

УДК 631.618:582.284

ОСОБЕННОСТИ МИКОБИОТЫ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ *PINUS SYLVESTRIS* L. НА ОТВАЛАХ КЕДРОВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О. М. Легощина, В. И. Уфимцев

Институт экологии человека ФИЦ угля и углехимии СО РАН, Кемерово, Россия

Исследование микобиоты проводили в 2019 г. на опытной площадке в искусственных сосновых насаждениях на отвале Кедровского угольного разреза и на контрольной площадке – сосновые насаждения на зональных лугово-черноземных почвах на территории Кузбасского ботанического сада. На исследуемых площадках в течение летне-осеннего периода каждые 7 дней подсчитывали количество плодовых тел, обнаруженные грибы фотографировали и идентифицировали. На участках рекультивации Кедровского угольного разреза выявлено 43 вида грибов-макромицетов, на зональных почвах Кузбасского ботанического сада идентифицировано 33 вида высших грибов. В искусственных насаждениях породного отвала Кедровского угольного разреза наблюдалось обильное плодоношение грибов-макромицетов. В грибном сообществе сосняков контрольной площадки плодовых тел было в среднем на 15 % меньше. Трофическая структура микобиоты в фитоценозе породного отвала характеризовалась значительным разнообразием видов-микоризообразователей (18 видов), при этом группа подстилочных сапротрофов была менее разнообразна (13 видов). В незначительном количестве встречались почвенные, опадные и гумусовые сапротрофы. В сосняках Кузбасского ботанического сада на зональных почвах преобладала группа подстилочных сапротрофов (17 видов), а виды грибов-микоризообразователей были менее многочисленны (10 видов), остальные трофические группы представлены единичными экземплярами. Микобиота рекультивированных территорий Кедровского угольного разреза отличается высоким видовым богатством и обильностью плодоношения, при этом встречающиеся виды грибов являются типичными для Кемеровской области. В трофической структуре микобиоты сосняков, расположенных на рекультивированных землях, преобладают грибы-симбиотрофы, формирующие эктомикоризу с древесными растениями, обеспечивая их режим питания в олиготрофных условиях техногенных элювиев. Участие грибов разных трофических групп свидетельствует о комплексном вовлечении местообитаний отвалов под покровом сосновых насаждений в биологический круговорот.

Ключевые слова: сосняки; рекультивация; сапротрофы; грибы-микоризообразователи; плодовое тело.

O. M. Legoshchina, V. I. Ufimtsev. FEATURES OF THE MYCOBIOTA IN ARTIFICIAL STANDS OF *PINUS SYLVESTRIS* L. IN THE SPOIL DUMPS OF THE KEDROVSKY COAL MINE (KEMEROVO REGION)

The fungal biota was studied in 2019 in a test plot in pine stands planted on the spoil dump of the Kedrovsky coal mine, and in a control plot in pine stands on zonal meadow cher-

nozem soils in the Kuzbass Botanical Garden. In these plots, the number of fruit bodies was counted every seven days of the summer-autumn period, the fungi were photographed and identified. Surveys revealed 43 species of macrofungi in the Kedrovsky coal mine remediation sites, and 33 species of higher fungi on the zonal soils of the Kuzbass Botanical Garden. Abundant fruiting of macrofungi was observed in the stands planted of the spoil rock dump of the Kedrovsky coal mine. The number of fruit bodies formed in the mushroom community of pine forests in the control plot was 15 % lower on average. The trophic structure of the fungal biota in the plant community on the spoil dump was characterized by a high diversity of mycorrhizal species (18 species), while the group of litter saprotrophs was less diverse (13 species). The amount of soil-, litter-, and humus-dwelling saprotrophs was minor. The prevalent group in pine forests of the Kuzbass Botanical Garden, on zonal soils, was litter-dwelling saprotrophs (17 species), whereas mycorrhizal fungi were less numerous there (10 species), and the rest of trophic groups were represented by single specimens. The fungal biota of the remediated Kedrovsky coal mine areas featured high species richness and abundant fruiting, and the fungal species inhabiting the areas are typical of the Kemerovo Region. The prevalent component of the trophic structure of the fungal biota in the pine stands on remediated land was symbiotrophic fungi, forming ectomycorrhiza with woody plants, thus supplying the latter with nutrition in the oligotrophic conditions of technogenic residual rock. The presence of fungi of different trophic groups indicates that the dump habitats are involved in many ways in the biological cycle under the pine stand cover.

