

УДК 581.526+582.284.3

Светлой памяти ученого и учителя
Кутафьевой Натальи Петровны
посвящается

МАКРОМИЦЕТЫ БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

О. Е. Крючкова

Сибирский федеральный университет
660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

E-mail: ivyry@mail.ru

Поступила в редакцию 19.04.2022 г.

Представлены результаты многолетних исследований таксономического разнообразия и эколого-трофических особенностей микобиоты городских березовых лесов Красноярска, подвергающихся средней степени рекреационной нагрузки. Выявлено 234 вида макромицетов, из них только менее половины встречаются регулярно, большая часть – редко или единично. Основную часть богатой одновидовыми таксонами микобиоты составляют грибы порядка Agaricales Underw., по числу видов в семейственном спектре лидируют семейства Russulaceae Lott., Agaricaceae Chevall. и Inocybaceae Jülich. В родовом спектре преобладают *Russula* Pers., *Inocybe* (Fr.) Fr. и *Mycena* (Pers.) Roussel. В эколого-трофической структуре микобиоты доминируют ксилотрофы, микоризообразователи и гумусовые сапротрофы. Широко специализированные ксилосапротрофы преобладают над ксилопаразитами, которые редко выявляются на живых деревьях. В числе микоризообразователей высока доля представителей семейств Russulaceae и Inocybaceae. Среди гумусовых сапротрофов присутствуют виды, характерные как для лесов, так и для открытых местообитаний. Присутствие большого числа синантропных видов в доминирующих таксономических и эколого-трофических группах макромицетов указывает на выраженное воздействие рекреационной нагрузки на формирование микобиоты городских лесов. На валеже березы регулярно встречается внесенный в «Красную книгу Красноярского края» ежовик коралловидный (*Hericium coralloides* (Scop.) Pers.), еще несколько подлежащих охране редких видов грибов были выявлены на исследуемой территории в предыдущие годы.

Ключевые слова: микобиота городских березовых лесов, таксономическое разнообразие, трофическая специализация, антропогенное воздействие.

DOI: 10.15372/SJFS20220503

ВВЕДЕНИЕ

Городскими лесами считаются участки лесов, расположенные на землях населенных пунктов (Лесной кодекс..., 2006) и выполняющие ряд важнейших функций. Исключительно важна роль городских лесов в создании условий для отдыха населения, что обуславливает их рекреационное значение. Березовые леса, расположенные в северо-западной части Октябрьского района Красноярска, представляют собой одну из популярных прогулочных зон города. Осенью они выступают местом любительского сбора грибов, в зимнее время здесь проводятся спор-

тивные мероприятия. Кроме того, это – традиционное место проведения учебной и научно-исследовательской деятельности высших учебных заведений города. Таким образом, описываемые городские леса во многих отношениях – значимые для города территории.

Однако состояние природного комплекса городских березовых лесов до сих пор недостаточно изучено. Немногочисленные публикации в основном посвящены зависимости состояния их почв и растительности от антропогенного воздействия (Перевозникова, Зубарева, 2002; Perevoznikova, Zubareva, 2002; Сорокина и др., 2010; Татаринцев, Скрипальщикова, 2015; Скри-

© Крючкова О. Е., 2022

пальщикова и др., 2017). Первые сведения о грибах лесов, расположенных в черте Красноярск, приводятся в работе М. И. Бегляновой (1972), но в последующие десятилетия XX в. изучение микобиоты данной территории практически не проводилось. Отдельные работы касались исследований аккумуляции тяжелых металлов плодовыми телами грибов (Отнюкова и др., 2012), но не изучению их разнообразия.

На основании вышеизложенного, целью данного исследования стало изучение таксономического разнообразия и эколого-трофических особенностей биоты макромицетов городских березовых лесов Красноярск в условиях длительной рекреационной нагрузки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследуемые территории располагаются в северо-западной части левобережья Красноярск, на плоскости восьмой надпойменной террасы Енисея на южных отрогах хр. Гремячая Грива (55°99' с. ш. 92°77' в. д.). Изучаемые березовые леса сформировались как длительно-производные березняки на месте коренных лиственнично-сосновых травяных и травяно-кустарничковых лесов в процессе интенсивной эксплуатации (Перевозникова, Зубарева, 2002; Perevoznikova, Zubareva, 2002).

Основная часть березняков заключена между двумя транспортными магистралями и примыкает к жилой застройке микрорайонов «Студгородок», «Академгородок» и территории кампуса Сибирского федерального университета (СФУ). Помимо березового древостоя естественного происхождения в этих микрорайонах имеются граничащие с ним искусственные посадки чистых культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Описываемая территория входила в число пробных площадей при изучении техногенных нагрузок на березняки Красноярск лесостепи (Скрипальщикова и др., 2017). Установлено, что почвы исследуемой территории имеют развитый профиль с признаками трансформации верхних горизонтов. По гранулометрическому составу они являются легко-, средне- и тяжело-суглинистыми, по показателям кислотности – слабокислыми или нейтральными, по характеру нарушений относятся к городским (урбопочвы), естественные типы которых изменены в результате химического и механического загрязнения (Скрипальщикова и др., 2017). Исследования

эколого-фитопатологического состояния березняков Красноярск группы районов показали, что насаждения, приближенные к урботерриториям, ослаблены, и их санитарное и жизненное состояние достоверно ухудшается с повышением рекреационной нагрузки, влияние техногенного загрязнения незначительное (Татаринцев, Скрипальщикова, 2015).

Исследованные участки соответствуют II–III, кое-где и IV стадиям рекреационной дигрессии (по методике Н. С. Казанской с соавт. (1977)), выражающейся в вытаптывании подстилки, изреживании древесно-кустарничкового яруса и подроста, увеличении освещенности, появлении луговых, опушечных и сорных трав, особенно вблизи дорожно-тропиночной сети. При почти полном отсутствии подлеска и невозможности возобновления древостоя, в результате выпадения погибших деревьев древесный ярус значительно изрежен, что способствует повышению инсоляции и снижению уровня влажности. Деревья ослаблены, часто имеют разреженную крону, усыхающие вершины, у большинства на значительном протяжении ствола отсутствуют нижние ветви. Периодически из древостоя удаляются отдельные сухостойные деревья, в некоторые годы вывозятся и часть валежника.

В исследуемых березняках практически монодоминантный (10 Б) древостой сформирован *Betula pubescens* Ehrh. и *B. pendula* Roth. Ярус подроста почти отсутствует или представлен единичными экземплярами *P. sylvestris*. Другие виды деревьев и кустарников – *Populus tremula* L., *Prunus padus* L., *Crataegus sanguinea* Pall., *Salix* spp., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Malus baccata* (L.) Borkh., *Acer negundo* L., *Cornus alba* L., *Spiraea media* Schmidt, *Rosa acicularis* Lindl. – встречаются довольно редко. В травяно-кустарничковом ярусе широко представлены *Vicia unijuga* A. Braun, *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem., *Rubus saxatilis* L., *Trollius asiaticus* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Carex macroura* Meinsh., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Agrimonia pilosa* Ledeb. и др. Мохово-лишайниковый ярус не развит.

