

© Л. Н. Егорова, Г. В. Ковалева

## СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ МИКРОМИЦЕТОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПОЛУОСТРОВА МУРАВЬЕВА-АМУРСКОГО (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

EGOROVA L. N., KOVALEVA G. V. THE STRUCTURE OF MICROFUNGI COMMUNITIES IN NATURAL AND ANTHROPOGENIC BROWN FOREST SOILS OF MURAV'EV-AMURSKI PENINSULA (SOUTHERN PRIMORIE)

П-ов Муравьева-Амурского площадью 480 км<sup>2</sup> омывается водами Амурского и Уссурийского заливов Японского моря. Полуостров, в южной и центральной части которого расположен г. Владивосток, находится под влиянием интенсивной хозяйственной деятельности человека. Естественные почвы — бурые лесные типичные, бурые лесные оподзоленные, остаточно-пойменные и лугово-болотные, согласно почвенной карте, составленной Г. В. Ковалевой — одним из авторов статьи, занимают в настоящее время 46 %, антропогенно нарушенные — 31, насытные грунты формируются на 23 % территории полуострова. Естественные лесные насаждения являются эталоном природы Южного Приморья (территория ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ) и сохраняются в Ботаническом саду-институте ДВО РАН (БСИ). Они представлены широколиственными лесом с преобладанием дуба и ясеня, произрастающим на бурых лесных типичных почвах, а также хвойно-широколиственным лесом из клена, липы, пихты и кедра на бурых лесных оподзоленных почвах. Непосредственно к территории БСИ с одной стороны примыкает рекреационная лесопарковая зона — самая значительная по площади функциональная зона полуострова, с другой — федеральная автодорога Владивосток—Хабаровск.

Изучению влияния антропогенных факторов на формирование структуры сообществ почвенных микромикетов посвящен ряд исследований (Дебелева, Лутаускас, 1985; Жданова и др., 1990; Кирпидели и др., 1995; Лебедева, 2000; Киреева и др., 2001; Кулько, Марфенина, 2001; Марфенина, 2005; Терехова, 2007; Иванова и др., 2008; Евдокимова и др., 2009), выполненных преимущественно на территории европейской части России.

В 2001—2008 гг. на П-ове Муравьева-Амурского было проведено комплексное исследование с целью оценки экологического состояния почв полуострова по физико-химическим и микробиологическим показателям, в частности по изменению структуры микробных сообществ в антропогенно нарушенных почвах (Ковалева и др., 2007). Целью нашей работы, которая является частью этого комплексного исследования, было выявление структуры сообществ микромикетов, формирующихся как в ненарушенных, так и в нарушенных под влиянием антропогенных факторов бурых лесных почвах полуострова. Ранее для территории полуострова были известны только сведения о численности микромикетов в пойменных почвах под посевами сои на Дальневосточной опытной станции Всероссийского института растениеводства (Жуковская, 1972).



Семейство	Род	всего	в естественных почвах		102
			в естественных почвах	в нарушенных почвах	
<i>Fusarium</i>		3	3	3	3
<i>Geomyces</i>		1	1	1	1
<i>Gliocladium</i>		1	1	1	1
<i>Ghoniastix</i>		2	2	2	2
<i>Hemicola</i>		1	1	1	1
<i>Lecanicillium</i>		1	1	1	1
<i>Monodictys</i>		1	—	—	—
<i>Muroloestium</i>		2	1	1	2
<i>Oridodendron</i>		1	1	1	—
<i>Paecilium</i>		1	1	1	—
<i>Paecilomyces</i>		3	3	3	3
<i>Penicillium</i>		28	20	24	24
<i>Pertonia</i>		1	—	—	—
<i>Scopulariopsis</i>		1	1	1	1
<i>Sporotrichum</i>		1	1	1	1
<i>Stachybotrys</i>		1	—	—	—
<i>Torula</i>		1	—	—	—
<i>Trichocladium</i>		1	1	1	1
<i>Trichoderma</i>		4	3	4	4
<i>Trichothecium</i>		1	—	—	—
<i>Ulocladium</i>		1	—	—	—
<i>Verticillium</i>		1	—	—	—
<b>SOELOMYCETES</b>					
<i>Colleotrichum</i>		1	—	—	—
<i>Coniothrium</i>		1	1	1	1
<i>Rhizoma</i>		3	1	2	2
<b>Всего видов</b>		<b>118</b>	<b>86</b>	<b>102</b>	