Key words: pine forests; remediation; saprotrophs; mycorrhizal fungi; fruit body.

Введение

Недра Кемеровской области богаты различными полезными ископаемыми: железными и марганцевыми рудами, флюсовыми известняками, огнеупорной глиной, рудой цветных металлов и др., но все же главным богатством Кузбасса является каменный уголь. Добыча угля в области растет с каждым годом. Так, в 2018 году добыто 255,3 млн тонн, что на 13,8 млн тонн больше прошлогоднего значения. Нарастание объемов добычи «черного золота» приводит к увеличению техногенно нарушенных площадей с трансформированными или уничтоженными природными экосистемами. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы функционирования экосистем, формирующихся на посттехногенных ландшафтах.

Согласно ГОСТ Р 57446–2017, одним из неотъемлемых критериев восстановления природных функций территорий, трансформированных в ходе техногенеза, является биологическое разнообразие [ГОСТ..., 2017], которое достигается образованием полнокомпонентных экосистем, то есть имеющих устойчивую флору, фауну и микобиоту [Сафонов, 2004]. В связи с этим оценка успешности рекультивации включает исследование не только состояния растительных сообществ, созданных методами рекультивации, но и механизмов их устойчивости и функционирования.

Высшие грибы являются одним из ключевых структурных компонентов наземных экосистем,

поддерживающих функционирование системы «почва – растение» [Веселкин и др., 2015]. Будучи гетеротрофами и редуцентами, грибы участвуют в разложении лесной подстилки, в том числе и такого трудноразлагаемого компонента, как опад хвойных пород, обеспечивая процессы минерализации и гумификации. Известно, что почвенные и подстилочные сапротрофные грибы наряду с целлюлозолитическими бактериями являются основными агентами деструкции целлюлозы в бореальных лесах [Dickinson, Pugh, 1974; Swift et al., 1979]. Высшие грибы в симбиозе с растениями формируют азотный режим местообитаний, обеспечивающий функционирование сообществ в условиях резкого дефицита элементов питания. Кроме того, грибы способствуют биохимическому разрушению литогенных субстратов, без которого невозможны накопление достаточного количества фракций физической глины и почвенно-экологический эффект в целом [Андроханов и др., 2004].

В ходе ранее проведенных исследований сосновых насаждений на отвалах Кузбасса обнаружена высокая степень дифференциации древостоев по таксационным характеристикам, обуславливающая высокую разнородность местообитаний по формированию подчиненных ярусов, естественному возобновлению, распределению и вещественному составу опада, трансформации экологических факторов [Уфимцев и др., 2014; Уфимцев, Беланов, 2015, 2018]. В насаждениях II класса возраста проводили мониторинг различных показателей

состояния искусственных насаждений сосны обыкновенной на отвалах угольного разреза [Цандекова и др., 2013; Цандекова, Колмогорова, 2016; Колмогорова, 2016], также предпринимались попытки изучения микробиологической активности и ее роли в процессах почвообразования на техногенных элювиях [Макеева, Неверова, 2015]. В то же время сообщество грибов-макромицетов на рекультивированных территориях как механизм функционирования техногенных лесных экосистем остается неизученным.

