ISSN 0568-5435

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА

ACADEMIA SCIENTIARUM ROSSICA
INSTITUTUM BOTANICUM NOMINE V. L. KOMAROVII

НОВОСТИ СИСТЕМАТИКИ НИЗШИХ РАСТЕНИЙ

ТОМ 43

NOVITATES SYSTEMATICAE PLANTARUM NON VASCULARIUM

TOMUS XLIII

Товарищество научных изданий КМК
Санкт-Петербург — Москва ❖ 2009

ГРИБЫ

И. Ю. Кирцидели **I. Ju. Kirtsideli**

ПОЧВЕННЫЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ ПРИБРЕЖНОГО РАЙОНА БАРЕНЦЕВА МОРЯ (ОКРЕСТНОСТИ ПОСЕЛКА ВАРАНДЕЙ)

SOIL MICROFUNGI OF THE BARENTS SEA COAST (NEAR VARANDEY SETTLEMENT)

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
Лаборатория систематики и географии грибов
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2
irina_kir@rambler.ru

Исследовались почвенные микроскопические грибы ненарушенных местообитаний прибрежного района Баренцева моря; 49 видов микромицетов из 22 родов было выделено при исследовании трех ценозов, наиболее распространенных на данной территории. От 82 до 89% изолятов были психротрофами или психрофилами. От 76 до 92% изолятов оказались толерантными к высокому содержанию NaCl. Виды *Geomyces pannorum* (*Pseudogymnoascus roseus*), *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum* и *Trichoderma viride* были доминантами во всех исследованных местообитаниях. Микромицеты *Acremonium* и *Phoma* sp. входили в комплекс доминантных видов для ценозов болот.

Ключевые слова: микромицеты, микроскопические грибы, почвенная биота, биоразнообразие, экология, микроорганизмы, Арктика, тундры.

The paper is a report of soil microfungi of the Barents Sea coast. 49 species of saprotrophic filamentous microfungi belonging to 22 genera were isolated by soil dilution methods from three tundra locations. 82–89% of strains were psychrophiles and psychrotrophs. 76–92% of isolates had tolerance to high concentration of NaCl in the media. *Geomyces pannorum* (*Pseudogymnoascus roseus*), *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum* and *Trichoderma viride* were most often in these soil samples in all habitats studied. The microfungi *Acremonium strictum* and *Phoma* sp. were very frequent in different peat-bog habitats.

Keywords: micromycetes, microscopic fungi, soil biota, biodiversity, ecology, Arctic, tundra.

Выявление природного разнообразия микромицетов, оценка их функциональной активности — важные задачи почвенной микробиологии (Терехова, 2007). Это обусловлено как ролью почвенных микроскопических грибов в функционировании наземных экосистем (Мирчинк, 1988; Туев, 1989; Rayner, 1992; Полянская, 1996), так и возможностью использования микологических показателей в биоиндикационных целях при оценке антропогенной трансформации природных сред (Марфенина, 1994). Поэтому в современных условиях активного антропогенного освоения арктических территорий и преобразования ландшафтов особое внимание обращается на изучение биоразнообразия микромицетов ненарушенных местообитаний. Несмотря на увеличивающийся интерес к северным территориям, почвенные микроскопические грибы по-прежнему остаются малоизученной группой организмов.

Цель данной работы заключалась в выявлении особенностей качественного и количественного состава микромицетов некоторых тундровых ценозов гипоарктических тундр.

Район исследования расположен в приморской полосе центральной части Большеземельской тундры. По системе ботанико-географического районирования он относится к северным гипоарктическим тундрам (Юрцев, Толмачев, Ребристая, 1978). В соответствии с геоботаническим районированием В. Д. Александровой (1971), исследованная территория лежит в пределах Восточноевропейской подпровинции Восточноевропейско-Западносибирской провинции субарктических тундр. Во флоре прибрежных сообществ ведущую роль играют циркумполярные растения-галофиты, характерные для морских берегов на всей протяженности Северного Ледовитого океана.

В почве, как «естественно-историческом теле», плотность заселения грибами разных слоев от подстилки до минеральных горизонтов сопряжена с формированием почвенного профиля в результате постоянно протекающих процессов минерализации органического вещества.