ская структура выявленной микобиоты представлена отделами *Zygomycota* (22 вида из 13 родов, 7 семейств и 2 порядков класса *Zygomycetes*) и *Ascomycota* (7 видов из 5 родов, 4 семейств и 2 порядков классов *Eurotiomycetes* и *Sordariomycetes*), а также грушовой анаморфных грибов, включающих представителей классов *Nurhormycetes* — 84 вида из 39 родов и *Soeolomycetes* — 5 видов из 3 родов. Наиболее многовидовой род представлен 28 видами, еще 1 род включает 6 видов, 3 рода — по 4 вида, 6 родов — по 3, 5 — по 2 вида. Остальные 44 рода представлены 1 видом каждый, что составляет более 70 % родового разнообразия выявленной микобиоты.

Представители класса *Zygomycetes*, в частности виды родов *Misor*, *Absidia*, *Umbelopsis*, *Gongonella*, выделяются из почвы, как правило, чаще всего весной. Наиболее распространены в почвах полуострова 3 вида зигомизетов — *Misor rasmussenii* Friesen, *M. henningsii* Welmer, *Mortierella stylospora* Dixon-Stew., обнаруженные во всех исследованных почвенных разрезах, включая насыпные грунты автогравессы. Первые два вида относятся к числу широко распространенных в почвах Дальнего Востока, последний более характерен для почв хвойно-широколиственных лесов юга региона (Егорова, 2009). Еще 9 видов зигомизетов отмечены как в нарушенных, так и в нарушенных почвах полуострова, за исключением насыпных грунтов: *Misor stipitellodes* Tieghe, *M. rimbens* Bonord., *Absidia coeniza* Wainier, *Gongonella byleri* (Lendin.) Reynold et Dal Vesco, *Mortierella alirina* Reynold, *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill., *Zygomorphus moelleri* Vuill., *Umbelopsis vinacea* (Dixon-Stew.) Alx., *U. ramaniana*

лесостариковой зоны полуострова обнаружены также виды, как *Vaktesia inspora* Thaxht., *Neicosporium elegans* Link, *Thamnosporium rijkofiae* (Wainier) Alx et H. P. Uradhauy, в почве злаково-разнотравного луга на территории БСИ отмечен *Sinninghamella eschmullera* (Thaxht.) Thaxht., в насыпном грунте на обочине автогравессы под разнотравьем — *Misor miscedo* Friesen. Всего из нарушенных почв полуострова выделено 15 видов зигомизетов, относящихся к 7 родам, из антропогенно нарушенных — 19 видов, относящихся к 13 родам.

Обнаруженные в почвах полуострова сумчатые грибы (*Ascomycota*) представлены широко распространенными в почвах Дальнего Востока (Егорова, 2003) видами класса *Sordariomycetes* — *Chaetomium strigatum* Shivers, *Ch. globosum* Kuntze, *Ch. spriniae* Zopf, *Sordaria fimicola* (Robert ex Desm.) Ces. et De Not., которые выделены как из естественных, так и из антропогенно нарушенных почв, включая насыпные грунты. Видов класса *Eurotiomycetes* — *Talaromyces flavus* var. *flavus* (Klocker) Stolk et Samson, *Pseudogymnoascus roseus* Rallo, *Pseudogymnoascus zonitum* J. F. H. Велла выделены из естественных бурых лесных оподзоленных почв под хвойно-широколиственным лесом. Всего из нарушенных почв полуострова выделено 7 видов сумчатых грибов из 5 родов, из антропогенно нарушенных — 4 вида из 2 родов.