Целью настоящей работы стало изучение микобиоты макромицетов в искусственных насаждениях сосны обыкновенной на отвалах Кедровского угольного разреза.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2019 г. Опытная площадка размещалась на отвале Кедровского угольного разреза ОАО «УК Кузбассразрезуголь», расположенного в 25 км северо-восточнее г. Кемерово. Согласно эколого-географическому районированию Кедровский угольный разрез располагается в районе северной лесостепи Кузнецкой котловины [Экологическая..., 1995]. Объекты исследования – постоянные пробные площади в сосновых насаждениях, произрастающие на спланированном отвале Кедровского угольного разреза без нанесения плодородного или потенциально плодородного слоя. Выбраны участки без нанесения почвоулучшителей для выявления контрастных условий по сравнению с естественными ландшафтами – корнеобитаемый горизонт участка сложен из разнородной массы осадочных пород (песчаники и алевролиты), с некоторым включением магматических пород и лессовидных суглинков. По данным проведенных ранее таксационных исследований [Уфимцев, Беланов, 2018], возраст насаждений на 2019 год составил 29 лет (II класс возраста) (табл. 1).

Для контроля выбраны сосновые насаждения, произрастающие на зональных лугово-

черноземных почвах на территории Кузбасского ботанического сада в г. Кемерово, так как в пределах г. Кемерово нет зональных сосняков близкого возраста и в то же время сопоставимых по показателям разнородности густоты, что требует методология исследований. Так, посадки сосны в Кузбасском ботаническом саду проводились 8-летними саженцами в 2002 году, возраст деревьев в 2019 году составил 25 лет – таким образом, насаждения на отвалах близки по возрасту к лесным культурам на контрольных площадках. Контрольные участки подобраны с учетом минимального влияния грунтовых вод и близости озера Суховского, расположенного на территории ботанического сада, – на водораздельных мезоучастках на 10–12 м выше уровня водной поверхности озера. В свою очередь, участок отвала, где расположены пробные площадки, характеризуется ровной поверхностью, окружен более высокими новообразованными отвалами, у подножия которых встречаются переувлажненные участки в связи с наличием в толще отвала водоупорных глинистых слоев, препятствующих полному дренированию. Эти факты дают основание считать условия исследуемых и контрольных участков близкими по уровню увлажнения.

Грибное сообщество макромицетов исследовали в древостоях сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), относящихся к II классу бонитета. Полевые работы проводились в течение летне-осеннего периода (с июня по сентябрь). На исследуемых площадках через каждые 7 дней подсчитывали количество плодовых тел макромицетов, обнаруженные грибы фотографировали и идентифицировали [Перова, Горбунова, 2001]. Принадлежность к эколого-трофическим группам проводили по литературным данным. Для анализа полученных результатов использовали схему трофических групп, предложенную А. Е. Коваленко [1980], согласно которой были выделены симбиотрофы-микоризообразователи, гумусовые сапротрофы, почвенные сапротрофы, сапротрофы на подстилке, сапротрофы на опаде.

Таблица 1. Таксационная характеристика насаждений

Table 1. Taxation description of standing wood

Сомкнутость крон, % Crown density, %	Густота шт./га Bushiness pcs/ha	Средняя высота, м Mean height, m	Средний диаметр, см Average diameter, cm	Сумма площадей сечений, м ² /га Sum of the cross-sectional areas, m ² /ha	Относительная полнота Relative density
30	328	8,0 ± 0,3	15,6 ± 0,4	9,78	0,42
50	675	9,5 ± 0,1	14,2 ± 0,5	8,61	0,37
70	938	9,7 ± 0,1	13,4 ± 0,7	13,25	0,57
90	2345	9,1 ± 0,2	11,1 ± 0,6	25,08	1,09

Таблица 2. Таксономический состав микобиоты древесных насаждений *Pinus sylvestris* на рекультивированных участках Кедровского угольного разреза

Table 2. The taxonomic composition of the mycobiota of *Pinus sylvestris* tree stands in the reclaimed areas of the Kedrovsky coal mine

