
БИОТА НАПОЧВЕННЫХ ГРИБОВ В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ

О. О. Предтеченская

Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,
opredt@krc.karelia.ru

Введение

Одним из наиболее сильных антропогенных факторов в лесах являются сплошные рубки леса, приводящие к резкой смене растительного покрова. На вырубках формируются новые фитоценозы со своеобразными и очень неоднородными условиями для развития макромицетов. Многими исследователями (Шубин, 1973, 1990; Бурова, 1986; Скрябина, Сенникова, 1988; Kropp, Albee, 1996; Durall et al., 2006; Egli, 2011) отмечается, что под влиянием рубок лесные уголья практически выводятся из разряда грибных на несколько лет. В дальнейшем видовой состав и урожайность грибов изменяются в зависимости от возраста и доминирующей породы древесного яруса.

Работы по исследованию состава грибов на вырубках на территории Карелии и Мурманской области проводились в Институте леса КарНЦ РАН с начала 50-х до конца 70-х годов прошлого века (Шубин, 1973). Они включали изучение образования эктомикориз у сеянцев хвойных древесных пород при создании культур посевам, а также состава грибов-симбиотрофов. Было установлено массовое образование эктомикориз у сеянцев всех пород, в том числе лиственных, в течение первых двух лет их жизни во всех лесорастительных условиях независимо от применяемых агротехнических мероприятий, а также присутствия на вырубке древесных растений. Очевидно, это связано с повсеместным наличием в почве грибов-симбионтов и их высокой активностью.

По наблюдениям В. И. Шубина (1990), на вырубках первых пяти лет в средней подзоне тайги распространено около 30 видов макромицетов. Наиболее неблагоприятные условия для развития грибов складываются при зарас-

тании вырубки злаками. Плодовые тела грибов появляются около сеянцев второго года. Отмечено плодоношение лаковицы розовой (*Laccaria laccata*), пецицы коричневой (*Peziza badia*) и видов рода Волоконница (*Inocybe*). Часто встречается телефора земляная (*Thelephora terrestris*). Все эти виды распространены в посевных отделениях лесных питомников и отнесены к грибам-симбионтам ранней стадии сукцессий. Из них только лаковица розовая встречается на вырубках всех типов, доминируя по количеству плодовых тел (Шубин, 1964). Она является симбионтом всех лесообразующих пород, а также интродуцентов – лиственницы, кедра, дуба и пихты. Доминирование лаковицы розовой среди грибов-симбионтов можно объяснить повышенным содержанием в почве вырубков подвижного азота. Исследования показали, что внесение азотсодержащих удобрений вызывает массовое появление и стабильное плодоношение лаковицы розовой в сосняках брусничных II класса возраста (Шубин, 1990). Поэтому она используется нами в качестве биоиндикатора изменений содержания в почве подвижного азота.

На вырубках создаются другие условия для развития напочвенных грибов сапротрофов и особенно симбиотрофов. Последние перестают получать углеводы от древесных растений, что вызывает лизис большей части из-за углеродного голодания. Лизис мицелия и эктомикориз обогащает почву азотом, ускоряя разложение органического вещества. Резко изменяются гидротермический режим воздуха в приземном слое и верхних горизонтах почвы, химические и биологические свойства почвы. Формируется новый состав живого напочвенного покрова, который начинает выполнять роль эдификатора в функционировании фитоценоза. Период лесовосстановления до образо-

вания молодняков исключительно динамичен по экологическим условиям для формирования и функционирования напочвенных грибов. В этот период определяются состав и строение молодняков, которые в рассматриваемых лесорастительных условиях являются наиболее ценными грибными угодьями. Поэтому изучение особенностей формирования биоты напочвенных грибов в предшествующий формированию молодняков период имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Целью наших исследований было изучение биоты напочвенных грибов в формирующихся на вырубках разной степени давности древостоях.

