

УДК 631.466.1:631.482.1(282.247.111)

СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МИКРОМИЦЕТОВ В ПОЧВАХ ОСТРОВНОЙ ПОЙМЫ РЕКИ ИЛЫЧ

© 2012 Ф.М. Хабибуллина, Ю.А. Виноградова, Е.М. Лаптева, С.В. Дегтева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Поступила в редакцию 17.05.2012

Исследован комплекс микроскопических грибов в почвах островной поймы реки Илыч (приток р. Печора). Выявлено 90 видов микромицетов из 26 родов. Наиболее представительны роды *Penicillium*, *Mortierella*, *Aspergillus*, *Trichoderma*. Выделены новые виды микромицетов, не отмеченные ранее в пойменных почвах равнинных рек средней тайги. Показано, что в почвах рассмотренного ряда биотопов (бечевник → луг → лиственный лес → хвойный лес) максимальным α -разнообразием, численностью спор, длиной мицелия и их биомассой отличаются сообщества почвенных микромицетов лиственного леса. В луговых ценозах грибной мицелий концентрируется преимущественно в минеральных (гумусоаккумулятивных А1) горизонтах, в лесных сообществах – в органогенных (лесные подстилки А0) горизонтах аллювиальных дерновых почв.

Ключевые слова: микромицеты, аллювиальные почвы, река Илыч

Одним из важнейших компонентов блока почвенной микробиоты по праву считаются микроскопические грибы [9]. Они принимают непосредственное участие в деструкционных процессах, обуславливая разложение ежегодно поступающего на поверхность почвы растительного опада. Практически во всех типах почв микромицеты по биомассе превышают бактериальную составляющую комплекса микроорганизмов [6]. В настоящее время сообщества микроскопических грибов детально исследованы в зональных почвах Республики Коми [10], а также в аллювиальных почвах равнинных рек средней тайги [2]. Почвы пойменных террас рек предгорных и горных ландшафтов, в том числе и р. Илыч, в этом плане слабо изучены. В связи с тем, что большая часть бассейна Илыча приурочена к территории Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника, пойменные экосистемы верхнего и среднего течения реки развиваются в режиме спонтанной динамики и характеризуются минимальным антропогенным воздействием, а почвенно-растительный покров островов, соответственно, отражает процесс естественной сукцессии растительности на аллювиальных наносах.

Цель работы: изучение комплекса микроскопических грибов, формирующихся в аллювиальных почвах островной поймы р. Илыч (Печоро-Илычский заповедник).

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

Виноградова Юлия Алексеевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела почвоведения. E-mail: vinogradova@ib.komisc.ru

Лаптева Елена Морисовна, кандидат биологических наук, заведующая отделом почвоведения. E-mail: lapteva@ib.komisc.ru

Дегтева Светлана Владимировна, доктор биологических наук, директор. E-mail: directorat@ib.komisc.ru

Объект и методы исследования. Исследования проводили в 2009-2010 гг. на территории островной поймы среднего течения р. Илыч. Вдоль топоэкологического профиля, заложенного от уреза воды к центральной части о-ва Бияизьяди, изучены состав и структура фитоценозов, охарактеризовано морфологическое строение аллювиальных почв, проведен отбор проб для изучения свойств почв (2009 г.) и комплекса микромицетов (2010 г.). Исследования проводили с применением стандартных методов геоботаники и фитоценологии [1, 4], почвоведения и почвенной биологии [3]. Суммарную численность спор микроскопических грибов, длину мицелия, их биомассу определяли методом люминесцентной микроскопии, видовое разнообразие микромицетов – методом посева почвенных вытяжек на специализированные среды [3]. Таксономическую принадлежность микромицетов идентифицировали с использованием определителей [8, 11 и др.], интерактивных «ключей» и информационного сайта интернет-ресурсов (<http://www.indexfungarum.org>). Характеристика комплекса микроскопических грибов дана на основе таких показателей, как обилие, частота встречаемости, коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского. Результаты обработаны с помощью компьютерной программы «GRAPHS» [5].

