 2) оценить соотношение сапротрофов, фитопатогенов и условных патогенов человека в структуре микоценозов;
- 3) установить закономерности сходства и различия видового состава комплексов микромицетов коры сосны сосняков изученных лесопарковых и контрольных территорий.

Материалы и методы исследования

Материал исследования — образцы верхнего слоя коры (корки) сосны обыкновенной, которые отбирали стерильным ножом на высоте около 100—120 см от поверхности почвы [4] в сосновых лесах парков г. Сургута и на контрольных участках Сургутского района (рис. 1).

Парки «За Саймой» и «Кедровый Лог» представляют собой участки естественного лесного массива, в настоящее время являются местами отдыха горожан. На территории

парка «Нефтяник» расположен «Городской парк культуры и отдыха» с аттракционами для развлечения детей и взрослых. Парк «Энергетиков» находится вблизи Сургутской окружной клинической больницы, имеет развитую тропиночную сеть, горожане посещают парк с детьми и домашними животными (собаками).



Рис. 1. Точки отбора образцов коры сосны в сосновых лесах парков г. Сургута и на контрольных участках Сургутского района. Условные обозначения: 1 — сосновый лес с подростом из сосны и примесью березы кустарничковый мохово-лишайниковый за р. Малая Кучеминская; 2 — сосняк кустарничковый зеленомошно-ягельвый на повороте 28 км трассы Сургут — Лянтор; 3 — сосняк с подростом из березы и сосны кустарничково-зеленомошный на повороте 26 км трассы Сургут — Лянтор; 4 — сосновый лес зеленомошный злаково-разнотравный в парке «Нефтяник»; 5 — сосновый лес с подростом из березы и кедра рябиновый кустарничково-зеленомошный в парке «Кедровый Лог»; 6 — сосновый лес рябиново-малиновый кустарничковый разнотравно-злаковый зеленомошный в парке «Энергетиков»; 7 — сосновый лес малиново-рябиновый чернично-злаковый зеленомошный в парке «За Саймой»; 8 — сосняк с подростом из березы и кедра кустарничково-зеленомошный вблизи базы отдыха «Беркут»

Антропогенный фактор присутствует в парках, но не исключается и в контрольных сосняках. Люди посещают леса контрольных территорий для сбора ягод и грибов, в связи с чем возможны такие последствия, как вытаптывание, замусоривание территории, вырубка молодых деревьев, что было замечено нами при отборе проб. Так, при въезде на контрольные территории сосняков вблизи базы отдыха Беркут, на 26 и 28 км трассы Сургут — Лянтор, были обнаружены свалки мусора, участки для исследования выбирали дальше от них, в глубине территории. Контрольный сосняк за р. Малая Кучеминская является самым удаленным от автодороги, свалок мусора на территории леса не наблюдали.

Отбор проб для дальнейшего микологического анализа проводили следующим образом. В каждом фитоценозе с однородной площадки 20×20 м [18, с. 6] отбирали образцы верхнего слоя коры с пяти деревьев — по 10 образцов с каждого дерева, всего 50 образцов коры с одного участка. Таким образом, с восьми участков отобрано 400 образцов коры. Размеры образцов верхнего слоя коры (корки) в среднем составляли 4×2 см, толщина — 0,2—0,4 см. Образцы верхнего слоя коры сосны с одного дерева помещали в стерильный

пакет из крафт-бумаги, высушивали при комнатной температуре в тени [19, с. 425]. Выделение микроскопических грибов проводили методом прямого посева образцов коры на питательную среду суло-агар в чашки Петри в трехкратной повторности [17, с. 14]. Пробы коры в количестве 3—4-х штук помещали верхней стороной на питательную среду в чашку Петри на расстоянии друг от друга, для посева 10-ти образцов (с одного дерева) использовали 3 чашки Петри. Некоторые пробы коры имели на поверхности талломы лишайников и мхов. При внешнем осмотре образцов перед посевом мицелия микроскопических грибов на поверхности коры не наблюдали.

Посевы инкубировали 8—10 суток при температуре 25 °С. По истечении времени инкубации проводили количественный учет выросших колоний грибов и отсева микроскопических грибов в чистую культуру для их дальнейшей видовой идентификации согласно анализу макро- и микроморфологических признаков по определителям [2; 26; 36; 37; 39; 40; 42; 43, с. 310—324; 48, с. 256—257; 51]. Видовую идентификацию четырех штаммов двух видов рода *Trichoderma* — *T. harzianum* Rifai и *T. viride* Pers. — подтвердили молекулярным анализом, проведенным на кафедре микологии и альгологии МГУ. Латинские названия идентифицированных видов микромицетов были проверены по базам данных Mucobank и Index Fungorum, где приведены актуальные названия видов грибов [46; 49].

Обилие видов микромицетов (плотность популяции) (P) и частоту встречаемости (A) рассчитывали по формулам [7, с. 12]:

$$P = q/Q \times 100 (\%),$$

где P — обилие вида; q — общее число выделенных изолятов данного вида; Q — общее число выделенных изолятов всех видов;

$$A = B/C \times 100 (\%),$$

где A — частота встречаемости; B — число образцов, где данный вид обнаружен; C — общее число проанализированных образцов.

Также рассчитывали общую среднюю пространственную частоту встречаемости видов микромицетов как отношение суммы значений частот встречаемости вида на участках, где вид обнаружен, к общему количеству участков, равному 8:

$$A \text{ общ. ср.} = (\sum A_1 \dots A_n) / 8 (\%).$$

Для доминирующих видов аналогично рассчитывали общую среднюю пространственную частоту встречаемости в парках и на контрольных территориях.

Математическую и статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием стандартного пакета Microsoft Excel 2016. Дендрограмму сходства видового разнообразия микромицетов коры сосны изученных местообитаний построили с применением кластерного анализа (метод невзвешенного попарного арифметического среднего) в программе PAST 3.25 [44].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования микобиоты верхнего слоя коры сосны сосняков города Сургута и Сургутского района выделен 41 штамм почвенных микроскопических грибов, которые относятся к 11 видам, 7 родам. Род *Daldinia* Ces. & De Not. представлен видом *D. nemorosa* (M. L. Davey), M. Stadler, J. Fournier & Læssøe. Род *Penicillium* представлен видами *P. cyclopium* Westling и *P. verrucosum* Dierckx. Род *Trichoderma* содержит три вида — *T. harzianum*, *T. viride* Pers. и *T. atroviride* P. Karst. Род *Fusarium* представлен видом *F. sporotrichioides*. Зигомицеты относятся к двум родам семейства *Mucorales*: *Mucor* и *Rhizopus* Ehrenb. Данные роды включают по одному виду — *M. plumbeus* Bonord. и *R. stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. соответственно. Род *Neurospora* Shear & B. O. Dodge представлен двумя видами — *N. dictyophora* и *N. tetraspora* Dania García, Stchigel & Guarro.

В составе микобиоты коры сосны также выявлены представители группы *Mycelia sterilia* со светло- и темноокрашенным мицелием.

Видовая структура комплексов микроскопических грибов коры сосны сосновых лесов исследованных участков с учетом видового обилия представлена на рисунке 2, значения пространственной частоты встречаемости выделенных видов — в таблице 1.

