

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОЙ МИКОБИОТЫ ВО ВТОРИЧНЫХ ЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

© 2014 Ф.М. Хабибуллина, Е.Г. Кузнецова

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар

Поступила в редакцию 23.04.2014

В работе представлены результаты изучения микромицетного комплекса в почвах, развитых в березняке и осиннике в подзоне средней тайги (Республика Коми). Установлено, что в обоих сообществах обильны типичные сапротрофы – это виды родов *Umbelopsis*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Mortierella*, *Cladosporium*. С высокой численностью выделялись также стерильные колонии *Mycelia sterilia*. Выявлено более высокое видовое разнообразие микромицетов в березняке по сравнению с осинником. Показано сезонное изменение состава почвенной микобиоты.

Ключевые слова: *средняя тайга, березняк, осинник, подзолистые почвы, почвенные микромицеты*

Интенсивное лесопользование в Республике Коми во второй половине 20-го столетия привело к существенному уменьшению площадей коренных хвойных лесов на значительной части ее территории. В результате экзогенных сукцессий произошла смена пород, на вырубках и гарях сформировались смешанные или почти чистые насаждения лиственных пород – березы и осины. При изучении лесных экосистем особенно важны сопряженные исследования в системе биота – почва. Одним из основных компонентов биоты, участвующих в деструкции органических остатков и тем самым имеющих непосредственное отношение к процессам почвообразования и круговорота веществ в лесных экосистемах на Севере, являются почвенные микромицеты [3].

Цель работы: дать характеристику микромицетного комплекса в летний и осенний периоды в почвах, развитых под вторичными лиственными лесами в подзоне средней тайги.

Объекты и методы. Исследования проводились в 2010 г. на стационаре Института биологии Коми НЦ УрО РАН, расположенном в 17 км к юго-западу от г. Сыктывкара. Климат района умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха + 0,4°C. Средняя температура самого холодного месяца (январь) – -15,1°C, самого теплого (июль) – +16,5°C. Количество осадков 400-600 мм в год. Среди коренных типов растительности центральное положение занимают зеленомошные еловые леса. Поскольку данный район относится к числу наиболее освоенных, коренные темнохвойные леса сохранились на небольших площадях. Преобладают смешанные насаждения с

доминированием березы, осины. Сформировавшиеся на месте гарей и вырубок, почвы слабоподзолистые.

Почвенную микобиоту изучали в двух наиболее распространенных вторичных типах лесных насаждений – послерубочных осиннике и березняке (рубка выборочная). Березняк и осинник представляют собой единый лесной массив более 100-летнего возраста, сменяющийся в нижней части склона ельником чернично-зеленомошным. В березняке разнотравном в первом ярусе преобладает береза пушистая (8 единиц по составу), высотой 20-23 м, присутствует ель сибирская (2 единицы) и примесь из сосны и осины. Сомкнутость крон – 0,7. Во втором ярусе господствует ель высотой до 12 м. Ярус подлеска разрежен, состоит из рябины, ив, шиповника иглистого, жимолости, волчьего лыка. Травяно-кустарничковый покров хорошо развит, в нем отмечено 29 видов сосудистых растений. Общее проективное покрытие составляет 95%. Наибольшим обилием выделяется вейник тростниковый. Довольно высоко обилие сныти белой, чины весенней, костяники обыкновенной. Моховой покров выражен слабо. Почва слабодерновая, слабоподзолистая суглинистая. В осиннике разнотравном в первом ярусе древостоя присутствуют осина (5 единиц), ель сибирская (3 единицы) и береза пушистая (2 единицы). Высота деревьев достигает 20-23 м, сомкнутость крон – 0,8-0,9. Второй ярус образует ель сибирская высотой до 12 м. Подлесок разрежен, в нем присутствуют жимолость, шиповник, рябина и волчье лыко. Всего в травяно-кустарничковом ярусе отмечено 27 видов сосудистых растений. Ведущее положение занимают вейник тростниковый, дудник лесной, бодяк разнолистный. Следует отметить, что в осиннике выше, чем в березняке участие видов еловых лесов: черники, брусники. Моховой покров развит слабо. Почва слабодерновая слабоподзолистая суглинистая. Более

Хабибуллина Флюза Мубараковна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: fluza@ib.komisc.ru

Кузнецова Елена Геннадьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: kuznecova@ib.komisc.ru

подробные данные, характеризующие участки исследований, опубликованы ранее [4].

