

Кабанова Светлана Анатольевна – заведующая отделом воспроизводства лесов и лесоразведения ТОО «Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации», кандидат биологических наук, г. Щучинск, Акмолинская область, Казахстан; e-mail: kabanova.05@mail.ru

Данченко Матвей Анатольевич – доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства Биологического института ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кандидат географических наук, доцент, г. Томск, Российская Федерация; e-mail: t-ekos@mail.ru

Information about authors

Pudzha Gennadij Ivanovich – post-graduate student of the Department of Forestry and Landscape Construction of the Biological Institute of TSU National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation; e-mail: forest@mail.tsu.ru

Danchenko Anatolij Matveevich – professor of the Department of Forestry and Landscape Construction of the Biological Institute of TSU National Research Tomsk State University, doctor of biological sciences, professor, Tomsk, Russian Federation; e-mail: t-ekos@mail.ru

Kabanova Svetlana Anatolevna – head of the department of reforestation and afforestation Kazakh research Institute of forestry and agroforestry, candidate of biological sciences, Shchuchinsk, Kazakhstan; e-mail: kabanova.05@mail.ru

Danchenko Matvey Anatolevich – associate professor of the Department of Forestry and Landscape Construction of the Biological Institute of TSU National Research Tomsk State University, candidate of geographic sciences, associate professor, Tomsk, Russian Federation; e-mail: t-ekos@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5ab0dfbcc7a318.62767680

УДК (582.287.238)

АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ПЕТРОЗАВОДСКА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

младший научный сотрудник **Л. А. Савельев**¹
биолог **А. В. Кикеева**¹

1 – Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Российская Федерация

В статье представлены результаты исследования таксономической и трофической структуры агарикоидных базидиомицетов в зеленых насаждениях города (*Betula*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*). Обнаружено 111 видов макромицетов, относящихся к 59 родам, 33 семействам, 8 порядкам. Ведущее положение по числу видов в исследуемой микобиоте занимает группа микоризообразователей. Биота агариковых грибов демонстрирует бореальный характер с наиболее ярко проявляющимися чертами таксономической структуры микобиоты средней подзоны карельской тайги. Обилие видов в семействах *Agaricaceae* и *Russulaceae*, характерных для рудеральных местобитаний и лесной зоны, определяет своеобразие микобиоты. Сопоставление видового состава и пропорций таксономической структуры микобиоты фитоценозов города и ненарушенных территорий, а также Карелии в целом охарактеризовано малым сходством и свидетельствует о неполноте инвентаризации агариковых грибов таежной зоны республики. Наибольшим видовым разнообразием макромицетов характеризуются ельники, наименьшим – лиственничники. На пробных площадях ельника, березняка и лиственничника структура биоты агариковых грибов подвержена флуктуации, но характеризуется относительной стабильностью из года в год. В структуре микобиоты сосняка в градиенте увеличения антропогенной нагрузки происходит изменение в

спектрах семейств, ранжированных по числу видов, которое находит отражение в трофической структуре. Снижается количество видов-симбиотрофов, полностью исчезают подстилочные, ведущее место занимают гумусовые сапротрофы. Встречено 11 видов охраняемых видов, относящиеся к двум группам – потенциально уязвимые (NT) и виды, для оценки угрозы которым не хватает данных (DD).

Ключевые слова: агарикоидные базидиомицеты; зеленые насаждения; таксономическая и трофическая структуры; охраняемые виды

AGARICOID BASIDIOMYCETES IN PETROZAVODSK CITY GREEN SPACES (REPUBLIC OF KARELIA)

Junior Researcher L. A. Savel'ev¹

Biologist A. V. Kikeeva¹

1 – Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Republic of Karelia

Abstract

The paper reports the results of studies on the taxonomic and trophic structure of agaricoid basidiomycetes in urban stands of the main forest tree species of the boreal zone (*Betula*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*). Altogether 111 species of macromycetes of 59 genera, 33 families and 8 orders were found. The leader in terms of the number of species in this mycobiota is the group of mycorrhiza-forming fungi. The biota of agaricoid fungi is of the boreal type with the taxonomic structure most vividly demonstrating the traits of the mycobiota typical of the middle taiga subzone of Karelia. A distinctive feature of the mycobiota is the high number of species in the families *Agaricaceae* and *Russulaceae*, which are common in ruderal habitats and the forest zone. A comparison of the species composition and ratios in the taxonomic structure of the mycobiota between plant communities of urban and undisturbed areas, as well as Karelia in general showed a low level of similarity and pointed to gaps in the current inventory of agarics in the boreal zone of Republic. The highest species diversity of macromycetes was found in spruce stands, and the lowest in larch stands. The structure of the agaricoid fungal biota in sample plots in the spruce-, birch- and larch stands was relatively stable, with some fluctuation. As to the structure of the pine stand mycobiota, the spectrum of families ranked by the number of species in them changed along the human pressure gradient, and the trophic structure changed accordingly. The number of symbiotrophic species decreased, litter-related saprotrophs disappeared, the leading position was taken over by humus-related saprotrophs. The surveys revealed the presence of 11 red-listed species classified into two categories – near threatened (NT) and data deficient (DD) species.

Keywords: agaricoid basidiomycetes; green spaces; taxonomic and trophic structures; red-listed species

Высокие масштабы урбанизации обуславливают антропогенную трансформацию среды и отражаются на биоразнообразии экосистемы. В способности нивелировать неблагоприятные последствия этого процесса состоит особая роль крупных зеленых насаждений [2]. Устойчивость экосистем во многом обеспечивается функционированием микобиоты. Известно об исключительно важной роли эктомикоризных грибов в формировании, функционировании и сукцессии биогеоценозов

[7, 23]. Микоризные ассоциации посредством активизации процессов миграции биогенных элементов встроены в глобальные круговороты элементов (в первую очередь фосфора и азота) [21, 22]. Известно, что микосимбиотрофия является важнейшим механизмом сохранения азота лесных биоценозов [14]. Грибы являются важным звеном, осуществляющим процессы биодеструкции, трансформации органического вещества. Способность к биоаккумуляции поллютантов обуславливает роль гри-

бов в миграции по пищевым цепям [11, 18]. Изучение различных аспектов антропогенного воздействия на компоненты грибных сообществ актуально и изучается многопланово.

В антропогенно измененной среде на состояние зеленых насаждений оказывается комплексное воздействие техногенно обусловленными факторами, в первую очередь связанных с потоками загрязняющих веществ и трансформацией почвенного покрова. Приоритетными загрязнителями почв города Петрозаводска являются тяжелые металлы (ТМ), в первую очередь свинец. В почвах выявлены высокие показатели его валового содержания (до 34 ПДК), а также, в большей степени, меди (до 2,5 ПДК) и цинка (2,5) [10, 17]. Загрязнение децентрализовано и рассредоточено по всей территории города.

Работа выполнена с целью инвентаризации видового состава агарикоидных базидиомицетов (*Agaricomycetes*) зеленых насаждений города, их таксономического и трофического анализа, выявления охраняемых видов, а также особенностей указанной микобиоты пробных площадей с разной степенью загрязнения основными ТМ и трансформации почвенного покрова.

Объект исследования – видовой состав агарикоидных базидиомицетов. Исследование проводилось в зеленых насаждениях лесобразующих видов древесных растений, типичных для бореальной зоны (*Betula*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*). Для каждой пробной площади составляли таксационные характеристики древостоя в соответствии с общепринятыми методами [1] (табл. 1). Пробные площади (п/п) (500 м²) заложены в чистых березняках и чистых лиственничниках. В ельниках – чистых и с примесью березы и осины, в сосняках – чистых и с примесью ели и березы. Ельники и сосняки представляют собой естественные насаждения, березняки и лиственничники – посадки. Сбор макромицетов проводили в период с третьей декады мая по первую декаду ноября 2015 г., один раз в 15 дней.

Отбирали образцы поверхностного слоя почв. Один почвенный образец представляет собой смешанный из пяти индивидуальных. Подготовка, обработка и проведение химических анализов образцов почв выполнены сотрудниками ЦКП Анали-

тической лаборатории ИЛ КарНЦ РАН. Определение концентрации металлов выполнено методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, общий азот по Кьельдалю. Оценку уровня загрязнения почв ТМ проводили, используя принятые ориентировочно допустимые концентрации [3], фоновые региональные показатели металлов для Карелии и местный фон – концентрация ТМ в почвах города Петрозаводска [17].

Каждый фитоценоз представлен тремя п/п с разной степенью техногенного воздействия на почвы основных загрязнителей городских почв – ТМ – и трансформации почвенного покрова (рис. 1). Пробные площади в фитоценозах, подверженных в минимальной степени рекреационному и техногенному воздействию, расположены в дендрарии Ботанического сада Петрозаводского государственного университета. Контрольный участок расположен в 7 км от города. Рекреационная нагрузка и транспортное влияние минимальны (участки 1, 4, 7, 10). Отмечено превышение регионального фона по содержанию в почве указанных ТМ. Фитоценозы, расположенные на окраинах города (2, 5, 8, 11), испытывают большую антропогенную нагрузку, которая выражается в трансформации почвенного покрова, увеличении концентраций поллютантов (п/п «окраина»). Древесные массивы испещрены мертвопокровными зонами и тропами. Ельник и сосняк расположены в непосредственной близости от автомагистралей и автозаправочных станций, испытывают в большей степени транспортную нагрузку. В образцах почвы сосняка отмечено содержание свинца, превышающее местный (городской) фон. Березняк и лиственничник расположены на территории парков культуры и отдыха, испытывают в большей степени рекреационное воздействие. Концентрации ТМ в почве превышают региональные значения по Карелии.