Представители класса *Soeolomycetes* — *Coniothrium fackelii* Sacc., *Rhizoma exiguu* var. *exigua* Sacc., *Rh. himicola* J. C. Gilman et E. V. Abbott отмечены как в естественных, так и в антропогенно нарушенных почвах полуострова, а *Rhizoma glomerata* (Sord.) Wollenw. et Hoescharfel и *Colleotrichum dematium* (Pers.) Grove — только в почвогрунтах обочины автогравессы под разнотравьем. Виды рода *Rhizoma* выделяются из почвы чаще осенью.

Анаморфные грибы класса *Nurhormycetes* характеризуются наибольшим родовым и видовым разнообразием и включают в свой состав самый многовидовой род выявленной микобиоты — *Penicillium*, который представлен 28 видами, в том числе 5 видами секции *Monoverticillata*, 5 — *Viverticillata*-*Symmetrica*, 18 — *Asymmetrica*, 6 из которых относятся к подсекции *Divarticata*, 5 — *Velutina*, 7 — *Fasciculata*. Если взять за основу структуру рода *Penicillium*, принятую в своде «Compendium of soil fungi» (Domsch et al., 2007), то распределение выявленных в почвах полуострова видов по таксономическим единицам будет следующим: 5 видов из подрода *Aspergilloides*, 5 — из подрода *Viverticillium*, по 9 видов из подродов *Fusicium* и *Penicillium*.

Из естественных бурых лесных почв полуострова выделено 20 видов рода *Penicillium*, из антропогенно нарушенных — 24, в том числе из насыпных грунтов — 11 видов. Как показали анализ распространения видов рода *Penicillium* в исследованных почвах, только 5 из них являются общими для всех вышеперечисленных почвенных разрезов — это *P. glabrum* (Welmer) Westling, *P. purpurogenum* Stoll, *P. chrysogenum* Thom., *P. aurantiogriseum* Dietrich, *P. vitidicatum* Westling. Все перечисленные виды относятся к числу широко распространенных и часто встречающихся в почвах Дальнего Востока (Егорова, 1986). Как в естественных, так и антропогенно нарушенных почвах, исключая насыпные грунты (разрезы № 7 и 8), обнаружены *P. thomii* Maire, *P. finnicolatum* Thom., *P. variabile* Sopp, *P. brevicomparatum* Dietrich, *P. conyuratum* Dietrich, *P. janczewskii* K. M. Zalesky, *P. janhinkelum* Bouuge, *P. simplicissimum* (Oudem.) Thom., *P. muszinskii* K. M. Zalesky, *P. comitum* Thom., *P. viridum* (Cooke et Masse) Seifert et Samson. Только из нарушенных почв полуострова выделены *P. decumbens* Delacr., *P. sprinoides* Thom., *P. imbricatum* Bouuge, *P. jensenii* K. M. Zalesky; только из антропогенно нарушенных — *P. nigricans* Thom., *P. discalaxii* Delacr., *P. stipitosum* Thom., *P. glandicola* (Oudem.) Seifert et Samson, *P. hispidum* Dietrich. Три последних вида выделены только из насыпных грунтов обочины автогравессы. В почве злаково-разнотравного луга отмечены *P. salicisens* Sopp, *P. strigatum* Thom., *P. oxidatum* Supte et Thom. Выявлена следующая закономерность в распространении

чаются как в ненарушенных, так и в нарушенных почвах, но полностью отсутствую- в насыщенных грунтах; из насыщенных грунтов обочины автодорог, как с растительно- стью, так и без нее выделяются преимущественно виды подсекции *Fascioidata* (по- дрод *Penicillium*, секции *Penicillium* и *Viridicata*) и секции *Viverricillata-Symmetrica* (подрод *Viverricillium*, секции *Soreniogenium* и *Simplificata*).