Образцы почв были отобраны из органо-генного и верхнего минерального горизонтов почв. Для микробиологического анализа использовали смешанные образцы из 10 индивидуальных. Идентификацию микроскопических грибов после выделения их в чистую культуру проводили по определителям для различных таксономических групп [5, 6]. Комплексы микромицетов почв характеризовали на основе относительного обилия и встречаемости видов [1, 2].

Результаты и обсуждение. Почвы в березняке и осиннике слабоподзолистые слабо-дерновые суглинистые – относятся к подзолисто-тому типу. Под влиянием преобладающих в древесном ярусе лиственных пород и травянисто-кустарничкового яруса под органогенным слоем А0 в почвах оформляется органо-минеральный горизонт А1. Мощность органогенного слоя А0 и слоя разлагающихся органических остатков с примесью минеральных частиц А1 в березняке составляет 10-11 см. В осиннике слой А0А1 имеет меньшую мощность 6-8 см. Подзолистый горизонт А2 в почвах выражен слабо. Почвы кислые. Отметим, что органогенный горизонт в почве березняка характеризуется меньшей кислотностью (рНвод. – 5,9) по сравнению с почвой осинника (рНвод. – 5,2). Элементы-биогены аккумулированы в органогенном слое. В березняке почва в горизонте А0 содержит больше элементов-биогенов (Nгидр. – 7,3 мг/100 г в.с.п., P₂O₅ – 7,9 мг/100 г, K₂O – 40,5 мг/100 г, кальция – 27,1 ммоль/100 г в.с.п.), чем почва в том же горизонте в осиннике (Nгидр. – 4,7 мг/100 г в.с.п., P₂O₅ – 6,4 мг/100 г, K₂O – 28,6 мг/100 г, кальция – 8,5 ммоль/100 г в.с.п.). В органо-аккумулятивном горизонте в обеих почвах количество органического углерода наибольшее (9,1% в березняке, 4,7% в осиннике), в гор. А2 оно резко снижается до 0,6%, оставаясь в

пределах 0,3-0,4% в нижних горизонтах, определяемых сорбционной способностью минеральной массы суглинистого состава.

Значительная кислотность органогенного слоя, суровые природно-климатические условия делают микромицеты одними из основных деструкторов отмершей фитомассы в лесных биогеоценозах Севера [3]. Для характеристики микромицетного комплекса в пик вегетационного сезона и в его конце был проведен микробиологический анализ образцов почв, отобранных в летний (28 июля) и осенний (8 октября) периоды 2010 г. Подавляющее количество микромицетов в почве березняка сосредоточено в гор. А0, резко убывая в гор. А1. В летний период численность микромицетов составляла 638 тыс. КОЕ/ г, а в гор. А1 она почти в 2 раза меньше – 365 тыс. КОЕ/ г. Осенью в гор. А0 общее количество микромицетов увеличилось до 712 тыс. КОЕ/г, что связано, по-видимому, с поступлением свежего растительного опада (лиственно-травяного). В отличие от гор. А0 отмечено существенное снижение в осенний срок количества грибов в гор.А1 – до 152 тыс. КОЕ/г.

В березняке в органогенном горизонте А0 в летний период выделено 30 видов микромицетов из 12 родов, относящихся к *Anamorphic fungi* и отделу *Zygomycota*, а также определена светло-окрашенная формы (с/о) *Mycelia sterilia* (табл. 1). Подавляющее число видов относится к несовершенным грибам – 22 вида из 6 родов (*Cladosporium*, *Fusarium*, *Geomyces*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Paecilomyces*). Зигомицеты представлены 8 видами из 3 родов (*Mucor*, *Mortierella*, *Umbelopsis*). В целом в гор. А0 в почве березняка по видовому разнообразию преобладают представители рода *Penicillium* (9 видов) и *Mortierella* (4 вида). Род *Trichoderma* представлен 3 видами, *Cladosporium*, *Mucor*, *Umbelopsis* – двумя, а остальные – по одному виду.