Порядок Order	Семейство (число родов/видов) Family (number of genus/species)	Роды (виды) Genus (species)
Pezizales	Pezizaceae (1/1)	Peziza (1)
Agaricales	Cortinariaceae (2/4)	Cortinarius (2), Hebeloma (2)
	Inocybaceae (1/4)	Inocybe (4)
	Strophariaceae (1/1)	Galerina (1)
	Tricholomataceae (3/9)	Mycena (2), Tricholoma (4), Clitocybe (3)
	Marasmiaceae (4/5)	Baeospora (1), Rhodocollybia (1), Collybia (2), Megacollybia (1)
	Hygrophoraceae (1/1)	Hygrophorus (1)
	Agaricaceae (3/4)	Lycoperdon (2), Bovista (1), Bovista (1)
	Coprinaceae (1/1)	Coprinus (1)
Boletales	Suillaceae (1/2)	Suillus (2)
	Gomphidiaceae (1/1)	Chroogomphus (1)
	Physalacriaceae (1/1)	Strobilurus (1)
Russulales	Russulaceae (2/5)	Lactarius (2), Russula (3)
	Auriscalpiaceae (1/1)	Auriscalpium (1)
Hymenochaetales	Hymenochaetales (1/1)	Coltricia (1)
Thelephorales	Thelephoraceae (1/2)	Thelephora (2)
Всего Total	16 семейств sixteen families	25 родов (43 вида) twenty five genera (forty three species)

Результаты и обсуждение

В ходе проведенных исследований на участках рекультивации Кедровского угольного разреза выявлено 43 вида грибов-макромицетов. Анализ таксономической структуры исследуемой микобиоты показал значительное преобладание представителей класса Agaricomycetes (42 вида), к классу Pezizomycetes принадлежит 1 вид (табл. 2). Наиболее крупным по числу видов является порядок Agaricales (29 видов). Ведущим семейством по числу видов является Tricholomataceae (9 видов). В список крупнейших родов входят Inocybe (4 вида), Tricholoma (4 вида), Clitocybe (3 вида), Russula (3 вида). Преобладание данных родов и семейств в таксономической структуре исследуемого грибного сообщества указывает на его типичность для лесных сообществ умеренного пояса.

В ходе исследования видового состава грибного сообщества в насаждениях сосны обыкновенной на зональных почвах Кузбасского ботанического сада идентифицировано 33 вида макромицетов. Все обнаруженные грибы относились к классу Agaricomycetes. Самым крупным порядком по числу видов являлся Agaricales (24 вида). Доминирующим семейством по числу видов являлось Tricholomataceae (13 видов). В перечень крупных родов входили

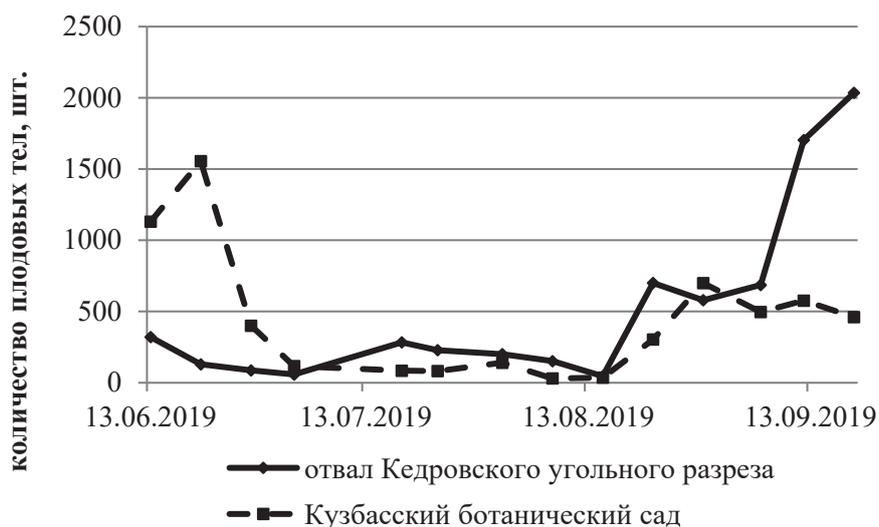
Мусена (6 видов), Collybia (4 вида), Tricholoma (3 вида), Clitocybe (3 вида), Russula (3 вида).