Материалы и методы

Изучение видового разнообразия микобиоты выполнялось в Прионежском и Кондопожском районах Республики Карелия (подзона средней тайги) на шести вырубках 3–9-летней давности в сосняках черничных и брусничных и стольких же вырубках 5–11-летней давности в ельниках черничных типов различного породного состава и возраста (табл. 1). На свежих вырубках (весна

2011 г.) в сосновых типах леса к началу исследований имелись единичные семенные деревья главной породы и значительное количество пней и неубранной древесины хвойных и лиственных пород. На остальных произошло естественное возобновление березы и осины, изредка встречается сосновый подрост последующего происхождения. На части вырубок из-под ельников, кроме того, созданы культуры сосны и ели.

Для каждой вырубki были выявлены видовой состав сосудистых растений в напочвенном покрове и проективное покрытие опада, определена густота подроста разных пород деревьев. Также на всех вырубках выполнено детальное морфологическое описание почвенных профилей и определены запасы органического вещества в подстилках. Описание напочвенного покрова выполнено сотрудниками лаб. динамики и продуктивности таежных лесов ИЛ КарНЦ РАН Н. В. Гениковой и Н. И. Рыжковой, почвенные описания – сотрудниками лаб. лесного почвоведения ИЛ КарНЦ РАН О. Н. Бахмет и Ю. С. Кудиновой.

Статистические расчеты были выполнены А. В. Полевым в программе PAST, версия 3.13 (Hammer et al., 2001).

Т а б л и ц а 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫРУБОК, НА КОТОРЫХ ПРОВОДИЛИСЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ пробной площади (ПП)	Год рубки	Состав бывшего древостоя	Возраст бывшего древостоя, лет	Тип леса	Почва
Кондопожский р-н					
1	2011	10Сед.Б,Ос	110–120	С. черн.	Подзол илловиально-гумусово-железистый супесчаный на моренных отложениях
2	2007	8С1Б1Ос	120	С. черн. влаж.	Торфянистый подзол илловиально-гумусовый песчаный
3	2011	9С1Бед.Ос	130–140	С. брусн.	Подзол илловиально-железистый песчаный на флювиогляциальных песках
4	2005	6С2Е1Б1Ос	120–140	С. черн.	Подбур оподзоленный на эловии коренных пород
5	2005	5С3Е1Б1Ос	-«-	-«-	-«-
6	2007	-«-	120	-«-	-«-
Прионежский р-н					
7	2005	6ЕЗБ1Ос	110–120	Е. черн.	Подзол илловиально-железистый супесчаный на моренных отложениях
8	2008	7Е2Ос1Б	-«-	-«-	-«-
9	2007	-«-	-«-	-«-	-«-
10	2003	8Е1С1Б	-«-	-«-	-«-
11	2009	-«-	180	-«-	Подзол илловиально-гумусовый супесчаный на моренных отложениях
12	2009	10Е	-«-	-«-	-«-

Результаты и обсуждение

Оценка видового состава грибов проводилась на вырубках и в прилегающих древостоях аналогичных типов леса. Помимо традиционных осенних сборов, проведена оценка видового состава весенних и раннелетних видов.

Наши исследования показали, что на вырубках 3–5-летней давности, по сравнению со свежими, возрастает количество представителей всех групп сапротрофов (в первую очередь, ксилосапротрофов). В последующие годы резко увеличивается количество видов-микоризообразователей (от 14 видов на свежих вырубках до 44 на вырубках давностью свыше 6 лет). На всех вырубках зарегистрированы дождевик шиповатый (*Lycoperdon perlatum*), лаковица розовая (*Laccaria laccata*), говорушка булавоногая (*Ampulloclitocybe clavipes*), плютей олений (*Pluteus cervinus*), ложноопенок серно-желтый (*Hypholoma fasciculare* var. *fasciculare*), подберезовик обыкновенный (*Leccinum scabrum*), свинушка тонкая (*Paxillus involutus*). Большая часть этих видов является облигатными или факультативными гумусовыми сапротрофами или ксилосапротрофами. В то же время плодоношение такого микоризообразователя, как подберезовик обыкновенный, объясняется, по-видимому, сохранением даже на свежих вырубках подроста березы. В июне на вырубках 3–4-летней давности наблюдалось обильное плодоношение строчка съедобного (*Gyromitra esculenta*), который не был отмечен на более старых вырубках. Эти примеры указывают на общую тенденцию сформировавшегося биоценоза – переработку послерубочных остатков древесины и перевод питательных веществ в доступную для растений форму, что впоследствии обуславливает переход биоценоза на новую стадию сукцессии.

