

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

---

ACADEMIA SCIENTIARUM ROSSICA  
INSTITUTUM BOTANICUM NOMINE V. L. KOMAROVII

НОВОСТИ СИСТЕМАТИКИ  
НИЗШИХ РАСТЕНИЙ

ТОМ 36

NOVITATES SYSTEMATICAE  
PLANTARUM NON VASCULARIUM

TOMUS XXXVI



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ (PETROPOLIS)

«Наука»

2002

et D. Guarro. Atlas of clinical Fungi. Baarn. DeLFT; Reus. Spain, 1995. — Ellis M. V. Dematiaceous hyphomycetes. Rev. Surrey (England), 1971. — Gravesen S. Fungi as cause of allergic disease // Allergy. 1979. Vol. 34. — Ramirez C. Manual and atlas of the Penicillia. Amsterdam; New York; Oxford: Elsevier Biomedical Press, 1982. — Raper B., Fennell D. I. The genus Aspergillus. Baltimore, 1965. — Raper B., Thom C., Fennell D. I. A manual of Penicillia; New York, London, 1968. — Rifai M. A. A revision of the genus Trichoderma // Mycological Papers. 1965, N 116. Kew, Surrey England, 1969. — Rippon J. W. The pathogenic fungi and the pathogenic actinomycetes // Medical Mycology. 3<sup>th</sup> ed., Saunders (Philadelphia), 1988. — Smith E. Sampling and identifying allergenic pollens and molds. Texas. San Antonio; Blewstone Press, 1986. Vol. 2.

**И. Ю. Кирцидели**

**I. Yu. Kircideli**

## **МИКРОМИЦЕТЫ В ПОЧВАХ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ БИОЦЕНОЗОВ ТАЙМЫРА**

### **MICROMYCETES IN SOIL CONTAMINATED BY OIL AT TAIMYR PENINSULA**

В связи с усиливающейся хозяйственной деятельностью человека увеличивается антропогенная нагрузка на почвы и почвообитающие организмы. Естественное самоочищение почв от загрязнения является длительным процессом и зависит от природных условий региона (Казакова и др., 1984; Гузев и др., 1989; Миколаевская, 2000). В экстремальных условиях Крайнего Севера процессы биологического восстановления осуществляются крайне медленно (Евдокимова, 1990). Активное антропогенное воздействие на экосистемы Арктики делает проблему мониторинга уровня загрязнения среды в природных условиях весьма актуальной.

В работе рассматриваются изменения комплексов микромицетов в почвах биоценозов полярных пустынь, тундр и лесотундр Таймыра, которые происходят под влиянием загрязнения почвы нефтепродуктами. На п-ове Таймыр данный тип загрязнения носит локальный характер.

Почвенные микромицеты являются обязательным компонентом любого естественного биоценоза и в то же время одной из самых устойчивых к антропогенному воздействию групп микроорганизмов (Киреева, 1990; Марфенина, 1999). Однако если с увеличением антропогенной нагрузки многие группы микроорганизмов практически исчезают из почвы, то микромицеты реагируют на антропогенную нагрузку изменением структуры и состава комплексов, то есть являются хорошими индикаторами загрязнения почвы химическими веществами (Baath, 1989; Guiraud, Steiman, 1995).

Проводился анализ уровня видового богатства и пространственного распределения микромицетов. Определялись наиболее типичные виды в контрольных (экологически чистых) участках и виды, характерные для антропогенно нарушенных ценозов, которые

могут служить индикаторами стрессового состояния системы. Рассмотрено антропогенное влияние на сообщества почвенных микробиот и их адаптацию к данным условиям, что позволяет проследить за изменением параметров комплексов и представить информацию об отклонении от фонового состояния, проанализировать закономерности изменения структуры комплексов микробиот различных зон.

Образцы почв для микологического анализа отбирались: в зоне полярных пустынь — о. Большевик (архипелаг Северная Земля), в подзоне арктических тундр — р-н пос. Диксон, в подзоне типичных тундр — р-н оз. Левенсон-Лессинга и оз. Таймырское, в подзоне южных тундр — р-н пос. Старорыбное на реке Хатанга, в зоне лесотундры (пос. Котуй) в предгорьях плато Путарана (Александрова, 1977; Матвеева, 1985, 1995).