Таблица 1. Видовой состав микромицетов в почвах в летний период (образцы почвы отобраны 28.07.2010 г.)

Виды грибов	Березняк			Осинник	
	названия горизонтов				
	А0	А1	А2	А0А1	А2
Отдел Zygomycota					
<i>Mortierella alpina</i> Peyronel.	+	+	+	+	+
<i>M.candelabrum</i> Tieg. et G. Le Monn	+	+	+	–	–
<i>M.schmuckeri</i> Linnem.	–	–	–	–	+
<i>M. verticillata</i> Linnem.	+	+	+	–	+
<i>Mortierella</i> sp.	+	+	+	–	–
<i>Umbelopsis ramanniana</i> (Möller) W. Gams	+	+	+	–	+
<i>Umbelopsis vinacea</i> (Dixon-Stew.) Arx	+	+	+	–	–
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	+	–	–	–	–
<i>M.circinelloides</i> Tiegh.	+	+	–	–	–
<i>Mucor</i> sp.	–	–	–	–	+
Anamorphic fungi					
<i>Geomyces pannorum</i> (Link) Hugkes	+	–	–	–	+
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	+	+	–	–	+
<i>Cladosporium</i> sp.	+	–	–	–	–
<i>Fusarium</i> sp.	+	–	–	–	–
<i>Monilia geophila</i> Oudemans	+	–	–	–	–
<i>Paecilomyces</i> sp.	+	+	+	–	+

Продолжение таблицы 1					
<i>Gliocladium</i> sp.	+	-	-	-	-
<i>Penicillium alboaurantium</i> G. Sm.	+	-	-	-	+
<i>P.albocinerascens</i> Chalab.	+	-	-	-	+
<i>P.brevicompatum</i> Dierckx	+	-	-	-	-
<i>P.canescens</i> Sopp	+	-	-	-	-
<i>P.cinerascenc</i> Biourge	-	-	-	-	+
<i>P.essuveidense</i> Baghdadi.	+	-	-	-	-
<i>P.griseolum</i> G. Sm.	-	-	-	+	+
<i>P. kursanovii</i> Chalabuda	-	-	-	-	+
<i>P.odorotum</i> Christ.et Backus	+	-	-	-	-
<i>P. simplicissimum</i> (Oud.) Thom	+	-	-	-	-
<i>P.turbatum</i> Westling	+	-	-	-	-
<i>P. thomii</i> Maire	+	-	-	-	-
<i>P.variabile</i> Wehmer	+	-	-	-	-
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bonord.) Bainier	+	-	-	-	-
<i>T. polysporum</i> Link ex Fries	+	-	-	-	-
<i>T. sympodianum</i> Kulik	-	-	-	-	-
<i>T. viride</i> Persoon ex Fries	+	-	-	-	-
<i>Mycelia sterilia</i>					
<i>Mycelia sterilia</i> (Moniliac.)	+	+	-	+	+
<i>Mycelia sterilia</i> (Dematiac.)	+	-	-	-	-
Всего	30	11	7	3	15

В осенний срок в почве березняка видовой состав грибов был несколько богаче в гор. А0 и составил 34 вида (табл. 2). Зигомицеты представлены 12 видами. Их увеличение отмечено за счет появления видов новых родов *Thamnidium*, *Sporodinia*.

Таблица 2. Видовой состав микромицетов в почвах в осенний период (образцы почвы отобраны 08.10.2010 г.)