В период исследования на вырубках были зарегистрированы 39 новых для данных участков видов: *Aleuria aurantia*, *Amanita citrina* var. *citrina*, *Baeospora myosura*, *Boletus subtomentosus*, *Cortinarius anomalus*, *C. armeniacus*, *C. brunneus* var. *brunneus*, *C. caninus*, *C. collinitus*, *C. decipiens* var. *decipiens*, *C. delibutus*, *C. violaceus*, *Cystoderma carcharias*, *Cystolepiota moelleri*, *Entoloma conferendum* var. *conferendum*, *E. sericeum* var. *sericeum*, *Flammulina velutipes* var. *velutipes*, *Gomphidius roseus*, *Gymnopilus picreus*, *Gyromitra infula*, *Hebeloma leucosarx*, *Hypholoma capnoides*, *Leccinum aurantiacum*, *Lepiota clypeolaria*, *L. cristata*,

Marasmius androsaceus, *Megacollybia platyphylla*, *Mycena cinerella*, *M. laevigata*, *Mycetinis scorodonius*, *Panaeolus papilionaceus* var. *papilionaceus*, *Pholiota flammans*, *Phyllostopsis nidulans*, *Pluteus plautus*, *Russula adusta*, *R. decolorans*, *Stropharia semiglobata*, *Tricholoma columbetta*, *Tricholomopsis rutilans*.

В прилегающих к вырубкам древостоях отмечены 17 новых видов: *Amanita virosa*, *Cortinarius bivelus*, *C. cinnamomeoluteus*, *C. evernius*, *C. orellanus*, *C. sanguineus*, *Entoloma lividoalbum*, *Hygrocybe pratensis* var. *pratensis*, *Lepiota cristata*, *Leucoagaricus leucothites*, *Mycena leptcephala*, *M. stylobates*, *Mycetinis scorodonius*, *Rhizopogon luteolus*, *Rhodocollybia butyracea* f. *asema*, *Russula foetens*, *Tubaria confragosa*.

В целом на вырубках зарегистрировано 7 видов аскомицетов из 4 родов, 3 семейств и 135 видов агарикоидных базидиомицетов из 51 рода, 25 семейств. В лесных массивах, примыкающих к обследованным вырубкам, отмечено 9 видов аскомицетов из 6 родов, 4 семейств и 178 видов агарикоидных базидиомицетов из 61 рода, 28 семейств (табл. 2).

Видовое разнообразие на вырубках. Наибольшее число видов грибов (119) было зарегистрировано на пробе № 8 (вырубка 2006 г., ельник черничный) и наименьшее (11) – на пробе № 12 (вырубка 2008 г., ельник черничный). Видовое разнообразие на вырубках значительно варьировало, было достоверно меньше на пробках № 1 (вырубка 2011 г., сосняк черничный) и 12 (рис. 1). По результатам дисперсионного анализа количество видов, зарегистрированных на вырубках, не зависело достоверно ни от местоположения и давности вырубки, ни от типа леса и почвы, ни от возраста окружающих древостоев. В то же время видовое богатство коррелировало с количеством опада (коэф. корр. Спирмена $R_s = 0,60$ $P < 0,05$) и проективным покрытием вейника ($R_s = 0,59$ $P < 0,05$). Эти корреляции подтверждают предположения о преобладании в первичной сукцессии видов, участвующих в переводе питательных веществ опада в доступную для растений форму.