Образцы отбирались с соблюдением условий стерильности из верхнего горизонта почвы в десятикратной повторности, помещались в пакеты из бумаги крафт, доводились до воздушно-сухого состояния и хранились при отрицательных температурах в течение 2—3 месяцев.

Для выделения и идентификации грибов различных систематических групп использовались лабораторные методы (Литвинов, 1969; Гузев и др., 1980; Методы..., 1982; Звягинцев, 1991). Применялись методы и компьютерные программы биологической статистики.

Для почв полярных территорий, как правило, характерна низкая численность микробиот. В наших исследованиях в контрольных почвах (почвах не подвергавшихся антропогенному влиянию) в зоне полярных пустынь численность микробиот составляла в среднем 0.68 тыс. пропагул на 1 г воздушно-сухой почвы. Численность в супесчано-щебнистых почвах, загрязненных дизельным топливом, составляла от 0.06 тыс. до 1.46 тыс. КОЕ на 1 г почвы. В почвах с невысоким уровнем загрязнения, как правило, показатель численности был выше, чем в аналогичных незагрязненных участках, однако с увеличением уровня загрязнения прослеживалась тенденция к его снижению (рис. 1).

В плакорных биоценозах арктических тундр численность почвенных микробиот несколько увеличивалась, при этом в почвах слабозагрязненных биоценозов она равнялась 1.34 тыс. КОЕ, а в аналогичных участках, подвергавшихся максимальному загрязнению нефтепродуктами — от 0.81 тыс. пропагул на 1 г воздушно-сухой почвы.

В плакорных сообществах типичных тундр численность почвенных микробиот возросла до 2.8 тыс. пропагул, но в биоценозах, подвергшихся значительному загрязнению нефтепродуктами, была значительно ниже.

Численность микробиот в почвах растительных ценозов южных тундр и лесотундр была изначально несколько выше,

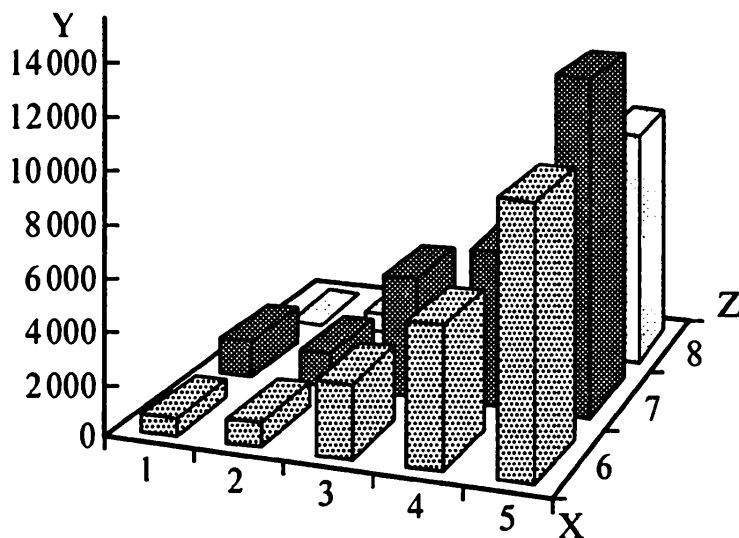


Рис. 1. Численность микромицетов в контрольных и загрязненных почвах.

По оси Y: численность спор в 1 г почвы; по оси X: 1 — полярные пустыни, 2 — арктические тундры, 3 — типичные тундры, 4 — южные тундры, 5 — лесотундры; по оси Z: 6 — контроль, 7 — слабое загрязнение, 8 — сильное загрязнение.

однако и там сохранялась аналогичная закономерность изменения КОЕ под влиянием антропогенного (нефтяного) загрязнения почвы.