Результаты и обсуждение. В пределах ключевых участков (табл. 1), отражающих сукцессионный ряд смены экосистем на аллювиальных наносах о-ва Бияизьяди, происходит закономерное преобразование состава и структуры растительности и связанное с ним изменение почвенного покрова. Наиболее специфичным видовым составом характеризуются растительные сообщества, формирующиеся в полосе экотона вода-суша (1Б). Для них свойственны минимальные показатели видовой насыщенности фитоценозов сосудистыми растениями (от 3 до 10 видов на 100 м²). На I-м

уровне островной поймы начинают формироваться сообщества травянистых растений (2Б), в которых значения показателя общего проективного покрытия (ОПП) варьируют от 40 до 60%, а на пробной площади встречается в среднем 25 видов. Максимальное разнообразие травянистых растений (до 46 таксонов на 100 м²) зарегистрировано на лугах (3Б), здесь отмечены также экземпляры кустарников (3 вида). В лесных экосистемах (4Б, 5Б) показатели α -разнообразия сосудистых растений в

травяном покрове несколько ниже (30 и 26 видов на 400 м² соответственно). При этом более выражена роль растений древесной жизненной формы (по 8 видов на пробной площади). На завершающих этапах сукцессий под пологом хвойных деревьев-эдикаторов на фоне общего уменьшения видовой насыщенности травяного покрова из-за ухудшения освещенности появляются отчетливо выраженные доминанты из числа теневыносливых трав: *Diplazium sibiricum*, *Athyrium filix-femina*.

Таблица 1. Характеристика пойменных биотопов о-ва Бияизъяди

№ участка	Высотный уровень островной поймы	Координаты; высота над ур.м.	Тип растительности	Тип почвы
1Б	Бечевник	62°32'37.1" с.ш. 58°12'55.2" в.д. h=130 м	Разреженные сообщества <i>Petasites radiatus</i>	Почва отсутствует. Формирование растительности идет на мелкозем, заполняющем межгалечниковое пространство
2Б	I-й уровень	62°32'36.4" с.ш. 58°13'00.9" в.д. h=134 м	Разнотравное сообщество с содоминированием <i>Hieracium laevigatum</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Festuca rubra</i>	Аллювиальная дерновая примитивная песчаная*
3Б	II-й уровень	62°32'36.9" с.ш. 58°13'06.1" в.д. h=136 м	Злаково-разнотравный луг с участием <i>Bromopsis inermis</i> , <i>Thalictrum simplex</i> , <i>Crepis sibirica</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i> и др.	Аллювиальная дерновая слоистая супесчаная**
4Б	III-й уровень	62°32'38" с.ш. 58°13'04.4" в.д. h=138 м	Сероольшаник высокотравно-вейниковый с участием <i>Calamagrostis purpurea</i> , <i>Aconitum septentrionale</i> , <i>Crepis sibirica</i> , и др.	Аллювиальная дерновая (лесная) слоистая супесчаная***
5Б	III-й уровень, центральная часть острова	62°32'43.1" с.ш. 58°13'04.8" в.д. h=142 м	Ельник разнотравно-папоротниковый	Аллювиальная дерновая (лесная) оподзоленная супесчаная***

Примечание: подстилка крупным русловым песком с глубины: * 15-25 см; ** 50-70 см, *** 70 см.

По мере развития пойменного острова примитивные аллювиальные почвы (формула строения почвы: АдА1-D) постепенно сменяются аллювиальными дерновыми слоистыми (Адер-А1-I-й слой-...-CD), затем аллювиальными дерновыми (лесными) слоистыми (А0-А1-АВ-В-I-й слой-...-CD) и дерновыми оподзоленными (А0-А1А2-АВg-Вg-I-й слой-...-CD) почвами. Последние, развитые под хвойными фитоценозами, составляют основу почвенного покрова острова. Минеральная часть профиля аллювиальных лесных почв слабо дифференцирована на горизонты. Их специфической особенностью является наличие горизонта лесной подстилки А0 мощностью до 5-7 см, под которой развит гумусоаккумулятивный горизонт А1 мощностью до 10-15 см. Признаки оглеения прослеживаются локально, на глубине 15-30 см. Благодаря размыванию силурийских и каменноугольных известняков, выходы которых имеются в долине среднего течения р. Илыч, на поверхность пойменной террасы ежегодно откладываются наилки с близкой к нейтральной реакцией среды (рН_{KCl}), содержащие до 6,6 ммоль/100 г обменных оснований и до 2,8% гумуса. Соответственно, почвы,

формирующиеся на ранних стадиях сукцессий, характеризуются близкими к наилкам величинами кислотности, насыщенностью основаниями и содержанием гумуса в верхних органогенных горизонтах до 1,8-2,2%. По мере развития древесной растительности, в направлении от аллювиальных примитивных к аллювиальным дерновым слоистым почвам пойменных лесов, возрастает кислотность, снижается степень насыщенности основаниями, уменьшается обогащенность лесных подстилок азотом (рис. 1).

