

УДК 631.466.1

МИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© 2011 А.С. Григориади, А.Б. Якупова, А.Р. Амирова, Н.И. Ерохина

ГОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Уфа

Поступила 17.06.2011

В работе представлены данные о перестройке микологического комплекса почвы, подвергшейся загрязнению в результате деятельности нефтеперерабатывающего предприятия. Описано сходство сообществ микромицетов фоновой и нарушенной почвы при разных уровнях загрязнения. Показано, что в условиях техногенного стресса развитие получили виды микромицетов, толерантные к загрязнению и способные утилизировать углеводороды нефти.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, перестройки микологического комплекса, фитотоксичные виды, коэффициент сходства, кластерный анализ

В современном мире, зависящем от углеводородных энергоресурсов, источником наиболее масштабного техногенного загрязнения являются нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие предприятия. В результате деятельности вышеназванной отрасли промышленности происходит загрязнение значительных территорий из-за аварийных утечек и разливов топлива, нарушений условий эксплуатации оборудования. В настоящее время в России еще не разработана нормативная база для данного вида загрязнения. В связи с этим возникает еще большая необходимость мониторинга состояния территорий, подвергнутые интенсивному химическому прессингу. Среди всех параметров, которые в настоящее время применяются для оценки состояния окружающей среды, наиболее информативными являются показатели биологической активности почвы. Особое внимание следует уделять такой составляющей сообщества почвенных микроорганизмов, как микроскопические грибы [1-4]. Одни виды могут быть чувствительны к изменению свойств почвы под воздействием различных поллютантов и служить индикаторами ее состояния [5]. Однако, многие виды микромицетов хорошо выживают, адаптируются и интенсивно размножаются в новых, иногда экстремальных условиях обитания. Изменения в структуре комплекса микромицетов при нефтяном загрязнении могут влиять на микробоценоз в целом, а также оказывать негативное воздействие на макроорганизмы. В частности, в условиях техногенеза может происходить накопление в почве токсичных для животных и растений форм грибов [4-7].

Целью данного исследования являлось изучение микологического комплекса для оценки состояния

e-mail: aliika2007@yandex.ru; Ерохина Наталья Ильясовна, e-mail:vodop@yandex.ru

территории, подвергнутой загрязнению нефтью и нефтешламом в условиях полевого эксперимента.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в условиях полевого эксперимента на образцах серой лесной почвы (гумус 4,54 %, рН_{водный} 6,1; N_{общ.} 2507мг/кг), загрязненной отходами нефтепереработки (нефтешламом). Опыты проводили на площадках размером 1×1м в 3-х кратной повторности. Содержание нефтяных углеводородов на экспериментальных площадках составляло 6,4% и 10% (в пересчете на вес почвы). Контролем служила фоновая незагрязненная почва вдали от источника загрязнения. Выделение микромицетов проводили по общепринятой методике посева почвенной суспензии на подкисленную агаризованную среду Чапека [8]. Идентификацию видов микромицетов осуществляли по определителям [9-15]. Для оценки представленности микромицетов использовали показатель обилия (плотности) и частоты встречаемости вида. Оценку разнообразия сообщества проводили с помощью индекса разнообразия Шеннона, а также коэффициентов сходства Жаккара и Сьеренсена-Чекановского [2, 8, 16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из исследованных почв выделено 23 вида микромицетов и стерильная форма мицелия. Идентифицированные виды относились к родам *Alternaria*, *Aspergillus*, *Geosmithia*, *Penicillium*, *Trichoderma* (табл.). В фоновой почве были обнаружены 11 видов. Однако следует отметить, что половину видов представляли собой малочисленные изоляты, выделявшиеся однократно.

При умеренном загрязнении почвы (6,4%) видовой состав комплекса изменился. Уменьшилось количество выделяемых видов за счет исчезновения видов *P. camemberti*, *P. citrinum*,

Григориади Анна Сергеевна, канд. биол. наук, e-mail:nysha111@yandex.ru; Якупова Альфира Буребайевна, e-mail:alfiram@yandex.ru; Амирова Алия Римовна,

P. coeruleoviride, *P. commune*, *P. griseoroseum*, *P. resedanum*, *P. resticulosum*.

Были выделены два новых вида – *Geosmithia putterillii*, *Penicillium ochro-chloron*, не обнаруженные в фоновой почве. Отмечено увеличение обилия *Aspergillus niger*, а плотность

популяций *P. lanosum* уменьшилась. Возрастание концентрации поллютантов до 10% приводило к увеличению количества выделяемых видов за счет появления новых – *Aspergillus repens*, *P. chrysogenum* var. *chrysogenum*, *P. madriti*.