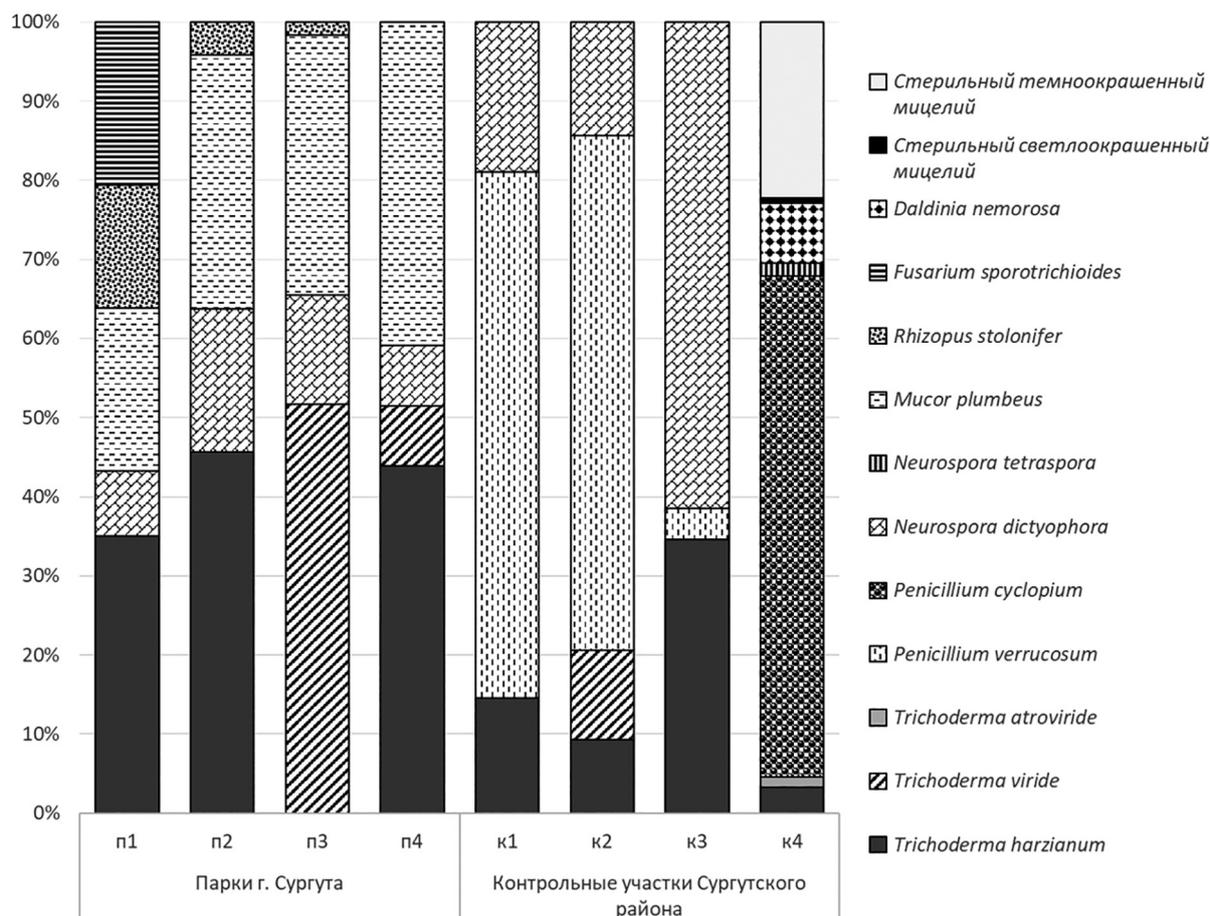


Рис. 2. Видовое разнообразие и обилие видов микромицетов в структуре микоценозов коры сосны сосновых лесов парков г. Сургута и контрольных участков Сургутского района.

Условные обозначения к рис. 2, 3 и табл. 1: п1 — сосновый лес малиново-рябиновый зеленомошный чернично-злаковый в парке «За Саймой», п2 — сосновый лес рябиново-малиновый зеленомошный чернично-брусничный разнотравно-злаковый в парке «Энергетиков», п3 — сосновый лес с подростом из березы и кедра рябиновый зеленомошный бруснично-черничный в парке «Кедровый Лог», п4 — сосновый лес зеленомошный злаково-разнотравный в парке «Нефтяник», к1 — сосняк с подростом из березы и кедра кустарничково-зеленомошный вблизи базы отдыха «Беркут», к2 — сосняк с подростом из березы и сосны кустарничково-зеленомошный на повороте 26 км трассы Сургут — Лянтор, к3 — сосняк кустарничковый зеленомошно-ягельный на повороте 28 км трассы Сургут — Лянтор, к4 — сосновый лес с подростом из сосны и примесью березы чернично-бруснично-багульниковый мохово-лишайниковый за р. Малая Кучминская

Дендрограмма сходства видового разнообразия микромицетов коры сосны сосновых фитоценозов парков г. Сургута и контрольных участков Сургутского района представлена на рисунке 3.

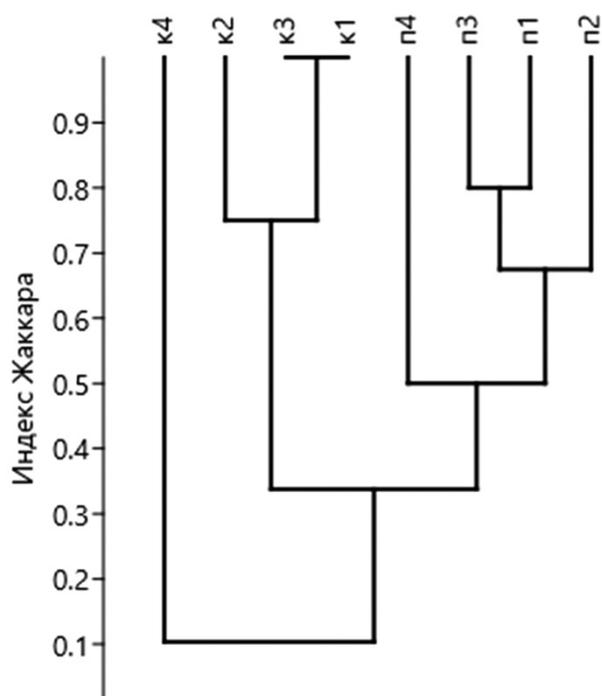


Рис. 3. Дендрограмма сходства видового разнообразия микромицетов коры сосны сосновых фитоценозов парков г. Сургута и контрольных участков Сургутского района

Таблица 1

Пространственная частота встречаемости видов микромицетов коры сосны в сосновых лесах парков г. Сургута и контрольных участках Сургутского района, %

Вид микромицета	Общая средняя частота встречаемости, %	Парки г. Сургута				Контрольные участки Сургутского района			
		п1	п2	п3	п4	к1	к2	к3	к4
<i>Trichoderma harzianum</i>	77,5 п – 75 к – 80	100	100		100	100	40	100	80
<i>T. viride</i>	22,5			100	40		40		
<i>T. atroviride</i>	5								40
<i>Penicillium verrucosum</i>	12,5					20	60	20	
<i>P. cyclopium</i>	12,5								100
<i>Neurospora dictyophora</i>	72,5 п – 75 к – 70	60	100	60	80	100	80	100	
<i>N. tetraspora</i>	7,5								60
<i>Mucor plumbeus</i>	50 п – 100 к – 0	100	100	100	100				
<i>Rhizopus stolonifer</i>	15	60	40	20					
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	12,5	100							
<i>Daldinia nemorosa</i>	12,5								100

Вид микромицета	Общая средняя частота встречаемости, %	Парки г. Сургута				Контрольные участки Сургутского района			
		п1	п2	п3	п4	к1	к2	к3	к4
<i>Mycelia sterilia</i> (светлоокрашенный мицелий)	2,5								20
<i>Mycelia sterilia</i> (темноокрашенный мицелий)	7,5								60

Примечание: для часто встречающихся видов микромицетов с показателями общей средней частоты встречаемости 50—77,5% приведены значения общей средней частоты встречаемости (%) в парках (п) и на контрольных сосняках (к).