Действие нефти на почвенные микромицеты в значительной мере определяется ее концентрацией. Незначительное загрязнение приводит к увеличению численности почвенных микромицетов, что особенно ярко выражено (в процентном отношении) в высокоширотных районах. Возможно, это связано с дополнительным источником углеродов в бедных органикой почвах, так как известно, что в низких концентрациях нефть оказывает стимулирующее действие на почвенные микроорганизмы (Киреева, 1990; Марфенина, 1999). Увеличение дозы загрязнения почвы приводит к обратному эффекту, вызывая снижение численности микромицетов. Аналогичные данные получены и для показателя биомассы мицелия почвенных микромицетов.

Приведенные данные о количественном содержании грибных спор в почве, подвергающихся антропогенному воздействию, и в контроле в какой-то мере дают представление о биологической активности изучаемых сообществ. Однако для полной и более точной характеристики необходим анализ видового состава комплексов микромицетов, складывающихся под воздействием загрязнения почв нефтепродуктами. За время исследований из почв, загрязненных нефтепродуктами, было выделено 77 видов микромицетов. Они принадлежат к 3 отделам и 21 роду микромицетов, образующих спороношение. Наиболее богата по видовому составу группа несовершенных грибов (*Deuteromycotina*), представленная 59 видами. Среди гифомицетов преобладают представители светлоокрашенных микромицетов. Наибольшее число видов (25 видов) относится к роду *Penicillium* (преобладающей является сек-

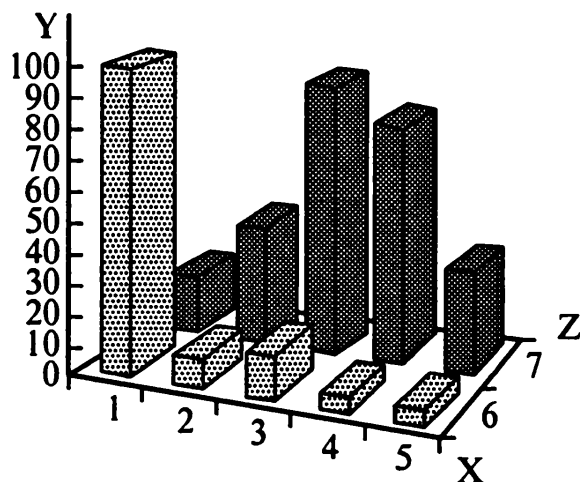


Рис. 2. Частота встречаемости некоторых видов микромицетов в контрольных и загрязненных почвах полярных пустынь.

По оси Y: частота встречаемости; по оси X: 1 — *Chrysosporium pannorum*, 2 — *Cladosporium cladosporioides*, 3 — *Scopulariopsis brumptii*, 4 — *Penicillium verrucosum* var. *cyclopium*, 5 — *P. frequentans*; по оси Z: 6 — контроль, 7 — загрязнение.

ция *Asymmetrica*). *Zygomycotina* и *Ascomycotina* представлены соответственно 14 и 4 видами.

Для комплексов микромицетов контрольных (незагрязненных) почв Арктики характерны следующие основные признаки: обедненность видового состава и выпадение целой группы родов, обычных в почвах средних широт; преобладание представителей рода *Penicillium*, хотя их доля среди других групп грибов в некоторых образцах была низкой; большое обилие *Chrysosporium pannorum* во всех исследованных образцах; большая доля стерильного светло- и темноокрашенного мицелия. Комплексы микромицетов, выделенных из почв, загрязненных нефтепродуктами, характеризуются рядом особенностей, которые отличают их от таковых в незагрязненных (контрольных) почвах.

По видовому составу комплексы микромицетов отличаются незначительно, но частота встречаемости видов в них меняется, четко реагируя на изменение экологических условий при антропогенном загрязнении. Микромицеты, которые были типичными в контрольных (незагрязненных) почвах, становятся случайными или вообще отсутствуют в загрязненных почвах. Таким образом, виды микромицетов, имеющих высокую частоту встречаемости в антропогенно загрязненных почвах, можно рассматривать в определенной степени в качестве индикаторов соответствующего типа загрязнения.

