

ществ микроскопических грибов, обитающих в вулканических почвах острова Симушир под основными растительными ассоциациями – луговым разнотравьем и березовым редколе-

сьем. Почвенная микобиота каждого из исследованных биотопов отличается своеобразием видового состава грибов.

#### Список литературы

1. Азбукина З. М. Определитель ржавчинных грибов Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. 288 с.
2. Булах Е. М., Говорова О. К., Богатов В. В. Новые данные о макромицетах Курильских островов // Новости систематики низших растений. 1999. Т. 33. С. 53–59.
3. Егорова Л. Н. Почвенные грибы российского Дальнего Востока: Гифомицеты. Л.: Наука, 1986. 192 с.
4. Егорова Л. Н. Почвообитающие аскомицеты российского Дальнего Востока // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37. Вып. 2. С. 13–21.
5. Егорова Л. Н. Почвообитающие зигомицеты (Zygomycetes: Mucorales, Mortierellales) хвойных лесов российского Дальнего Востока // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43. Вып. 4. С. 292–297.
6. Методы экспериментальной микологии : справочник / под. ред. И. А. Дудка и др. Киев: Наукова думка, 1982. 550 с.
7. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М.: МГУ, 1988. 220 с.
8. Звягинцев Д. В. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991. 303 с.

L. N. Egorova

Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok  
e-mail: egorova@ibss.dvo.ru

#### MICROSCOPIC FUNGI OF VOLCANIC SOILS OF THE SIMUSHIR ISLAND (KURIL ARCHIPELAGO)

**Summary.** The first data on the microscopic fungi found in volcanic soils of the Simushir island are surveyed. The total of 59 fungal species belonging to 37 genera from Zygomycota (12 species from 9 genera Zygomycetes) and Ascomycota (6 species from 6 genera Eurotiomycetes, 3 species from 2 genera Sordariomycetes, 38 species from 20 genera anamorphic fungi) have been isolated. The most numerous genus *Penicillium* includes 13 species,

28 genera (60% of genera diversity) are represented by 1 species everyone. Most frequently species are *Penicillium variabile*, *Aureobasidium pullulans*, *Pseudogymnoascus pannorum*. 20 species from 18 genera of micromycetes are newly reported for Kuril archipelago soil mycobiota.

Key words: soil micromycetes, anamorphic fungi, mycobiota, *Penicillium*.

Д. А. Ерастова

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: DErastova@binran.ru, darjaerastova@gmail.com

#### СООБЩЕСТВА НИВАЛЬНЫХ МИКСОМИЦЕТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА\*

В последнее время широкому обсуждению подвергается модель космополитизма микроорганизмов, в том числе микроскопических грибов и грибоподобных протистов, основанная на ЕiЕ гипотезе «все есть везде, но среда отбирает» [8, 9]. В поддержку этой модели вы-

ступает факт незначительной генетической дифференциации или ее полного отсутствия среди удаленных друг от друга популяций [10]. Однако накопленные данные выявляют и факт того, что некоторые микроорганизмы имеют крайне широкое распространение, а другие

являются эндемиками с очень ограниченным распространением, что, в свою очередь, заставляет говорить о модели умеренного эндемизма [11–13]. Компромиссом между этими двумя моделями может служить предположение о наличии комплексов криптических видов с ограниченным распространением в составе многих так называемых космополитных видов. Выяснить, какая гипотеза лучше соответствует действительности, возможно на основе комплексного изучения видовой структуры, морфологической и генетической изменчивости популяций удаленных местообитаний.

В качестве модельных объектов для изучения этих вопросов была выбрана хорошо экологически очерченная, но крайне слабо изученная группа нивальных миксомицетов (*Mухомусетес*), большинство видов которой рассматривается как космополиты. Это утверждение, однако, основывается на небольшом числе исследований и требует проверки. До недавнего времени считалось, что нивальные виды обитают только в субальпийском или альпийском поясах высокогорий, позже они были обнаружены в лесах равнинных таежных ландшафтов [1, 7]. К началу наших исследований нивальные миксомицеты в России специально не изучались [5, 6, 14, 16]. В связи с этим интересно проследить, какой уровень дифференциации видового состава наблюдается между сходными биотопами в разных природно-климатических зонах, а также между лесными сообществами горных и равнинных ландшафтов.

Материал для анализа был собран в двух горных массивах: в Хибинах (705 образцов спорокарпов и 22 полевые записи, июнь 2012, 2013 гг.) и Тебердинском государственном природном биосферном заповеднике на Северо-Западном Кавказе (534 образца и 55 записей, май-июнь 2010–2013 гг.); а также в двух таежных равнинных местообитаниях северо-запада России: в Ленинградской области (157 образцов, май 2009, 2011–2013 гг.) и на о. Валаам в Карелии (26 образцов, сентябрь 2008 г., май 2013 г.). При этом для каждого местообитания были выделены различные типы высотно-поясной растительности: березовое субальпийское криволесье (БСК) и альпийская тундра в Хибинах; БСК, субальпийский и альпийский

луга в Теберде; ельник-черничник и сосняк-черничник в тайге.