Исследования проводились маршрутно-рекогносцировочным методом. Образцы грибов собирали и идентифицировали по общепринятым методикам (Бондарцев, 1953; Вассер, 1985) в течение 2000–2021 гг., преимущественно в августе-сентябре. При определении видовой принадлежности образцов применяли различные отечественные и зарубежные издания (Коваленко, 1989; Нездоймино, 1996; Nordic

Macromycetes, 1997; Ниемеля, 2001; Funga..., 2012; и др.). Изученные образцы хранятся в гербарии кафедры экологии и природопользования Института экологии и географии Сибирского федерального университета (СФУ). Помимо материалов, собранных автором, в данной статье приводятся результаты изучения образцов макромицетов, собиравшихся на исследуемой территории в 2000–2012 гг. Н. П. Кутафьевой (хранятся в фондах Гербария Центрального сибирского ботанического сада СО РАН в Новосибирске). Некоторые образцы были собраны сотрудниками Института леса СО РАН, Центра защиты леса Красноярского края, студентами и сотрудниками СФУ.

При изучении таксономической структуры микобиоты таксоны в списке были расположены в алфавитном порядке. Названия видов приведены в соответствии с международной электронной базой данных по номенклатуре грибов «Index Fungorum» (2022). При изучении эколого-трофической структуры микобиоты за основу взята шкала трофических групп А. Е. Коваленко (1980) с некоторыми изменениями и сокращениями:

I. Сапротрофы: на остатках травянистых растений – He; на опаде – Fd; на подстилке – St; на почве – Hu; на древесине – Le (Lei – на неразрушенной древесине, Lep – на разрушенной,

Lh – на корнях и погребенной в почве древесине), C – на углях, Co – на коре деревьев;

II. Симбиотрофы: микоризообразователи – Mг.

III. Паразиты: на деревьях и кустарниках – Pd, на грибах – Pm.

Принадлежность видов к трофической группе принята в соответствии с наблюдениями автора и литературными источниками (Марина, 2006; Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф., 2008; и др.). При анализе эколого-трофической структуры микобиоты для видов грибов, способных встречаться на различных субстратах, трофическая группа определялась в зависимости от наиболее часто предпочитаемых ими субстратов.

Для характеристики встречаемости отдельных видов грибов применялась (с некоторыми модификациями) шкала частоты встречаемости (Urbonas et al., 1986): очень редко – 1–2 местонахождения; редко – 3–10; довольно часто – 11–20; часто – более 20 местонахождений; очень часто – на большей части исследованной территории.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований выявлено 2 отдела, 6 классов, 15 подклассов, 18 порядков, 73 семейства, 135 родов и 234 вида макромицетов (см. таблицу).

Таксономическая структура микобиоты макромицетов городских березовых лесов

Отдел, класс, подкласс	Порядок	Семейство	Род (число видов)
	(число родов/видов)		
1	2	3	4
Fungi (135/234)			
Ascomycota (14/19)			
Leotiomycetes (2/2)			
Leotiomycetidae (2/2)	Helotiales (2/2)	Gelatinodiscaceae (1/1) Chlorociboriaceae (1/1)	<i>Ascocoryne</i> (1) <i>Chlorociboria</i> (1)
Pezizomycetes (9/14)			
Pezizomycetidae (8/13)	Pezizales (8/13)	Helvellaceae (1/5) Morchellaceae (1/1) Pyronemataceae (4/4) Pezizaceae (2/3)	<i>Helvella</i> (5) <i>Morchella</i> (1) <i>Humaria</i> (1), <i>Otidea</i> (1), <i>Pulvinula</i> (1), <i>Scutellinia</i> (1) <i>Peziza</i> (2), <i>Sarcosphaera</i> (1)
Sordariomycetes (3/3)			
Hypocreomycetidae (1/1)	Hypocreales (1/1)	Nectriaceae (1/1)	<i>Nectria</i> (1)
Xylariomycetidae (2/2)	Xylariales (2/2)	Hypoxylaceae (2/2)	<i>Daldinia</i> (1), <i>Jackrogersella</i> (1)
Incertae sedis (1/1)	Incertae sedis (1/1)	Tarzettaceae (1/1)	<i>Tarzetta</i> (1)
Basidiomycota (121/215)			
Agaricomycetes (119/213)			

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Agaricomycetidae (82/152)	Agaricales (74/142)	Agaricaceae (6/13)	<i>Agaricus</i> (5), <i>Cystoderma</i> (1), <i>Echinoderma</i> (1), <i>Lepiota</i> (5), <i>Macrolepiota</i> (1)
		Amanitaceae (2/4)	<i>Amanita</i> (3), <i>Zhuliangomyces</i> (1)
		Bolbitiaceae (2/2)	<i>Bolbitius</i> (1), <i>Conocybe</i> (1)
		Cortinariaceae (1/4)	<i>Cortinarius</i> (4)
		Crepidotaceae (1/2)	<i>Crepidotus</i> (2)
		Cyphellaceae (1/1)	<i>Chondrostereum</i> (1)
		Entolomataceae (1/2)	<i>Entoloma</i> (2)
		Hydnangiaceae (1/3)	<i>Laccaria</i> (3)
		Hygrophoraceae (2/3)	<i>Hygrocybe</i> (1), <i>Hygrophorus</i> (2)
		Hymenogastraceae (3/5)	<i>Galerina</i> (1), <i>Gymnopilus</i> (2), <i>Hebeloma</i> (2)
		Inocybaceae (4/12)	<i>Inocybe</i> (8), <i>Inosperma</i> (2), <i>Mallocybe</i> (1), <i>Pseudosperma</i> (1)
		Lycoperdaceae (5/9)	<i>Apioperdon</i> (1), <i>Bovista</i> (1), <i>Bovistella</i> (1), <i>Calvatia</i> (1), <i>Lycoperdon</i> (5)
		Lyophyllaceae (3/4)	<i>Calocybe</i> (2), <i>Hypsizygus</i> (1), <i>Lyophyllum</i> (1)
		Marasmiaceae (2/2)	<i>Marasmius</i> (1), <i>Mycetinis</i> (1)
		Mycenaceae (4/9)	<i>Hemimycena</i> (1), <i>Mycena</i> (6), <i>Panellus</i> (1), <i>Xeromphalina</i> (1)
		Omphalotaceae (2/6)	<i>Gymnopus</i> (4), <i>Marasmiellus</i> (2)
		Pleurotaceae (1/4)	<i>Pleurotus</i> (4)
		Pluteaceae (2/7)	<i>Pluteus</i> (5), <i>Volvariella</i> (2)
		Psathyrellaceae (4/7)	<i>Coprinellus</i> (2), <i>Coprinopsis</i> (2), <i>Homophron</i> (2), <i>Psathyrella</i> (1)
		Pseudoclitocybaceae (2/2)	<i>Bonomyces</i> (1), <i>Flammulina</i> (1)
		Physalacriaceae (1/1)	<i>Armillaria</i> (1)
		Schizophyllaceae (1/2)	<i>Schizophyllum</i> (2)
		Strophariaceae (5/9)	<i>Hypholoma</i> (2), <i>Kuehneromyces</i> (1), <i>Psilocybe</i> (1), <i>Pholiota</i> (3), <i>Stropharia</i> (2)
		Tricholomataceae (2/5)	<i>Leucopaxillus</i> (1), <i>Tricholoma</i> (4)
		Tubariaceae (1/2)	<i>Tubaria</i> (2)
		Typhulaceae (1/1)	<i>Typhula</i> (1)
		Incertae sedis (4/8)	<i>Atractosporocybe</i> (1), <i>Clitocybe</i> (4), <i>Infundibulicybe</i> (2), <i>Leucocybe</i> (1),
		Incertae sedis (1/1)	<i>Cyathus</i> (1)
	Incertae sedis (1/1)	<i>Delicatula</i> (1)	
	Incertae sedis (2/3)	<i>Lepista</i> (2), <i>Paralepista</i> (1)	
	Incertae sedis (1/1)	<i>Leucocortinarius</i> (1)	
	Incertae sedis (1/2)	<i>Melanoleuca</i> (2)	
	Incertae sedis (1/1)	<i>Myxomphalia</i> (1)	
Incertae sedis (2/3)	<i>Panaeolina</i> (1), <i>Panaeolus</i> (2)		
Incertae sedis (1/1)	<i>Rhodocollybia</i> (1)		
Amylocorticiales (1/1)	Amylocorticiaceae (1/1)	<i>Plicaturopsis</i> (1)	
Boletales (7/9)	Boletaceae (4/5)	<i>Boletus</i> (1), <i>Leccinum</i> (2), <i>Suillellus</i> (1), <i>Xerocomus</i> (1)	
		<i>Paxillus</i> (1)	
		<i>Scleroderma</i> (1)	
		<i>Suillus</i> (2)	