Сходство и различие видового состава на вырубках и в прилегающих древостоях. Для анализа сукцессий агарикоидных грибов в насаждениях, сформировавшихся на вырубках разной давности, выполнен анализ сходства микобиот на пробных площадях, а также в сравнении с прилегающими древостоями с использованием коэффициента Сьеренсена-Чекановского (Шмидт, 1984).

**ВИДОВАЯ НАСЫЩЕННОСТЬ СЕМЕЙСТВ ГРИБОВ НА ВЫРУБКАХ РАЗЛИЧНОЙ ДАВНОСТИ
И В ПРИЛЕГАЮЩИХ ДРЕВОСТОЯХ**

Род	Число видов грибов						
	Прилегающие древостои	Вырубки	Давность рубки			Тип леса на вырубках	
			1–2 года	3–5 лет	6–10 лет	Сосняки	Ельники
Класс <i>Ascomycetes</i>							
Порядок <i>Peziziales</i>							
Семейство <i>Discinaceae</i>							
<i>Gyromitra</i>	3	3	2	3	2	2	3
Семейство <i>Pezizaceae</i>							
<i>Aleuria</i>	1	1		1	1		1
<i>Peziza</i>	2	1		1	1	1	1
Семейство <i>Pyronemataceae</i>							
<i>Humaria</i>	1	1			1	1	
<i>Scutellinia</i>	1						
Семейство <i>Helvellaceae</i>							
<i>Helvella</i>	1						
Класс <i>Basidiomycota</i>							
Порядок <i>Agaricales</i>							
Семейство <i>Agaricaceae</i>							
<i>Chlorophyllum</i>	1						
<i>Cystoderma</i>	2	2	1	1	2	1	2
<i>Cystolepiota</i>		1	1		1	1	1
<i>Lepiota</i>	2	2	1		2	2	
<i>Leucoagaricus</i>	1						
<i>Lycoperdon</i>	4	3	2	2	3	3	2
<i>Macrolepiota</i>	1						
Семейство <i>Amanitaceae</i>							
<i>Amanita</i>	7	7	4	2	5	6	3
Семейство <i>Cortinariaceae</i>							
<i>Cortinarius</i>	22	17	3	11	11	9	13
Семейство <i>Cyphellaceae</i>							
<i>Cheimonophyllum</i>	1						
Семейство <i>Entolomataceae</i>							
<i>Entoloma</i>	3	3	1	2	2	2	2
Семейство <i>Hydnangiaceae</i>							
<i>Laccaria</i>	3	3	1	2	3	1	3
Семейство <i>Hygrophoraceae</i>							
<i>Ampulloclitocybe</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hygrocybe</i>	2						
<i>Hygrophorus</i>	2						
Семейство <i>Hymenogastraceae</i>							
<i>Galerina</i>	3	2	1	1	2	1	2
<i>Gymnopilus</i>	1	2	1	1	2	2	1
<i>Hebeloma</i>	1	2	1	1	1	1	1
<i>Hypholoma</i>	5	3	2	2	2	3	2
<i>Pholiota</i>	2	1		1	1	1	1
<i>Stropharia</i>	2	2		2	2	1	2
<i>Incertae sedis</i>							
<i>Leucocybe</i>	1						
<i>Panaeolus</i>	1	2	1		1	2	