Виды грибов	Березняк			Осинник	
	названия горизонтов				
	A0	A1	A2	A0A1	A2
Отдел Zygomycota					
<i>Mortierella ericetorum</i> Linnem.	-	-	-	-	+
<i>M.jenkinsii</i> (A.L. Sm.) Naumov	+	-	-	-	-
<i>M. mutabilis</i> Linnem.	+	-	-	-	-
<i>M. verticillata</i> Linnem.	+	+	+	-	+
<i>Mortierella</i> sp.	+	+	+	-	+
<i>Umbelopsis ramanniana</i> (Moller) Linn.	+	+	+	+	+
<i>Umbelopsis vinacea</i> Dixon-Stewart	+	+	+	-	+
<i>Mucor globosus</i> A. Fischer	+	-	-	-	-
<i>M. hiemalis</i> Wehmer	+	-	-	-	-
<i>M. circinelloides</i> Tiegh.	+	+	-	+	+
<i>Mucor</i> sp.	+	-	-	+	+
<i>Thamnidium elegans</i> Link	+	-	-	-	-
<i>Sporodinia grandis</i> Link	+	-	-	-	-
Отдел Ascomycota					
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze et Fr.	-	-	-	-	-
Anamorphic fungi					
<i>Acremonium vitis</i> Catt.	+	-	-	-	-
<i>Aspergillus alliaceus</i> Thom & Church	+	+	-	-	-
<i>A. flavipes</i> (Bain.& Sartory) Thom & Church	+	+	-	-	-
<i>Aspergillus</i> sp.	+	-	-	-	-
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	+	-	-	-	-
<i>Geomyces pannorum</i> (Link) Hugkes	+	-	-	-	+
<i>Penicillium albo-aurantium</i> G. Sm.	+	+	-	-	-
<i>P. albo-cinerascens</i> Chalab.	+	+	-	-	-
<i>P. aurantiocandidum</i> Dierckx & Biourge	+	-	-	-	+
<i>P.canescens</i> Sopp	+	+	-	+	-
<i>P.cyclopium</i> Westling	+	-	-	-	-
<i>P.es-suveidense</i> Baghdadi.	-	+	-	-	-

Продолжение таблицы 2					
<i>P. griseolum</i> G. Sm.	–	–	–	+	+
<i>P. fellutanum</i> Biourge	+	–	–	–	–
<i>P. kursanovii</i> Chalabuda	+	+	–	–	–
<i>P. multicolor</i> Novobr.	+	–	–	–	–
<i>P. sclerotiorum</i> Beyma	+	–	–	–	–
<i>Penicillium</i> sp.	+	+	–	–	–
<i>Spicaria cephalospora</i> Kamyschko	+	–	–	–	–
<i>Trichoderma koningii</i> Oudemans	+	–	–	–	–
<i>T. polysporum</i> Link ex Fries	+	–	–	–	–
<i>T. viride</i> Persoon ex Fries	+	–	–	–	–
<i>Trichoderma</i> sp.	+	–	–	–	–
<i>Mycelia sterilia</i>					
<i>Mycelia sterilia</i> (Moniliac.)	+	+	–	+	–
<i>Mycelia sterilia</i> (Dematiac.)	+	–	–	–	–
<i>Всего</i>	34	14	4	6	10

Отдел *Ascomycota*, отсутствовавший в летних пробах, был представлен активным целлюлолитиком *Chaetomium globosum*. Из анаморфных грибов выделены новые 2 вида рода *Aspergillus*, один вид рода *Acremonium*, род *Trichoderma* пополнился видом-целлюлолитиком *T. Koningii*. Также выявлены новые виды у рода *Penicillium*. В осенний период отмечено отсутствие представителей рода *Paecilomyces*. В число доминантов во все сроки входят *Mucor circinelloides*, *Trichoderma polysporum* и светлоокрашенные формы стерильного мицелия *Mycelia sterilia*. Среди частых представлены виды – *Mortierella verticillata*, *Umbelopsis ramanniana*, *U. vinacea*, *Geomyces pannorum*, среди типичных редких – *Penicillium albo-aurantium*, *P. albo-cinereascens*, *Mortierella* sp. и темноокрашенные формы стерильного мицелия (т/о) *Mycelia sterilia*.