Таким образом, видовое разнообразие макромицетов сосновых насаждений на участках рекультивации на 23 % выше, чем на зональных почвах. Кроме того, микобиота сосновых насаждений на отвалах выделяется большим разнообразием всех таксономических единиц: порядков, семейств и родов.

Оценка количественного учета плодовых тел макромицетов показала обильность плодоношения грибов на рекультивированном отвале Кедровского угольного разреза. Грибное сообщество в сосняках контрольной площадки (Кузбасский ботанический сад) характеризовалось более низким плодоношением, где базидиом образовалось в среднем на 15 % меньше, чем на опытной площадке (рис.).

При этом максимальное обилие плодовых тел макромицетов на площадках наблюдения не совпадало по календарным срокам. На рекультивированной территории угольного разреза интенсивное плодоношение макромицетов наблюдалось в конце вегетационного периода (конец августа – начало сентября), в то время как на контрольной площадке максимальная насыщенность базидиом приходилась на начало вегетационного периода (начало июня).

Согласно результатам анализа трофической структуры грибного сообщества, в исследован-



Количество плодовых тел макромицетов, собранных на исследуемых площадках в течение полевого сезона
 The number of bracket macromycetes collected at the research sites during the field season

Таблица 3. Распределение видов макромицетов по трофическим группам на исследуемых площадках наблюдения

Table 3. Distribution of macromycete species by trophic groups at the studied observation sites

Трофические группы макромицетов Trophic groups of macromycetes	Кедровский угольный разрез (число видов) Kedrovsky coal mine (number of species)	Кузбасский ботанический сад (число видов) Kuzbass Botanical Garden (number of species)
Микоризообразователи Mycorrhizal fungi	18	10
Сапротрофы на подстилке Saprotrophs on forest cover	13	17
Почвенные сапротрофы Soil saprotrophs	5	2
Сапротрофы на опаде Saprotrophs on litter	4	3
Гумусовые сапротрофы Humus saprotrophs	3	1
Всего Total	43	33

ном фитоценозе преобладают грибы-симбиотрофы, на втором месте подстилочные сапротрофы. В незначительном количестве представлены группы почвенных, опадных и гумусовых сапротрофов (табл. 3). Совершенно противоположная картина наблюдалась в сосняках Кузбасского ботанического сада на зональных почвах, где преобладала группа подстилочных сапротрофов (17 видов), а грибы-микоризообразователи были менее многочисленны (10 видов), остальные трофические группы представлены единичными экземплярами.

Известно, что грибы-микоризообразователи обеспечивают устойчивость лесных фитоценозов к негативным воздействиям экологических

факторов. Находясь в симбиозе с древесными растениями, они регулируют их водоснабжение и обеспечивают элементами минерального питания. На исследуемых участках рекультивированных отвалов было выявлено 18 видов грибов-макромицетов, способных к образованию микоризы с сосной обыкновенной, это составило 42 % от общего числа видов, обнаруженных на исследуемой территории. В древостоях Кузбасского ботанического сада доля грибов-симбиотрофов составила 30 %, что на 12 % ниже, чем на рекультивированной территории угольного разреза.

Грибы-сапрофиты играют очень важную роль в лесных фитоценозах – участвуя в разложении лесной подстилки (листьев, коры, шишек и др.),

они способствуют пополнению запасов почвы минеральными веществами. В сосняках рекультивированных участков Кедровского угольного разреза в группе редуцентов растительных остатков преобладали подстилочные сапротрофы, составляя 52 % от всех грибов-деструкторов. При этом на зональных почвах видовое обилие грибов-сапротрофов на подстилке было значительно выше, чем на опытном участке, здесь их доля составляла 74 % от всех грибов-деструкторов, идентифицированных в сосняках Кузбасского ботанического сада.