Выщелачивание минеральной толщи почвы более ярко выражено под пологом хвойных фитоценозов. В гор. А1А2 аллювиальных лесных почв (5Б) кислотность солевой вытяжки 3,5-3,6 ед. рН, степень насыщенности основаниями 25-29%, что позволяет говорить о начальных стадиях подзолообразования в аллювиальных почвах островной поймы, формирующихся под пологом ельников травяных. Изменение экологических условий в рассмотренном ряду бечевник → луг → лиственный лес → хвойный лес (смена типа растительности и типа почвы, изменение характера поступающего на поверхность почвы растительного опада,

повышение уровня пойменной террасы, снижение уровня почвенно-грунтовых вод, изменение кислотно-основных свойств почв и пр.) не могут не

сказаться на состоянии остальных компонентов наземных экосистем, в том числе и на составе комплекса микроскопических грибов.

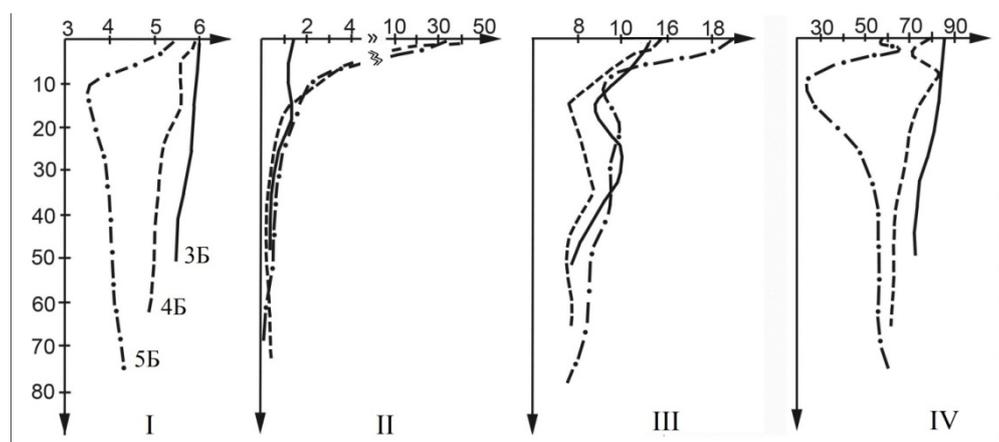


Рис. 1. Профильное распределение величины рН (I; ед.рН), Сорг. (II; %), отношения C/N (III), степени насыщенности основаниями (IV; %) в аллювиальных почвах злаково-разнотравного луга (3Б), лиственного (4Б) и хвойного (5Б) леса

Как показали проведенные исследования, видовое разнообразие микромицетов в аллювиальных почвах о-ва Бияизьяди существенно выше по сравнению с почвами пойменных террас исследованных нами ранее равнинных рек таежной зоны – Вычегды и Сысолы [2]. В почвах острова в русле р. Илыч обнаружено 90 видов микромицетов из 26 родов, относящихся к двум отделам *Zygomycota*, *Ascomycota* и аннаморфным грибам (в том числе два «вида» стерильных форм мицелия), тогда как в почвах долин Вычегды и Сысолы – 67-71 вид микромицетов. Таксономический состав почвенных микоценозов о-ва Бияизьяди, как и других пойменных почв, характеризуется обилием представителей рода *Penicillium* (30 видов), *Mortierella* (11), *Trichoderma* (8). Видовое разнообразие родов *Aspergillus*, *Mucor*, *Chaetomium*, *Acremonium* ограничивается 4-6 видами. Роды *Actinomortierella*, *Aureobasidium*, *Cephalosporium*, *Chlamydomyces*, *Dematium*, *Geomyces*, *Geotrichum*, *Gliomastix*, *Hyalobotrys*, *Monilla*, *Mycogone*, *Oospora*, *Phialophora*, *Paecilomyces*, *Phoma*, *Scopulariopsis*, *Sporotrichum*, *Stachybotrys*, *Trichosporiella* представлены 1-2 видами.