Окончание таблицы

1	2	3	4
Auriculariomycetidae (1/1)	Auriculariales (1/1)	Auriculariaceae (1/1)	Exidia (1)
Phallomycetidae (3/4)	Gomphales (1/1)	Clavariadelphaceae (1/1)	<i>Clavariadelphus</i> (1)
	Phallales (2/3)	Phallaceae (2/3)	<i>Mutinus</i> (2), <i>Phallus</i> (1)
Incertae sedis (1/1)	Cantharellales (1/1)	Hydnaceae (1/1)	<i>Hydnum</i> (1)
Incertae sedis (1/1)	Gloeophyllales (1/1)	Gloeophyllaceae (1/1)	<i>Gloeophyllum</i> (1)
Incertae sedis (3/4)	Hymenochaetales (3/4)	Hymenochaetaceae (2/3)	<i>Inonotus</i> (1), <i>Phellinus</i> (2)
		Incertae sedis (1/1)	<i>Trichaptum</i> (1)
Incertae sedis (21/28)	Polyporales (21/28)	Cerrenaceae (1/1)	<i>Cerrena</i> (1)
		Dacryobolaceae (1/1)	<i>Postia</i> (1)
		Fomitopsidaceae (1/2)	<i>Fomitopsis</i> (2)
		Incrustoporiaceae (1/2)	<i>Tyromyces</i> (2)
		Irpicaceae (2/2)	<i>Irpex</i> (1), <i>Vitreoporus</i> (1)
		Ischnodermataceae(1/1)	<i>Ischnoderma</i> (1)
		Meruliaceae (2/3)	<i>Climacodon</i> (1), <i>Phlebia</i> (2)
		Phanerochaetaceae(2/2)	<i>Bjerkandera</i> (1), <i>Hapalopilus</i> (1)
		Polyporaceae (8/12)	<i>Cerrioporus</i> (1), <i>Daedaleopsis</i> (1), <i>Fomes</i> (1), <i>Ganoderma</i> (1), <i>Lentinus</i> (2), <i>Lenzites</i> (1), <i>Picipes</i> (1), <i>Trametes</i> (4)
		Steccherinaceae (2/2)	<i>Metuloidea</i> (1), <i>Steccherinum</i> (1)
Incertae sedis (7/22)	Russulales (7/22)	Auriscalpiaceae (2/2)	<i>Artomyces</i> (1), <i>Lentinellus</i> (1)
		Hericiaceae (1/1)	<i>Hericium</i> (1)
		Peniophoraceae (1/1)	<i>Peniophora</i> (1)
		Russulaceae (2/17)	<i>Lactarius</i> (5), <i>Russula</i> (12)
		Stereaceae (1/1)	<i>Stereum</i> (1)
Dacrymycetes (1/1)			
Incertae sedis (1/1)	Dacrymycetales (1/1)	Dacrymycetaceae (1/1)	<i>Ditiola</i> (1)
Tremellomycetes (1/1)			
Incertae sedis (1/1)	Tremellales (1/1)	Tremellaceae (1/1)	<i>Phaeotremella</i> (1)

Крупнейшим по числу видов является порядок Agaricales Underw. (140 видов), далее, составляя вместе с ним пятерку ведущих порядков, идут Polyporales Gäum. (28 видов), Russulales Kreisel ex P. M. Kirk, P. F. Cannon & J. C. David (22 вида), Pezizales J. Schröt. (13 видов) и Boletales E.-J. Gilbert (9 видов), включающие в общей сложности 91.03 % от общего числа видов выявленной микобиоты. Прочие порядки представлены 2-3, чаще одним видом макромицетов. В десятке ведущих семейств, включающей в себя в общей сложности 44.02 % видов изучаемой биоты, на первое место выходит Russulaceae Lotsy (17 видов), далее идут Agaricaceae Chevall. (13 видов), Polyporaceae Fr. ex Corda и Inocybaceae Jülich (по 12 видов), Lycoperdaceae Chevall., Mycenaceae Overeem и Strophariaceae Singer & A. H. Sm. (по 9 видов) (рис. 1).

Остальные семейства представлены меньшим числом видов, в том числе 29 семейств – всего одним видом.

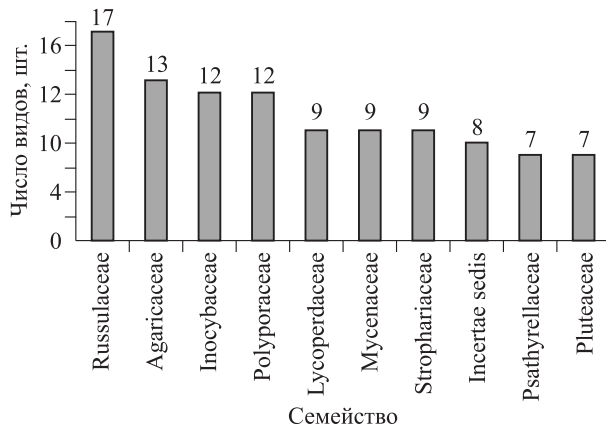


Рис. 1. Ведущие семейства микобиоты макромицетов березовых лесов Красноярска.