Скверы и парки центральной части города служат местом отдыха населения и находятся в непосредственной близости от транспортной сети (п/п «центр»). В образцах почвы сосняка обнаружено высокое содержание свинца, превышающее ОДК, в образцах почвы лиственничника – содержание свинца и меди, превышающее ОДК. Содержание ТМ в почвах ельника и березняка превышает региональный фон.

Природопользование

Таблица 1

Таксационные характеристики древостоев и валовое содержание в почвах тяжелых металлов

№ участка	Состав древостоя	Возраст, лет	Средние		Полнота абсолютная, м ² /га	Класс бонитета	Запас, м ³ /га	Валовое содержание ТМ, мг/кг		
			D, см	h, м				Pb	Cu	Zn
Ельник черничный										
1	10 Pa, ед. Ps	70	37,9	23,4	29,9	I	368	22,2	28,2	43,5
2	10 Pa + B + Po	80	33,6	23,8	17,5	II	324	23,7	8,0	30,6
3	10 Pa	70	30,4	22,6	16,9	II	297	30,2	9,0	19,3
Березняк разнотравный										
4	10 B	45	20,4	13,1	23,3	IV	143	17,3	8	49,1
5	10 B	45	20,4	14,1	14,7	IV	94	15,8	29,3	19,8
6	10 B	35	23,6	13,9	24,2	III	118	14,8	29,2	25,8
Сосняк черничный/разнотравный*										
7	10 Ps	60	31,3	17,1	27,8	III	239	16,3	9,2	47,7
8	9 Ps 1 Pa + B	60	30,1	19	24,3	II	249	51,9	9,8	18
9*	10 Ps + B	90	32,5	11,1	25,2	Va	188	70,6	11,5	45,3
Лиственничник разнотравный										
10	10 L	70	29,8	17	28,2	III	225	14,9	22,8	56,5
11	10 L	55	26,4	16,7	32,3	II	253	26,6	20,3	52,4
12	10 L	50	32	17,4	22,7	II	187	207,3	80,9	81,4
Показатели										
ОДК								65	66	110
Региональный фон (РК)								15,5	18,5	37,2
Местный фон (Петрозаводск)								35,3	35,4	69,8

Примечание. Pa (*Picea*) – ель, B (*Betula*) – береза, L (*Larix*) – лиственница, Ps (*Pinus*) – сосна, Po (*Populus*) – осина; h – средняя высота древостоя, D – средний диаметр стволов.

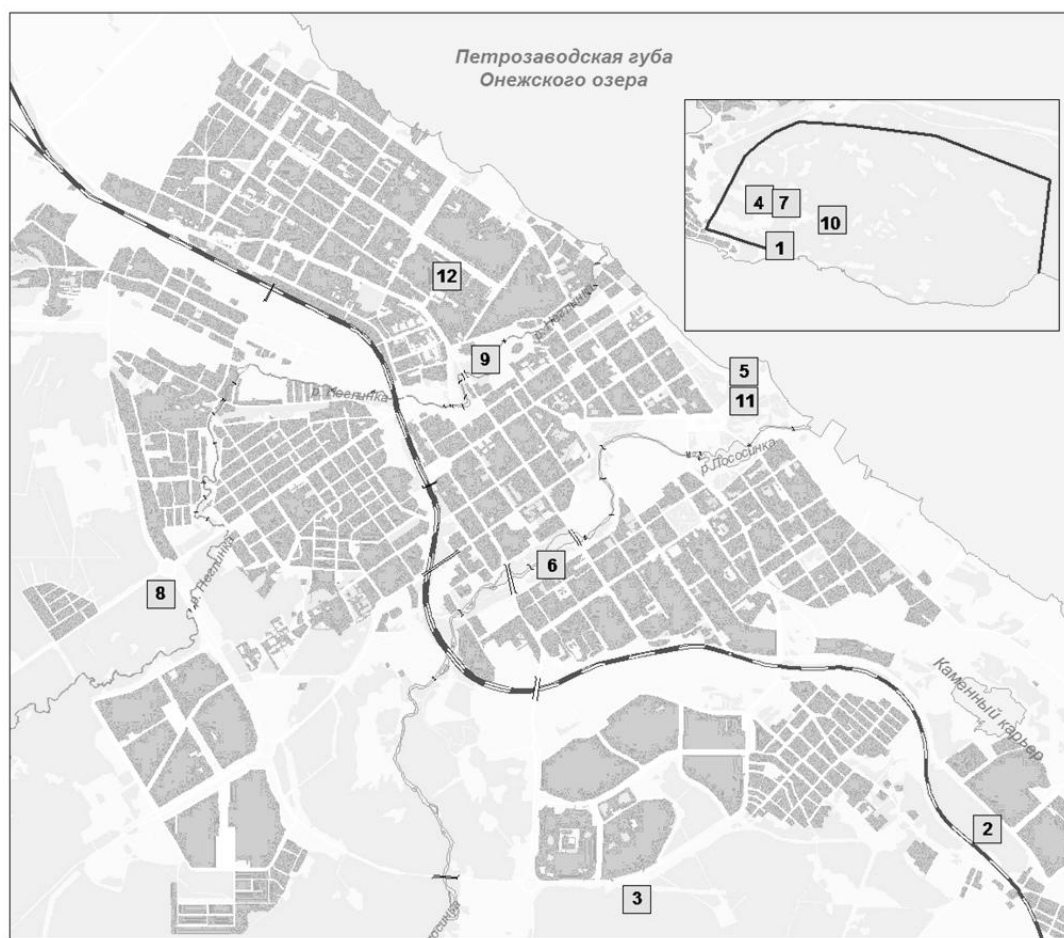


Рис. 1. Карта-схема города Петрозаводска: номерами обозначены места закладки пробных площадей. Ельники черничные: 1, 2, 3; березняки разнотравные: 4, 5, 6; сосняки черничные / разнотравный*: 7, 8, 9*; лиственничники разнотравные: 10, 11, 12

Почва урбоподзолистая, загрязнена отходами жизнедеятельности животных и строительным мусором. Подстилка истончена или уничтожена (3, 6, 9, 12). Для получения представления об исследуемой биоте агариковых грибов зеленых насаждений города был проведен сравнительный анализ некоторых показателей его таксономической структуры с показателями микобиот некоторых территорий – заповедника «Кивач» (территория на границе средней и северной подзон тайги) [5], Национального Парка (НП) «Водлозерский» (граница северной и средней подзон тайги) [4; 12], Вепсской волости (граница средней и южной подзон тайги) [13] и обобщенным списком видового состава Республики Карелия (РК) [9]. Таксономическая структура исследуемой микобиоты города, республики, а также отдельных указанных ее территорий унифицирована и приведена в соответствии с базой данных "Index

Fungorum" по состоянию на 01.2018. При анализе эколого-трофической структуры использована шкала, предложенная А.Е. Коваленко [15]. Статистическая обработка результатов проведена с использованием непараметрических методов в «Статистика 6.0». Сравнение ранжированных по числу видов семейств изучаемой микобиоты территорий таежной зоны Карелии проведено с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r , $p < 0,05$). Сравнение ранжированных по числу видов семейств внутри одной трофической группы на трех п/п одного фитоценоза – с использованием рангового критерия Краскела-Уоллиса (H , $p < 0,05$) с последующим сравнением критерием Данна. При построении дендрограммы видового сходства использовался кластерный анализ, рассчитанный на основе полученных коэффициентов Сьеренсена-Чекановского (I_{SC}) для качественных признаков [14]. Разнообразие видов

Природопользование

агарикоидных базидиомицетов, собранных на двенадцати п/п четырех фитоценозов, представлено в

табл. 2 в соответствии с их систематическим положением и трофическими особенностями.