Сравнение сообществ нивальных миксомицетов из разных мест обитания было основано на кластерном анализе с использованием  $C_s$ , модифицированного коэффициента сходства Чао-Серенсена [2–4].

Проведенные расчеты показывают, что сообщество нивальных миксомицетов таежных равнин проявляет довольно низкое сходство с сообществами Хибин ( $C_s = 0,54$ , 14 общих видов) и Тебердинского заповедника ( $C_s = 0,52$ , 11 общих видов). Это различие становится особенно заметным при сравнении доминирующих видов из тайги с доминирующими видами из горных ландшафтов. Лишь *D. alpinum* является общим доминантом в обоих типах местообитаний. В то же время у таежных сообществ нивальных миксомицетов и сообщества Северо-Западного Кавказа общим доминантом может рассматриваться только *Meriderma carestiae*, в то время как *Diderma niveum*, доминант тайги и криволесья Хибин, встречается только изредка на Северо-Западном Кавказе. Напротив, близкий к нему и широко распространенный в Тебердинском заповеднике вид *D. meyeriae* никогда не был отмечен в таежных биотопах.

В пределах разных типов растительных сообществ наименьшее сходство было отмечено между тайгой и двумя безлесными сообществами – арктической тундры в Хибинах ( $C_s = 0,47$ , 7 общих видов) и альпийских лугов на Кавказе ( $C_s = 0,40$ , 14 общих видов), а наибольшее с сообществами субальпийских криволесий обоих горных районов ( $C_s = 0,54$ , 24 общих вида).

При визуализации результатов анализа получается дендрограмма, на которой сообщества горных районов образуют два кластера, объединенных вместе, тогда как сообщества тайги формируют отдельный кластер. Такая топология дендрограммы может отражать действительную приуроченность некоторых видов к горным местообитаниям. Эта приуроченность может быть связана с более подходящими условиями для спороношения нивальных видов в субальпийских и альпийских биотопах (запасы снега, темпы его таяния и уровень солнечной радиации) по сравнению с равнинными ландшафтами, что влияет на значительно более

частую встречаемость плодовых тел и заметно большее видовое разнообразие (33 таксона из Хибин, 46 – с Северо-Западного Кавказа и 16 – из таежных местообитаний Северо-запада России).

Анализ распределения видов, наиболее массово встречающихся в разных сообществах, показал, что в альпийском безлесном поясе обитают 10 доминирующих видов: *Diderma alpinum* (79 образцов), *Physarum albescens* (71), *D. meyeriae* (64), *D. niveum* (50), *P. alpestre* (39), *P. vernum* (33), *Lamproderma sauteri* (28), *L. ovoideum* Meyl. (27), *L. pulveratum* (22), *Meriderma carestiae* (22). При этом в субальпийском поясе встречаемость этих видов резко падает: *P. alpestre* (1 образец), *D. meyeriae* (29), *Ph. vernum* (6), *L. ovoideum* (8). В тайге доминируют *M. carestiae* (29) и *D. niveum* (20). Таким образом, к истинно альпийским видам в представленных

сообществах по классификации А. Роникиер [15] можно отнести только *D. meyeriae*, *L. ovoideum*, *Ph. alpestre* и *Ph. vernum*. Остальные, очевидно, имеют более широкое распространение.

Надо отметить, что интерпретация полученных результатов затрудняется тем фактом, что многие виды нивальных миксомицетов могут образовывать плодовые тела не каждый год, что затрудняет их регистрацию и подсчет. Кроме того, эти виды практически не поддаются культивированию [17] и не развиваются во влажных камерах. Поэтому для получения более полной картины распространения нивальных миксомицетов и структуры их сообществ необходимо применение самых современных методов, таких как выявление присутствия трофических стадий в природных субстратах с помощью e-PCR.