В составе комплексов микромицетов коры сосны всех изученных территорий выявлены виды рода *Trichoderma*: *T. harzianum*, *T. viride* и *T. atroviride* (рис. 2, табл. 1). Выделенные виды рода *Trichoderma* — довольно распространенные сапротрофы, космополиты, обитают в почве, на мертвой древесине и растительных остатках [2, с. 459, 460—461; 25; 37, р. 482]. *T. viride* встречается также на коре, в почвенной подстилке сосны обыкновенной и других хвойных пород деревьев, вид известен в качестве деструктора полимеров [2, с. 459; 13, с. 301; 37, р. 487]. Грибы рода *Trichoderma* — известные антагонисты фитопатогенных грибов [3, с. 69; 6; 8; 31; 37]. *T. harzianum*, *T. atroviride* и *T. viride* являются микопаразитами космополита-полифага *Rhizoctonia solani*, известного в качестве возбудителя болезней картофеля (парши) [3, с. 68, 77, 78; 37, р. 463, 482]. *T. viride* и *T. atroviride* также подавляют рост *Botrytis cynerea* — возбудителя плодовой гнили клубники и винограда [3, с. 78; 37, р. 114]. *T. harzianum* проявляет антагонизм в отношении возбудителя белой гнили *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary и возбудителей фузариоза дыни *F. oxysporum* f. *melonis* W. C. Snyder & H. N. Hansen и хлопчатника *F. oxysporum* f. *vasinfectum* (G. F. Atk.) W. C. Snyder & H. N. Hansen (= *F. oxysporum* Schltdl.) [3, с. 73, 82; 35; 52], некоторые штаммы являются антагонистами возбудителя кандидоза кожи и слизистых оболочек *Candida albicans* (C. P. Robin) Berkhout [26, с. 88; 37, р. 482]. Кроме подавления корневых гнилей активные штаммы *T. harzianum* способны стимулировать рост и развитие каллусов злаковых и хвойных древесных растений семейства Сосновые (*Pinaceae*) — лиственницы даурской (*L. gmelinii* (Rupr.) Rupr.), сосны сибирской (*P. sibirica* Du Tour), кедрового стланика (*P. pumila* (Pall.) Regel) и сосны обыкновенной (*P. sylvestris*), а также активизировать энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной (*P. sylvestris*) и лиственницы сибирской (*L. sibirica* Ledeb.) в результате синтеза индолилуксусной кислоты [6; 9; 30].

В микоценозах коры сосны в парке «Нефтяник» и в контрольном сосняке на повороте 26 км трассы Сургут — Лянтор выявлено по два вида рода *Trichoderma* — *T. harzianum* и *T. viride* (рис. 2, табл. 1). Представители рода *Trichoderma* обильны в парках и составляют 35—52% от общего количества выделенных грибов, в контрольном сосновом лесу на повороте 28 км трассы Сургут — Лянтор обилие *T. harzianum* составило 35% (рис. 2). Вид *T. harzianum* отличался разнообразием выделенных штаммов — обнаружено 14 штаммов, 7 из которых выделены из образцов коры сосны контрольного сосняка за р. Малая Кучеминская. *T. harzianum* отсутствует в сосновом лесу парка «Кедровый Лог»,

в котором со 100%-ной пространственной частотой встречаемости выделен вид *T. viride*, который также присутствует на коре сосны в парке «Нефтяник» и контрольном сосняке на повороте 26 км трассы Сургут — Лянтор с пространственной частотой встречаемости 40% (табл. 1). Только в контрольном сосняке за р. Малая Кучеминская обнаружен вид *T. atroviride* с пространственной частотой встречаемости 40% (табл. 1).

Таким образом, в комплексах микромицетов коры сосны исследуемых территорий доминирует вид *T. harzianum* — обнаружен в семи сосняках из восьми с общей средней пространственной частотой встречаемости 77,5% (табл. 1), редко встречается вид *T. viride* — выявлен в трех сосняках из восьми с общей средней пространственной частотой встречаемости 22,5% (табл. 1), случайным является вид *T. atroviride* — обнаружен в одном сосняке из восьми с общей средней пространственной частотой встречаемости 5% (табл. 1).

На коре сосны всех исследованных сосняков встречаются виды рода *Neurospora* — *N. dictyophora* и *N. tetraspora*. Вид *N. dictyophora* выделен во всех сосняках, кроме контрольного соснового леса за р. Малая Кучеминская. Пространственная частота встречаемости *N. dictyophora* в исследованных сосняках составила 60—100% (табл. 1), обилие — 8—18% (рис. 2), а в контрольном сосняке на повороте 28 км трассы Сургут — Лянтор обилие вида достигло максимального значения — 61% (рис. 2). В сосновом лесу за р. Малая Кучеминская выделен вид *N. tetraspora* с пространственной частотой встречаемости 60% и обилием 2% (рис. 2, табл. 1). Таким образом, вид *N. dictyophora* выявлен на коре сосны в семи сосняках из восьми с общей средней пространственной частотой встречаемости 72,5%, вид *N. tetraspora* обнаружен в одном сосновом лесу из восьми с аналогичным показателем — 7,5% (табл. 1). Согласно литературным данным, виды рода *Neurospora* распространены по всему миру, большинство являются сапротрофами, выделяются из почвы, навоза, подстилки, древесины и других растительных остатков [37, р. 237; 41, р. 1119, 1124—1139]. Некоторые виды рода *Neurospora* являются антагонистами фитопатогенных грибов [50, р. 407].

С поверхности коры сосны контрольных территорий выделены виды рода *Penicillium* — *P. verrucosum* и *P. cyclopium*, которые, согласно литературным данным, распространены в регионах с умеренным климатом, являются продуцентами микотоксинов, могут проявлять фитотоксичность и вызывать микотоксикозы животных [39, р. 305, 377; 40, р. 90, 162]. Виды *P. cyclopium* и *P. verrucosum* известны также как деструкторы полимеров с высокой ферментативной активностью [13, с. 220, 253]. *P. cyclopium* выделен с коры сосны контрольного соснового леса за р. Малая Кучеминская со 100% пространственной частотой встречаемости и обилием 63%, в сосняках остальных контрольных фитоценозов был обнаружен *P. verrucosum* с пространственной частотой встречаемости 20—60% и обилием 4—66%, высокие показатели обилия — 65% и пространственной частоты встречаемости — 60% *P. verrucosum* имеет в контрольном сосняке на повороте 26 км трассы Сургут — Лянтор (рис. 2, табл. 1). Согласно показателям общей средней пространственной частоты встречаемости оба вида рода *Penicillium* имеют одинаковые значения — 12,5% (табл. 1).

В микоценозах коры сосны парков г. Сургута присутствуют зигомицеты семейства Мукоровые (Mucoraceae) *M. plumbeus* и *R. stolonifer*, которые отсутствуют в контрольных сосняках (рис. 2; табл. 1). *M. plumbeus* является доминирующим микромицетом микобиоты коры сосны исследованных парков — пространственная частота встречаемости составляет 100% (табл. 1), а обилие — 21—41% (рис. 2). *R. stolonifer* обнаружен на коре сосны парков «За Саймой», «Энергетиков», «Кедровый Лог» с обилием 2—15% и пространственной частотой встречаемости 20—60% (рис. 2, табл. 1). *M. plumbeus* — кос-

мополит, сапротроф, распространен в почве, на растительных остатках, коре деревьев (бук), часто вызывает порчу семян и мясистых частей различных растений [21, с. 109; 37, р. 299], выделяется часто как контаминант из воздуха помещений и продуктов питания [39, р. 42], встречается часто на полимерных материалах [13, с. 191]. Представители рода *Rhizopus* — сапротрофы, развиваются в почве, на гниющих растительных субстратах [21, с. 175]. *R. stolonifer* — сапротроф, космополит, встречается в лесных и окультуренных почвах, на растительных остатках, в воздухе помещений и на продуктах питания [37, р. 429; 39, р. 52].