В почве с глубиной резко уменьшается число выделяемых видов. Если из гор. А0 в летний период выделены 30 видов, из гор. А1 – 14 видов, то из горизонта А2 – всего 4 вида грибов. Из гор. А1 были выделены из отдела зигомицетов 7 видов из родов *Mucor*, *Mortierella*, *Umbelopsis*, 5 видов – из отдела анаморфных грибов и *Mycelia sterilia* (с/о). В гор. А2 выделено 5 видов из отдела зигомицетов, один вид из отдела анаморфных грибов, а также светлоокрашенный стерильный мицелий. В осенних пробах в гор. А1, как и летом, активно развиваются зигомицеты из родов *Mucor*, *Mortierella*, *Umbelopsis* – 7 видов, в гор. А2 – 6 видов, а также единичные виды из отдела *Anamorphic fungi*.

Сравнение видового состава микро-мицетов показывает достаточно постоянное их видового разнообразия в гор. А1 и А2 в летний и осенний периоды (коэффициент сходства по Жаккару – до 90%). Разнообразии видов грибов в гор. А0 в зависимости от сезона заметно отличается, что связано с составом поступающего органического вещества (лиственно-травянистых остатков). В осиннике, как и в березняке, органогенный слой А0А1 в почве выделяется максимальным количеством микроскопических грибов – 925 тыс. КОЕ/г в летний срок при очень резком снижении в минеральном горизонте А2 до 39 тыс. КОЕ/г. В осенних пробах в гор. А0А1 при заметном уменьшении по численности грибов – 643 тыс.

КОЕ/г, в гор. А2 количество грибов существенно, по сравнению с летним периодом, возрастает до 141 тыс. КОЕ/г. Следует отметить по сезонному изменению общего количества микроскопических грибов отличие осинника от березняка, что связано, по-видимому, с меньшей мощностью органогенного слоя в почве осинника и меньшим участием травянистых растений в разложении. В летних пробах в осиннике из органогенного горизонта было выделено микромицетов всего 3 вида – один вид из отдела *Zygomycota* (*Mortierella alpina*), один вид из *Anamorphic fungi* (*Penicillium griseolum*) и белая пушистая форма *Mycelia sterilia*. В летних образцах в горизонте А0А1 доминировали, как в обилии, так и по частоте встречаемости, все три выделенных гриба.

Минеральный горизонт А2 характеризовался достаточно большим количеством видов грибов по сравнению с органогенным горизонтом. В пробе из гор. А2 было выделено 15 видов грибов, из которых 7 видов – из родов *Mucor*, *Umbelopsis* отдела *Zygomycota*, из анаморфных 8 видов из родов *Geomyces*, *Cladosporium*, *Penicillium*, а также светлоокрашенный стерильный мицелий, который по частоте встречаемости вошел в разряд доминантов. Осенние пробы из органогенного горизонта почвы в осиннике так же, как и летние, характеризовались небольшим числом видов – 3 видами из отдела *Zygomycota* (*Mortierella alpina*, *Mucor* sp., *M. circinelloides*), 2 видами из *Anamorphic fungi* (*Penicillium griseolum*, *P. canescens*), а также *Mycelia sterilia*.

В минеральном горизонте А2 было выявлено в этот срок большее число видов – 10. При этом отдел *Zygomycota* характеризовался, помимо отмеченных в гор. А0А1, еще тремя – *Mortierella ericetorum*, *M. verticillata*, *Umbelopsis vinacea*. В минеральном гор. А2 не были обнаружены *Penicillium canescens*, *Mycelia sterilia*, присутствовавшие в горизонте А0А1. Пять видов – *Mortierella ericetorum*, *M. verticillata*, *Umbelopsis vinacea*, *Geomyces pannorum*, *P. aurantiocandidum* были выделены только из минерального горизонта А2. Таким образом, состав грибов в минеральном горизонте в почве осинника в осенний период резко отличается от летнего. Количество видов уменьшилось на 5, причем общими оставались

только 3 вида грибов *Umbelopsis ramanniana*., *Mucor sp.*, *Penicillium griseolum*. На фоне снижения видового разнообразия в горизонте А2 необходимо отметить увеличение численности (КОЕ) микромицетов в этом слое.