Таблица 2

Таксономический состав агарикоидных базидиомицетов города Петрозаводска

Латинское название вида	Трофические особенности	Фитоценозы											
		Ельник черничный			Березняк разнотравный			Сосняк черничный/разнотравный*			Лиственничник разнотравный		
		Номера пробных площадей											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9*	10	11	12
Порядок Agaricales, Семейство Agaricaceae													
<i>Agaricus bisporus</i> (J.E. Lange) Imbach	Hu						+			+			+
<i>A. campestris</i> L.	Hu					+							
<i>A. sylvaticus</i> Schaeff.	Mr (B) ¹ , Hu					+	+			+		+	+
<i>Bovista nigrescens</i> Pers.	Hu	+	+	+					+				
<i>Chlorophyllum rachodes</i> (Vittad.) Vellinga (NT)	Mr (Ps) ¹ , Hu	+		+									
<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	Hu						+			+			
<i>Cystoderma amianthinum</i> (Scop.) Fayod	St	+		+									
<i>Echinoderma asperum</i> (Pers.) Bon	Hu	+	+	+					+				
<i>Lepiota clypeolaria</i> (Bull.) P. Kumm.	Hu	+	+	+									
<i>L. cristata</i> (Bolton) P. Kumm.	Hu, St ¹				+						+	+	
<i>Lycoperdon excipuliforme</i> (Scop.) Pers.	Hu	+	+	+			+						+
<i>L. molle</i> Pers.	Hu, Le ¹			+					+	+			
<i>L. perlatum</i> Pers.	Hu, St ¹ , Le ¹	+	+	+					+				
<i>L. pyriforme</i> Schaeff.	Hu, Le ¹		+							+			
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer (NT)	St			+		+							
<i>Phaeolepiota aurea</i> (Matt.) Maire (NT)	Hu												++
Семейство Amanitaceae													
<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	Mr(B, Ps, Pa, L ¹)		+	+		+					+		
<i>A. pantherina</i> (DC.) Krombh.	Mr (B, Ps, Pa)	+	+	+	+				+	+			+
<i>A. porphyria</i> Alb. & Schwein.	Mr (B, Ps)								+	+			
<i>A. vaginata</i> (Bull.) Lam.	Mr (B)								+	+			
Семейство: Cortinariaceae													
<i>Cortinarius caperatus</i> (Pers.) Fr.	Mr (Ps)		+	+					+				
<i>C. claricolor</i> (Fr.) Fr.	Mr (Ps)								+				

Природопользование

<i>C. elegantior</i> (Fr.) Fr.	<i>Mr (Ps)</i>								+						
<i>C. meinhardii</i> Bon	<i>Mr (Pa)</i>								+						
<i>C. sanguineus</i> (Wulfen) Fr. (DD)	<i>Mr (Pa)</i>		+	+											
Семейство <i>Entolomataceae</i>															
<i>Entoloma rhodopolium</i> (Fr.) P. Kumm.	<i>Mr (Ps)</i>											+			
<i>E. vernum</i> S. Lundell	Hu			+		+	+								
Семейство <i>Hydnangiaceae</i>															
<i>Laccaria amethystina</i> Cooke (NT)	<i>Mr (Ps)</i>			+				+							
<i>L. laccata</i> (Scop.) Cooke	<i>Mr (Ps, B¹)</i>			+											
Семейство <i>Hygrophoraceae</i>															
<i>Hygrocybe coccinea</i> (Schaeff.) P. Kumm.	<i>St</i>		+									+			
<i>H. conica</i> (Schaeff.) P. Kumm. (DD)	<i>Mr (B¹)</i>		+			+		+				+	+		
Семейство <i>Hymenogastraceae</i>															
<i>Galerina marginata</i> (Batsch) Kühner	Hu, Le ¹			+	+										
<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (Bull.) Quél.	<i>Mr (B, Ps¹, Pa¹)</i>			+	+							+			
<i>Hypholoma capnoides</i> (Fr.) P. Kumm.	<i>Le</i>		+	+	+					+	+				
<i>H. fasciculare</i> (Huds.) P. Kumm.	<i>Le</i>			+	+									+	+
<i>Stropharia aeruginosa</i> (Curtis) Quél. (DD)	<i>Hu,</i>											+			
<i>S. hornemannii</i> (Fr.) S. Lundell & Nannf.	<i>Le</i>		+	+	+							+			
<i>S. pseudocyanea</i> (Desm.) Morgan	<i>Hu</i>											+			
Семейство <i>Inocybaceae</i>															
<i>Inocybe geophylla</i> (Bull.) P. Kumm. var. <i>lilacina</i> (Peck) Gillet	<i>Mr (B, Pa¹)</i>				+				+						
<i>I. maculata</i> Boud.	<i>Mr (B), Hu¹</i>		+	+					+						
**															
<i>Leucocybe connata</i> (Schumach.) Vizzini, P. Alvarado, G. Moreno & Consiglio	<i>Hu</i>											+			+
Семейство <i>Lyophyllaceae</i>															
<i>L. yophyllum decastes</i> (Fr.) Singer	<i>Hu</i>			+	+				+						
Семейство <i>Marasmiaceae</i>															
<i>Marasmius oreades</i> (Bolton) Fr.	<i>Hu</i>				+										
<i>M. rotula</i> (Scop.) Fr.	<i>Le</i>		+	+	+							+	+		

Природопользование

Семейство <i>Mycenaceae</i>														
<i>Mycena epipterigia</i> (Scop) Gray	<i>St</i>		+	+	+	+				+			+	
Семейство <i>Omphalotaceae</i>														
<i>Gymnopus androsaceus</i> (L.) Della Maggiora & Trassinelli	<i>St</i>									+				
<i>Rhodocollybia butyracea</i> (Bull.) Lennox	<i>Mr (Ps), St¹</i>		+		+					+	+			
Семейство <i>Physalacriaceae</i>														
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	<i>Le, p</i>								+		+			
<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	<i>Le, p</i>				+				+					
Семейство <i>Pluteaceae</i>														
<i>Pluteus cinereofuscus</i> J.E. Lange	<i>Hu</i>		+										+	
Семейство <i>Psathyrellaceae</i>														
<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J.E. Lange	<i>Hu, Le</i>				+									
<i>C. domesticus</i> (Bolton) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	<i>Hu, Le</i>						+	+						
<i>C. micaceus</i> (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	<i>Hu, Le</i>					+				+				
<i>Coprinopsis atramentaria</i> (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo	<i>Hu</i>								+					
Семейство <i>Strophariaceae</i>														
<i>Agrocybe praecox</i> (Pers.) Fayod	<i>Hu</i>						+	+			+			
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Schaeff.) Singer & A.H. Sm.	<i>Hu, Le</i>						+							
<i>Pholiota aurivella</i> (Batsch) P. Kumm.	<i>Le, p</i>				+									
<i>P. squarrosa</i> (Vahl) P. Kumm. (DD)	<i>Le, p</i>				+			+						+
Семейство <i>Tricholomataceae</i>														
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.) P. Kumm.	<i>Hu, St¹</i>			+						+	+			
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke (NT)	<i>St</i>		+										+	+
<i>Melanoleuca brevipes</i> (Bull.) Pat.	<i>Hu</i>												+	
<i>Myxomphalia maura</i> (Fr.) Hora	<i>St</i>			+										
<i>Tricholoma album</i> (Schaeff.) P. Kumm.	<i>Mr (B, Ps¹)</i>		+							+				
<i>T. fulvum</i> (Fr.) Bigeard & H. Guill.	<i>Mr (B, Ps)</i>							+	+			+		+

Природопользование

<i>T. portentosum</i> (Fr.) Quél.	<i>Mr (Ps¹)</i>							+											
<i>T. stiparophyllum</i> (N. Lund) P. Karst.	<i>Mr (B)</i>	+		+						+									
<i>T. sulphureum</i> (Bull.) P. Kumm	<i>Mr (Ps¹)</i>										+								
Порядок <i>Boletales</i> , Семейство <i>Boletaceae</i>																			
<i>Boletus edulis</i> Bull.	<i>Mr (Pa, Ps¹, B¹)</i>	+	+	+				+											
<i>B. pinophilus</i> Pilát & Dermek	<i>Mr (Ps)</i>										+								
<i>B. subtomentosus</i> L.	<i>Mr (Ps, B¹)</i>										+								
<i>Leccinum aurantiacum</i> (Bull.) Gray	<i>Mr (Pa)</i>				+														
<i>L. melaneum</i> (Smotl.) Pilát & Dermek	<i>Mr (B)</i>					+		+				+							
<i>L. scabrum</i> (Bull.) Gray	<i>Mr (B)</i>					+	+	+											
<i>L. versipelle</i> (Fr. & Hök) Snell	<i>Mr (B)</i>				+	+													
<i>Tylopilus felleus</i> (Bull.) P. Karst.	<i>Mr (Ps)</i>	+			+							+							
Семейство <i>Gomphidiaceae</i>																			
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill.	<i>Mr (Ps)</i>				+	+													
<i>Gomphidius glutinosus</i> (Schaeff.) Fr.	<i>Mr (Pa)</i>				+	+						+							
<i>G. roseus</i> (Fr.) Fr.	<i>Mr (Ps)</i>	+	+	+															
Семейство <i>Hygrophoropsidaceae</i>																			
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) Maire	<i>Mr (B¹)</i>											+	+						
Семейство <i>Paxillaceae</i>																			
<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	<i>Mr (B, Ps¹, Pa¹)</i>				+	+			+										
Семейство <i>Sclerodermataceae</i>																			
<i>Scleroderma cepa</i> Pers.	<i>Mr (B)</i>	+				+		+		+	+								
Семейство <i>Suillaceae</i>																			
<i>Suillus bovinus</i> (L.) Roussel	<i>Mr (Ps)</i>																	+	
<i>S. grevillei</i> (Klotzsch) Singer	<i>Mr (L)</i>	+										+						+	+
<i>S. luteus</i> (L.) Roussel	<i>Mr (Ps, L)</i>											+						+	+
Семейство <i>Tapinellaceae</i>																			
<i>Tapinella atrotomentosa</i> (Batsch) Šutara	<i>Mr (Ps)¹, Le</i>												+						
Порядок <i>Cantharellales</i> , Семейство <i>Cantharellaceae</i>																			
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	<i>Mr (B, Ps, Pa)</i>	+	+	+									+						
<i>C. tubaeformis</i> Fr.	<i>Mr (Pa)</i>	+			+								+						
<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers. (NT)	<i>Mr (B, Ps¹, Pa¹)</i>	+	+	+															