Минимальное число видов (19-25) отмечено в биотопах, формирующихся в экотоне вода-суша и характеризующихся развитием растительности на галечниковых наносах бечевников (1Б) и на примитивных аллювиальных почвах (2Б). Максимальное разнообразие (47 видов) зафиксировано в сообществах лиственного леса, представляющего собой экотонную полосу между злаково-разнотравным лугом (3Б) и хвойным фитоценозом (5Б). Следует отметить, что в подзоне средней тайги лиственные леса на водоразделах также отличаются более значительным видовым разнообразием микромицетов, по сравнению с хвойными биотопами [7].

Микоценозы исследованных сообществ характеризуются высокой специфичностью: коэффициент Сьеренсена-Чекановского 30% (рис. 2). Первый кластер включает участки разнотравных сообществ на галечниках с примитивными аллювиальными почвами, второй – участки злаково-разнотравного луга, лиственного и хвойных лесов с более зрелыми почвами, относящимися к типу аллювиальных дерновых почв (рис. 2).

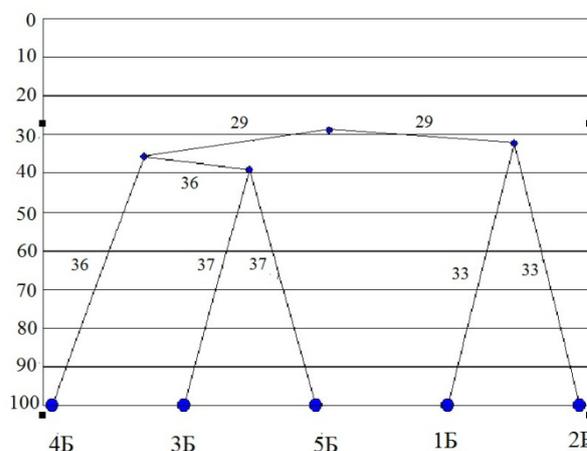


Рис. 2. Дендрограмма сходства комплекса микроскопических грибов в аллювиальных почвах о-ва Бияизьяди. Условные обозначения по горизонтали те же, что и в табл. 1. По вертикали – коэффициент Сьеренсена-Чекановского, %

Детальный анализ таксономической структуры микоценозов позволил выявить как широко распространенные виды, так и виды, приуроченные к конкретным местообитаниям. Так, например, во всех биотопах встречаются *Geomyces pannorum* (Link) Sigler & J.W. Carmich, *Umbe-lopsis ramanniana* (Möller) Linnem., *Paecilomyces variotii* Bainier, *Penicillium Waksmani* K.M. Zallesky,

Trichoderma viride Persoon ex Fries, *Mycelia sterilia* (Moniliaceae), *Mycelia sterilia* (Dematiaceae). В то время, как для микоценозов **галечников** характерны *Mortierella marbugensis* Linnem=(*M.verticillata*), *Oospora variabilis* Linder., *Penicillium glaucogriseum* Sopp, **почв разнотравного сообщества** – *Mucor alboater* Naumov, *Aspergillus candidus* Link, **злаково-разнотравного луга** – *Mortierella biramosa* Tiegh., *Penicillium niger* Tiegh (= *Aspergillus niger* var. *Niger*), *Cephalosporium charticola* J.Lindau, сероольшанника разнотравно-вейникового – *Mortierella humicola* Oudem, *Mucor hiemalis* Wehmer, *M. racemosus* Fresen., *Ch. spiralliform* Bainier (= *Ch. spirilliferum*), ельника разнотравно-папоротникового – *Mortierella minutissima* Tiegh. (= *M.minutissima* var. *minutissima*), *Mortierella verticillata* Linnem., *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab., *Penicillium chrysogenum* Thom, *P. martensii* Biourge.