В составе комплекса микромицетов коры сосны парка «За Саймой» со 100% пространственной частотой встречаемости и обилием 21% (рис. 2, табл. 1) выделен вид *F. sporotrichioides* — распространенный почвенный микромицет, космополит, согласно литературным данным, может расти при низких температурах и может быть выделен из перезимовавшего под снегом зерна и других растительных субстратов [48, р. 257], является продуцентом микотоксинов [37, р. 232; 48, р. 257], в связи с чем может являться причиной токсического агранулоцитоза человека при употреблении в пищу зараженных круп [26, с. 204], также обладает патогенностью в отношении хвойных деревьев [37, р. 231—232; 42, р. 132]; совместно с другими фитопатогенами (в составе комплекса) является возбудителем инфекционного полегания сеянцев хвойных в лесопитомниках Средней Сибири, в почвах которых является доминантным видом [8]. *F. sporotrichioides* выделен только в сосняке парка «За Саймой», в котором в связи с высоким показателем пространственной частоты встречаемости (100%) является доминирующим, в составе комплексов коры сосны остальных исследованных территорий данный вид отсутствует (рис. 2, табл. 1).

С поверхности коры сосны контрольного соснового леса за р. Малая Кучеминская выделен вид *D. nemorosa* со 100%-ной пространственной частотой встречаемости и обилием 8% (табл. 1, рис. 2). В остальных сосняках данный вид отсутствует (табл. 1, рис. 2). Согласно литературным данным, представители рода *Daldinia* — сапротрофы, встречаются в почве и на древесных субстратах [36, р. 1, 3; 51, р. 99]. Только на коре сосны контрольного соснового леса за р. Малая Кучеминская выделены изоляты со светло- и темноокрашенным мицелием группы *Mycelia sterilia*.

Анализируя полученные результаты, можно выделить следующие особенности микобиоты коры сосны изученных территорий. В структуре комплексов микромицетов коры сосны сосняков парков г. Сургута и контрольных участков Сургутского района доминируют виды *T. harzianum* и *N. dictyophora* с показателями общей средней пространственной частоты встречаемости 77,5 и 72,5% соответственно (табл. 1). В комплексах микромицетов коры сосны контрольных участков также доминируют виды *T. harzianum* и *N. dictyophora* с показателями общей средней пространственной частоты встречаемости 80 и 70% соответственно (табл. 1). Состав доминантов комплексов микромицетов коры сосны парков несколько шире и включает наряду с видами *T. harzianum* и *N. dictyophora* зигомицеты *M. plumbeus*, которые имеют показатели общей средней пространственной частоты встречаемости в 75, 75 и 100% соответственно (табл. 1). Согласно литературным данным, виды рода *Trichoderma* входят в состав комплексов эпифитных микромицетов хвои сосны обыкновенной *P. sylvestris* [28], а также постоянно присутствуют в микоценозах фоновых подзолистых почв [32], ризосфере сосны [20, с. 141], являются типичными сапротрофными микромицетами лесной подстилки [20, с. 140]. Преобладание видов рода *Trichoderma* в микоценозах почвенной подстилки данных лесопарковых территорий установлено нами в ранее проведенных исследованиях [14—16] и подтверждает возможную контаминацию коры этими микромицетами. Таким образом, доминирование видов рода

Trichoderma в составе комплексов микромицетов коры сосны изученных лесопарковых и контрольных территорий коррелирует с результатами ранее проведенных исследований почвенной микобиоты данных лесопарковых территорий [14—16], а также с литературными данными состава комплексов микромицетов хвои сосны и почвенной подстилки подзолистых почв [20; 28; 32].

Согласно литературным данным, в почвах лесопарковых территорий под влиянием антропогенного фактора увеличивается доля фитопатогенных видов рода *Fusarium* [17]. В ходе исследований установлено наличие в числе доминантов наряду с сапротрофами фитопатогена и токсинообразователя *F. sporotrichioides* в комплексе микромицетов коры сосновых насаждений парка «За Саймой». Это может свидетельствовать о некотором фитосанитарном неблагополучии данного фитоценоза в связи с патогенностью данного вида в отношении хвойных деревьев [8; 37, р. 231—232; 42, р. 132]. В связи с этим актуальны дальнейшие исследования комплексов эпифитных микромицетов коры и хвои сосны, а также почвенной микобиоты сосняков парков г. Сургута в динамике с целью экологического мониторинга данных территорий, так как микроскопические грибы выступают биоиндикаторами экологического состояния фитоценозов.

В составе комплексов микромицетов коры сосны контрольных сосняков Сургутского района обильны виды рода *Penicillium*, которые, согласно литературным данным, доминируют в фоновых подзолистых почвах умеренных широт [22, с. 167; 32] и могли быть привнесены в виде спор на кору деревьев из почвенной подстилки. В комплексах эпифитных микроскопических грибов коры сосны парков микромицеты рода *Penicillium* отсутствуют (рис. 2, табл. 1), однако, согласно результатам ранее проведенных исследований, виды *Penicillium* присутствовали в микоценозах верхнего слоя подстилки этих же территорий [14].

Микобиота коры сосны контрольного сосняка за р. Малая Кучеминская имеет заметные отличия видового состава от остальных исследованных территорий (рис. 2, табл. 1). Только в сосняке за р. Малая Кучеминская обнаружены сапротрофы *D. nemorosa* и представители группы *Mycelia sterilia*, а также сапротрофы *T. atroviride*, *P. cyclopium* и *N. tetraspora* (рис. 2, табл. 1).

В целом при обработке 400 образцов коры сосны из 8-ми сосновых фитоценозов выделен 41 штамм 11-ти видов 7-ми родов микроскопических грибов, что указывает на бедность видового состава микобиоты коры сосны. В результате ранее проведенных исследований почвенной микобиоты этих же парков г. Сургута комплексы микромицетов почвенной подстилки также не отличались большим видовым разнообразием [14; 15]. Мы предполагаем, что для выявления максимального видового разнообразия комплексов микромицетов коры сосны необходимо применение комплекса методик по выделению изолятов микроскопических грибов как с поверхности — эпифитных, так и из толщи образцов коры — эндифитных. Данная задача может быть решена в перспективе, в ходе дальнейших исследований.

На дендрограмме сходства видового разнообразия комплексов микромицетов коры сосны исследуемые участки сгруппированы в три блока — микромицеты коры сосны парков, контрольных участков, контрольного соснового леса за р. Малая Кучеминская. Комплексы микромицетов коры сосны сосновых фитоценозов парков «За Саймой» и «Кедровый Лог» по видовому разнообразию имеют заметное сходство, микобиота коры сосны соснового леса парка «Энергетиков» отличается от них, а более заметные отличия от микоценозов коры сосны указанных парков имеет микобиота коры сосны соснового леса парка «Нефтяник» (рис. 3). Территориально ближе друг к другу парки «За Саймой» и «Энергетиков», «Кедровый Лог» и «Нефтяник» (рис. 1). Парки «За Саймой» и «Ке-

дровый Лог» занимают каждый довольно большую территорию и представляют собой участки некогда естественного лесного массива, измененного человеком. Парки «Энергетиков» и «Нефтяник» гораздо меньше по площади, предположительно, антропогенное влияние в них выражено сильнее, что связано с близким расположением автодороги и остановками общественного автотранспорта. Участки некогда естественного соснового леса в парках «За Саймой» и «Кедровый Лог» ближе друг к другу по видовой структуре комплексов микромицетов коры сосны, чем такие же участки соснового леса, но с более заметным (ввиду меньшей площади) антропогенным влиянием в парках «Энергетиков» и «Нефтяник». Как говорилось выше, антропогенный фактор присутствует не только в парках, но также не исключен и в контрольных сосняках. Согласно нашим наблюдениям, антропогенное влияние сильнее выражено в контрольных сосняках вблизи базы отдыха Беркут, на 26 и 28 км трассы Сургут — Лянтор и менее заметно в сосняке за р. Малая Кучеминская. Этим можно объяснить особенности графика — дендрограммы сходства видового разнообразия комплексов микромицетов коры сосны исследованных территорий (рис. 3).