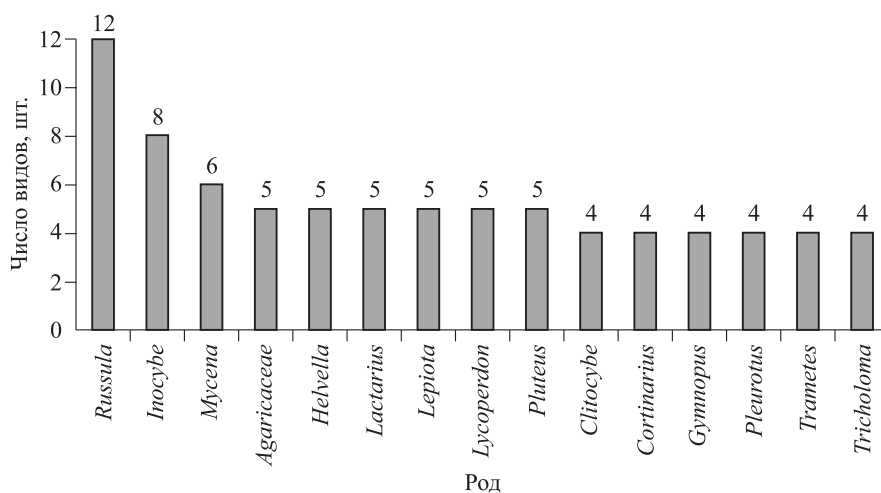


Рис. 2. Ведущие роды микобиоты макромицетов березовых лесов Красноярск.

Лидирующую позицию в числе 20 крупнейших родов выявленной микобиоты занимает род *Russula* Pers. (12 видов), следующими идут агарикоидные базидиомицеты *Inocybe* (Fr.) Fr. (8 видов), *Mycena* (Pers.) Roussel (6 видов), *Agaricus* L., *Helvella* L., *Lactarius* Pers., *Lepiota* (Pers.) Gray, *Lycoperdon* Pers., *Pluteus* Fr. (по 5 видов), прочие роды представлены менее чем 5 видами, из них 85 родов – только одним видом (рис. 2).

Коэффициент видовой насыщенности семейства составляет 3.21, родовой насыщенности семейства 1.85, видовой насыщенности рода – 1.73.

В эколого-трофическом спектре микобиоты исследуемых березняков первое место занимают ксилотрофы (Le, в целом 94 вида), согласно категориям субстрата подразделяемые на три группы (Pd, Lei, Lep) (рис. 3). Далее идут микоризообразователи (Mr, 60 видов), гумусовые сапротрофы (Hu, 50 видов) и сапротрофы на подстилке (St, 22 вида). Представленность других эколого-трофических групп (He, Fd, C, Pm) крайне низка.

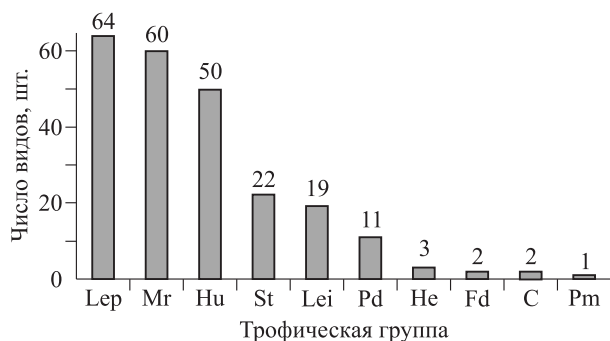


Рис. 3. Эколого-трофический спектр микобиоты макромицетов городских березовых лесов Красноярск.

Грибы, предпочитающие паразитический образ жизни, но способные питаться и сапротрофно (Pd, условно факультативные сапротрофы), представлены 11 видами макромицетов. Наиболее характерным представителем данной группы в исследуемых березняках стал опенок осенний (*Armillaria mellea* s. l.), причем на самом деле этот гриб может встречаться еще чаще, но это нельзя оценить корректно, так как с самого начала плодоношения активно собирается местными жителями.

Также на живых деревьях березы были выявлены единичные находки трутовиков скошеного (*Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát) и ложного (*Phellinus igniarius* (L.) Quél.) и чешуйчатки сальной (*Pholiota adiposa* (Batsch) P. Kumm).

В группу грибов, предпочитающих сапротрофный образ жизни, но способных и к паразитизму (Lei, условно факультативные паразиты), входят 19 видов, преимущественно трутовиков. В исследуемых березняках обычным дереворазрушающим грибом является факультативный паразит трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.) Fr.) (Крючкова и др., 2021), причем его плодовые тела встречаются преимущественно на средне- и крупномерном сухостое и слабо разрушенном валеже березы. Чаще грибы данной трофической группы встречались на сухостое или свежем валеже березы: трутовики горбатый (*Trametes gibbosa* (Pers.) Fr.), разноцветный (*T. versicolor* (L.) Lloyd), опаленный (*Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst.), вешенка легочная (*Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél.), чешуйчатка обыкновенная (*Pholiota squarrosa* (Vahl) P. Kumm). Наиболее богата видами группа облигатных сапротрофов (Lep), заселяющих исключительно отмершую древесину (64 вида),

в которую помимо трутовых трихаспума двоякого (*Trichaptum bifforme* (Fr.) Ryvardeen), лезитеса березового (*Lenzites betulinus* (L.) Fr). входят агарикоидные – навозник серый (*Coprinopsis atramentaria* (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo), и сумчатые – скутеллиния щитовидная (*Scutellinia scutellata* (L.) Lambotte, пецица изменчивая (*Peziza varia* (Hedw.) Alb. & Schwein.), макромицеты.

Видов, характеризующихся крайними проявлениями экологической валентности по отношению к субстрату, оказалось мало. Исключительно с древесиной березы ассоциированы лишь трутовик березовый (*Fomitopsis betulina* (Bull.) B. K. Cui, M. L. Han & Y. C. Dai) и *L. betulius*. Остальные выявленные на березе ксилотрофные макромицеты в той или иной степени обычны как для березы, так и для других деревьев лиственных пород бореальных лесов. К самым широко специализированным видам среди ксилотрофов березняка, способным заселять множество и лиственных, и хвойных пород, относится трутовик окаямленный (*F. pinicola* (Sw.) P. Karst).

Обитающих исключительно на коре (Co) или на корнях и погребенной в почве древесине (Lh) грибов не выявлено. Однако несколько видов других эколого-трофических групп периодически встречались на этих субстратах. На коре оснований стволов сухостойных берез часто выявлялся не только ксилотрофный дождевик грушевидный (*Apioperdon pyriforme* (Schaeff.) Vizzini), но и микоризообразующие груздь черный (*Lactarius necator* (Bull.) Pers.) и свинушка тонкая (*Paxillus involutus* (Batsch) Fr.), для которых такой субстрат не типичен. Плодовые тела *A. mellea* s. l. или *Pluteus* sp., иногда встречающиеся на почве, на самом деле развиваются на корнях или погребенной древесине.