В почвах островной поймы р. Илыч выявлены виды, не отмеченные ранее в долинах рек Вычегды и Сысолы: *Mortierella alpina* Peyron, *M. marbugensis* Linnem=(*M.verticillata*), *Geomyces pannorum* (Link) Sigler & J.W. Carmich, *Oospora variabilis* Linder, *Gliomastix cerealis* (P.Karst), *Penicillium kapuscinskii* Zaleski; *Raper a. Thom* (= *Penicillium canescens*), *P. kursanovii* Chalabuda (= *Penicillium restrictum*), *Trichoderma harzianum* Rifai. Обнаружение новых видов микроскопических грибов может быть обусловлено спецификой экологических

условий формирования почв в условиях островной поймы р. Илыч: небольшой период затопления паводковыми водами, близкая к нейтральной реакция среды, отсутствие антропо-генного влияния на почвенно-растительный покров островной поймы.

При оценке численности и биомассы микроскопических грибов в рассмотренном сукцессионном ряду обращает на себя внимание отсутствие в субстратах участков 1Б и 2Б мицелия грибов (табл. 2). Микроскопические грибы в проанализированных образцах в основном находятся в виде спор, которые при соответствующих условиях могут активизироваться и давать рост колоний. В почвах, развитыми под остальными фитоценозами, основная доля биомассы приходится на грибной мицелий (94,7-98,3%), что свидетельствует об активном протекании здесь процессов деструкции растительного опада. В лесных сообществах (участки 4Б, 5Б) споры и мицелий грибов концентрируются преимущественно в горизонтах лесных подстилок. Вниз по профилю происходит постепенное снижение всех количественных показателей. Особое место в исследованном ряду занимает почва злаково-разнотравного луга (3Б). Здесь отмечено смещение максимальных значений показателей длины и биомассы мицелия грибов в гумусоаккумулятивный горизонт. Это может быть обусловлено наличием хорошо развитых корневых систем травянистых растений и более высоким содержанием органического вещества (Сорг. составляет 2,2%).

Таблица 2. Численность и биомасса микромицетов по данным посева на специализированные среды (I) и люминесцентной микроскопии (II)

Ключевой участок	Горизонт	Численность			Биомасса	
		I среда Чапека, тыс.КОЕ/г	II		споры, мг/г	мицелий, мг/г
			споры, млн. кл/г	длина мицелия, м/г		
1Б	I-й сл.	55,42	$\frac{15,37}{3,59-27,15}$	0	$\frac{0,15}{0,04-0,27}$	0
2Б	АдА1	9,50	$\frac{3,58}{0,79-6,39}$	0	$\frac{0,03}{0,01-0,06}$	0
3Б	АдА1	152	$\frac{12,87}{11,77-13,98}$	$\frac{763}{697-829}$	$\frac{0,13}{0,12-0,14}$	$\frac{2,98}{2,72-3,23}$
	А1	6,3	$\frac{8,56}{7,67-9,45}$	$\frac{1096}{915-1278}$	$\frac{0,09}{0,08-0,10}$	$\frac{4,28}{3,57-4,99}$
	I-й сл.	3,15	$\frac{6,0}{5,53-6,47}$	$\frac{888}{646-1130}$	$\frac{0,06}{0,055-0,065}$	$\frac{3,46}{2,52-4,41}$
4Б	А0	250,43	$\frac{27,11}{25,18-29,04}$	$\frac{1908,5}{1299-2519}$	$\frac{0,28}{0,25-0,29}$	$\frac{7,28}{5,07-9,82}$
	А1	51	$\frac{18,96}{16,61-21,31}$	$\frac{810}{697-851}$	$\frac{0,19}{0,17-0,21}$	$\frac{3,4}{3,0-3,32}$
	АВ	36	$\frac{9,57}{8,61-10,54}$	$\frac{569}{432-706}$	$\frac{0,10}{0,09-0,11}$	$\frac{2,22}{1,68-2,75}$
5Б	А0	233,4	$\frac{12,42}{11,56-13,27}$	$\frac{1390}{1185-1595}$	$\frac{0,12}{0,11-0,13}$	$\frac{5,42}{4,62-6,22}$
	А1А2	127,2	$\frac{8,32}{8,04-8,59}$	$\frac{932}{844-1021}$	$\frac{0,08}{0,07-0,09}$	$\frac{3,64}{3,29-3,98}$
	Вg	71,2	$\frac{6,4}{6,23-6,58}$	$\frac{665}{565-765}$	$\frac{0,06}{0,05-0,07}$	$\frac{2,59}{2,2-2,98}$

Примечание: в числителе – среднее арифметическое, в знаменателе – минимум – максимум

Выводы:

1. Установлено более высокое по сравнению с наземными экосистемами пойм равнинных рек, видовое разнообразие микоценозов в аллювиальных почвах островной поймы р. Илыч. Выделены новые виды микромицетов, нехарактерные для таковых равнинных рек средней тайги.