При сравнении комплексов типичных видов микромицетов, выделенных из загрязненных и контрольных почв различных тундровых зон и подзон, наглядно видно увеличение частоты встречаемости некоторых видов микроскопических грибов в антропогенно загрязненных почвах по сравнению с контролем (рис. 2). Особенно четко данное изменение прослеживается в биоценозах полярных пустынь на следующих видах: *Chrysosporium pannorum*

(Link) Hughes, *Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries, *Penicillium frequentans* Westling, *P. verrucosum* Dierckx var. *cyclopium* Samson, Stolk et Hadlok, *Scopulariopsis brumptii* Salv.-Duval.

Математический анализ изменений частоты встречаемости видов грибов в исследованных почвах показал, что в зоне загрязнения этот показатель достоверно изменился. Так, например, если у *Chrysosporium pannorum* в контрольных почвах полярных пустынь он достигает 100 %, то в загрязненных снижается до 20 %. Такая же тенденция наблюдается и в случае со стерильным мицелием. В то же время частота встречаемости *Penicillium verrucosum* var. *cyclopium* резко возрастала в загрязненных биоценозах.

Отмечено также увеличение числа видов, входящих в доминантный комплекс, который, как правило, является более многочисленным в загрязненных почвах по сравнению с контрольными. Так, если в контрольных почвах в него входят, как правило, 2—3 вида, то в загрязненных почвах это число увеличивается до 4.

Характерно также увеличение удельного веса темноцветных микромицетов из семейства *Dematiaceae*.

Небольшое отличие отмечено между контрольными и антропогенно загрязненными почвами в зоне полярных пустынь. По-видимому, в данных условиях антропогенный фактор оказывает решающее влияние на формирование структуры комплексов почвенных микромицетов. В то же время коэффициент сходства видовых составов грибов в загрязненных почвах различных зон был выше и всегда превышал 50 % (наибольший коэффициент сходства отмечен между комплексами микромицетов антропогенно загрязненных почв полярных пустынь и арктических тундр).

Как правило, типичные микромицеты в почвах различных растительных ценозов, не подвергающихся антропогенному загрязнению, не проявляют высоких показателей приуроченности ни к одному из них. Напротив, в комплексах микромицетов антропогенно загрязненных почв всегда присутствуют виды с высокими показателями коэффициентов приуроченности, которые можно рассматривать как типичные именно для данных условий.

Результаты исследования видового состава микромицетов и их комплексов, выполненные по методу иницированного микробного сообщества незначительно отличаются от данных, полученных при использовании метода посева почвенной суспензии на агаризированные среды. В иницированном сообществе, как правило, сохраняются те же доминантные виды, присущие данным почвам, однако число выделенных видов резко сокращается. В то же время применение данного метода дало возможность выделить отдельные виды, которые, возможно, из-за невысокой скорости роста не были получены при использовании традиционных методов. К таковым, как правило, можно отнести сумчатые грибы и целомицеты.

При анализе наших данных отмечено, что даже незначительное антропогенное загрязнение почв вызывает изменение количественных характеристик при практически неизменном видовом составе почвенных грибов и перераспределение видов в комплексе микромицетов по степени доминирования, что характерно для зоны стресса микробной системы почвы. Эти наблюдения подтверждаются и обычными методами при определении частоты встречаемости видов.

Значительное загрязнение почвы приводит к появлению в них *Aspergillus fumigatus* Fres., *Humicola grisea* Traaen, *Monodictys levis* (Wilts.) Hughes, которые не отмечаются в контрольных почвах даже редко. В то же время в данных условиях сохраняются виды, типичные для контрольных почв, например *Chrysosporium rannorum*. Возможно, это связано с тем, что экстремальные условия Крайнего Севера приводят к снижению числа видов почвенных грибов, толерантных к неблагоприятным экологическим воздействиям.