Нами были исследованы комплексы почвенных микромицетов трех биоценозов, преобладающих в данном ландшафте. Отбор проб и описания почв были сделаны н. с. БИН РАН А. Н. Разумовской и сотрудниками ООО «Нефтегаз».

1. Бугристо-полигональное болото в районе р. Роман-яхи, вороннично-багульниковые лишайниковые повышения с обводненными осоково-сфагновыми мочажинами (68°50′ с. ш., 58°24′ в. д.). Почвы:

торфяно-глеевые олиготрофные мерзлотные. Образцы отбирались на глубине 0–5 см, 5–10 см, 20–30 см.

2. Галофитный злаковый луг в долине р. Песчаная (68°50′ с. ш., 58°19′ в. д.). Почвы: аллювиальные иловато-глеевые слоистые засоленные. Образцы отбирались на глубине 0–5 см, 10–20 см, 20–30 см.

3. Бугристо-полигональное болото в междуречье рек Памендуй и Камбалица (возвышенный участок), кустарничково-пушицевая лишайниково-моховая тундра (68°55′ с. ш., 58°52′ в. д.). Почвы — торфяно-глееземы. Образцы отбирались на глубине 0–10 см, 20–40 см, 40–50 см (мерзлота).

Отбор образцов проводился осенью 2007 г. Образцы почв для микологического анализа отбирались по общепринятым методикам (Литвинов, 1969; Методы..., 1982; Звягинцев, 1991) в пакеты из бумаги «Крафт», с соблюдением условий стерильности. Глубина отбора образцов определялась почвенными горизонтами. В лабораторных условиях при обработке образцов использовался метод посевов на стандартные питательные среды Чапека, сусло-агар, среду для несовершенных грибов с целлюлозой, среду Чуди и др. Подсчет числа колоний проводили через две недели культивирования при комнатной температуре. Данные по общей численности микроорганизмов, полученные методом посева, выражали в КОЕ/г (колониеобразующих единицах на 1 г абсолютно сухой почвы). Таксономическую принадлежность микромицетов определяли по культурально-морфологическим признакам после выделения их в чистую культуру на среде Чапека. При характеристике комплекса микроскопических грибов использовали такие показатели, как частота встречаемости, коэффициент сходства Сёренсена — Чекановского и индекс видового разнообразия Шеннона (Мэгарран, 1992).

Средняя численность микромицетов в исследованных биоценозах была сравнительно невелика и достигала 7 тыс. пропагул на 1 г воздушно-сухой почвы. Она колебалась от 2.3 тыс. до 16.2 тыс. колониеобразующих единиц (КОЕ).

Самая низкая численность микромицетов отмечалась в почвах бугристо-полигонального болота в районе р. Роман-яхи. Наибольшая численность отмечена в почвах бугристо-полигонального болота в междуречье рек Памендуй и Камбалица, но здесь же отмечено самое резкое падение численности с глубиной, что, возможно, связано с поверхностным залеганием вечной мерзлоты — на глубине 40 см (рис. 1).

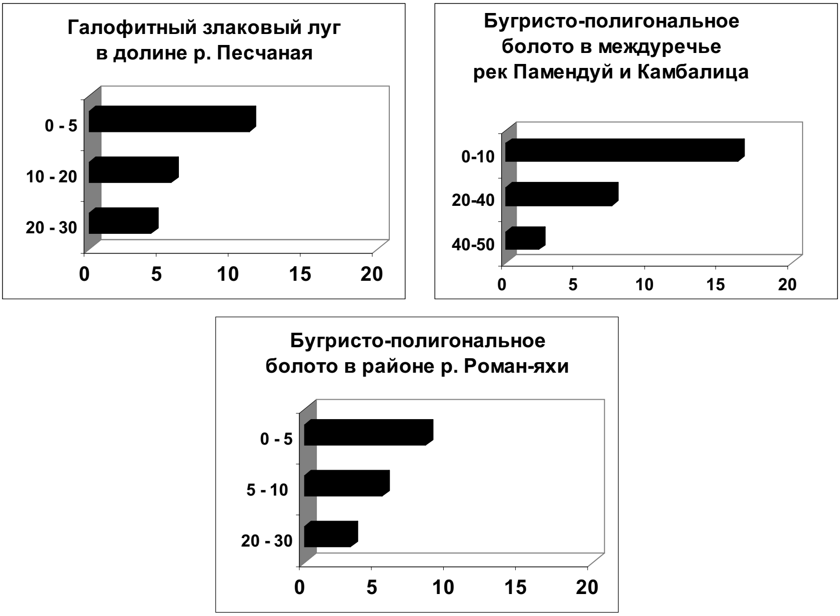

Рис. 1. Профильное распределение общей численности микромицетов (тыс. КОЕ/г почвы) в исследованных ценозах (по оси *x* — численность КОЕ, по оси *y* — глубина в см).