Природопользование

<i>C. lutescens</i> (Fr.) Fr.		+		+															
Порядок <i>Gomphales</i> , Семейство <i>Clavariadelphaceae</i>																			
<i>Clavariadelphus ligula</i> (Schaeff.) Donk	<i>Mr</i> ¹ (<i>B, Pa</i>), <i>Hu</i>	+																	
Порядок <i>Hymenochaetales</i> , Семейство <i>Hymenochaetaceae</i>																			
<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murrill	<i>Hu</i> ¹	+	+	+															
Порядок <i>Phallales</i> , Семейство <i>Phallaceae</i>																			
<i>Mutinus ravenelii</i> (Berk. & M.A. Curtis) E. Fisch. (NT)	<i>St</i>																		+
Порядок <i>Russulales</i> , Семейство <i>Auriscalpiaceae</i>																			
<i>Auriscalpium vulgare</i> Gray	<i>Le</i>	+	+	+															+
Семейство <i>Hericiaceae</i>																			
<i>Hericum coralloides</i> (Scop.) Pers.	<i>Le</i>				+														
Семейство <i>Russulaceae</i>																			
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	<i>Mr</i> (<i>Ps</i>)			+															+
<i>L. nanus</i> J. Favre	<i>Mr</i> (<i>B</i>)							+											
<i>L. necator</i> (Bull.) Pers.	<i>Mr</i> (<i>B, Ps</i> ¹)							+	+	+									
<i>L. pubescens</i> Fr.	<i>Mr</i> (<i>B</i>)			+	+	+	+	+	+	+									+
<i>L. rufus</i> (Scop.) Fr.	<i>Mr</i> (<i>Ps, Pa</i> ¹ , <i>B</i> ¹)	+	+	+															+
<i>L. scrobiculatus</i> (Scop.) Fr.	<i>Mr</i> (<i>Pa</i> ¹)			+															
<i>L. torminosus</i> (Schaeff.) Gray	<i>Mr</i> (<i>B</i>)							+	+	+									
<i>Russula aeruginea</i> Lindbl. ex Fr.	<i>Mr</i> (<i>B, Ps</i> ¹ , <i>Pa</i> ¹)	+	+	+															+
<i>R. cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	<i>Mr</i> (<i>B</i>)							+		+									
<i>R. decolorans</i> (Fr.) Fr.	<i>Mr</i> (<i>Ps, B</i> ¹)	+			+														+
<i>R. delica</i> Fr.	<i>Mr</i> (<i>Pa, Ps</i> ¹)	+	+	+															+
<i>R. exalbicans</i> (Pers.) Melzer & Zvára	<i>Mr</i> (<i>Ps</i>)							+											+
<i>R. foetens</i> Pers.	<i>Mr</i> (<i>B, Ps</i> ¹ , <i>Pa</i>)							+											
<i>R. puellaris</i> Fr.	<i>Mr</i> (<i>Ps</i> ¹ , <i>Pa</i>)	+			+														
<i>R. rosea</i> Pers.	<i>Mr</i> (<i>B</i>)				+	+													+
<i>R. xerampelina</i> (Schaeff.) Fr.	<i>Mr</i> (<i>B, Ps</i> ¹ , <i>Pa</i>)							+											
Порядок <i>Thelephorales</i> , Семейство <i>Thelephoraceae</i>																			
<i>Thelephora terrestris</i> Ehrh.	<i>Mr</i> (<i>Ps, Pa</i> ¹)																		+

Примечание. Окрашены охраняемые виды: NT – потенциально уязвимые, DD – виды, для оценки угрозы которым не хватает данных; Трофические особенности: *Mr* – микоризообразователь (*B* – *Betula*; *Ps* – *Pinus*; *Pa* – *Picea*; *L* – *Larix*), *Hu* – на гумусе, *Le* – на древесине, *p* – паразиты, *St* – на подстилке; ¹ – Данные из [9].
 ** - вид, принадлежащий к порядку *Agaricales*, в настоящее время имеет неопределенное положение.

Таксономическая и трофическая структура биоты агарикоидных базидиомицетов зеленых насаждений города

На территории города выявлено 111 видов и внутривидовых таксонов агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 59 родам, 33 семействам, 8 порядкам.

В микобиоте исследуемых п/п фитоценозов города наиболее распространенными являются представители семейств *Agaricaceae* и *Russulaceae*. В семействах насчитывается по 16 видов, что составляет 29 % от объема указанной микобиоты. В семействе *Tricholomataceae*, занимающем второе место, обнаружено 9 видов (8,1 %), в семействе *Boletaceae* насчитывается 8 видов (7,2 %). В семействе *Hymenogastraceae* насчитывается 7 видов (6,3 %). Небольшим количеством видов представлены семейства *Cortinariaceae* – 5 видов (4,5 %), *Amanitaceae*, *Cantharellaceae*, *Psathyrellaceae* и *Strophariaceae* – по 4 вида (3,6 %). Семейства *Gomphidiaceae* и *Suillaceae* представлены 3 видами (2,6 %). По два вида (1,8 %) насчитывается в семействах *Entolomataceae*, *Hydnangiaceae*, *Hygrophoraceae*, *Inocybaceae*, *Marasmiaceae*, *Omphalotaceae* и *Physalacriaceae*, это 21,2 % от общего количества семейств. Остальные 14 семейств содержат по одному виду (0,9 %).

Число видов в родах также различно. Наиболее многочисленными оказались следующие четыре рода: *Russula* (9 видов), *Lactarius* (7), *Cortinarius* (5), *Tricholoma* (5), что составляет 23,4 % от общего количества видов. Обилие видов в этих родах характерно для лесных микобиот. Роды *Amanita*, *Leccinum* и *Lycoperdon* имеют по 4 вида (по 3,6 %). Остальные роды малочисленны, насчитывают по 3 и менее вида агарикоидных базидиомицетов. Роды *Agaricus*, *Boletus*, *Coprinellus*, *Stropharia*, *Suillus* насчитывают по 3 вида (по 2,7 %). Роды *Cantharellus*, *Craterellus*, *Gomphidius*, *Entoloma*, *Hygrocybe*, *Hypholoma*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Lepiota*, *Marasmius*, *Pholiota* имеют по 2 вида (по 1,8 %). Остальные 35 родов имеют по одному виду (по 0,9 %).

Ведущими семействами изучаемой микобиоты РК (обобщенный список) являются *Cortinariaceae* (157 видов), *Russulaceae* (112) и *Tricholomataceae*

(71). Главенствующее положение этих семейств характерно для всей лесной зоны Голарктики [6, 15]. В трофической структуре отдельных таежных зон республики порядка 23 % (НП «Водлозерский») – 30 % («Кивач», Вепсская волость, Петрозаводск) всех указанных видов агарикоидных базидиомицетов принадлежат к двум ведущим семействам. Самым многочисленным семейством микобиоты заповедника (81 вид) и Вепсской волости (12) оказывается *Cortinariaceae*. Вторым по численности – *Russulaceae* (112 и 66 видов соответственно). В таксономической структуре биоты агариковых грибов НП первым по численности и выступает семейство *Polyporaceae* (42 вида), вторым – *Russulaceae* (30). Главенствующее положение в таксономической структуре зеленых насаждений города семейства *Russulaceae* указывает на бореальный характер микобиоты. Значительное разнообразие видов в семействе *Agaricaceae* характерно для нарушенных урбанизированных ландшафтов [19].

Сопоставление данных о видовом богатстве и средних показателей таксономической структуры изучаемой микобиоты обобщенного списка РК и отдельных ее территорий свидетельствуют о недостаточной изученности видового состава последних. В целом по РК на одно семейство агариковых грибов в среднем приходится 14 видов, на один род – 4 вида. В то время как на отдельных территориях республики эти пропорции сильно варьируют: на территории заповедника – 10 и 4, НП – 6 и 3, остальных территориях – 3 и 2 вида. Вероятнее всего, на изучаемые параметры систематической структуры оказывает влияние неполнота инвентаризации видового состава агариковых грибов этих территорий.