Семейство <i>Inocybaceae</i>							
<i>Crepidotus</i>	1						
<i>Inocybe</i>	3	3	2	3	2	2	3
<i>Tubaria</i>	1						
Семейство <i>Lyophyllaceae</i>							
<i>Calocybe</i>	1	1			1	1	
<i>Lyophyllum</i>	1						
Семейство <i>Marasmiaceae</i>							
<i>Baeospora</i>		1	1			1	
<i>Gymnopus</i>	4	3	1	2	2	3	2
<i>Marasmius</i>	2	1	1			1	
<i>Megacollybia</i>		1		1	1	1	1
<i>Mycetinis</i>	1	1			1	1	
<i>Rhodocollybia</i>	3						
Семейство <i>Mycenaceae</i>							
<i>Mycena</i>	11	8	2	2	7	8	3
<i>Panellus</i>	1	1			1	1	
<i>Xeromphalina</i>		1			1		1
Семейство <i>Physalacriaceae</i>							
<i>Armillaria</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Flammulina</i>		1			1	1	
Семейство <i>Pleurotaceae</i>							
<i>Pleurotus</i>	2	1		1	1	1	1
Семейство <i>Pluteaceae</i>							
<i>Pluteus</i>	2	3	1	1	3	2	2
Семейство <i>Psathyrellaceae</i>							
<i>Coprinellus</i>	2	1		1	1	1	1
<i>Coprinopsis</i>	1	1		1	1	1	1
<i>Lacrymaria</i>	1	1			1	1	
<i>Psathyrella</i>	1						
Семейство <i>Strophariaceae</i>							
<i>Agrocybe</i>	1						
<i>Kuehneromyces</i>	1	1		1	1	1	1
<i>Pholiota</i>	3	3			3	3	1
Семейство <i>Tricholomataceae</i>							
<i>Cantharellula</i>	1	1		1			1
<i>Clitocybe</i>	5	3		2	2	2	2
<i>Fayodia</i>	1						
<i>Infundibulicybe</i>	1						
<i>Phyllotopsis</i>		1	1			1	
<i>Tricholoma</i>	3	5	1		4	5	
<i>Tricholomopsis</i>	1	2	1	1	1	1	2
Порядок <i>Boletales</i>							
Семейство <i>Boletaceae</i>							
<i>Boletus</i>	4	3	1	1	2	3	1
<i>Leccinum</i>	5	5	2	2	5	2	5
<i>Tylopilus</i>	1	1			1	1	
Семейство <i>Gomphidiaceae</i>							
<i>Chroogomphus</i>	1	1			1	1	
<i>Gomphidius</i>	2	2			2	1	1

Род	Число видов грибов						
	Прилегающие древостои	Вырубки	Давность рубки			Тип леса на вырубках	
			1–2 года	3–5 лет	6–10 лет	Сосняки	Ельники
Семейство <i>Hygrophoropsidaceae</i>							
<i>Hygrophoropsis</i>	1	1	1	1	1	1	1
Семейство <i>Paxillaceae</i>							
<i>Paxillus</i>	1	1	1	1	1	1	1
Семейство <i>Rhizopogonaceae</i>							
<i>Rhizopogon</i>	1						
Семейство <i>Strobilomycetaceae</i>							
<i>Chalciporus</i>	1						
Семейство <i>Suillaceae</i>							
<i>Suillus</i>	4	3	1		3	3	2
Семейство <i>Tapinellaceae</i>							
<i>Tapinella</i>	1	1	1		1	1	1
Порядок <i>Russulales</i>							
Семейство <i>Auriscalpiaceae</i>							
<i>Lentinellus</i>	2	1	1			1	
Семейство <i>Russulaceae</i>							
<i>Lactarius</i>	16	9	4	5	9	8	7
<i>Russula</i>	14	1	3	5	1	7	9
Всего родов	69	56	34	35	51	53	41
Всего видов	187	134	50	67	109	111	92