Глубина почвенного горизонта (и связанные с ней изменения типа почвы и экологических параметров: температуры, влажности и т.д.) в пределах одного растительного сообщества оказывает достоверное влияние на численность почвенных микромицетов.

Все выделенные спороносящие культуры мы отнесли к 49 видам, 36 из которых идентифицировали до уровня вида, а остальные — до уровня рода; всего были выделены представители 22 родов. Кроме того, было выделено несколько различных изолятов стерильных мицелиев. Из родов наиболее разнообразен *Penicillium* — 12 видов, менее богат род *Acremonium* — 4 вида. Остальные роды представлены 1–3 видами (табл. 1).

Таксономическое разнообразие грибов представлено следующим образом. Было выделено 8 видов мукоровых грибов, отнесенных к 3 родам (*Mortierella*, *Umbelopsis* и *Mucor*). Из аскомицетов были отмечены представители 2 родов: *Chaetomium* и *Pseudogymnoascus*, причем первого — 2 вида, а второй — представлен только несколь-

Таблица 1

Встречаемость микромицетов (%), выделенных из почв в районе исследования

	Места отбора образцов		
	1	2	3
ASCOMYCOTA			
Chaetomium globosum Kunze			20
Chaetomium sp.	10		
Pseudogymnoascus roseus Raillo (*Geomyces pannorum*)			
BASIDIOMYCOTA			
Gen. sp.		10	
ZYGOMYCOTA			
Mortierella chlamydospora (Chesters) Plaäts-Nit.		10	
Mortierella sp.		10	
Mucor hiemalis Wehmer		10	
M. racemosus Fresen.			10
Mucor sp.			10
Umbelopsis isabellina (Oudem.) W. Gams	20		30
U. ramanniana (Möller) W. Gams	10		10
U. vinacea (Dixon-Stew.) Arx	30		
DEUTEROMYCOTA (анаморфные грибы)			
Acremonium butyri (Beyma) W. Gams	10		
A. charticola (J. Lindau) W. Gams	10		10
A. strictum W. Gams	**60**		**20**
Acremonium sp.	20		
Alternaria alternata (Fr.) Keissl.		10	
Alternaria sp.		10	
Aspergillus niger Tiegh.		10	
A. versicolor (Vuill.) Tirab.			10
Aureobasidium pullulans (de Bary) G. Arnaud	10		
Candida sp.	10		
Chalara cylindrosperma (Corda) S. Hughes	10		
Chloridium viride Link ex Link			10
Cladosporium brevicompactum Pidopl. et Deniak			10
C. cladosporioides (Fresen.) G. A. de Vries	20		10
C. herbarum (Pers.) Link		20	
Cladosporium sp.		10	
Exophiala jeanselmei (Langeron) McGinnis et A. A. Padhye	10		

Окончание табл. 1

		Места отбора образцов		
		1	2	3
Gilmaniella humicola G. L. Barron				10
Geomyces pannorum (Link) Sigler et J. W. Carmich. (*Pseudogymnoascus roseum*)		**70**	**70**	**60**
Fusarium lateritium Nees		10		
Fusarium sp.		10		
Penicillium aurantiogriseum Dierckx		30	40	
P. camembertii Thom			10	
P. canescens Sopp			10	
P. chrysogenum Thom		**80**	**70**	**70**
P. citrinum Thom		10		
P. expansum Link		**60**	**60**	**60**
P. herqueri Bainier et Sartory			10	
P. purpurogenum Stoll				20
P. raistrickii G. Sm.			40	
P. roqueforti Thom		10	10	
P. spinulosum Thom			10	
Penicillium sp.		20	10	10
Phoma sp.		**50**	**30**	**80**
Torula sp.		10		
Trichoderma aureoviride Rifai		10	10	
T. viride Pers.		**60**	**60**	**60**
Verticillium chlamydosporium Goddart				10
Стерильный мицелий		20	20	40
Всего видов:	49	27	22	21

Примечание. Характеристика мест отбора образцов — см. в тексте. Жирным шрифтом выделены виды доминантного комплекса.