Сравнение ранжированных по числу видов спектров семейств изучаемой микобиоты территорий говорит о наибольшем сходстве таксономической структуры агарикоидных базидиомицетов зеленых насаждений города и заповедника ($r = 0,70$) и с комплексами Вепсской волости ($r = 0,71$) (рис. 2, А). Вероятно, высокие положительные значения коэффициента корреляция могут выступать свидетельством близости таксономических структур грибов зеленых массивов города и территорий, расположенных преимущественно в

средней и южной подзонах тайги. На дендрограмме выделяется обособленный кластер – сходство с систематической структурой НП. Структура микобиоты города в меньшей степени схожа со структурой НП, расположенного преимущественно в северной подзоне карельской тайги, что может выступать свидетельством слабой схожести таксономических структур изучаемой микобиоты города и природных комплексов, тяготеющих к северной подзоне тайги.

Наибольшим сходством видового состава агарикоидных базидиомицетов обладают исследованные территории города и Вепсской волости ($I_{SC} = 0,25$) (рис. 2, Б). Сравнение полных списков видов агарикоидных базидиомицетов указанных территорий показало небольшое сходство. Количество найденных видов на этих территориях сопоставимо: 111 и 114 видов соответственно. Инвентаризация макромицетов на этих территориях проводилась всего лишь в течение малого количества вегетационных сезонов и находится в начальной стадии. Возможно, слабая степень сходства видового состава ненарушенных природных комплексов и зеленых массивов города может рассматриваться в качестве показателя трансформации структуры микобиоты города. Наименьшим сходством видового состава агариковых грибов обладают изучаемые территории города и НП ($I_{SC} = 0,18$), и заповедника «Кивач» ($I_{SC} = 0,21$). Изучение микобиоты особо охраняемых природных территорий ведется на протяжении длительного времени, составлен более богатый, в видовом отношении, аннотированный список агариковых грибов (335 и 479 видов) по сравнению с другими территориями. На дендрограмме это находит отражение в виде обособленных кластеров видового сходства.

Из используемой системы трофических групп на п/п четырех исследуемых биоценозов встретилось четыре: микоризообразователи (Mr), гумусовые сапротрофы (Hu), сапротрофы на подстилке (St), ксилотрофы (Le). Распределение агарикоидных базидиомицетов на исследуемых п/п города по трофическим группам выглядит следующим образом.

Лидирующее положение по числу видов в исследуемой микобиоте занимает группа микоризообразователей. Известно, что в естественных условиях питание древесных растений осуществляется только в сообществе с эктомикоризными грибами. Способность образовывать эктомикоризу на корнях высших сосудистых растений обуславливают ведущее положение этой трофической группы грибов в бореальных лесах (Бурова, 1986). Указанная группа в пределах исследуемой микобиоты насчитывает представителей 62 видов и 18 семейств, что составляет 55,4 % от общего числа найденных видов. В основном это представители родов *Russula* (9 видов), *Lactarius* (7), *Cortinarius* (5), *Tricholoma* (5), *Amanita* (4), *Leccinum* (4), *Boletus* (3). Сапротрофные грибы отличаются способностью к минерализации высокомолекулярных соединений. Из них ведущее место в биоте агариковых грибов зеленых насаждений города занимают гумусовые сапротрофы, использующие для питания почвенный гумус. Обнаружено 30 видов, из 11 семейств, что составляет 26,8 %. Это представители родов *Lycoperdon* (4), *Agaricus* (3), *Coprinellus* (2), *Lyophyllum* (2), *Lepiota* (2), *Stropharia* (2). К группе сапротрофов на древесине относятся 13 видов (11,6 %) из 8 семейств. Ксилотрофы произрастают на живых и валежных стволах деревьев, на пнях. Это представители родов *Hypholoma* (2) и насчитывающие по одному виду *Coprinellus*, *Kuehneromyces*, *Tapinella*, *Auriscalpium*, *Hericium*, *Stropharia*, *Marasmius*. Среди них выделяется группа паразитов *Armillaria mellea*, *Pholiota aurivella* и *P. squarrosa*, *Flammulina velutipes*.

Процент подстилочных сапротрофов (St) невысок – 6,2 %. Располагаясь в лесной подстилке и не проникая в почву, грибы разлагают опад, принимая участие в процессе почвообразования. К этой группе относится 7 видов из 5 семейств. Это представители родов *Cystoderma*, *Gymnopus*, *Lepista*, *Macrolepiota*, *Mycena*, *Mухomphalia*, *Mutinus*.

Биота агарикоидных базидиомицетов исследуемых фитоценозов города

В градиенте увеличения техногенной нагрузки структура биоты агариковых грибов п/п

ельника, березняка и лиственничника не подвержена изменениям. Наибольшим видовым разнообразием среди всех фитоценозов характеризуются ельники. Всего встречено 68 видов агарикоидных базидиомицетов (что составляет 60,7 % от общего объема изучаемой микобиоты), относящихся к 27 семействам, 49 родам. На п/п в ряду контроль – «окраина» – «центр» количество видов макромицетов (37 – 36 – 54) статистически значимо не изменяется. В среднем на каждой п/п встречено 42 вида. Эколого-трофическая структура микобиоты относительно стабильна. Наибольшее количество видов относится к симбиотрофным грибам (в среднем на трех пробных площадях составляет 54 % от общего объема указанной микобиоты ельников). На всех пробных площадях ельника черничного встречаются представители семейств *Amanitaceae* (1-2 вида), *Inocybaceae* (1), *Boletaceae* (1-4), *Gomphidiaceae* (1-3), *Cantharellaceae* (2-4) и *Russulaceae* (5-7). Гумусовые сапротрофы составляют четверть объема исследуемой микобиоты ельников (25 %). На всех пробных площадях представлены видами семейств *Agaricaceae* (6-7), *Hymenochaetaceae* (1). Встречены на пробных площадях окраины и центра города *Galerina marginata* (семейство *Hymenogastraceae*) и *Lyophyllum decastes* (*Lyophyllaceae*). Виды, встреченные на п/п контроля, – *Pluteus cinereofuscus* (*Pluteaceae*), *Clavariadelphus ligula* (*Clavariadelphaceae*), «окраина» – *Clitocybe gibba* (*Tricholomataceae*), «центр» – *Entoloma vernum* (*Entolomataceae*), *Marasmius oreades* (*Marasmiaceae*), *Coprinellus disseminatus* (*Psathyrellaceae*). Группа ксилотрофов составляет 14 %. Это представители семейств *Hymenogastraceae* (2-3), *Marasmiaceae* (1), *Auriscalpiaceae* (1). На п/п «центр» встречены *Hericium coralloides* (*Hericiaceae*) и паразиты – *F. velutipes*, *P. aurivella* и *P. squarrosa*. Самый незначительный вклад в трофическую структуру исследуемой микобиоты вносят подстилочные сапротрофы (6 %). На всех п/п ельников встречается *Mycena epipterigia* (*Mycenaceae*). На контрольной п/п встречены *Cystoderma amianthinum* (*Agaricaceae*) и *Lepista nuda* (*Tricholomataceae*). На п/п «окраина» – *Mухомphalia maura*

(*Tricholomataceae*), «центр» – *C. amianthinum* и *Macrolepiota procera* (*Agaricaceae*).

В березняках разнотравных за время исследования отмечено 43 вида агарикоидных базидиомицетов (38,4 %), относящиеся к 15 семействам, 26 родам. Количество видов грибов во встреченных семействах на контрольной и опытных п/п подвержено флуктуации (16 – 13 – 29), в среднем составляет 19 видов. Микоризные грибы составляют в среднем 63 % от общего объема указанной микобиоты трех п/п. Симбиотрофы представлены видами семейств *Boletaceae* (1-3), *Russulaceae* (3-9). Гумусовые сапротрофы составляют в среднем 25 %. На контрольной площади гумусовые сапротрофы представлены лишь одним видом семейства *Agaricaceae* – *Lepiota cristata*. На п/п «окраина» и «центр» встречаются 2 и 4 вида этого семейства. Кроме того, встречаются представители семейств *Entolomataceae* (1), *Psathyrellaceae* (1 и 2), на п/п «центр» – *Lyophyllaceae* (1). Подстилочные сапротрофы самые малочисленные, составляют всего 4 % от общего объема микобиоты п/п. На п/п контроля и «окраины» представлен видами *Mycena epipterigia* (*Mycenaceae*) и *Macrolepiota procera* (*Agaricaceae*) соответственно. Группа ксилотрофов составляет 8 % от общего объема биоты агариковых грибов. На п/п контроля встречен *C. micaceus*, «окраина» – *Kuehneromyces mutabilis* (*Strophariaceae*). На п/п «центр» встречены паразиты *A. mellea*, *F. velutipes* и *P. squarrosa*.

В лиственничниках отмечено самое малое количество видов – 19 (17 %), относящихся к 9 семействам, 14 родам. На п/п количество видов варьирует (8 – 7 – 10), в среднем составляет 8 видов. Трофическая структура также не подвергается изменениям. В среднем микоризные грибы составляют 33 % от общего объема изучаемой микобиоты фитоценоза. На п/п контроля и «окраина» встречены представители семейств *Suillaceae* (3 и 2), на п/п контроля и «центр» – *Amanitaceae* – *Amanita muscaria* и *A. pantherina*. Только на п/п «центр» встречен *T. fulvum*. Гумусовые сапротрофы составляют 39 % видов объема изучаемой микобиоты. На всех п/п это представители семейства *Agaricaceae* (1-4).