Выводы: в почвах осинника и березняка в микромицетном комплексе преобладают представители одних и тех же классов и семейств, однако в березняке они богаче в видовом отношении. Благоприятствуют развитию микроорганизмов в почве березняка ее лучшие агрохимические показатели и меньшая по сравнению с осинником кислотность почвенного раствора в верхнем органогенном слое. Органогенный слой в почвах выделяется максимальным количеством грибов, резко убывающим в минеральных слоях. Видовой состав микромицетов изменяется в течение вегетационного периода, что определяется типом лесной экосистемы, составом растительных остатков, свойствами органогенного слоя. В летний период в почве березняка обильны *Monilia geophila*, *Penicillium brevicompactum*, *P. canescens*, *P. simplicissimum*, *P. turbatum*, в почве осинника – *Mortierella schmuckeri*, *P. cinerascens*. Общими для обоих типов леса являются виды *Mortierella alpina*, *Umbelopsis ramanniana*, *Mycelia sterilia* (с/о). Осенью в почвах появляются виды микромицетов,

участвующие в завершающем этапе разложения растительных остатков: *Mortierella ericetorum*, *M. jenkinsii*, *M. mutabilis*, *Aspergillus sp.*, *Spicaria cephalospora*, *Trichoderma fasciculatum*, *Chaetomium globosum*, *Thamnidium elegans*, *Sporodinia grandis*.

Работа выполнена при финансовой поддержке программ Уральского отделения РАН (проект программы инициативных фундаментальных исследований 12-У-4-1005.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Билай, В.И.* Микромицеты почв / *В.И. Билай, И.А. Эланская, Т.С. Кириленко* и др. – Киев: Наукова Думка, 1984. 264 с.
2. *Мирчинк, Т.Г.* Почвенная микология / *Т.Г. Мирчинк*. – М.: Изд-во МГУ, 1988. 220 с.
3. *Хабибуллина, Ф.М.* Почвенные микромицеты ельника чернично-зеленомошного средней тайги // Лесоведение. 2001. № 1. С. 43–48.
4. Экологические принципы природопользования и природовосстановления на Севере. – Сыктывкар, 2009. 176 с.
5. *Domsh, K.H.* Compendium of soil fungi / *K.H. Domsh, W. Gams, T.-H. Anderson*. – IHW-Verlag Eching, 2007. 672 p.
6. *Ramirez, C.* Manual and atlas of the Penicillia / *C. Ramirez*. – Amsterdam-N.-Y.- Oxford: Elsevier Biomedical Press, 1982. 874 p.

SOIL MYCOBIOTA CHARACTERISTIC IN THE SECONDARY DECIDUOUS FORESTS OF MIDDLE TAIGA SUBZONE (KOMI REPUBLIC)

© 2014 F.M. Khabibullina, E.G. Kuznetsova

Institute of Biology Komi Scientific Center UrB RAS, Syktyvkar

In work results of studying the micromycetes complex in the soils developed in birch forest and aspen forest in middle taiga subzone (Komi Republic) are presented. It is established that in both communities are plentiful typical saprotrophes: types of sorts *Umbelopsis*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Mortierella*, *Cladosporium*. With a high number also sterile colonies of *Mycelia sterilia* were allocated. Higher specific variety of micromycetes in a birch forest in comparison with an aspen forest is revealed. Seasonal change of soil mycobiota structure is shown.

Key words: *middle taiga, birch forest, aspen forest, podsolc soils, soil micromycetes*

Flyuza Khabibullina, Doctor of Biology, Leading Research Fellow. E-mail: fluza@ib.komisc.ru
Elena Kuznetsova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow. E-mail: kuznecova@ib.komisc.ru