кими изолятами *Geomyces pannorum*, которые давали сумчатую стадию в культуральных условиях. Из базидиомицетов отмечен только 1 изолят стерильного мицелия. Все остальные выделенные грибы относятся к несовершенным. Из них 1 представитель рода *Phoma* (пикнидиальные грибы, целомицеты), остальные — гифомицеты. Количество изолятов, отнесенных к различным таксономическим группам грибов, следующее: мукоровых — 28; аскомицетов — 12; базидиомицетов — 1; несовершенных — 123, из них 9 стерильных, 5 целомицетов и 109 гифомицетов. Таким образом, основную долю составляют несовершенные грибы-гифомицеты.

Доминантными видами (встречаемость не менее 60% по: Мирчинк, 1988) в грибных комплексах исследованных почв являются следующие: *Geomyces pannorum* (вместе с изолятами, давшими в культуре половое спороношение — *Pseudogymnoascus roseus*), *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum* и *Trichoderma viride*. Из перечисленных видов наиболее обилен *P. chrysogenum*.

Представители рода *Penicillium*, входящие в этот комплекс, — это обычные, широко и повсеместно распространенные виды. Они встречаются в почвах, пресной и морской воде, на растительных и животных остатках, в воздухе, пыли, льдах и т.д. (Raper, Thom, 1949; Domsh et al., 1980; Pitt, 1991). Часто эти виды рассматриваются как сорные, имеющие столь широкое распространение благодаря обильному спороношению. *Pseudogymnoascus roseus* вместе с изолятами, дающими только бесполое спороношение, — *Geomyces pannorum* — доминант грибных комплексов многих арктических почв и грунтов вечной мерзлоты; известно о его психротолерантности.

Trichoderma viride — вид очень широко распространенный, космополитный, встречается на самых разнообразных субстратах (Александрова, 2003; Domsh et al., 1980), но плохо переносит повышенное засоление (Бубнова, 2005). Таким образом, комплекс доминирующих видов состоит из широко распространенных видов и видов, обычных в почвах исследуемого района.

Наибольшее количество видов было выделено из образцов почв бугристо-полигонального болота в районе р. Роман-яхи (27 видов); несколько меньшее — из образцов почв галофитного злакового луга в долине р. Песчаная (22 вида); минимальное — из образцов почв бугристо-полигонального болота в междуречье рек Памендуй и Камбалица (21 вид).

Существенным образом менялось распределение числа видов по профилю исследуемых почв. Так, более высокие значения индексов видового разнообразия (Шеннона) отмечались в верхних горизонтах (от 2.94 в районе р. Роман-яхи до 2.71 в междуречье рек Памендуй и Камбалица). В нижних слоях почвы аналогичные показатели составляли от 1.94 до 1.38.

Исследованные изоляты весьма устойчивы к пониженным температурам (рис. 2). Доля изолятов, способных расти при температуре +4 °С, составляет от 82 до 89% от всех выделенных изолятов.

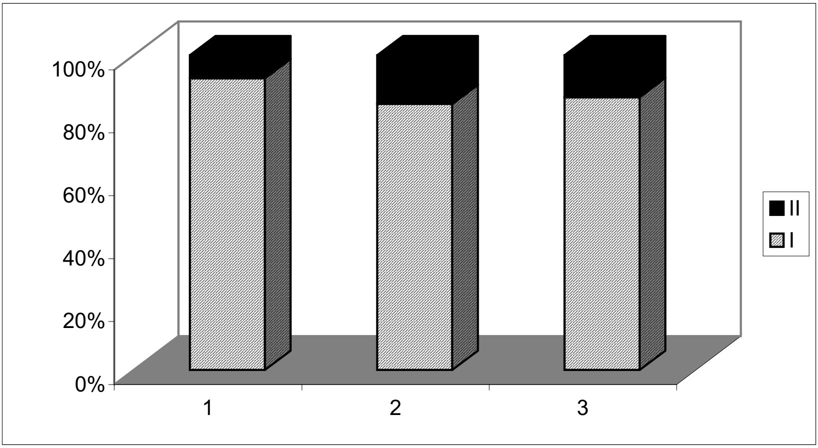

Рис. 2. Доля психрофильных и психротолерантных изолятов микромицетов в исследованных образцах.
I — психротолеранты и психрофилы, II — мезофилы. Характеристика мест отбора образцов — см. в тексте.