Заключение

1. Микобиота коры сосны сосняков парков г. Сургута и контрольных участков Сургутского района содержит 11 видов почвенных микроскопических грибов 7 родов: *Daldinia*, *Fusarium*, *Mucor*, *Neurospora*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Rhizopus*. Большинство выделенных видов являются сапротрофами. Небольшое количество видов в комплексах микромицетов коры сосны коррелирует с результатами ранее проведенных исследований микобиоты почвенной подстилки данных территорий. Для выявления максимального видового разнообразия микромицетов коры сосны необходимо применение комплекса методик по выделению изолятов микроскопических грибов как с поверхности (эпифитов), так и из толщи коры (эндофитов).

2. В комплексах микромицетов коры сосны контрольных и лесопарковых территорий доминируют виды *T. harzianum* и *N. dictyophora*. Состав доминантных микромицетов коры сосны парков включает также вид *M. plumbeus*.

3. Микобиота коры сосны парков г. Сургута содержит 6 видов микромицетов. В комплексах микромицетов коры сосны парков выделены зигомицеты *M. plumbeus* и *R. stolonifer*, которые отсутствуют в контрольных сосняках. В микоценозе коры сосны парка «За Саймой» в числе доминантов обнаружен потенциальный патоген хвойных деревьев *F. sporotrichioides*, что может свидетельствовать о некотором фитосанитарном неблагополучии данного фитоценоза.

4. Микобиота коры сосны контрольных сосняков разнообразнее таковой в парках и содержит 8 видов микроскопических грибов, а также изоляты группы *Mycelia sterilia*. В структуре комплексов микромицетов коры сосны контрольных территорий обильны виды рода *Penicillium* — *P. verrucosum* и *P. cyclopium*. Последние являются продуцентами микотоксинов и могут выступать условными патогенами человека. В составе микобиоты коры сосны контрольного сосняка за р. Малая Кучеминская обнаружены сапротрофы *D. nemorosa* и изоляты группы *Mycelia sterilia*, которые отсутствуют в комплексах микромицетов коры сосны остальных сосняков.

5. Из 11 выделенных видов микроскопических грибов коры сосны три вида являются продуцентами микотоксинов и в связи с этим могут выступать условными патогенами человека (*P. verrucosum* и *P. cyclopium*) и фитопатогенами в отношении хвойных (*F. sporotrichioides*).

6. Согласно результатам кластерного анализа комплексы микромицетов коры сосны по сходству видового состава сгруппированы в три блока — микромицеты коры сосны

парков, контрольных участков, контрольного соснового леса за р. Малая Кучеминская. Предположительно, это связано с влиянием антропогенного фактора, выраженного сильнее в парках — местах отдыха горожан, слабее — в контрольных лесах, используемых для сбора дикоросов. В контрольном сосняке за р. Малая Кучеминская антропогенное влияние почти не заметно, но не исключено.

Перспективным является продолжение исследований комплексов эпифитных микромицетов не только коры, но и хвои сосны, а также эндофитных микромицетов этих же местообитаний с дальнейшим изучением почвенной микобиоты сосновых лесов г. Сургута и Сургутского района с целью комплексной экологической оценки данных территорий в динамике.

Список источников

1. Александрова А. В. Почвообитающие микроскопические грибы: география и экология : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2013. 51 с.
2. Александрова А. В., Великанов Л. Л., Сидорова И. И. Ключ для определения видов рода *Trichoderma* // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40, вып. 6. С. 457—468.
3. Алимова Ф. К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma*. Казань : Казан. гос. ун-т им. В. И. Ульянова-Ленина, 2006. 209 с.
4. Бакаева М. Д., Климина И. П., Киреева Н. А., Дубовик И. Е. Влияние условий городской экосистемы на аэрофильные микроскопические грибы древесной коры // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 2 (108). С. 111—113.
5. Благовещенская Е. Ю. Методы выявления грибов филлопланы // Биотические связи грибов: мосты между царствами : материалы VII Всерос. микологической школы-конференции с междунар. участием. 2—8 августа 2015 г., Москва / отв. ред. М. Ю. Дьяков. М. : ЗБС МГУ, 2015. С. 5—9.
6. Бондарь П. Н. Штаммы грибов рода *Trichoderma* (Pers.: Fr.) как основа для создания биопрепаратов защиты растений и получения кормовых добавок : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2011. 22 с.
7. Великанов Л. Л., Сидорова И. И., Успенская Г. Д. Полевая практика по экологии грибов и лишайников. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980. 112 с.
8. Громовых Т. И. Фитопатогенные микромицеты семян хвойных в Средней Сибири: Видовой состав, экология, биологический контроль : дис. ... д-ра биол. наук. Красноярск, 2002. 362 с.
9. Громовых Т. И., Садыкова В. С., Алимова Ф. К. Микромицеты рода *Trichoderma* Pers.: Научное обоснование использования в технологиях агропромышленного комплекса. М. : МГУПП, 2014. 189 с.
10. Зеленская М. С., Сидельникова М. В., Панова Е. Г., Паутов А. А., Крылова Е. Г., Пагода Я. О., Власов Д. Ю. Грибы филлопланы в городской среде // Биосфера. 2017. Т. 9, № 2. С. 136—151. DOI: 10.24855/BIOSFERA.V9I2.353.
11. Каневская И. Г. Биологическое повреждение промышленных материалов. Л. : Наука, 1984. 232 с.
12. Лотова Л. И. Микроструктура коры основных лесобразующих лиственных деревьев и кустарников Восточной Европы. М. : КМК, 1998. 113 с.
13. Лугаускас А. Ю., Микульскене А. И., Шляужене Д. Ю. Каталог микромицетов — биодеструкторов полимерных материалов. М. : Наука, 1987. 340 с.
14. Мантрова М. В. Микобиота верхнего слоя подстилки сосняков парков г. Сургута в экологической оценке антропогенного влияния на данные территории // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 2. С. 66—77. DOI: 10.17816/snv2021102109.
15. Мантрова М. В. Почвенная микобиота сосняка парка «За Саймой» г. Сургута // Безопасный Север — чистая Арктика : сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Сургут : СурГУ, 2023. С. 179—182.
16. Мантрова М. В. Сезонная динамика численности штаммов рода *Trichoderma* в структуре почвенных микоценозов сосняков парков города Сургута // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Керчь, 27—30 мая 2020). Симферополь : Ариал, 2020. С. 146—153.
17. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М. : Медицина для всех, 2005. 196 с.
18. Методы почвенной микробиологии и биохимии : учеб. пособие / под ред. Д. Г. Звягинцева. М. : Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
19. Методы экспериментальной микологии : справочник / И. А. Дудка [и др.] ; под ред. В. И. Билай. Киев : Наукова думка, 1982. 550 с.