Второе место – 60 видов – в трофическом спектре исследуемой микобиоты занимают микоризообразователи. Наиболее многочисленными в биоте микоризообразователей оказались представители семейства Russulaceae (17 видов), в том числе и рода *Russula* (12 видов), как узкоспециализированные виды, ассоциированные исключительно с березой, так и виды с широким кругом симбионтных партнеров. Обычным видом, встречающимся на всех исследованных участках, является сыроежка вонючая (*Russula foetens* Pers). Относительно невелико число видов рода *Lactarius* (5 видов), из которых обычен *L. necator*. Реже случаются находки волнушек розовой (*L. torminosus* (Schaeff.) Pers.) и белой (*L. pubescens* Fr.). Впрочем, в случае обсуждения

встречаемости съедобных видов всегда нужно учитывать сбор грибов местным населением.

Порядок Boletales принимает ограниченное участие в сложении комплекса микоризообразователей пригородных березняков. Типичным, часто встречающимся его представителем является подберезовик обыкновенный (*Leccinum scabrum* (Bull.) Gray). Так же широко распространен и в некоторые годы дает высокие урожаи эвритопный *P. involutus*. Прочие представители данного порядка, ассоциированные с березой и другими деревьями лиственных пород, – подосиновик желто-бурый (*Leccinum versipelle* (Fr. & Hök) Snell), белый гриб сетчатый (*Boletus reticulatus* Schaeff.), дубовик оливково-бурый (*Suillellus luridus* (Schaeff.) Murrill)) – были представлены единичными находками.

Достаточно большим числом видов оказалось представлено семейство Inocybaceae (8 видов), из которого обычными, часто встречающимися видами являются волоконницы горько-сладкая (*Inocybe dulcamara* (Pers.) P. Kumm.) и трещиноватая (*Pseudosperma rimosum* (Bull.) Matheny & Esteve-Rav.). Довольно низким в пригородных березняках стало видовое разнообразие обычного для бореальных лесов рода *Cortinarius* (Pers.) Gray. Относительно частым можно назвать лишь паутинник обыкновенный (*Cortinarius trivialis* J. E. Lange), прочие выявлялись редко. Наиболее частым в некоторые годы массовым представителем рода мухомор является поплавок серый (*Amanita vaginata* (Bull.) Lam.). Другой эвритопный вид этого рода, мухомор красный (*A. muscaria* (L.) Lam.), встречается редко.

В целом можно отметить довольно низкую (23.33 %) долю видов, проявляющих узкую специализацию в отношении дерева-микоризообразователя, и образующих микоризу исключительно с березой: паутинник триумфальный (*Cortinarius triumphans* Fr.), гебеломы клейкая (*Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quél.), гигрофор желтовато-белый (*Hygrophorus eburneus* (Bull.) Fr.), гигрофор березовый (*H. hedrychii* (Velen.) K. Kult), *L. necator*, *L. torminosus*, *L. scabrum*, *L. versipelle*, сыроежки зеленая (*Russula aeruginosa* Lindblad ex Fr.), *R. foetens*, разнопластинчатая (*R. heterophylla* (Fr.) Fr.), выцветающая (*R. exalbicans* (Pers.) Melzer & Zvára), рядовки желто-бурая (*Tricholoma fulvum* (DC.) Bigeard & H. Guill.) и частопластинчатая (*T. stiparophyllum* (N. Lund) P. Karst.). Прочие виды грибов имели более широкий спектр симбионтных партнеров (как правило, лиственных деревьев). Часть грибов, способных образовывать микоризу и с

лиственными, и с хвойными (или только с хвойными) деревьями, обнаруживались в основном у границы искусственных посадок *P. sylvestris*. Так, в подобных местообитаниях довольно часто встречались виды, для которых береза, как правило, не выступает в качестве характерного симбионтного партнера: лаковица розовая (*Laccaria laccata* (Scop.) Cooke), белопаутичник клубненосный (*Leucocortinarius bulbiger* (Alb. & Schwein.) Singer), моховик зеленый (*Xerocomus subtomentosus* (L.) Quél.) и некоторые другие, в том числе обычные симбионты сосны – рядовка землистая (*T. terreum* (Schaeff.) P. Kumm.), масленки зернистый (*Suillus granulatus* (L.) Roussel) и обыкновенный (*S. luteus* (L.) Roussel). Немногочисленные представители рода *Entoloma* (Fr.) P. Kumm., которые, согласно литературным данным, не входят в свиту березы и чаще выступают микоризообразователями древесных и кустарниковых растений семейства Rosaceae Juss., были найдены вблизи деревьев черемухи обыкновенной.

Третье (50 видов) и четвертое (22 вида) место в эколого-трофическом спектре занимают гумусовые и подстилочные сапротрофы. Относящиеся к ним грибы зачастую проявляют широкую трофическую специализацию, поэтому не всегда бывает возможно точно распределить их по эколого-трофическим группам. Гумусовые сапротрофы представлены большим числом таксонов. Несколько представителей родов *Lepista* (Fr.) W. G. Sm., *Paralepista* Raithehl., *Stropharia* (Fr.) Quél., *Melanoleuca* Pat., *Conocybe* Fayod, *Hygrocybe* (Fr.) P. Kumm. и некоторых других спорадически встречаются на почве в березняках, но, как правило, не дают высоких урожаев. Жулианомицес обмазанный (*Zhuliangomyces illinitus* (Fr.) Redhead), говорушка синопская (*Bonomycetes sinopicus* (Fr.) Vizzini), лиофиллум оливково-серый (*Lyophyllum infumatum* (Bres.) Kühner) и другие известны из единичных находок.

Почти четверть гумусовых сапротрофов (12 видов) составляют представители семейства Agaricaceae. Из пяти видов рода *Agaricus*, выявленных в березняках, массовым является шампиньон желтокорый (*Agaricus xanthodermus* Genev.). Этот вид, не приводившийся в монографии М. А. Бегляновой (1972), начали находить в исследуемых березняках на рубеже XX–XXI вв., и уже к началу второго десятилетия он стал встречаться ежегодно и часто в больших количествах (Отнюкова и др., 2012). Обычным представителем рода *Lepiota*, насчитывающего

5 видов, оказалась лепиота щитковая (*Lepiota clypeolaria* (Bull.) P. Kumm.).

Достаточно большим числом видов (8) представлены гумусовые сапротрофы из числа гастеромицетов, однако встречаемость их невелика. Относительно обычен лишь дождевик жемчужный (*Lycoperdon perlatum* Pers.). Редко и не ежегодно, преимущественно вдоль троп, в березняках можно встретить головачи продолговатый (*L. excipuliforme* (Scop.) Pers.), мешковатый (*Bovistella utrififormis* (Bull.) Demoulin & Rebriev) и гигантский (*Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd), дождевик желтокорый (*L. dermoxanthum* Vittad.). Известны единичные находки веселковых грибов: *Phallus* sp., мутинысы собачий (*Mutinus caninus* (Huds.) Fr.) и Равенеля (*M. ravenelii* (Berk.) E. Fisch.) (последний вид чаще, чем остальные перечисленные, встречается в городских лесах Красноярск (Крючкова, 2011)).