Галофитный злаковый луг в долине р. Песчаная постоянно подвергается засолению. Для выявления структурных различий в сообществах микромицетов на разных ценозах мы применили метод селективных сред. К питательной агаризованной среде Чапека в качестве селективных агентов добавили высокие концентрации NaCl (1 и 2 моль/л). Оказалось, что в почвах данного местообитания грибов, резистентных к NaCl, намного больше, чем на других исследованных участках (табл. 2). Чувствительными к воздействию NaCl оказались виды родов *Fusarium*, стерильный мицелий. Преимущественное развитие получали грибы родов *Acremonium* (*A. strictum*, *Acremonium* sp.) *Cladosporium* (*C. cladosporioides*, *C. herbarum*, *Cladosporium* sp.), *Geomyces* (*G. pannorum*), *Penicillium* (*P. chrysogenum*, *P. raistrickii*, *P. spinulosum* и др.).

В целом, выявлено значительное видовое разнообразие микромицетов в исследованных почвах. Состав группировок почвенных грибов весьма характерен для микрофлоры северных районов. Виды *Geomyces pannorum* (*Pseudogymnoascus roseus*), *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum* и *Trichoderma viride* являлись доминантами во всех исследованных местообитаниях. *Acremonium strictum* входил в комплекс доминантных видов бугристо-полигонального болота в райо-

Таблица 2

Доля микромицетов, устойчивых к высокому содержанию NaCl (% от общей численности)

	Места отбора образцов		
	1	2	3
Среда Чапека + 1 моль NaCl	89	99	91
Среда Чапека + 2 моля NaCl	76	95	78

Примечание. Характеристика мест отбора образцов — см. в тексте.

не р. Роман-яхи; а микромицеты рода *Phoma* (*Phoma* sp.) — в комплекс доминантных видов бугристо-полигонального болота в междуречье рек Памендуй и Камбалица.

Литература

Александрова А. В. Род *Trichoderma* Pers. : Fr. // Новое в систематике и номенклатуре грибов. М., 2003. С. 219–275. — Александрова В. Д. Принципы зонального деления растительности Арктики // Ботан. журн. 1971. Т. 56, № 1. С. 3–21. — Бубнова Е. Н. Изменения комплексов почвообитающих грибов при переходе от зональных почв к морским экотопам (на примере побережья Кандалакшского залива Белого моря): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2005. 24 с. — Звягинцев Д. В. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М., 1991. 303 с. — Литвинов М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л., 1969. 121 с. — Марфенина О. Е. Микологический почвенный мониторинг: возможности и перспективы // Почвоведение. 1994. № 1. С. 75–80. — Методы экспериментальной микологии. Киев, 1982. 550 с. — Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М., 1988. 220 с. — Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. 184 с. — Полянская Л. М. Микробная сукцессия в почве: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1996. 96 с. — Туев Н. А. Микробиологические процессы гумусообразования. М, 1989. 239 с. — Юрцев Б. А., Толмачёв А. И., Ребристая О. В. Флористическое ограничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область / Под ред. Б. А. Юрцева. Л., 1978. С. 9–104. — Domsh K. H., Gams W., Anderson T.-H. Compendium of the soil fungi. London.; New York, 1980. 1070 p. — Pitt J. A laboratory guide to common Penicillium species / CSIRO Division of Food. North Ryde, 1991. 187 p. — Raper K. B., Thom C. A. A manual of the Penicillia. Baltimor, 1949. 875 p. — Rayner A. D. M. Introduction // The fungal community: Its organization and role in the ecosystem / Eds. G. C. Carroll, D. T. Wicklow. M. Dekker. New York, 1992. P. 15–25.