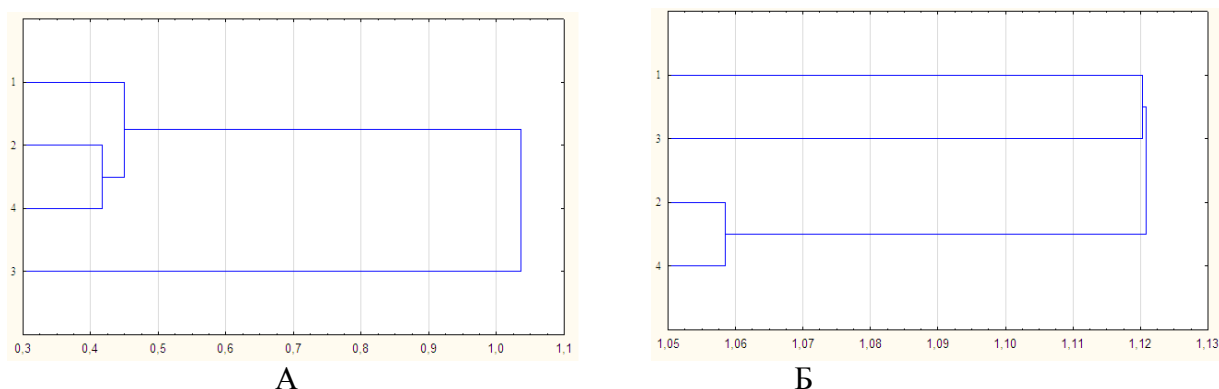


Рис. 2. Дендрораммы сходства территорий таежной зоны Карелии (1 – заповедник "Кивач", 2 – Вепская волость, 3 – Национальный парк "Водлозерский", 4 – город Петрозаводск): А – систематической структуры биот агарикоидных базидиомицетов; Б – видового состава биот агарикоидных базидиомицетов.

На п/п контроля встречен *Melanoleuca brevipes* (*Tricholomataceae*), «окраина» – *P. cinereofuscus*, «центр» встречен неопределенного положения вид *Leucocybe connata*. Подстилочные сапротрофы составляют в среднем 16 %. Представитель этой трофической группы встречен на п/п контроля и «окраина» – *L. nuda*. На контрольной п/п встречен *Mycena epipterigia* (*Mycenaceae*), «центр» – *Mutinus ravenelii* (*Phallaceae*). Сапротрофы на древесине – 11 %. На контрольной п/п встречены не были. На опытных п/п встречен *Huophiloma fasciculare* (*Hymenogastraceae*). Встречен только на п/п «центр» – *P. squarrosa* (*Strophariaceae*).

В структуре микобиоты сосняка в градиенте загрязнения ТМ и трансформации почвенного покрова происходит изменение в ранжированных по числу видов спектрах семействах ($H_{(2; 72)} = 17,4$) (рис. 3). Всего в сосняках встречено 58 видов агариковых грибов (51,8 %), относящихся к 26 семействам, 36 родам. В ряду п/п контроль – «центр» и «окраина» – «центр» отмечено снижение количества видов микоризообразователей в семействах с 78,3 и с 63 до 25 % от общего объема микобиоты агарикоидных базидиомицетов сосняков. На п/п контроля и «окраина» встречаются представители семейств *Amanitaceae* (3 вида), *Omphalotaceae* (1), *Tricholomataceae* (1 и 2), *Boletaceae* (1 и 2), *Hygrophoropsidaceae* (1), *Sclerodermataceae* (1), *Russulaceae* (3 и 8). На п/п «окраина» и «центр» встречен один вид – *Hygrocybe conica* (*Hygrophoraceae*). На п/п контроля встречены пред-

ставители семейства *Cortinariaceae* (4), *Suillaceae* (2) и *Thelephoraceae* (1). На п/п «окраина» встречаются *Entoloma rhodopolium* (*Entolomataceae*), *Hebeloma crustuliniforme* (*Hymenogastraceae*), *Gomphidius glutinosus* (*Gomphidiaceae*), *Cantharellus cibarius* и *C. tubaeformis* (*Cantharellaceae*). Встречен только на п/п «центр» *T. fulvum* (*Tricholomataceae*). Гумусовые сапротрофы на контрольной п/п составляют 4 % от общего объема микобиоты агарикоидных базидиомицетов, на опытных пробных площадях окраины и центра города – 20 и 75 % соответственно. Гумусовые сапротрофы на контрольной п/п представлены одним видом *S. gibba*. На опытных п/п – «окраина» и «центр» – встречены представители семейства *Agaricaceae* (4-5). Встречены только на п/п «центр» – *Agrocybe praecox* (*Strophariaceae*), «окраина» – *Stropharia aeruginosa* и *S. pseudocyanea* (*Hymenogastraceae*), *Lyophyllum connatum* (*Lyophyllaceae*). Подстилочные сапротрофы встречены только на п/п контроля – *M. epipterigia* и *Gymnopus androsaceus* (*Omphalotaceae*), это 9 % от объема микобиоты. Ксилотрофы встречены на п/п контроля и «окраина», это 9 и 17 % от объема микобиоты. Это представители семейств *Hymenogastraceae* (1-2), *Marasmiaceae* (1). На п/п «окраина» встречены *Coprinellus micaceus* (*Psathyrellaceae*), *Tapinella atrotomentosa* (*Tapinellaceae*) и *Auriscalpium vulgare* (*Auriscalpiaceae*) и паразит – *A. mellea*.

Видовой состав агариковых грибов на п/п одного фитоценоза различается. Наибольшим сход-

ством видового состава макромицетов п/п «окраины» (2) и «центра» (3) характеризуются ельники (А) и березняки (Б) (рис. 4). Коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского составляет 39 % и 30 % соответственно. Наибольшие различия в видовом составе грибов отмечались между п/п контроля и «окраины». Коэффициент сходства составил 33 и 21 % соответственно.

Наибольшим сходством видового состава п/п контроля (1) и «окраины» характеризуются сосняки (В) и лиственничники (Г). Коэффициент видового сходства грибов на этих площадках максимален и составляет 26 и 35 % соответственно. Между видовым составом грибов п/п контроля и «центра» соответствия не установлено.

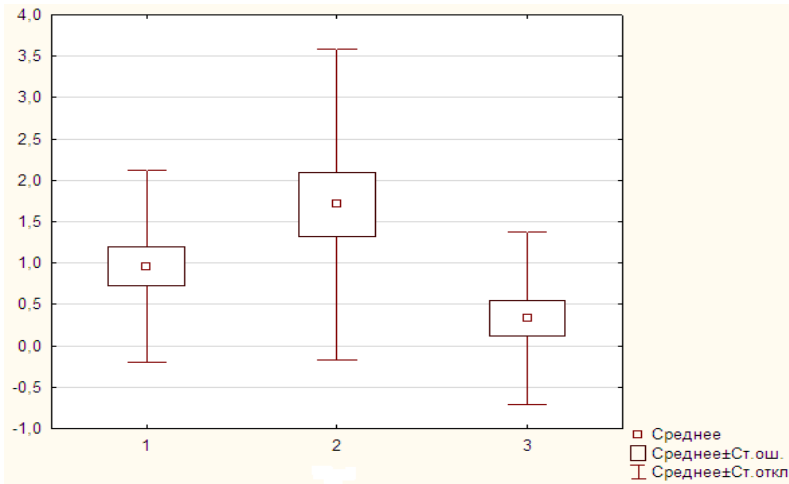


Рис. 3. Изменение среднего числа видов в ранжированных семействах на п/п сосняка г. Петрозаводска (П/п: 1 – контроль, 2 – «окраина», 3 – «центр»)