Ежегодно и часто вдоль троп встречается большитус золотистый (*Bolbitius titubans* (Bull.) Fr.), более характерный для антропогенно нарушенных экосистем (Иванов, Иванова, 1997). При достаточно большом числе видов напочвенных дискомицетов порядка Pezizales J. Schröt. только один из них – лопастик курчавый (*Helvella crispa* (Scop.) Fr.) – обнаруживался неоднократно, находки прочих были единичны.

Обычными представителями группы подстильных сапротрофов являются марасмиеллус срастающийся (*Marasmiellus confluens* (Pers.) J. S. Oliveira) и говорушка ворончатая (*Infundibulicybe gibba* (Pers.) Harmaja). Прочие представители этих родов, а также виды родов *Gymnopus* (Pers.) Roussel, *Clitocybe* (Fr.) Staude, *Leucocybe* Vizzini, P. Alvarado, G. Moreno & Consiglio встречаются не часто. Массовым плодоношением отличается лишь говорушка дымчатая (*Clitocybe nebularis* (Batsch) P. Kumm.), образующая «ведьмины круги» до 3–5 м диаметром, состоящие из десятков плодовых тел. Типичный представитель обитателей подстилки – род *Muscena* – представлен 6 видами, из которых наиболее часто встречается мицена лимонноокаймленная (*Muscena citrinomarginata* Gillet).

К герботрофам, разрушающим опад травянистых растений (He), относятся 3 вида, более характерных для открытых и антропогенно преобразованных пространств, чем для лесных экосистем: навозник серый (*Panaeolina foenicicii* (Pers.) Maire), панеолусы заостренный (*Panaeolus acuminatus* (P. Kumm.) Quél.) и мотыльковый (*P. papilionaceus* (Bull.) Quél.).

Немногочисленная группа макромицетов на опаде (Fd), которые первыми начинают процесс деструкции листового опада березы, представлена негниючками налиственным (*Marasmius epiphyllus* (Pers.) Fr.) и тычинковым (*Gymnopus androsaceus* (L.) Della Magg. & Trassin.). Только пульвинула угольная (*Pulvinula cinnabarina* (Fuckel) Boud.) и миксомфалина горевая (*Myxomphalia maura* (Fr.) Hora) приурочены к такому редкому типу в березняках субстратов, как обугленная древесина (C), остающаяся после разведения костров.

К немногочисленной группе микопаразитов (грибы, паразитирующие на других грибах – Pm) относится ранее считавшийся ксилосапротрофом на валеже лиственных деревьев дрожалка листовая (*Phaeotremella frondosa* (Fr.) Spirin & V. Malysheva). В настоящее время известна способность этого вида паразитировать на дереворазрушающих грибах рода *Stereum* Hill ex Pers.

ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка богатства микобиоты той или иной территории наглядна в сравнении его с микобиотой других территорий. При этом нужно учитывать, что характеристики их древостоя, напочвенного покрова, размера исследуемых площадей, степени антропогенной нагрузки и других показателей могут существенно различаться. В литературе чаще встречаются сведения о микобиоте березовых лесов вне городской черты. Так, в монодоминантном березняке в Братском районе Иркутской области выявлено 75 видов грибов (Астапенко, Кутафьева, 1990), в числе которых 15 ксилотрофов, 35 микоризообразователей, 17 подстилочных сапротрофов и 8 гумусовых сапротрофов. Для березняков Жигулей (Волго-Уральский регион) известно 113 видов высших базидиомицетов (Малышева В. Ф., Малышева Е. Ф., 2008). В березовых лесах Пензенской области ксилотрофы представлены 59 видами, симбиотрофы – 89 видами (Иванов, 2019). С. П. Арефьев (2010) в целом насчитывает свыше 160 видов афиллофороидных грибов, известных на древесине березы, в том числе 67 видов в Западной Сибири.

В подобном сравнении биота макромицетов городских березовых лесов Красноярска по числу выявленных видов основных эколого-трофических групп может считаться достаточно богатой. Излагаемые в данной работе сведения о макромицетах городских березняков накапливались в течение почти 20 лет. Столь длительный

период сбора материала на расположенной в черте города легкодоступной для исследования территории позволил обнаружить в числе прочих грибы, исключительно редко образующие плодовые тела (единичные находки, 23.93 % всей микобиоты), что значительно расширяет список выявленных видов по сравнению с краткосрочными выездными исследованиями, проведенными на территориях, в меньшей степени подверженных рекреационной нагрузке или даже вовсе не затронутых ею. При этом грибы, выявлявшиеся в исследуемом березняке ежегодно, составляют 34.62 % от всего их видового разнообразия, причем значительная часть из них приходится на трутовые грибы, имеющие относительно долговечные или многолетние плодовые тела. Еще 41.45 % видов встречались периодически, не единично, но и не ежегодно, и являлись преимущественно напочвенными макромицетами.

Исследование разнообразия микобиоты отдельных территорий затрудняется особенностями биологии грибов. Нерегулярность появления плодовых тел наряду с их недолговечностью исключает одномоментное выявление всех присутствующих микоценозу видов макромицетов, и значительная их доля остается частью «подземного (скрытого) разнообразия» (Delgado-Baquerizo et al., 2019), изучить которое традиционными методами невозможно. Даже исследования, проведенные в течение нескольких лет, не гарантируют получения исчерпывающего списка видов, так как не для всех грибов складывались необходимые для плодоношения климатические условия. В случае рекреационного воздействия, видимо, отсутствие плодовых тел может свидетельствовать не об отсутствии мицелия гриба как такового в этом местообитании, а о неприемлемости для его плодоношения условий, не столько климатических, сколько эдафических, складывающихся в результате рекреационной нагрузки в данный момент. Даже при наличии современных молекулярно-генетических методов, позволяющих выявить скрытые в субстрате виды, для установления индикаторных видов оправдано использование традиционных мониторинговых территорий с большим сроком наблюдений, позволяющих установить зависимость изменения разнообразия грибов от отдельных факторов среды (Ширяев, Морозова, 2020). Городские леса представляют собой удачную модель для подобных исследований.

В исследуемой биоте макромицетов наблюдается довольно неравномерное распределение

видов по надвидовым таксонам, характерно высокое число одновидовых семейств и родов. Низкие коэффициенты насыщенности таксонов могут свидетельствовать о том, что в изучаемом биоценозе складываются недостаточно благоприятные условия обитания для их представителей, в результате чего выжить здесь могут лишь самые выносливые из них. Кроме того, многие грибы, создающие видовое разнообразие исследуемой территории, были встречены здесь единично (выявлены лишь однажды и/или представлены одним образцом), т. е. являются исключительно редкими.