Заключение

Микобиота рекультивированных территорий Кедровского угольного разреза характеризуется высоким видовым богатством и обильностью плодоношения, при этом встречающиеся виды грибов являются типичными для данного региона. Трофическая структура микобиоты сосняков, расположенных на рекультивированных землях, характеризуется преобладанием грибов-микоризообразователей, формирующих эктомикоризу с древесными растениями, обеспечивающую их режим питания в олиготрофных условиях техногенных элювиев.

Участие грибов разных трофических групп свидетельствует о комплексном вовлечении местообитаний отвалов под покровом сосновых насаждений в биологический круговорот. Всплеск видового разнообразия макромицетов, более выраженный на отвалах, чем на зональных почвах, возникает именно как механизм преобразования техногенных субстратов, что позволяет сделать вывод о положительной роли сосны обыкновенной как эдификатора техногенных лесных экосистем на начальном этапе их функционирования.

Работа выполнена в рамках проекта № АААА-А17-117041410053-1 (0352-2019-0015 VI.52. Оценка состояния и охрана флористического разнообразия под влиянием антропогенных и техногенных факторов in situ и ex situ).

Литература

Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.

Веселкин Д. В., Лукина Н. В., Чибрик Т. С. Соотношение микоризных и немикоризных видов растений в первичных техногенных сукцессиях // Экология. 2015. № 5. С. 345–353.

ГОСТ Р 57446-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического раз-

нообразия. Изд. официальное. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 апреля 2017 г. № 283-ст. М.: Стандартинформ, 2017. 23 с.

Коваленко А. Е. Экологический обзор грибов из порядка Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // Микология и фитопатология. 1980. Т. 14, вып. 4. С. 300–314.

Колмогорова Е. Ю. Морфометрическая характеристика древесных растений, произрастающих в условиях угольного отвала разреза «Кедровский» // Бюллетень науки и практики [Электронный ресурс]. 2016. № 6(7). URL: <http://www.bulletennauki.com/#!/kolmogorova/dfw3x> (дата обращения: 26.02.2020).

Макеева Н. А., Неверова О. А. Биогенность породного отвала при внесении почвенных микроорганизмов // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. 2015. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/130-23216> (дата обращения: 26.02.2020).

Перова Н. В., Горбунова И. А. Макромицеты юга Западной Сибири. Новосибирск: СО РАН, 2001. 158 с.

Сафонов М. А. Устойчивость грибных сообществ как критерий выделения ключевых микологических территорий // Известия Самарского научного центра РАН. Спец. вып. Природное население России. 2004. Ч. 1. С. 165–170.

Уфимцев В. И., Самаркина Е. И., Огиенко М. А. Значение сомкнутости крон для формирования подраста в культурах сосны обыкновенной на отвалах Кедровского угольного разреза // Вестник КемГУ. 2014. № 1(57). Т. 1. С. 13–17.

Уфимцев В. И., Беланов И. П. Самовозобновление сосны обыкновенной на отвалах угольной промышленности в лесостепной зоне Кузбасса // Вестник КрасГАУ. 2015. № 12. С. 23–30.

Уфимцев В. И., Беланов И. П. Восстановительные сукцессии лесных фитоценозов на отвалах Кедровского угольного разреза // Сибирский лесной журнал. 2018. № 6. С. 58–68.

Цандекова О. Л., Неверова О. А., Колмогорова Е. Ю. Роль антиоксидантной системы в устойчивости сосновых насаждений в условиях породного отвала // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15, № 3. С. 245–248.

Цандекова О. Л., Колмогорова Е. Ю. Особенности адаптационных перестроек хвои *Pinus sylvestris* L. в условиях породного отвала угольного разреза «Кедровский» // Вестник ОГУ. 2016. № 6(194). С. 81–85.