Виды родов *Penicillium* (*P. lilacinum* (Thom) Lohangsa-ад, Нувел-Джонс и Самсон) и *Paecilomyces* (*P. inflatus* (Wuhs) J. W. Samml., *P. margaritae* (Masse) S. Hughes, *P. variolii* Vainier), таксономически близкие к *Penicillium*, отмечены как в естествен- ных, так и в нарушенных почвах полуострова, за исключением насыщенных грунтов, где обнаружен лишь последний из них.

Из 4 видов рода *Aspergillus*, обнаруженных в почвах полуострова, только 2 найде- ны во всех исследованных почвенных разрезах — *A. fumigatus* Fresen. и *A. niger* Tiegh. Вид *A. versicolor* (Will.) Tibar. встречается как в ненарушенных, так и в нарушенных почвах, но не выделен из насыщенных грунтов автодорог, а *A. ochrasens* G. Will. отме- чен только в естественных почвах полуострова.

Род *Acronium* представлен в исследованных почвах 4 видами, близкий к нему род *Gliomastix* — 2 видами. Как в естественных, так и в нарушенных почвах обнару- жены виды *G. mitogium* (Corda) S. Hughes, *G. guttiformis* J. C. Br. et W. V. Kendt, *Acronium pilatum* W. Gams и *A. strictum* W. Gams (последний не найден в грунтах). Только из естественных почв выделен вид *A. roseogriseum* (S. B. Saksena) W. Gams, только из грунтов автодорог — *A. figuratum* Moreau et R. Moreau ex W. Gams.

Представители двух таксономически близких родов *Ficarium* и *Cylindrocarpum* — *F. oxysporum* Schldl., *F. sidemontii* (W. G. Sm.) Sacc., *F. montiforme* J. Shield, *C. tenue* Vuign., *C. solidum* (Link) Wolleuw., *C. destrucians* (Zinssm.) Scholten — встречаются повсеместно в почвах полуострова.

К широко распространённым следует отнести также виды родов *Trichoderma* — *T. konigii* Oudem., *T. viride* Pers., *T. anagorivide* Rifa, *Cladosporium* — *C. cladosporioi- des* (Fresen.) G. A. de Vries, *C. herbartii* (Pers.) Link, *Mucorhelia* — *M. rotatum* Tode, *M. verticillata* (Alb. et Schwein.) Ditmar. К этой же группе относятся *Allegaria allema- ta* (Fr.) Keissl., *Arthrinium rhaeosporium* (Corda) M. B. Ellis, *Arthrobasidium pulchra- ta* (Fr.) G. Arnaud, *Beauveria bassiana* (Bals.-Crtv.) Vuill., *Volvutis cinerea* Pers., *Shru- sosporium mendarium* (Link) J. W. Samml., *Clonostachys rosea* f. *rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert et W. Gams, *Geomyces ramorum* (Link) Sigler et J. W. Samml., *Glioc- ladium penicillioides* Corda, *Hymicola grisea* Tjaalen, *Leucopodium lecanii* (Zimm.) Zate et W. Gams, *Trichocladium asperum* Harz, *Scorpiariopsis vitriprii* Salv.-Duval., *Sporotric- him olivaceum* Pers.

Только из антропогенно нарушенных почв полуострова выделены *Aerostalagmus luteoides* (Link) Zate, W. Gams et Schroers, *Arthrobotrys oligospora* Fresen., *Sclerospora strophila* (Mont.) Arx, *Cylindrocyclium simplex* Meyer, *Mortierella levis* (Wiltshire) S. Hughes, *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes, *Tortula herbartii* (Pers.) Link, *Pezizoma nigrosquamosa* Lefebvre et Aar. G. Johnson, *Trichoderma hamatum* (Bonord.) Va- inier, *Trichohestium roseum* (Pers.) Link, *Verticillium chlamydosporium* Goddard, *Ulocla- dium chartarum* (Peters) E. G. Simmons.

Только из ненарушенных почв полуострова выделены *Amphosporium volvutis* Fre- sen., *Doratomyces stemonitis* (Pers.) F. J. Morton et G. Sm., *Oidiodendron tenuissimum* (Reck) S. Hughes.