Наблюдаемое преобладание в спектре эколого-трофических групп ксилотрофов типично для микобиот лесных экосистем, тем более что именно береза является одной из самых малоустойчивых к дереворазрушающим грибам древесных пород (Арефьев, 2010). Среди них довольно высока доля потенциально способных к паразитизму грибов, что связано со снижением жизненности древостоев в условиях антропогенного стресса, однако они очень редко выявляются на живых березах, предпочитая сухостой и валеж ранних стадий деструкции. Многие виды ксилотрофов, выявленных в березняке (*B. adusta*, *F. fomentarius*, *T. gibbosa*, *T. trogii*, *T. versicolor*, щелелистник обыкновенный (*Schizophyllum commune* Fr. и др.), характеризуются как синантропные, что подчеркивает рекреационную нагрузку на исследуемые леса.

Соотношение числа видов эколого-трофических групп напочвенных макромицетов определяется наличием и состоянием субстратов, на которых они способны развиваться. Рекреационная нагрузка, выражающаяся главным образом в вытаптывании, приводит к нарушению структуры лесной подстилки вплоть до ее исчезновения. Повышается плотность почв, изменяются их свойства, режим влажности и аэрации, что, в свою очередь, сказывается на состоянии пронизывающего их мицелия.

Изменение свойств субстрата напочвенных макромицетов в результате рекреационной нагрузки вызывает выпадение из микобиоты характерных для ненарушенных лесов грибов, не выносящих деградации почвы и подстилки, и появление в ней синантропных видов, характерных для антропогенно преобразованных местообитаний. Известно, что способность березы образовывать микоризу зависит от условий местообитания, в первую очередь от обеспеченности минеральными элементами, доступностью

питательных веществ и гидротермического режима (Бурова, 1986).

В исследуемых березняках относительно велико число видов микоризообразователей и гумусовых сапротрофов. Их мицелий, хотя и страдает во время вытаптывания, но, тем не менее, лучше защищен от механического воздействия, чем мицелий подстилочных сапротрофов и сапротрофов на опаде. Эта закономерность заметна не для всех микоризообразователей. В данном исследовании малочисленным оказался типичный для бореальной микобиоты микоризообразующий род *Cortinarius*, представители которого очень чувствительны к нарушению подстилки (Шубин, 2010).

Наблюдаемая в данном исследовании высокая доля видов рода *Russula*, с одной стороны, характерна для бореальных микобиот, с другой, исходя из численности других родов, свидетельствует о достаточно высокой степени антропогенной нагрузки на биоценоз, так как увеличение видового разнообразия и обилия симбиотрофов, и в особенности рода *Russula*, может быть реакцией дерева на изменение среды его обитания и служить индикатором рекреационного воздействия на леса, сформированные березой (Бурова, 1986). Представители семейства *Inocybaceae* занимают второе место в биоте микоризообразователей.

Наличие в микобиоте напочвенных макромицетов видов, тяготеющих к антропогенно преобразованным местообитаниям (*B. titubans*, *C. atramentaria*) и открытым пространствам (*C. gigantea*), свидетельствует о значительном нарушении березняков как лесной формации и приобретении ими отдельных черт, свойственных лугам и редколесьям.

Важный аспект изучения микобиоты Сибири – выявление местообитаний подлежащих охране видов грибов. В городских березняках за весь период исследований были выявлены несколько видов, внесенных в «Красную книгу Красноярского края» (2012): *C. gigantea*, отидея большая (*Otidea grandis* (Pers.) Rehm), навозник Романьези (*Coprinopsis romagnesianae* (Singer) Redhead, Vilgalys & Moncalvo), ежовик коралловидный (*Hericium coralloides* (Scop.) Pers.), *S. luridus*. Из них только один вид – *H. coralloides* – регулярно, часто ежегодно образует плодовые тела на валеже березы поздних стадий деструкции. Прочие краснокнижные виды, выявленные единственным раз, в исследуемых березняках больше не встречались.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленная в результате многолетних исследований микобиота городских березняков Красноярска характеризуется достаточно богатым таксономическим разнообразием, насчитывающим 234 вида макромицетов, но при этом только менее половины из них достаточно регулярно встречаются в исследуемых лесах.

Лидирующие позиции в богатой одновидовыми таксонами микобиоте березняков занимают агариковые, полипоровые и сыроежковые грибы.

В эколого-трофическом спектре резко преобладают ксилотрофные макромицеты, представленные преимущественно широко специализированными сапротрофными дереворазрушающими грибами. Относительно высока доля потенциально паразитических грибов, в том числе синантропных, но они очень редко выявляются на живых березах.

При достаточно высоком числе микоризообразователей в их числе очень высока доля представителей семейств Russulaceae и Inocybaceae.

Значительное число синантропных видов и видов, характерных для открытых пространств среди гумусовых сапротрофов при низком участии подстилочных сапротрофов и грибов других эколого-трофических групп, свидетельствует о заметном влиянии рекреационной нагрузки на комплекс напочвенных макромицетов.

Богатство микобиоты городских березовых лесов, наличие в ней грибов, подлежащих охране, важность их и в рекреационном и исследовательском аспектах как модели для исследования влияния антропогенного стресса на различные компоненты экосистем указывает на необходимость обязательного сохранения в черте города этих лесных массивов.

Автор выражает искреннюю признательность А. В. Толстихитной за помощь в сборе материала для исследований.

Исследования выполнены при поддержке Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности (проект целевого конкурса прикладных научных исследований, направленных на решение проблем городского развития, № 2020061906506).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арефьев С. П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск: Наука, 2010. 260 с.
Астапенко В. В., Кутафьева Н. П. Консортивные связи макромицетов с видами рода *Betula* L. // Микол. и фитопатол. 1990. Т. 24. № 1. С. 3–10.