Экологическая карта Кемеровской области. Масштаб 1:500 000 / Под ред. Л. П. Баранника. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1995. 1 л.

Dickinson C. H., Pugh G. J. F. Biology of plant litter decomposition. London; New York, 1974. 775 p.

Swift M. J., Heal O. W., Anderson J. M. Decomposition in terrestrial ecosystem. Oxford: Blackwell Scientific Publ., 1979. 372 p.

Поступила в редакцию 17.03.2020

References

Androkhonov V. A., Kulyapina E. D., Kurachev V. M. Pochvy tekhnogennykh landshaftov: genezis i evolyutsiya [Soils of technogenic landscapes: genesis and evolution]. Novosibirsk: SB RAS, 2004. 151 p.

Ekologicheskaya karta Kemerovskoi oblasti. Masshtab 1:500000 [Ecological map of the Kemerovo Region. Scale 1: 500,000]. Ed. L. P. Barannik. Moscow: Federal Service of Geodesy and Cartography of Russia, 1995. 1 p.

GOST R 57446-2017. Nailuchshie dostupnye tekhnologii. Rekul'tivatsiya narushennykh zemel' i zemel'nykh uchastkov. Vosstanovlenie biologicheskogo raznoobraziya. Izd. ofitsial'noe. Utverzhden i vveden v deistvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 18 aprelya 2017 g. [GOST R 57446-2017. The best technology available. Reclamation of disturbed lands and land plots. Restore biodiversity. Ed. official. Approved and enforced by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of April 18]. No. 283-st. Moscow: Standartinform, 2017. 23 p.

Kovalenko A. E. Ekologicheskii obzor gribov iz porjadka Poliporales, Boletales, Agaricales, Russulales v gornyykh lesakh tsentral'noi chasti Severo-Zapadnogo Kavkaza [Ecological review of fungi from the order of Poliporales, Boletales, Agaricales, Russulales in the mountain forests of the central part of the Northwest Caucasus]. *Mikologiya i fitopatologiya* [Mycology and Phytopathology]. 1980. Vol. 14, no. 4. P. 300–314.

Kolmogorova E. Yu. Morfometricheskaya kharakteristika drevesnykh rastenii, proizrastayushchikh v usloviyakh ugol'nogo otvala razreza «Kedrovskii» [Morphometric characteristics of woody plants growing under the conditions of a coal dump of the Kedrovsky open pit]. *Byull. nauki i praktiki* [Bull. Science and Practice. Electron. J.]. 2016. No. 6(7). URL: <http://www.bulletennauki.com/#!kolmogorova/dfw3x> (accessed: 26.02.2020).

Makeeva N. A., Neverova O. A. Biogennost' porodnogo otvala pri vnesenii pochvennykh mikroorganizmov [The biogenicity of the waste dump during the introduction of soil microorganisms]. *Sovr. probl. nauki i obrazovaniya* [Modern Probl. of Science and Ed.]. 2015. No. 6. URL: <http://www.science-education.ru/130-23216> (accessed: 26.02.2020).

Perova N. V., Gorbunova I. A. Makromitsety yuga Zapadnoi Sibiri [Macromycetes of the south of Western Siberia]. Novosibirsk: SB RAS, 2001. 158 p.

Safonov M. A. Ustoichivost' gribnykh soobshchestv kak kriterii vydeleniya klyuchevykh mikologicheskikh territorii [The stability of fungal communities as a crite-

tion for the allocation of key mycological territories]. *Izv. Samarskogo nauch. tsentra RAN. Spets. vyp. Prirod. naselenie Rossii* [Bull. Samara Sci. Center RAS. Special Iss. The natural population of Russia]. 2004. Part 1. P. 165–170.