Загрязнение почвы нефтепродуктами приводит к существенным изменениям видового состава почвенных микромицетов, причем в наиболее северных зонах эти изменения наиболее значительны. Действие загрязнения на почвенные микромицеты в значительной мере определяется его концентрацией. Незначительное загрязнение приводит к увеличению численности почвенных микромицетов, особенно в наиболее высокоширотных районах. Более высокие концентрации приводят к снижению численности комплексов почвенных грибов.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 00-04-49439 и 00-04-49520.

### Литература

- Александрова В. Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л., 1977. — Звягинцев Д. В. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М., 1991. — Гузев В. С., Бондаренко Н. Г., Бызов Б. А. Структура иницированного микробного сообщества как интегральный метод оценки микробиологического состояния почвы // Микробиология. 1980. Т. 49, № 1. — Гузев В. С., Левин С. В., Селецкий Г. И. и др. Роль почвенной микробиоты в рекультивации нефтезагрязненных почв // Микроорганизмы и охрана почв. М., 1989. — Евдокимова Г. А. Эколого-микробиологические основы охраны почв в условиях промышленного воздействия на Крайнем Севере: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1990. — Казакова Е. Н., Калачникова И. Г., Масливец Т. А. Биодegradация углеводов в нефтезагрязненной почве северной тайги // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. Пушино, 1984. — Киреева Н. А. Микроскопические грибы и актиномицеты в почвах, загрязненных нефтью // Эколого-флористические исследования по споровым растениям Урала. Свердловск. 1990. — Литвинов М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л., 1969. — Марфенина О. Е. Антропогенные изменения комплексов микроскопических грибов в почве: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1999. — Матвеева Н. В. Принципы классификации растительности тундровой зоны (на примере

Таймыра) // Сообщества Крайнего Севера и человек. М., 1985. — Матвеева Н. В. Зональные факторы среды и структура растительного покрова тундровой зоны (на примере Таймыра): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1995. — Методы экспериментальной микологии / Под ред. В. И. Билай. Киев, 1982. — Николаевская Е. Л. Оценка «экологического» ущерба разливов нефти наземным биогеоценозам // Оценка риска загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. М., 2000. — Vaath E. Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations // Water, Air and soil population. Netherlands, 1989. — Guiraund P., Steiman R. Comparison of soil the toxicity of various lignin related phenolic compounds toward selected fungi perfect and fungi imperfect // Ecotoxicol. and environ. 1995. Vol. 32, N 1.

**В. М. Лосицкая**

**V. M. Lositskaya**

## **НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБАХ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

### **NEW DATA ON THE ARHYLLOPHORACEOUS FUNGI OF THE NOVGOROD REGION**

Территория Северо-Запада России в микологическом плане изучена очень неравномерно. Достаточно хорошо исследована биота афиллофороидных грибов Ленинградской области (Бондарцева и др., 1999) и Республики Карелия (Лосицкая и др., 2002), некоторые современные сведения о грибах данной группы имеются для Псковской области (Лосицкая, 1999), тогда как Новгородская область до последнего времени оставалась практически не обследованной. Сведения о нахождении некоторых грибов на этой территории приводятся в работе В. Г. Траншеля (1900), где отмечено 44 вида афиллофороидных грибов, но поскольку за прошедшее время границы области изменились, большая часть указанных местонахождений относится к территории Калининской области.

Публикуемый ниже список афиллофороидных грибов составлен по результатам сборов автора на территории Любытинского р-на Новгородской обл. с 30 июня по 6 июля 2001 г. Район исследования расположен в подзоне южной тайги, в Тихвинском ботанико-географическом округе (Александрова, Юрковская, 1989). Сборы проводились в различных лиственных и смешанных лесах. Всего на обследованной территории зарегистрировано 79 видов афиллофороидных грибов. Таксоны расположены по системе, принятой в 8-м издании «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» (Hawksworth et al., 1995), для унификации данных с другими североевропейскими странами родовые и видовые названия макромицетов (с небольшими исключениями) представлены в соответствии с изданием «Nordic macromycetes» (1992, 1997). Кроме того, для некоторых видов приводятся наиболее часто употребляемые синонимы (в квадратных скобках). Сокращения фамилий авторов при таксонах даны в соответствии с рекомендациями ра-