20. Микробиоты почв / под ред. В. И. Билай. Киев : Наукова думка, 1984. 264 с.
21. Милько А. А. Определитель мукогельных грибов. Киев : Наукова думка, 1974. 304 с.
22. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология : учеб. М. : Изд-во МГУ, 1988. 220 с.
23. Неверова О. А., Цандекова О. Л. Изучение терпеновой фракции эфирного масла хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в условиях породного отвала Кедровского угольного разреза // Химия растительного сырья. 2017. № 2. С. 101—106. DOI: 10.14258/jcprn.2017021571.
24. Овчинникова Т. А., Кремс Е. В., Корчиков Е. С. Сезонная динамика микобиоты листовой поверхности древесных растений городской среды // Вестник Самарского государственного университета. 2013. № 6 (107). С. 188—195.
25. Садыкова В. С., Кураков А. В., Лихачев А. Н. Грибы рода *Trichoderma* Средней Сибири: видовой состав и использование в биотехнологии // Биоразнообразие и экология грибов и грибоподобных организмов Северной Евразии : материалы Всерос. конф. с междунар. участием (Екатеринбург, 20—24 апреля 2015 г.). Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2015. С. 217—219.
26. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов : пер. с англ. М. : Мир, 2001. 486 с.
27. Сенашова В. А. Эпифитная микрофлора и заболевания хвои у древесных видов Средней Сибири // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2009. № 6. С. 84—88.
28. Сенашова В. А., Громовых Т. И., Сорокин Н. Д. Эпифитная микрофлора здоровой и пораженной хвои древесных пород Средней Сибири // Лесоведение. 2012. № 4. С. 24—30.
29. Смирнов В. Ф., Кузьмин Д. А., Смирнова О. Н., Трофимов А. Н. Действие терпеноидов на физиолого-биохимическую активность грибов-деструкторов промышленных материалов // Химия растительного сырья. 2002. № 4. С. 29—33.
30. Третьякова И. Н., Садыкова В. С., Носкова Н. Е., Бондарь П. Н., Гайдашева И. И., Громовых Т. И., Иваницкая А. С., Ижболдина М. В., Барсукова А. В. Ростстимулирующая активность штаммов родов *Streptomyces* и *Trichoderma* и перспективы их использования для микрোকлонального размножения хвойных // Биотехнология. 2009. № 1. С. 39—44.
31. Ушанова В. М., Заика Н. А., Громовых Т. И. Альтернативные пути использования коры хвойных в различных технологиях // Химия и химическая технология. 2006. Т. 49, № 5. С. 72—77.
32. Хабибулина Ф. М., Кузнецова Е. Г., Васенева И. З. Микробиоты подзолистых почв в подзоне средней тайги на северо-востоке европейской части России // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1228—1234.
33. Царелунга А. А., Благовещенская Е. Ю. Филлоплана как местообитание грибов // Журнал общей биологии. 2023. Т. 84, № 4. С. 263—278. DOI: 10.31857/S0044459623040073.
34. Шепелева Л. Ф., Шепелев А. И., Самойленко З. А. [и др.]. Почвы и растительность центральной части таежной зоны Западной Сибири (в пределах Ханты-Мансийского автономного округа) : учеб. пособие. Сургут : ИЦ СурГУ, 2010. 104 с.
35. Chunbo D., Zhang Z., Shao Q., Yao T., Liang Z., Han Y. Mycobiota of *Eucommia ulmoides* bark: Diversity, rare biosphere and core taxa // Fungal Ecology. 2021. Vol. 53, N 8. Art. 101090. DOI: 10.1016/j.funeco.2021.101090.
36. Davey M. L. *Annellosporium nemorosum* gen. et sp. nov., an annellidic anamorph with phylogenetic affinities to the genus *Daldinia* (Xylariales) // Karstenia. 2010. Vol. 50, N 1. P. 1—10. DOI: 10.29203/ka.2010.436.
37. Domsch K. H., Gams W., Anderson T.-H. Compendium of soil Fungi. München : Academic Press, 2007. 672 p.
38. Falconi C. J., Mendgen K. Epiphytic fungi on apple leaves and their value for control of the postharvest pathogens *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena* and *Penicillium expansum* // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 1994. Bd. 101, Heft 1. S. 38—47.
39. Food and Indoor fungi / R. A. Samson, J. Houbraken, U. Thrane, J. C. Frisvad, B. Andersen. Utrecht (The Netherlands) : CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010. 390 p.
40. Frisvad J. C., Samson R. A. *Penicillium* subgenus *Penicillium*: new taxonomic schemes and mycotoxins and other extrolites // Studies in Mycology. 2004. N 49. P. 1—251.
41. Garcia D., Stchigel A. M., Cano J., Guarro J., Hawksworth D. L. A synopsis and re-circumscription of *Neurospora* (syn. *Gelasinospora*) based on ultrastructural and 28S rDNA sequence data // Mycological Research. 2004. Vol. 108, N 10. P. 1119—1142. DOI: 10.1017/S0953756204000218.
42. Gerlach W., Nirenberg H. The Genus *Fusarium*: a pictorial atlas. Berlin, Hamburg : Parey, 1982. 406 p.
43. Guarro J., Gené J., Stchigel A. M., Figueras M. J. Atlas of Soil Ascomycetes. Utrecht, the Netherlands, 2012. 486 p. (CBS Biodiversity Series. Vol. 10).
44. Hammer Ø., Harper D. A. T. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4, N 1. P. 1—9. URL: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

45. Hudson H. J. The development of the saprophytic flora as leaves senesce and fall // Ecology of leaf surface microtissueisms / ed. by T. F. Preece and G. H. Dichinson. New York : Academic Press, 1971. P. 447—455.
46. Index Fungorum. URL: <https://indexfungorum.org> (дата обращения: 31.07.2024).
47. Kharwar R. N., Gond S. K., Kumar A., Mishra A. A comparative study of endophytic and epiphytic fungal association with leaf of *Eucalyptus citriodora* Hook., and their antimicrobial activity // World Journal Microbiology and Biotechnology. 2010. Vol. 26, N 11. P. 1941—1948. DOI: 10.1007/s11274-010-0374-y.
48. Leslie J. F., Summerell B. A. The *Fusarium* Laboratory Manual. Ames (USA), Carlton, (Australia) : Blackwell Publishing, 2006. 416 p.
49. Mycobank Database. Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks. URL: <https://www.mycobank.org> (дата обращения: 31.07.2024).
50. Piasai O., Sudsanguan M. Morphological study of *Gelasinospora* from dung and antagonistic effect against plant pathogenic fungi in vitro // Agriculture and Natural Resources. 2018. Vol. 52. P. 407—411.
51. Stadler M., Laessøe T., Fournieret J. [et al.]. A polyphasic taxonomy of *Daldinia* (*Xylariaceae*) // Studies in Mycology. 2014. Vol. 77. P. 1—143.
52. Wang Y., Guo L.-D. A comparative study of endophytic fungi in needles, bark, and xylem of *Pinus tabulaeformis* // Canadian Journal of Botany. 2007. Vol. 85. P. 911—917.