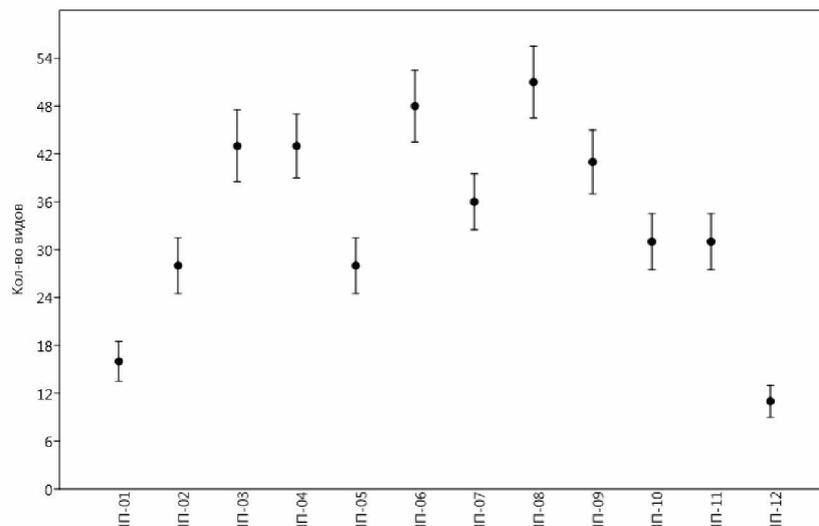


Рис. 1. Видовое разнообразие напочвенных грибов и доверительный интервал (95 %) на исследованных вырубках

Ординация пробных площадей не выявила значительной роли давности вырубки в формировании видовой структуры напочвенных грибов. Группы разной давности по большей части перекрывались, и лишь самые свежие вырубки стояли несколько особняком (рис. 2). Дисперсионный анализ также показал, что видовой состав на вырубке определяется в основном ее местоположением, типом леса и почвы

(табл. 3). Сообщества наиболее сходные по видовому составу с прилегающими древостоями (коэффициент сходства 0,6) формируются на участках с давностью рубки 6–10 лет (табл. 4), где временно создаются наиболее благоприятные условия для развития грибов. В дальнейшем происходит сильное загущение древесного яруса, что неблагоприятно сказывается на плодоношении макромицетов.

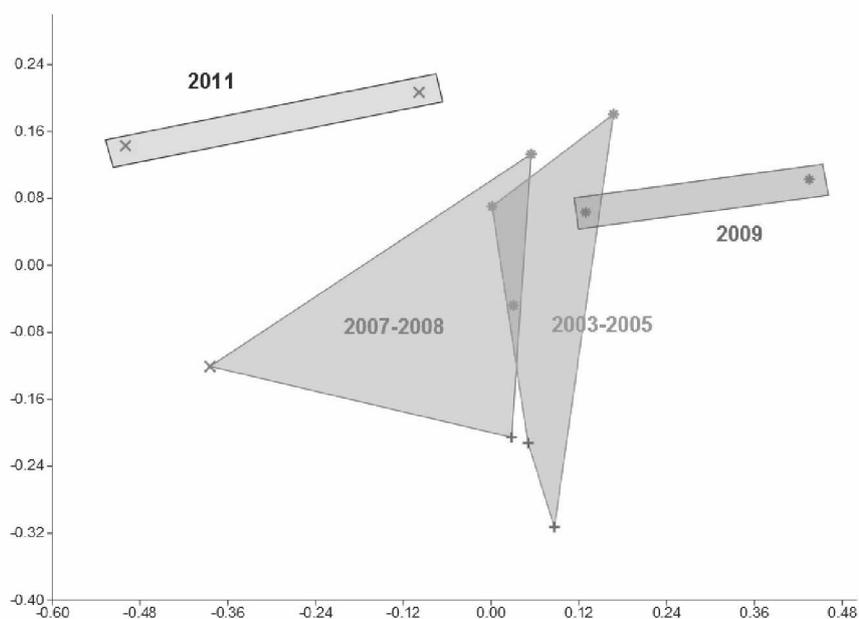


Рис. 2. Ординация исследованных вырубок в первых двух осях NMDS на основе меры сходства Сьеренсена-Чекановского

Условные обозначения: x, +, * – вырубки (x – Кончезеро, + – Гомсельга, * – Лососинное); полигоны – группы по давности вырубки

Т а б л и ц а 3

**РОЛЬ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ
В ФОРМИРОВАНИИ ВИДОВОГО СОСТАВА
МАКРОМИЦЕТОВ НА ВЫРУБКАХ***

Фактор	F	P
Местоположение	2,57	< 0,01
Тип почвы	2,2	< 0,01
Тип леса	1,8	< 0,05
Возраст леса	1,19	0,19
Давность вырубки	1,18	0,16

Пр и м е ч а н и е. * Непараметрический дисперсионный анализ – Ретманова, на основе индекса сходства Сьеренсена-Чекановского, достоверные значения выделены жирным шрифтом.