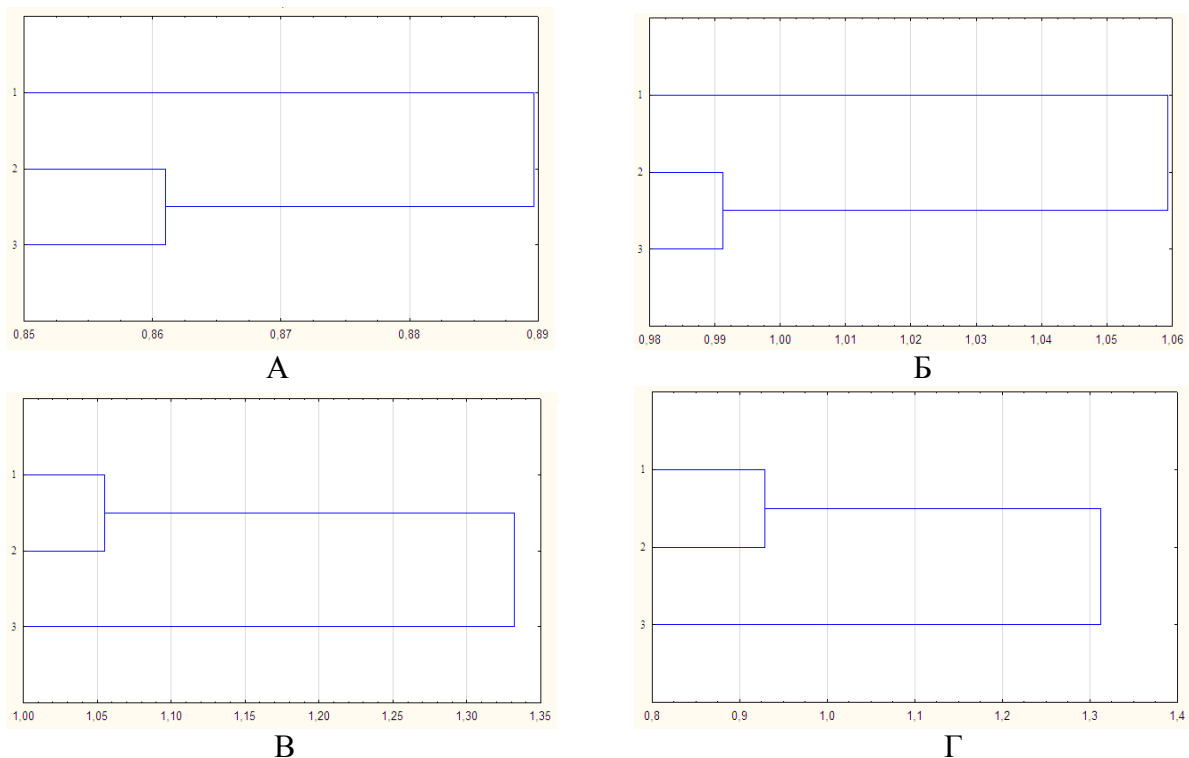


Рис. 4. Сходство микобиоты агарикоидных базидиомицетов ельников (А), березняков (Б), сосняков (В) и лиственничников (Г) на разных пробных площадях города (П/п: 1 – контроль, 2 – «окраина», 3 – «центр»)

Для городской микобиоты отмечено 11 видов грибов, включённых в последнее издание Красной книги Республики Карелия [8], относящиеся к двум группам (таб. 2) – потенциально уязвимые (NT) и виды, для оценки угрозы которым не хватает данных (DD). Вид *Laccaria amethystina* на территории зеленых насаждений города был встречен на п/п «центр» ельника и березняка, ранее также был отмечен на территории заповедника «Кивач» и НП «Водлозерский», *Cortinarius sanguineus* – на опытных п/п ельника, а также НП «Ладожские шхеры» [20]. На п/п «центр» встречены *Phaeolepiota aurea*, *M. ravenelii* (лиственничник) и *P. squarrosa* (ельник, березняк, лиственничник). На контрольных п/п встречен *L. nuda* (ельник и лиственничник). На п/п «окраина» – *S. aeruginosa* (сосняк). *H. conica* встречен на п/п ельника (контроль), березняка (контроль, «окраина») и сосняка («окраина», «центр»). Встречен в ельниках на всех п/п *Craterellus cornucopioides*, за исключением п/п «центр» – *Chlorophyllum rachodes*. На п/п «центр» (ельник) и «окраина» (березняк) встречен *Macrolepiota procera*. Встреченные в зеленых насаждениях города виды *L. nuda*, *P. aurea*, *P. squarrosa*, *S. aeruginosa*, *H. conica* описаны ранее для заповедника «Кивач». На территории города обнаружено 111 видов агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 8 порядкам, 33 семействам, 59 родам. Среди найденных встречаются хорошо известные и распространенные виды. Из используемой классификации трофической структуры встречены 4 группы. Ведущее положение по числу видов в исследуемой микобиоте занимает группа микоризообразователей – 55,4 %. Гумусовые сапротрофы составляют 26,8 %, подстилочные сапротрофы – 6,2 %, ксилотрофы – 11,6 %.

Биота агариковых грибов зеленых насаждений города – урбанизированной территории в условиях средней тайги – демонстрирует бореальный характер с наиболее ярко проявляющимися чертами таксономической структуры микобиоты средней и южной подзон карельской тайги. Обилие видов в семействах *Agaricaceae* и *Russulaceae*, характерных для рудеральных местообитаний и лесной зоны определяет своеобразие микобиоты зеленых насаж-

дений города. Сопоставление средних пропорций систематической структуры микобиоты города и отдельных территорий республики с обобщенным списком видового состава РК свидетельствует о недостаточной изученности и неполноте инвентаризации агариковых грибов отдельных территорий таежной зоны Карелии. Сравнение видового состава микобиоты фитоценозов города и ненарушенных территорий таежной зоны Карелии показало их малое сходство. Зеленые массивы города подвергнуты мощному воздействию техногенной трансформации среды и рекреации, они уступают по площади ненарушенным биогеоценозам и оказываются в меньшей степени выносливыми и способными к саморегуляции и поддержанию гомеостаза.

Среди всех фитоценозов наибольшим видовым разнообразием агариковых грибов характеризуются ельники – 68 видов (60,7 % от общего объема исследуемой микобиоты), наименьшим – лиственничники – 19 (17 %). Структура биоты агариковых грибов на п/п ельника, березняка и лиственничника характеризуется относительной стабильностью. Количество видов грибов во встреченных семействах на контрольной и опытных п/п подвержено флуктуации, но статистически значимо не изменяется. Видовое богатство опытных п/п ельника и березняка выявило в большей степени схоже, по сравнению с контролем. В структуре микобиоты сосняка в градиенте увеличения антропогенной нагрузки происходит изменение в ранжированных по числу видов спектрах семейств, находящие отражение в трофической структуре. На участке с самым сильным воздействием рекреации и трансформации почвенного покрова снижается количество видов-симбиотрофов, полностью исчезают подстилочные сапротрофы. Ведущее место в трофической структуре занимают гумусовые сапротрофы. Состав грибов п/п контроля и «центра» характеризуется отсутствием видового сходства.

Авторы выражают благодарность Шубину В.И. и Предтеченской О.О. за оказанную помощь и консультацию.

Работа выполнена в рамках госзадания КарНЦ РАН при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-45-100632/16.

Библиографический список

1. Анучин, Н. П. Лесная таксация. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Бухарина, И. Л. Городские насаждения: экологический аспект [Текст]: монография / И. Л. Бухарина, А. Н. Журавлева, О. Г. Большова. – Ижевск, 2012. – 206 с.
3. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Утв. Главным санитарным врачом РФ 18.05.2009. Изд. офиц. [Текст]. – М.: ИИЦ Минздрава России, 2009. – 3 с.
4. Предтеченская, О. О. Грибы НП «Водлозерский» (Республика Карелия) [Текст] / О. О. Предтеченская, А.В. Руоколайнен // Грибные сообщества лесных экосистем. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. – Т. 4. – С. 76-88.
5. Грибы заповедника «Кивач» [Текст] : аннотированный список видов / М. А. Бондарцева [и др.]. – М. : Комиссия РАН по заповедному делу, ИПЭЭ, 2001. – 90 с.
6. Кириллов, Д. В. Биоценология макромицетов в экосистемах Кировской области [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Д. В. Кириллов. – Киров, 2011. – 20 с.
7. Коваленко, А. Е. Эктомикоризные грибы: ценологический аспект [Текст] / А. Е. Коваленко // Микология и фитопатология. – 1994. – Т. 28. – № 3. С. 84-89.
8. Красная книга Республики Карелия [Текст] / ред. Э. В. Ивантер, О. Л. Кузнецов. – Петрозаводск: Карелия, 2007. – 364 с.
9. Грибы и насекомые – консорты лесообразующих древесных пород Карелии [Текст] : моногр. / В. И. Крутов [и др.]. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2014. – 216 с.
10. Новиков, С. Г. Радиальное распределение валового содержания и подвижных форм тяжелых металлов в почвах г. Петрозаводска на землях общего пользования [Текст] / С. Г. Новиков // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 1. - С. 330.
11. Отнюкова, Т. Н. Макромицеты как биоиндикаторы загрязнения окружающей среды территории г. Красноярска и его окрестностей [Текст] / Т. Н. Отнюкова, А. М. Жижаев, Н. П. Кутафьева, А. Т. Дутбаева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2012. - № 11. - С. 101-112.
12. Предтеченская, О.О. Агарикоидные макромицеты НП "Водлозерский" (Республика Карелия) [Текст] / О. О. Предтеченская // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: материалы V Всероссийской научной конференции с международным участием. - Апатиты, 2014. - Ч. 2. - С. 30-34.
13. Природные комплексы Вепсской волости [Текст]: особенности, современное состояние, охрана и использование / Ред. А.Н. Громцев. - Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2005. - 280 с.
14. Простейшие методы статистической обработки результатов экологических исследований [Текст] / сост. А.С.Боголюбов. - М.: Экосистема, 1998. - 13 с.
15. Столярская, М.В. Грибы Нижне-свирского заповедника. Вып. 1. Макромицеты (преимущественно агарикоидные базидиомицеты): Аннотированные списки видов [Текст] / М. В. Столярская, А. Е. Коваленко. – СПб., 1996. - 59 с.
16. Столярская М. В. Агарикоидные базидиомицеты Нижнее-свирского заповедника [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.24 / М. В. Столярская. - СПб., 1998. - 200 с.
17. Федорец, Н. Г., Тяжелые металлы в почвах Карелии [Текст]: монография / Н. Г. Федорец, О. Н. Бахмет, М. В. Медведева, Г. В. Ахметова, С. Г.Новиков, Ю. Н. Ткаченко, А. Н. Солодовников. – Петрозаводск, 2015. - 222 с.
18. Широких, А. А. Накопление тяжелых металлов ксилотрофными базидиальными грибами в городских экосистемах [Текст] / А. А. Широких, И. Г. Широких // Микология и фитопатология. - 2010. -Том 44. - Вып. 4.- С. 359-366.
19. Шилкова, Т. А. Агарикоидные базидиомицеты города Перми: таксономическое разнообразие и экология [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Т. А. Шилкова. -Пермь, 2015. - 21 с.