К числу доминантов в естественных бурых лесных почвах полуострова (частота встречаемости более 60%) относятся *Penicillium glabrum*, *P. imbricatum*, *Trichoderma anagorivide*. Типичные частые виды (частота встречаемости 30—60%) представлены *Penicillium decumbens*, *P. thomii*, *P. janszewskii*, *Aspergillus fumigatus*, *Paecilomyces cariensis*, *Gliocladium penicillioides*, *Gliomastix mitogium*, *Geomyces ramorum*, *Mucor ra- cemosus*, *Gongonella hiberni*. К числу типичных редких видов (частота встречаемости

*ron candidum*, *Fusarium oxysporum*.

В антропогенно нарушенной бурой лесной оподзоленной почве лесопарковой зоны полуострова к числу доминантов относятся *Penicillium aurantiogriseum* и *P. pur- purigenum*, к типичным частым видам — *P. chrysogenum*, *P. muscivorus*, *P. soluro- hium*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Trichoder- ma viride*, *Paecilomyces variolii*, *Acronium pilatum*, *Somolhuutum juckelii*, *Mucor hie- matis*.

В составе грибных комплексов придорожных почв доминирует *Penicillium viridi- scium*, преобладают по частоте встречаемости *P. funiculosum*, *P. vitirium*, *P. discian- xii*, *Paecilomyces margaritae*, *Aspergillus versicolor*, *Fusarium mitogium*, *Gliomastix mi- togium*, *Arthrobasidium pulchra-ta*, *Staelonium globosum*, *Ulocladium chartarum*, *Mucorhe- cium verticillata*, *Rhoma exigua*, *Mucor circinelloides*.

В насыщенных грунтах автодорог доминантами являются *Penicillium hirsutum* и *P. glandicola*. Типичные частые виды — *P. rugulosum*, *P. stygium*, *P. vitirium*, *Ac- ronium ficarium*, *Volvutis cinerea*, *Gliomastix guttiformis*, *Scorpiariopsis vitriprii*, *Stachybotrys chartarum*, *Rhoma glomerata*, *Trichocladium asperum*, *Trichoderma chlam- atum*, *Mucor racemosus*, *Mucella stercilia* (темноцветный).

Таким образом, по результатам проведенного мониторинга установлено, что ми- кобиота естественных бурых лесных почв полуострова представлена 86 видами из 42 родов, микобиота антропогенно нарушенных почв более разнообразна и включает 102 вида из 54 родов. Такое соотношение, согласно теории экологических модифика- ций, предполагает В. Абакумовым (по: Терехова, 2007), характеризуется состоянием «антропогенного экологического напряжения». Наиболее характерными чертами вы- ясненного сообщества микроромицетов являются: 1) относительно невысокая числен- ность грибов в почвах полуострова, 2) довольно высокое родовое разнообразие ана- морфных грибов и зигомицетов при малой видовой насыщенности родов, 3) преобла- дание среди часто встречающихся видов рода *Penicillium* представителей секции *Monoverticillata* в естественных бурых лесных почвах, а подсекции *Fascioidata* — в придорожных почвах и насыщенных грунтах автодорог.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта № 09-1-П23-05 программы Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России» и гранта РФФИ № 09-05-00245-А.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Евдокимова Г. А., Корнейкова М. В., Лебедева Е. В., Калмыкова В. В. Мик- ромицеты в песках и песчаных почвах природного и техногенного генезиса // Микология и фи- топатология. 2009. Т. 43, вып. 2. С. 84—92.

Егорова Л. Н. Почвенные грибы Дальнего Востока: Типомицеты. Л.: Наука, 1986. 192 с.

Егорова Л. Н. Почвообитающие аскомицеты российского Дальнего Востока // Миколо- гия и фитопатология. 2003. Т. 37, вып. 2. С. 13—21.

Егорова Л. Н. Почвообитающие зигомицеты (Zygomycetes: Mucorales, Mortierellales) хвойных лесов российского Дальнего Востока // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43, вып. 4. С. 292—298.