References

1. Aleksandrova A. V. *Pochvoobitayushchie mikroskopicheskie griby: geografiya i ekologiya: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk* [Soil-dwelling microscopic fungi: geography and ecology. Abstr. Dr. Dis.]. Moscow, 2013. 51 p. (In Russian)
2. Aleksandrova A. V., Velikanov L. L., Sidorova I. I. Klyuch dlya opredeleniya vidov roda *Trichoderma* [Key to the species of the genus *Trichoderma*]. *Mikologiya i fitopatologiya — Mycology and Phytopathology*, 2006, vol. 40, iss. 6, pp. 457—468. (In Russian)
3. Alimova F. K. *Promyshlennoe primeneniye gribov roda Trichoderma* [Industrial applications of fungi of genus *Trichoderma*]. Kazan, Kazan. gos. un-t im. V. I. Ul'yanova-Lenina Publ., 2006. 209 p. (In Russian)
4. Bakaeva M. D., Klimina I. P., Kireeva N. A., Dubovik I. E. Vliyanie uslovii gorodskoi ekosistemy na aerofil'nye mikroskopicheskie griby drevesnoi kory [The effect of urban ecosystem conditions on aerophilic microscopic fungi of tree bark]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta — Vestnik of the Orenburg State University*, 2010, no. 2 (108), pp. 111—113. (In Russian)
5. Blagoveshchenskaya E. Yu. Metody vyyavleniya gribov filloplany [Methods for identifying phylloplane fungi]. *Bioticheskie svyazi gribov: mosty mezhdru tsarstvami: materialy VII Vseros. mikologicheskoi shkoly-konferentsii s mezhdunar. uchastiem. 2—8 avgusta 2015 g., Moskva* [Biotic connections of fungi. Bridges between kingdoms. Proceed. of the VII All-Russia mycological school-conference with internat. participation. Aug. 2—8, 2015, Moscow]. Moscow, ZBS MGU Publ., 2015, pp. 5—9. (In Russian)
6. Bondar' P. N. *Shtammy gribov roda Trichoderma (Pers.: Fr.) kak osnova dlya sozdaniya biopreparatov zashchity rastenii i polucheniya kormovykh dobavok: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Strains of fungi of genus *Trichoderma* (Pers.: Fr.) as a basis for creating biopreparations for plant protection and obtaining feed additives. Abstr. Cand. Dis.]. Moscow, 2011. 22 p. (In Russian)
7. Velikanov L. L., Sidorova I. I., Uspenskaya G. D. *Polevaya praktika po ekologii gribov i lishainikov* [Field practice in the ecology of fungi and lichens]. Moscow, Mosk. un-t Publ., 1980. 112 p. (In Russian)
8. Gromovykh T. I. *Fitopatogennyye mikromitsety seyantsev khvoynykh v Srednei Sibiri: Vidovoi sostav, ekologiya, biologicheskii kontrol': dis. ... d-ra biol. nauk* [Phytopathogenic micromycetes of conifer seedlings in Central Siberia. Species composition, ecology, biological control. Dr. Dis.]. Krasnoyarsk, 2002. 362 p. (In Russian)
9. Gromovykh T. I., Sadykova V. S., Alimova F. K. *Mikromitsety roda Trichoderma Pers.: Nauchnoe obosnovanie ispol'zovaniya v tekhnologiyakh agropromyshlennogo kompleksa* [Micromycetes of genus *Trichoderma* Pers.: Scientific substantiation of use in agro-industrial technologies]. Moscow, MGUPP Publ., 2014. 189 p. (In Russian)
10. Zelenskaya M. S., Sidel'nikova M. V., Panova E. G., Pautov A. A., Krylova E. G., Pagoda Ya. O., Vlasov D. Yu. Griby filloplany v gorodskoi srede [Phylloplane fungi in the urban environment]. *Biosfera*, 2017, vol. 9, no. 2, pp. 136—151. DOI: 10.24855/BIOSFERA.V912.353. (In Russian)
11. Kanevskaya I. G. *Biologicheskoe povrezhdeniye promyshlennykh materialov* [Biological damage of industrial materials]. Leningrad, Nauka Publ., 1984. 232 p. (In Russian)
12. Lotova L. I. *Mikrostruktura kory osnovnykh lesoobrazuyushchikh listvennykh derev'ev i kustarnikov Vostochnoi Evropy* [Microstructure of bark of main forest-forming deciduous trees and shrubs of Eastern Europe]. Moscow, KMK Publ., 1998. 113 p. (In Russian)

13. Lugauskas A. Yu., Mikul'skene A. I., Shlyauzhene D. Yu. *Katalog mikromitsetov — biodestruktorov polimernykh materialov* [Catalog of micromycetes — biodestructors of polymeric materials]. Moscow, Nauka Publ., 1987. 340 p. (In Russian)
14. Mantrova M. V. Mikrobiota verkhnego sloya podstilki sosnyakov parkov g. Surguta v ekologicheskoi otsenke antropogennogo vliyaniya na dannye territorii [Mycobiota of the upper layer of pine forests litter in the parks of Surgut in the environmental assessment of anthropogenic impact on these territories]. *Samarskii nauchnyi vestnik — Samara Journal of Science*, 2021, vol. 10, no. 2, pp. 66—77. DOI: 10.17816/snv2021102109. (In Russian)
15. Mantrova M. V. Pochvennaya mikrobiota sosnyaka parka “Za Saimoi” g. Surguta [Soil mycobiota of the pine forest of the park “Za Saimoi” in Surgut]. *Bezopasnyi Sever — chistaya Arktika: sb. materialov V Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Safe North — Clean Arctic. Proceed. of the V All-Russia sci.-pract. conf. with internat. participation]. Surgut, SurGU Publ., 2023, pp. 179—182. (In Russian)
16. Mantrova M. V. Sezonnaya dinamika chislennosti shtammov roda *Trichoderma* v strukture pochvennykh mikotsenozov sosnyakov parkov goroda Surguta [Seasonal dynamics of the number of strains of genus *Trichoderma* in the structure of soil mycocenoses of pine forests of the parks of Surgut]. *Biologicheskoe raznoobrazie: izuchenie, sokhranenie, vosstanovlenie, ratsional'noe ispol'zovanie: materialy II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Kerch, 27—30 maya 2020)* [Biological diversity: study, conservation, restoration, rational use. Proceed. of the II Internat. sci.-pract. conf. (Kerch, May 27—30, 2020)]. Simferopol, Arial Publ., 2020, pp. 146—153. (In Russian)
17. Marfenina O. E. *Antropogennaya ekologiya pochvennykh gribov* [Anthropogenic ecology of soil fungi]. Moscow, Meditsina dlya vsekh Publ., 2005. 196 p. (In Russian)
18. *Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii: ucheb. posobie* [Methods of soil microbiology and biochemistry. Textbook]. Moscow, MGU Publ., 1991. 304 p. (In Russian)
19. Dudka I. A. (et al.) *Metody eksperimental'noi mikologii: spravochnik* [Methods of experimental mycology. Handbook]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1982. 550 p. (In Russian)
20. *Mikromitsety pochv* [Soil micromycetes]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1984. 264 p. (In Russian)
21. Mil'ko A. A. *Opredelitel' mukoral'nykh gribov* [Key of mucoral fungi]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1974. 304 p. (In Russian)
22. Mirchink T. G. *Pochvennaya mikologiya: ucheb.* [Soil mycology. Textbook]. Moscow, MGU Publ., 1988. 220 p. (In Russian)
23. Neverova O. A., Tsandekova O. L. Izuchenie terpenovoi fraktsii efirnogo masla khvoi sosny obyknovnoy (*Pinus sylvestris* L.), proizrastayushchei v usloviyakh porodnogo otvala Kedrovskogo ugol'nogo razreza [Research terpene fraction of essential oil of needles of scots pine (*Pinus sylvestris* L.), growing under waste dump Kedrovsky coal cut]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya — Chemistry of Plant Raw Material*, 2017, no. 2, pp. 101—106. DOI: 10.14258/jcprm.2017021571. (In Russian)
24. Ovchinnikova T. A., Krems E. V., Korchikov E. S. Sezonnaya dinamika mikrobioty listovoi poverkhnosti drevesnykh rastenii gorodskoi sredy [Seasonal dynamics of mycobiota of leaf surface of woody plants in urban environments]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta — Vestnik of Samara State University*, 2013, no. 6 (107), pp. 188—195. (In Russian)
25. Sadykova V. S., Kurakov A. V., Likhachev A. N. Griby roda *Trichoderma* Srednei Sibiri: vidovoi sostav i ispol'zovanie v biotekhnologii [Fungi of genus *Trichoderma* of Central Siberia: species composition and use in biotechnology]. *Bioraznoobrazie i ekologiya gribov i gribopodobnykh organizmov Severnoi Evrazii: materialy Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem (Ekaterinburg, 20—24 aprelya 2015 g.)* [Biodiversity and ecology of fungi and fungus-like organisms of Northern Eurasia. Proceed. of All-Russia conf. with internat. participation (Yekaterinburg, Apr. 20—24, 2015)]. Yekaterinburg, Ural'skii un-t Publ., 2015, pp. 217—219. (In Russian)
26. Satton D., Fotergill A., Rinal'di M. *Opredelitel' patogennykh i uslovno patogennykh gribov: per. s angl.* [Key of pathogenic and opportunistic fungi. Trans. from English]. Moscow, Mir Publ., 2001. 486 p. (In Russian)
27. Senashova V. A. Epifitnaya mikroflora i zabolovaniya khvoi u drevesnykh vidov Srednei Sibiri [Epiphytic microflora and diseases of needles in tree species of Central Siberia]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta — The Bulletin of KrasGAU*, 2009, no. 6, pp. 84—88. (In Russian)
28. Senashova V. A., Gromovykh T. I., Sorokin N. D. Epifitnaya mikroflora zdorovoi i porazhennoi khvoi drevesnykh porod Srednei Sibiri [Epiphytic microflora of sound and damaged needles in woody species of middle Siberia]. *Lesovedenie — Russian Journal of Forest Science*, 2012, no. 4, pp. 24—30. (In Russian)
29. Smirnov V. F., Kuz'min D. A., Smirnova O. N., Trofimov A. N. Deistvie terpenoidov na fiziologo-biokhimicheskuyu aktivnost' gribov-destruktorov promyshlennykh materialov [The effect of terpenoids on the physiological and biochemical activity of fungi-destructors of industrial materials]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya — Chemistry of Plant Raw Material*, 2002, no. 4, pp. 29—33. (In Russian)
30. Tretyakova I. N., Sadykova V. S., Noskova N. E., Bondar' P. N., Gaidasheva I. I., Gromovykh T. I., Ivanitskaya A. S., Izhboldina M. V., Barsukova A. V. Roststimuliruyushchaya aktivnost' shtammov rodov