Беглянова М. И. Флора агариковых грибов южной части Красноярского края. Ч. 1. Красноярск: КГПИ, 1972. 205 с.
Бондарцев А. С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. М.; Л.: Наука, 1953. 1106 с.
Бурова Л. Г. Экология грибов макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.
Вассер С. П. Агариковые грибы СССР. Киев: Наук. думка, 1985. 184 с.
Иванов А. И. Агарикомицеты (Agaricomycetes) березовых лесов Приволжской лесостепи в пределах Пензенской области // Микол. и фитопатол. 2019. Т. 53. № 5. С. 272–283.
Иванов А. И., Иванова В. А. Макромицеты рудеральных местообитаний Пензенской области. I. Видовой состав // Микол. и фитопатол. 1997. Т. 31. Вып. 4. С. 10–13.
Казанская Н. С., Ланина В. В., Марфенина Н. Н. Рекреационные леса. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 96 с. [Kazanskaya N. S., Lanina V. V., Marfenina N. N. Rekreatsionnye lesa (Recreational forests). Moscow: Lesn. prom-st' (For. Indust.), 1977. 96 p. (in Russian)].
Коваленко А. Е. Экологический обзор грибов из порядка Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s. str., Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // Микол. и фитопатол. 1980. Т. 14. № 4. С. 300–314.
Коваленко А. Е. Определитель грибов СССР. Порядок Hygrophorales. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1989. 174 с.
Красная Книга Красноярского края. В 2-х т. Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов / Отв. ред. Н. В. Степанов; 2-е изд., перераб. и доп. Красноярск: Сиб. фед. ун-т., 2012. 576 с.
Крючкова О. Е. Гастероидные макромицеты в зеленых насаждениях г. Красноярска и его ближайших окрестностях // Вестн. КрасГАУ. 2011. № 4. С. 61–64.
Крючкова О. Е., Яськова С. Г., Тропина Е. Ф., Головнина Н. Н. К экологии эвритрофных дереворазрушающих грибов *Fomes fomentarius* (L.) Fr. и *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. в Красноярске и его окрестностях // Изв. Иркут. гос. ун-та. 2021. Т. 35. С. 34–50.
Лесной кодекс Российской Федерации № 200-ФЗ (ред. от 02.07.2021 № 304-ФЗ). М., 2006.
Мальшиева В. Ф., Мальшиева Е. Ф. Высшие базидиомицеты лесных и луговых экосистем Жигулей. М.; СПб.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 242 с.
Марина Л. В. Агарикоидные базидиомицеты Висимского заповедника (Средний Урал). СПб.: ВИЗР, 2006. 102 с.
Нездойминого Э. Л. Определитель грибов России. Порядок Агариковые. Вып. 1. Сем. паутинниковых. СПб.: Наука, 1996. 408 с.
Ниемея Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России. Хельсинки: Ун-т Хельсинки, 2001. 120 с.
Отнюкова Т. Н., Жижяев А. М., Кутафьева Н. П., Дутбаева А. Т. Макромицеты как биоиндикаторы загрязнения окружающей среды территории г. Красноярска и его окрестностей // Вестн. КрасГАУ. 2012. № 11 С. 101–113.
Перевозникова В. Д., Зубарева О. Н. Геоботаническая индикация состояния пригородных лесов (на примере березовой рощи Академгородка г. Красноярска) // Экология. 2002. № 1. С. 3–9.

- Скрипальщикова Л. Н., Пономарева Т. В., Бажина Е. В., Барченков А. П., Белянин А. В. Техногенные нагрузки на березняки Красноярской лесостепи // Сиб. лесн. журн. 2017. № 6. С. 130–135.
- Сорокина Г. А., Шикалова Е. А., Пахарькова Н. В. Стрессовое воздействие дорожно-тропиночной сети на растительные сообщества // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. 27. № 3-4. С. 243–246.
- Татаринцев А. И., Скрипальщикова Л. Н. Эколого-фитопатологическое состояние березняков на территории Красноярской группы районов // Сиб. лесн. журн. 2015. № 2. С. 8–19.
- Ширяев А. Г., Морозова О. В. Широкий градиент разнообразия грибов и сосудистых растений в Европейской части России // Вестн. СПб. гос. ун-та. Науки о Земле. 2020. Т. 65. № 2. С. 245–262.
- Шубин В. И. Значение симбиоза и содержания в почве азота для плодоношения эктомикоризных грибов. I: Значение симбиоза // Микол. и фитопатол. 2010. Т. 44. Вып. 2. С. 130–136.
- Delgado-Baquerizo M., Bardgett R. D., Vitousek P. M., Maestre F. T., Williams M. A., Eldridge D. J., Lambers H., Neuhäuser S., Gallardo A., Garcia-Velazquez L., Sala O. E., Abades S. R., Alfaro F. D., Berhe A. A., Bowker M. A., Currier C. M., Cutler N. A., Hart S. C., Hayes P. E., Hseu Z.-Y., Kirchmair M., Pena-Ramirez V. M., Perez C. A., Reed S. C., Santos F., Siebe C., Sullivan B. W., Weber-Grullon L., Fierer N. Changes in belowground biodiversity during ecosystem development // PNAS. 2019. V. 116. Iss. 14. P. 6891–6896.
- Index Fungorum. Index Fungorum Partnership, 2022. <http://www.indexfungorum.org>
- Funga Nordica: Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera / H. Knudsen, J. Vesterholt (Eds.). 2nd ed. Copenhagen: Nordsvamp, 2012. 1085 p.
- Nordic Macromycetes. V. 3: Heterobasidioid, Aphyllophoroid and Gasteromycetoid basidiomycetes. Gopenhagen: Nordsvamp, 1997. 444 p.
- Perevoznikova V. D., Zubareva O. N. Geobotanical indication of the state of suburban forests (an example of birch grove in Akademgorodok, Krasnoyarsk) // Rus. J. Ecol. 2002. V. 33. N. 1. P. 1–6 (Original Russian text © 2002 V. D. Perevoznikova, O. N. Zubareva, translated from Ekologiya. 2002. N. 1. P. 3–9).
- Urbonas V., Kalamees K., Lukin V. Conspectum florum Agaricalum fungorum (Agaricales s. l.) Lithuania, Latviae et Estoniae. Vilnius: Mokslas, 1986. 137 p.

MACROMYCETES OF BIRCH FORESTS OF KRASNOYARSK CITY UNDER RECREATIONAL LOAD

O. E. Kryuchkova

Siberian Federal University

Prospekt Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660041 Russian Federation

E-mail: ivyry@mail.ru

The results of long-term studies of taxonomic diversity and ecological and trophic features of the mycobiota of urban birch forests of Krasnoyarsk, which are subjected to an average degree of recreational load, are presented. 234 species of macromycetes have been identified, of which only less than half are found regularly, most of them are detected rarely or singly. The main part of the mycobiota, rich in single-species taxa, is made up of fungi of the order *Agaricales* Underw.; in terms of the number of species in the family spectrum, the families *Russulaceae* Ltsy, *Agaricaceae* Chevall., and *Inocybaceae* Jülich. are the leaders. The generic spectrum is dominated by *Russula* Pers., *Inocybe* (Fr.) Fr. and *Mycena* (Pers.) Roussel. The ecological and trophic structure of the mycobiota is dominated by xylophages, mycorrhiza formers, and humus saprotrophs. Widely specialized xylosaprotrophs predominate over xyloparasites, which are rarely found on living trees. Among the mycorrhiza-forming species, the proportion of representatives of the *Russulaceae* and *Inocybaceae* families is high. Among the humus saprotrophs, there are species characteristic of both forests and open habitats. The presence of a large number of synanthropic species in the dominant taxonomic and ecological-trophic groups of macromycetes indicates a pronounced impact of recreational pressure on the formation of mycobiota in urban forests. On the fallen birch, *Hericium coralloides* (Scop.) Pers, listed in the Red Data Book of Krasnoyarsk Krai, is regularly found. Several more rare species of fungi subject to protection were identified in the study area in previous years.

Keywords: mycobiota of urban birch forests, taxonomic diversity, trophic specialization, anthropogenic impact.

How to cite: Kryuchkova O. E. Macromycetes of birch forests of Krasnoyarsk city under recreational load // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2022. N. 5. P. 34–45 (in Russian with English abstract and references).