Жданова Н. Н., Васильевская А. И., Артышкова Л. В., Гаврилюк В. И. Видовой состав микробиоты загрязненных радионуклеидами почв // Микология и фитопатология. 1990. Т. 24, вып. 3. С. 293—308.

Жуковская С. А. Почвенные микроромицеты и их роль в развитии болезней сои в Примор- ском крае: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1972. 23 с.

нефтезагрязненных почв. Уфа: Гилем, 2001. 376 с.

Кирилдели И. Ю., Воробьева Н. И., Терешенкова О. М. Влияние промышленно-го загрязнения на сообщество почвенных микромитозов полуострова Таймыр // Микология и фитопатология. 1995. Т. 29, вып. 4. С. 12—19.

Ковалева Г. В., Добровольская Т. Г., Головаченко А. В. Структура бактериальных сообществ в естественных антропогенно нарушенных бурых лесных почвах Ботанического сада (п-ов Муравьева-Амурского) // Почвоведение. 2007. № 5. С. 610—615.

Кулько А. Б., Марфенина О. Е. Распространение микроскопических грибов в придорожных зонах городских автомагистралей // Микробиология. 2001. Т. 70, № 5. С. 709—713.

Лебедева Е. В. Микромитозы — индикаторы техногенного загрязнения почвы // Микология и фитопатология в России: традиции и современность. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской государственной химико-фармацевтической академии, 2000. С. 173—176.

Лебедева Е. В., Дугаекас А. Ю. Влияние промышленного загрязнения на почвенные микромитозы // Микология и фитопатология. 1985. Т. 19, вып. 1. С. 16—19.

Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.

Методы экспериментальной микологии. Справочник / Под ред. И. А. Дужка и др. Киев: Наук. думка, 1982. 550 с.

Мирчиник Т. Г. Почвенная микология. М.: МГУ, 1988. 220 с.

Терехова В. А. Микромитозы в экологической оценке водных и наземных экосистем. М.: Наука, 2007. 215 с.

Domisch K. H., Gams W., Anderson T.-H. Compendium of soil fungi. Esching: INW-Verlag, 2007. 672 p.

Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. Ainsworth et Bisby's Dictionary of the fungi. Wallingford: CABI, 2008. 771 p.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН

Владивосток  
ibss.dvo.ru

Поступила 25 VIII 2010

## РЕЗЮМЕ

По результатам мониторинга микобиоты бурых лесных почв п-ова Муравьева-Амурского выявлено 118 видов микромитозов, относящихся к 60 родам, в том числе 22 вида из 13 родов *Zygomycota*, 7 видов из 5 родов *Ascomycota*, 89 видов из 42 родов аноморфных грибов. Наиболее многовидовой род *Penicillium* представлял 28 видами, 44 рода микромитозов (70%) включало по 1 виду каждый. Микобиота естественных почв полуострова представляла 86 видами из 42 родов, антропогенно нарушенных — 102 видами из 54 родов. В естественных бурых лесных почвах преобладают по частоте встречаемости виды секции *Monoventricillata* рода *Penicillium*: *P. glabrum*, *P. imbricatum*, *P. vesicarium*, в придорожных почвах и насыпных грунгах автотрассы — виды подсекции *Asymmetica-Fascicidata*: *P. vitidicatum*, *P. glandicola*, *P. hirsutum*. Ключевые слова: почвенные микромитозы, аноморфные грибы, *Penicillium*.

## SUMMARY

As the result of soil mycobiota monitoring all data on the micromycetes found in natural and anthropogenic brown forest soils of the Murav'ev-Amurskii peninsula are surveyed. The total of 118 fungal species belonging to 60 genera from *Zygomycota* (22 species from 13 genera), *Ascomycota* (7 spe-

102 species from 54 genera have been isolated from anthropogenically disturbed soils. Most frequent species in soils close to the roads are *Penicillium vitidicatum*, *P. glandicola*, *P. hirsutum* (*Asymmetica-Fascicidata*).

Key words: soil micromycetes, anomorphic fungi, *Penicillium*.