Streptomyces i *Trichoderma* i perspektivy ikh ispol'zovaniya dlya mikroklonal'nogo razmnzheniya khvoinykh [Growth-stimulating activity of strains of the genera *Streptomyces* and *Trichoderma* and prospects for their use for microclonal propagation of conifers]. *Biotehnologiya*, 2009, no. 1, pp. 39—44. (In Russian)

31. Ushanova V. M., Zaika N. A., Gromovykh T. I. Al'ternativnye puti ispol'zovaniya kory khvoinykh v razlichnykh tekhnologiyakh [Alternative ways of using coniferous bark in various technologies]. *Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*, 2006, vol. 49, no. 5, pp. 72—77. (In Russian)

32. Khabibulina F. M., Kuznetsova E. G., Vaseneva I. Z. Mikromitsety podzolistykh pochv v podzone srednei taigi na severo-vostoke evropeiskoi chasti Rossii [Micromycetes in podzolic and bog-podzolic soils in the Middle taiga subzone of Northeastern European Russia]. *Pochvovedenie — Eurasian Soil Science*, 2014, no. 10, pp. 1228—1234. (In Russian)

33. Tsarelunga A. A., Blagoveshchenskaya E. Yu. Filloplana kak mestoobitanie gribov [Phylloplane as fungi habitat]. *Zhurnal obshchei biologii*, 2023, vol. 84, no. 4, pp. 263—278. DOI: 10.31857/S0044459623040073. (In Russian)

34. Shepeleva L. F., Shepelev A. I., Samoilenko Z. A. (et al.). *Pochvy i rastitel'nost' tsentral'noi chasti taezhnoi zony Zapadnoi Sibiri (v predelakh Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga): ucheb. posobie* [Soils and vegetation of the central part of the taiga zone of Western Siberia (within the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug). Textbook]. Surgut, ITs SurGU Publ., 2010. 104 p. (In Russian)

35. Chunbo D., Zhang Z., Shao Q., Yao T., Liang Z., Han Y. Mycobiota of *Eucommia ulmoides* bark: Diversity, rare biosphere and core taxa. *Fungal Ecology*, 2021, vol. 53, no. 8, art. 101090. DOI: 10.1016/j.funeco.2021.101090.

36. Davey M. L. *Annelosporium nemorosum* gen. et sp. nov., an annellidic anamorph with phylogenetic affinities to the genus *Daldinia* (Xylariales). *Karstenia*, 2010, vol. 50, no. 1, pp. 1—10. DOI: 10.29203/ka.2010.436.

37. Domsch K. H., Gams W., Anderson T.-H. *Compendium of soil Fungi*. München, Academic Press, 2007. 672 p.

38. Falconi C. J., Mendgen K. Epiphytic fungi on apple leaves and their value for control of the postharvest pathogens *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena* and *Penicillium expansum*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 1994, Bd. 101, Heft 1, S. 38—47.

39. Samson R. A., Houbraken J., Thrane U., Frisvad J. C., Andersen B. Food and Indoor fungi. Utrecht (The Netherlands), CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010. 390 p.

40. Frisvad J. C., Samson R. A. *Penicillium* subgenus *Penicillium*: new taxonomic schemes and mycotoxins and other extrolites. *Studies in Mycology*, 2004, no. 49, pp. 1—251.

41. Garcia D., Stchigel A. M., Cano J., Guarro J., Hawksworth D. L. A synopsis and re-circumscription of *Neurospora* (syn. *Gelasinospora*) based on ultrastructural and 28S rDNA sequence data. *Mycological Research*, 2004, vol. 108, no. 10, pp. 1119—1142. DOI: 10.1017/S0953756204000218.

42. Gerlach W., Nirenberg H. *The Genus Fusarium: a pictorial atlas*. Berlin, Hamburg, Parey, 1982. 406 p.

43. Guarro J., Gené J., Stchigel A. M., Figueras M. J. *Atlas of Soil Ascomycetes*. Utrecht, the Netherlands, 2012. 486 p. (CBS Biodiversity Series. Vol. 10).

44. Hammer Ø., Harper D. A. T. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 2001, vol. 4, no. 1, pp. 1—9. URL: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

45. Hudson H. J. The development of the saprophytic flora as leaves senesce and fall. *Ecology of leaf surface microtissueisms*. Ed. by T. F. Preece and G. H. Dichinson. New York, Academic Press, 1971, pp. 447—455.

46. *Index Fungorum*. Available at: <https://indexfungorum.org>. Accessed: 31.07.2024.

47. Kharwar R. N., Gond S. K., Kumar A., Mishra A. A comparative study of endophytic and epiphytic fungal association with leaf of *Eucalyptus citriodora* Hook., and their antimicrobial activity. *World Journal Microbiology and Biotechnology*, 2010, vol. 26, no. 11, pp. 1941—1948. DOI: 10.1007/s11274-010-0374-y.

48. Leslie J. F., Summerell B. A. *The Fusarium Laboratory Manual*. Ames (USA), Carlton, (Australia), Blackwell Publishing, 2006. 416 p.

49. *Mycobank Database. Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks*. Available at: <https://www.mycobank.org>. Accessed: 31.07.2024.

50. Piasai O., Sudsanguan M. Morphological study of *Gelasinospora* from dung and antagonistic effect against plant pathogenic fungi in vitro. *Agriculture and Natural Resources*, 2018, vol. 52, pp. 407—411.

51. Stadler M., Laessøe T., Fournieret J. (et al.). A polyphasic taxonomy of *Daldinia* (Xylariaceae). *Studies in Mycology*, 2014, vol. 77, pp. 1—143.

52. Wang Y., Guo L.-D. A comparative study of endophytic fungi in needles, bark, and xylem of *Pinus tabulaeformis*. *Canadian Journal of Botany*, 2007, vol. 85, pp. 911—917.

Информация об авторе

М. В. Мантрова — младший научный сотрудник Научно-образовательного центра института естественных и технических наук

Information about the author

M. V. Mantrova — Junior Researcher of Scientific and Educational Center of Institute of Natural and Technical Sciences

Статья поступила в редакцию 28.05.2024; одобрена после рецензирования 02.10.2024; принята к публикации 20.11.2024

The article was submitted 28.05.2024; approved after reviewing 02.10.2024; accepted for publication 20.11.2024