20. Шубин, В. И. Сумчатые и базидиальные напочвенные грибы, включенные в последнее издание Красной книги Республики Карелия [Текст] / В. И. Шубин, О. О. Предтеченская // Труды КарНЦ РАН. - 2009. - № 1. С. 38–42.
21. Fogel, R. Contribution of mycorrhizae and soil fungi to nutrient cycling in a Douglas-fir ecosystem [Text] / R. Fogel, G Hunt // Canadian Journal of Forest Research. - 1983. - Vol. 13. pp. 219 – 232.
22. Fogel, R. Fungal and arboreal biomass in a Western Oregon Douglas-fir ecosystem: distribution patterns and turnover [Text] / R. Fogel, G Hunt // Canadian Journal of Forest Research. -1979. - Vol. 9. pp. 245 – 256.
23. Gange, A.C. A test of mycorrhizal benefit in early successional plant community [Text] / A.C. / Gange, V.K. Brown, L.M. Farmer / New Phytologist - 1990. Vol. - 15. pp. 85-91.

References

1. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest valuation]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 552 p.
2. Bukharina, I. L. *Gorodskie nasazhdeniya: ekologicheskiy aspekt* [Urban stands: the ecological dimension]. Izhevsk, «Udmurtskiy universitet» Publ., 2012. 206 p.
3. GN 2.1.7.2511-09. *Orientirovochno dopustimye kontsentratsii (ODK) khimicheskikh veshchestv v pochve* [Tentative allowable concentrations (TAC) of chemicals in soils]. Moscow, IITs Minzdrava Rossii Publ., 2009. 3 p.
4. Predtechenskaya O.O., Ruokolaynen A.V. *Griby NP "Vodlozerskiy" (Respublika Kareliya)* [Fungi of Vodlozersky NP (Republic of Karelia)] / *Gribnye soobshchestva lesnykh ekosistem* [Fungal communities of forest ecosystems]. Petrozavodsk, Karel'skiy nauchnyy tsentr RAN Publ., 2014, Vol. 4, pp. 76-88.
5. *Griby zapovednika «Kivach»: annotirovannyi spisok vidov* [Fungi of the Kivach Strict Nature Reserve: annotated species lists]. Moscow, Komissiya RAN po zapovednomu delu, IPEE Publ., 2001. 90 p.
6. Kirillov D. V. *Biotsenologiya makromitsetov v ekosistemakh Kirovskoy oblasti. Dokt. Diss.* [Biocoenology of macromycetes in Kirov Region ecosystems. Doct. Diss.]. Kirov, 2011. 20 p.
7. Kovalenko A.E. *Ektomikoriznye griby: tsenologicheskiy aspekt* [Ectomycorrhizal fungi: the coenology dimension]. *Mikologiya i fitopatologiya* [Mycology and Phytopathology], 1994, vol. 28. no. 3. pp. 84 – 89.
8. *Krasnaya kniga Respubliki Kareliya* [Red Data Book of the Republic of Karelia]. Petrozavodsk, 2007. 364 p.
- Krutov V. I., Shubin V. I. eds. *Griby i nasekomye – konsorty lesoobrazuyushchikh drevesnykh porod Karelii* [Fungi and insects – consorts of forest-forming woody species in Karelia]. Petrozavodsk, KarNTs RAN Publ., 2014. 216 p.
9. Novikov S.G. *Radial'noe raspredelenie valovogo sodержaniya i podvizhnykh form tyazhelykh metallov v pochvakh g. Petrozavodsk na zemlyakh obshchego pol'zovaniya* [Radial distribution of the gross content and labile forms of heavy metals in soils of Petrozavodsk in public use land]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Current problems of science and education], 2014, no. 1. P. 330.
10. Otnyukova T. N *Makromitsety kak bioindikatory zagryazneniya okruzhayushchey sredy territorii g. Krasnoyarska i ego okrestnostey* [Macromycetes as the environmental pollution bioindicators in Krasnoyarsk e territory and its vicinities]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2012, no.11, pp. 101-112.
11. Predtechenskaya O.O. *Agarikoidnye makromitsety NP "Vodlozerskiy" (Respublika Kareliya)* [Agaricoid macromycetes of Vodlozersky NP (Republic of Karelia)]. *Ekologicheskie problemy severnykh regionov i puti ikh resheniya: materialy V Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhduнародnym uchastiem* [Ecological problems of northern regions and ways for their solution: Materials of the 5th All-Russian conference with foreign participants – перевод с сайта]. Apatity, 2014, Ch. 2, pp.3-34.
12. *Prirodnye komplekсы Vepsskoy volosti: sobennosti, sovremennoe sostoyanie, okhrana i ispol'zovanie* [Natural complexes of the Veps Volost: features, current condition, conservation and uses]. Petrozavodsk, IO KarNTs RAN Publ., 2005. 280 p.

13. *Prosteyschie metody statisticheskoy obrabotki rezul'tatov ekologicheskikh issledovaniy* [The simplest methods for statistical processing of the results of ecological studies]. Moscow, Ekosistema Publ., 1998. 13 p.
14. Stolyarskaya M.V. *Griby Nizhnesvirskogo zapovednika. Vyp. 1. Makromitsety (preimushchestvenno agarikoidnye bazidiomitsety): Annotirovannye spiski vidov* [Fungi of Nizhne-Svirsky Strict Nature Reserve. Iss. 1. Macromycetes (mainly agaricoid basidiomycetes): Annotated species lists]. Saint-Petersburg, 1996. 59 p.
15. Stolyarskaya M. V. *Agarikoidnye bazidiomitsety Nizhnee-svirskogo zapovednika. Dokt, Diss.* [Agaricoid basidiomycetes of Nizhne-Svirsky Strict Nature Reserve. Doct. Diss.]. Saint-Petersburg, 1998. 200 p.
16. Fedorets N. G., Bakhmet O. N. eds. *Tyazhelye metally v pochvakh Karelii* [Heavy metals in soils of Karelia]. Petrozavodsk, 2015. 222 p.
17. Shirokikh A. A. *Nakoplenie tyazhelykh metallov ksilotrofnymi bazidial'nymi gribami v gorodskikh ekosistemakh* [Heavy metals accumulation by xylotrophic basidiomycetes in urban ecosystems]. *Mikologiya i fitopatologiya* [Mycology and Phytopathology], 2010, vol. 44, no. 4, pp. 359-366.
18. Shilkova T. A. *Agarikoidnye bazidiomitsety goroda Permi: taksonomicheskoe raznoobrazie i ekologiya. Dokt, Diss.* [Agaricoid basidiomycetes of the City of Perm: taxonomic diversity and ecology. Doct. Diss.]. Perm', 2015. 21 p.
19. Shubin, V. I., Predtechenskaya O. O. *Sumchatye i bazidial'nye napochvennye griby, vklyuchennye v poslednee izdanie Krasnoy knigi Respubliki Kareliya* [Ground-dwelling basidial fungi included in the last edition of the Red Data Book of the Republic of Karelia]. *Trudy KarNTs RAN* [Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences], 2009, no. 1. pp. 38–42.
20. Fogel R. Contribution of mycorrhizae and soil fungi to nutrient cycling in a Douglas-fir ecosystem. *Canadian Journal of Forest Research*, 1983, vol. 13, pp. 219 – 232.
21. Fogel, R. Fungal and arboreal biomass in a Western Oregon Douglas-fir ecosystem: distribution patterns and turnover. *Canadian Journal of Forest Research*, 1979, vol. 9, pp. 245 – 256.
22. [Gange, A.C. A test of mycorrhizal benefit in early successional plant community. *New Phytologist*, 1990, vol. 15, pp. 85-91.

Сведения об авторах

Савельев Леонид Алексеевич - младший научный сотрудник Института леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Российская Федерация; email: Lideon.R@mail.ru

Кикеева Анастасия Вячеславовна - биолог Института леса Карельского научного центра, г. Петрозаводск, Российская Федерация; email: avkikeeva@mail.ru

Information about the authors

Savel'ev Leonid Alekseevich - Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russian Federation; email: Lideon.R@mail.ru

Kikeeva Anastasiya Vyacheslavovna - biologist Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russian Federation; ; email: avkikeeva@mail.ru