Tsandekova O. L., Kolmogorova E. Yu. Osobennosti adaptatsionnykh perestroek khvoi *Pinus sylvestris* L. v usloviyakh porodnogo otvala ugol'nogo razreza «Kedrovskii» [Features of adaptive rearrangements of the needles of *Pinus sylvestris* L. in the conditions of the rock dump of the Kedrovsky coal mine]. *Vestnik OGU* [Bull. Orenburg St. Univ.]. 2016. No. 6(194). P. 81–85.

Tsandekova O. L., Neverova O. A., Kolmogorova E. Yu. Rol' antioksidantnoi sistemy v ustoychivosti osnovnykh nasazhdenii v usloviyakh porodnogo ugol'nogo otvala [The role of the antioxidant system in the stability of pine plantations in conditions of rock coal dump]. *Izv. Samarskogo nauch. tsentra RAN* [Bull. Samara Sci. Center RAS]. 2013. Vol. 15, no. 3. P. 245–248.

Ufimtsev V. I., Samarkina E. I., Ogienko M. A. Znachenie somknutosti kron dlya formirovaniya podrosta v kul'turakh sosny obyknovЕННОi na otvalakh Kedrovskogo ugol'nogo razreza [The value of crown crowns for the formation of undergrowth in common pine crops on the dumps of the Kedrovsky coal mine]. *Vestnik KemGU* [Bull. Kemerovo St. Univ.]. 2014. Vol. 1(57), no. 1. P. 13–17.

Ufimtsev V. I., Belanov I. P. Samovozobnovlenie sosny obyknovЕННОi na otvalakh ugol'noi promyshlennosti v lesostepnoi zone Kuzbassa [Self-renewal of common pine on the dumps of the coal industry in the forest-steppe zone of the Kuzbass]. *Vestnik KrasGAU* [Bull. KrasSAU]. 2015. No. 12. P. 23–30.

Ufimtsev V. I., Belanov I. P. Vosstanovitel'nye suktsessii lesnykh fitotsenozov na otvalakh Kedrovskogo ugol'nogo razreza [Restorative successions of forest phytocenoses on the dumps of the Kedrovsky coal mine]. *Sibirskii lesnoi zhurn.* [Siberian Forest J.]. 2018. No. 6. P. 58–68.

Veselkin D. V., Lukina N. V., Chibrik T. S. Sootnoshenie mikoriznykh i nemikoriznykh vidov rastenii v perichnykh tekhnogennykh suktsessiyakh [The ratio of mycorrhizal and non-mycorrhizal plant species in primary technogenic successions]. *Ekol.* [Ecol.]. 2015. No. 5. P. 345–353.

Dickinson C. H., Pugh G. J. F. Biology of plant litter decomposition. London; New York, 1974. 775 p.

Swift M. J., Heal O. W., Anderson J. M. Decomposition in terrestrial ecosystem. Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1979. 372 p.

Received March 17, 2020

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Легощина Ольга Михайловна

младший научный сотрудник лаб. рекультивации
и биомониторинга, к. б. н.
Институт экологии человека,
Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты
Сибирского отделения РАН
пр. Ленинградский, 10, Кемерово, Россия, 650065
эл. почта: arabena@inbox.ru
тел.: +79045768524

Уфимцев Владимир Иванович

заведующий лаб. рекультивации и биомониторинга, к. б. н.
Институт экологии человека,
Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты
Сибирского отделения РАН
пр. Ленинградский, 10, Кемерово, Россия, 650065
эл. почта: uwy2079@gmail.com

CONTRIBUTORS:

Legoshchina, Olga

Institute of Human Ecology, Federal Research Center
for Coal and Coal Chemistry,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
10 Leningradsky Ave., 650065 Kemerovo, Russia
e-mail: legoshchina@mail.ru
tel.: +79045768524

Ufimtsev, Vladimir

Institute of Human Ecology, Federal Research Center
for Coal and Coal Chemistry,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
10 Leningradsky Ave., 650065 Kemerovo, Russia
e-mail: uwy2079@gmail.com