Общее количество видов на вырубках из-под сосняков и ельников в целом близко (110 и 92 вида, соответственно). При этом на вырубках достаточно велико количество моновалентных и поливалентных симбионтов березы (около 55 %), поскольку именно она начинает возобновляться в первую очередь.

В связи с этим различия в видовом составе грибов на вырубках из-под сосняков и ельников могут объясняться микроусловиями, оказавшимися благоприятными для плодотворения тех или иных видов макромицетов (табл. 5).

Т а б л и ц а 4

**МАТРИЦА СХОДСТВА ВИДОВОГО СОСТАВА
АГАРИКОИДНЫХ ГРИБОВ ВЫРУБОК
РАЗНЫХ СРОКОВ ДАВНОСТИ
И ПРИЛЕГАЮЩИХ ДРЕВОСТОЕВ***

Вырубки		Давность рубки, лет			
		1–2	3–5	6–10	> 10
Давность рубки, лет	1–2				
	3–5	0,34			
	6–10	0,38	0,47		
	> 10	0,22	0,36	0,33	
Прилегающие древостои		0,26	0,33	0,60	0,17

Пр и м е ч а н и е. * По коэффициенту Сьеренсена-Чекановского – KSC.

Анализ трофической структуры биоты аскомицетов и агарикоидных базидиомицетов показывает, что если по абсолютному количеству видов в незатронутых рубкой лесах выше разнообразие всех групп грибов (рис. 3), то в процентном соотношении на вырубках несколько выше доля ксилотрофов, подстилочных сапротрофов и копротрофов (табл. 6).

В целом общее обеднение видового состава грибов на вырубках объясняется утратой или сокращением необходимых условий произрастания, для микоризных грибов это уничтожение рубкой растения-хозяина.

АНАЛИЗ СВЯЗЕЙ ГРИБОВ-МИКОРИЗООБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ДРЕВЕСНЫМИ ПОРОДАМИ (КОЛИЧЕСТВО ВИДОВ, ЕД.)

Древесная порода	Участки после рубки	Прилегающие древостои
Моновалентные симбионты		
Береза	19	22
Осина	3	3
Сосна	19	28
Ель	5	10
Поливалентные симбионты		
Береза + сосна	5	4
Береза + ель	1	4
Береза + сосна + ель	15	17
Сосна + ель	4	4
Всего микоризообразователей	73	95

Условные обозначения: Mr – микоризообразователи, сапротрофы, Le – ксилотрофы, Hu – гумусовые, St – подстилочные, Fd – опада, M – на мхах, Ec – копротрофы.

ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП АСКОМИЦЕТОВ И АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ВЫРУБОК И ПРИЛЕГАЮЩИХ ДРЕВОСТОЕВ (%)

Трофическая группа	Прилегающие древостои	Вырубки
Микоризообразователи	51,1	50,3
Сапротрофы:		
ксилотрофы	19,4	21,4
гумусовые	11,8	9,0
подстилочные	12,9	13,8
опада	1,6	1,4
на мхах	1,1	0,7
копротрофы	1,1	2,1
Прочие	1,1	1,4