#### Список литературы

1. Новожилов Ю. К. Нивальные миксомицеты Ленинградской области // Нов. систем низш. раст. 1986. Т. 23. С. 146–149.
2. Chao A., Chazdon R. L., Colwell R. K., Shen T. J. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data // Ecology Letters. 2005. Vol. 8. P. 148–159.
3. Chao A., Chazdon R. L., Colwell R. K., Shen T. J. Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples // Biometrics. 2006. Vol. 62. P. 361–371.
4. Colwell R. K., Chao A., Gotelli N. J., Lin S.-Y., Mao C. X., Chazdon R. L., Longino J. T. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages // J. of Plant Ecology. 2012. Vol. 5 (1). P. 3–21.
5. Erastova, D. A., Novozhilov Y. K. Nivicolous myxomycetes of the lowland landscapes of the Northwest of Russia // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49 (в печати).
6. Erastova D. A., Okun M. V., Novozhilov Y. K., Schnittler M. Phylogenetic position of the enigmatic myxomycete genus *Kelleromyxa* revealed by SSU rDNA sequences // Mycological Progress. 2013. Vol. 12. P. 599–608.
7. Kamono A., Meyer M., Cavalier-Smith T., Fukui M., Fiore-Donno A. M. Exploring slime mould diversity in high-altitude forests and grasslands by environmental RNA analysis // FEMS Microbiology Ecology. 2013. Vol. 84. P. 98–109.
8. Fenchel T. Cosmopolitan microbes and their «cryptic» species // Aqual Microb. Ecol. 2005. Vol. 41. P. 49–54.
9. Finlay B. J., Fenchel T. Cosmopolitan metapopulations of free-living microbial eukaryotes // Protist. 2004. Vol. 155 (2). P. 237–244.
10. Finlay B. J. Global dispersal of freeliving microbial eukaryote species // Science. 2002. Vol. 296. P. 1061–1063.
11. Foissner W. Ubiquity and cosmopolitanism of protists questioned // SILnews. 2004. Vol. 43. P. 6–7.
12. Foissner W. Biogeography and dispersal of micro-organisms: a review emphasizing Protists // Acta Protozoologica. 2006. Vol. 45. P. 111–136.
13. Foissner W. Protist diversity and distribution: some basic considerations // Biodiversity and Conservation. 2008. Vol. 17. P. 235–242.
14. Novozhilov Y. K., Schnittler M., Erastova D. A., Okun M. V., Schepin O. N., Heinrich E. Diversity of nivicolous myxomycetes of the Teberda State Biosphere Reserve (Northwestern Caucasus, Russia) // Fungal Diversity. 2013. Vol. 59. P. 109–130.
15. Ronikier A., Ronikier M. How 'alpine' are nivicolous myxomycetes? A worldwide assessment of altitudinal distribution // Mycologia. 2009. Vol. 101 (1). P. 1–16.
16. Schnittler M., Erastova D. A., Shchepin O. N., Heinrich E., Novozhilov Y. K. Four years in the Caucasus – observations on the ecology of nivicolous myxomycetes // Fungal Ecology. 2014. In press.

17. Shchepin O., Novozhilov Y. K., Schnittler M. Nivicolous myxomycetes in agar culture: some results and open problems // Protistology. 2014 V, 8 (2). P. 53–61.

D. A. Erastova

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg  
e-mail: DErastova@binran.ru, darjaerastova@gmail.com

## ASSEMBLAGES OF NIVICOLOUS MYXOMYCETES FROM NORTH-WEST OF RUSSIA AND NORTH-WESTERN CAUCASUS

**Summary.** Assemblages of nivicolous myxomycetes from two mountain regions: the Khibiny Mts. and Teberda state natural biosphere reserve of North-Western Caucasus, and from two lowland landscapes of North-west of Russia were compared in order to elucidate whether those species are cosmopolite or represented by a cluster of moderately distributed taxa.

The comparison was made by a cluster analysis based on the modified similarity index, Cs. The analysis demonstrated very low similarity between the lowland and mountain assemblages of the Khibiny Mts. (Cs = 0.54; 14 common taxa) and Teberda (Cs = 0.52; 11). Within the different vegetation communities the minimum similarity was found between lowland taiga and alpine tundra of

the Khibiny Mts. (Cs = 0.47; 7 common taxa), as well as between lowland taiga and alpine meadows of Teberda (Cs = 0.40; 14); the maximum similarity was found for subalpine crooked forests of both mountain regions (Cs = 0.54; 24).

These results may point out the affiliation of some nivicolous species to mountain regions due to the optimum conditions there. The analysis of dominant species distribution lets us consider only *D. meyeriae*, *L. ovoideum*, *Ph. alpestre* and *Ph. vernum* to be 'true alpine' species whereas the rest taxa have probably much wider distribution to be claimed cosmopolite.

A further investigation using ePCR method is needed for better understanding of species distribution of nivicolous myxomycetes assemblages.

Д. А. Ерастова

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: DErastova@binran.ru, darjaerastova@gmail.com

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА НИВАЛЬНЫХ ВИДОВ РОДА *DIDERMA*\*

Среди группы нивальных миксомицетов существует морфологический комплекс видов *Diderma alpinum*–*D. niveum*, включающий, по оценкам разных исследователей, от 4 до 6 таксонов (*D. alpinum*, *D. fallax*, *D. globosum* var. *europaeum*, *D. meyeriae*, *D. microcarpum*, *D. niveum*), чей филогенетический статус остается неясным. Таксономия миксомицетов фактически базируется на морфологических характеристиках их плодовых тел (спорокарпов). Однако ввиду наличия большого количества переходных форм и того, что разные исследователи совершенно по-разному проводят границы так-

сонов в рассматриваемой группе, классический морфологический подход не является удовлетворительным. Анализ литературы показывает, что наименее ясно в этом комплексе видов положение *D. microcarpum*, которая рассматривается либо в качестве формы *D. alpinum* [10], либо формы *D. niveum* [9]. С другой стороны, также вызывает сомнения правомочность проведения границы между *D. alpinum* и *D. niveum* [9], хотя некоторые авторы поддерживают это разделение [10, 12–14]. Применение комплексного филогенетического анализа группы с привлечением ряда молекулярных маркеров

© Ерастова Д. А., 2015