2. Выявлена высокая видоспецифичность комплекса микроскопических грибов аллювиальных почв о-ва Биязьяди. Показано, что минимальным видовым разнообразием и сходством видового состава отличаются микромицеты, обитающие в почвах над фитоценозами экотона вода-суша, максимальным – под растительными сообществами экотона луг-хвойный лес.

3. Профильное распределение спор и мицелия грибов определяется типом почвы и характером распределения органического вещества в профиле аллювиальных почв, которые в свою очередь тесно связаны с этапом первичной сукцессии растительности.

Работа выполнена при поддержке проекта программы Президиума РАН №12-П-4-1018 «Видовое, цено-тическое и экосистемное разнообразие ландшафтов территории объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Ипатов, В.С.* Описание фитоценоза. Методические рекомендации. – СПб., 1998. 93 с.
2. *Лаптева, Е.М.* Разнообразие микромицетов в почвах пойменных лугов / *Е.М. Лаптева, Ф.М. Хабибуллина, Ю.А. Виноградова* // Микология и фитопатология. 2009. Т.43, вып.3. С. 199-206.
3. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. *Д.Г. Звягинцева*. – М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
4. *Нештаев, Ю.Н.* Методы анализа геоботанических материалов. – Л., 1987. 192 с.
5. *Новаковский, А.Б.* Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS». – Сыктывкар, 2004. 28 с.
6. *Полянская, Л.М.* Распределение численности и биомассы микроорганизмов по профилю зональных типов почв / *Л.М. Полянская, В.В. Гейдебрехт, Д.Г. Звягинцев* // Почвоведение. 1995. №3. С.322-328.
7. Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги. – М.: Наука, 2006. 287 с.
8. *Саттон, Д.* Определитель патогенных и условно патогенных грибов / *Д. Саттон, А. Фотергиль, М. Ринальди*. – М.: Мир, 2001. 486 с.
9. *Терехова, В.А.* Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. – М.: Наука, 2007. 215 с.
10. *Хабибуллина, Ф.М.* Почвенная микобиота естественных и антропогенно нарушенных экосистем Северо-Востока европейской части России: Автореф. дис. ...докт. биол. наук. – Сыктывкар, 2009. 40 с.
11. *Ramirez, C.* Manual and atlas of the Penicillia. – Amsterdam; New York; Oxford: Elsevier Biomedical Press, 1982. 874 p.

SPECIFICS OF FORMATION THE MICROMYCETES COMPLEX IN SOILS OF ISLAND FLOOD LANDS AT ILYCH RIVER

© 2012 F.M. Khabibullina, Yu.A. Vinogradova, E.M. Lapteva, S.V. Degteva

Institute of Biology Komi Science Centre UB RAS, Syktyvkar

The complex of microscopic fungi in soils of the Ilych River (a tributary of the Pechora River) island floodlands has been studied. 90 species of micromycetes of 26 genera were identified. Most representative were the genera of *Penicillium*, *Mortierella*, *Aspergillus*, and *Trichoderma*. Some species of micromycetes were first identified for flood soils of middle taiga plain rivers. Among the studied biotopes (towpath → meadow → deciduous forest → coniferous forest), the highest alpha-diversity, number of spores, biomass of micromycetes and longest mycelium were found out for soil micromycetes of deciduous forest. In meadow coenoses, fungal mycelium mainly concentrated in mineral (humus-accumulative – A1) horizons of alluvial soils whereas in forests it preferred organic (forest litters – A0) soil horizons.

Key words: *micromycetes, alluvial soils, Ilych River*

Flyuza Khabibullina, Doctor of Biology, Senior Research Fellow at the Soil Science Department. E-mail: fluza@ib.komisc.ru
Yuliyz Vinogradova, Candidate of Biology, Research Fellow at the Soil Science Department. E-mail: vinogradova@ib.komisc.ru
Elena Lapteva, Candidate of Biology, Chief of the Soil Science Department. E-mail: lapteva@ib.komisc.ru
Svetlana Degteva, Doctor of Biology, Director. E-mail: directorat@ib.komisc.ru