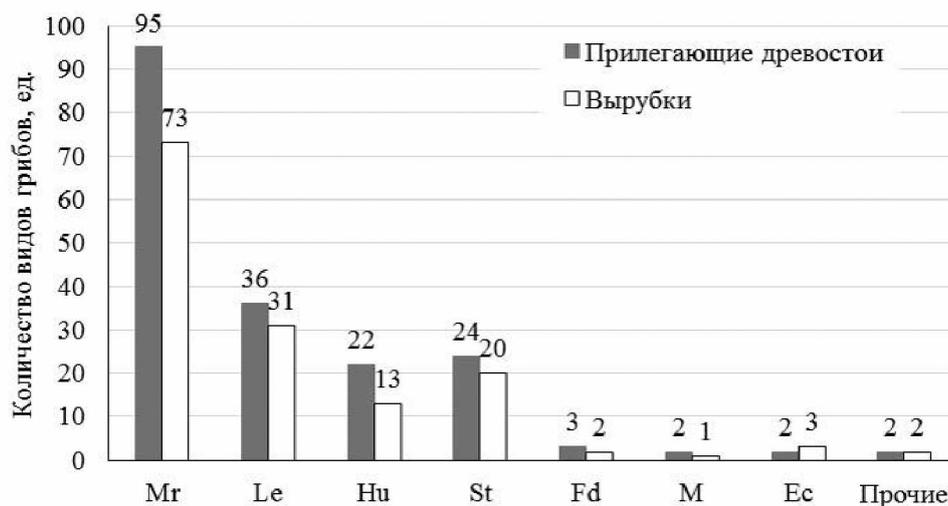


Рис. 3. Трофическая структура биоты аскомицетов и агарикоидных базидиомицетов вырубок и прилегающих древостоев

Заключение

Изменения видового состава агарикоидных базидиомицетов в течение 15–20 лет после рубки связаны в основном не с давностью вырубки, а с ее местоположением и связанными с ним факторами (тип почвы, тип леса). Тем не менее в течение небольшого промежутка времени (6–10 лет после рубки) структура микобиоты может приближаться к таковой в окружающих древостоях. Видовое богатство сильно варьирует и также не зависит от

давности рубки, в то же время коррелирует с такими факторами, как количество опада и степень зарастания вейником. Кроме того, можно констатировать, что условия, возникающие на вырубках, создают преимущества для плодоношения сапротрофов, обитающих на древесных остатках.

Автор выражает искреннюю признательность сотруднику лаб. ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем ИЛ КарНЦ РАН А. В. Полевому за статистический анализ полученных результатов, сотрудникам

лаб. динамики и продуктивности таежных лесов ИЛ КарНЦ РАН – Н. В. Гениковой и Н. И. Рыжковой за анализ и описание напочвенного покрова и сотрудникам лаб. лесного почвоведения ИЛ КарНЦ РАН – О. Н. Бахмет и Ю. С. Кудиновой за анализ и описание почв исследованных участков.

Работа выполнена в рамках государственного задания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН).

ЛИТЕРАТУРА

Бурова Л. Г. Экология грибов-макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.

Скрябина А. А., Сенникова Л. С. Влияние антропогенного воздействия на видовой состав и урожайность съедобных грибов в лесных ценозах // Промысловая оценка и освоение биологических ресурсов. Киров, 1988. С. 139–145.

Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.

Шубин В. И. Макромицеты лесных фитоценозов и их использование. Л.: Наука, 1990. 197 с.

Шубин В. И. Микотрофность древесных пород, ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л.: Наука, 1973. 263 с.

Шубин В. И. Наблюдения за распространением *Laccaria laccata* (Fr.) Cooke // Ботан. журн. 1964. Т. 49, № 9. С. 1305–1310.

Durall D. M. et al. Effects of clearcut logging and tree species composition on the diversity and community composition of epigeous fruit bodies formed by ectomycorrhizal fungi / D. M. Durall, S. Gamiel, S. W. Simard et al. // Can. J. Bot. 2006. Vol. 84, N 6. P. 966–980.

Egli S. Mycorrhizal mushroom diversity and productivity an indicator of forest health? // Ann. For. Sci. 2011. N 68. P. 81–88.

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologica Electronica. 2001. Vol. 4, N 1. P. 1–9.

Index Fungorum. CABI Database. URL: <http://www.indexfungorum.org> (дата обращения: апрель 2018).

Kropp B. R., Albee S. The effects of silvicultural treatments on occurrence of mycorrhizal sporocarps in a *Pinus contorta* forest: A preliminary study // Biol. Conserv. 1996. Vol. 78, iss. 3. P. 313–318.