Таблица. Обилие и частота встречаемости микромицетов серой лесной почвы, загрязненной нефтью

Виды микромицетов	Обилие/частота встречаемости, %		
	контроль	загрязнение 6,4%	загрязнение 10%
<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	-	-	0,84 / 22,2
* <i>A. niger</i> van Tiegh.	5,19 / 6,7	30,56 / 33,3	-
<i>A. repens</i> (Corda) Sacc.	-	-	2,53 / 33,3
<i>Geosmithia putterillii</i> (Thom) Pittii	-	8,33 / 2,8	-
* <i>Penicillium canescens</i> Sopp	-	8,33 / 13,3	5,49 / 44,4
<i>P. camemberti</i> Thom, Raper a. Thom	5,19 / 13,3	-	-
* <i>P. citrinum</i> Thom	1,29 / 6,7	-	-
* <i>P. chrysogenum</i> var. <i>chrysogenum</i> Thom	-	-	4,64 / 22,2
<i>P. coeruleoviride</i> G. Sm.	1,29 / 6,7	-	-
<i>P. commune</i> Thom	6,49 / 20	-	-
<i>P. decumbens</i> Thom	9,09 / 13,3	8,33 / 13,3	4,22 / 55,6
<i>P. glauco-cinerascens</i> Chalab	-	-	14,35 / 33,3
<i>P. griseoroseum</i> Dierckx	2,59 / 6,7	-	-
* <i>P. lanosum</i> Westling	45,45 / 53,3	19,44 / 20	2,5 / 22,2
* <i>P. madriti</i> G. Sm.	-	-	62,87 / 22,2
<i>P. ochro-chloron</i> Biourge, Raper a. Thom	-	11,11 / 13,3	-
* <i>P. raperi</i> G. Sm.	5,19 / 13,3	11,11 / 13,3	-
<i>P. resedanum</i> McLennan & Ducker	15,58 / 20	-	-
<i>P. resticulosum</i> Birkinshaw, Raistrick.	2,59 / 13,3	-	-
* <i>Trichoderma viride</i> Pers.	-	-	1,69 / 33,3
<i>Micelia sterilia</i> (white)	-	-	0,84 / 22,2
Индекс Шеннона (H)	2,15	1,79	2,24
Общее число видов	11	7	10

Прим.: « - » - вид не обнаружен; * - фитотоксичный вид

Виды *Aspergillus niger*, *Penicillium decumbens* и *P. lanosum*, встречались практически во всех образцах серой лесной почвы. *Aspergillus niger* – входивший в группу редких видов в незагрязненной почве, становился частым при концентрации поллютанта 6,4%. Типично частый вид *Penicillium lanosum* в загрязненной почве снизил свою численность и стал типичным редким.

Среди устойчивых видов, способных использовать нефтяные углеводороды в качестве источника углерода и энергии, наибольшей активность обладали *Aspergillus niger*, *P. canescens*, *P. lanosum*, *Trichoderma viride*. *Aspergillus repens*, *P. canescens*, *P. chrysogenum*, *P. glauco-cinerascens* *P. madriti*, *Micelia sterilia* были выделены только в сильнозагрязненных образцах почвы. *Penicillium canescens*, *P. chrysogenum* var. *chrysogenum*, *P. madriti* и *Trichoderma viride* встречались исключительно в загрязненной почве. Эти виды грибов являются фитотоксичными формами и синтезируют ряд токсинов, опасных для растений и жифотных. Также следует отметить, что присутствие поллютантов в почве стимулировало развитие фитотоксичных видов *Aspergillus niger* и *Penicillium raperi*.

Результаты полевого эксперимента показали, что индекс видового разнообразия уменьшался в

варианте опыта с концентрацией поллютанта 6,4%. Такое положение можно объяснить выпадением из микологического сообщества чувствительных к нефтяному загрязнению видов. В варианте опыта с концентрацией нефти 10% отмечалось увеличение индекса Шеннона до значения 2,24, что возможно связано с массовым развитием толерантных к загрязнению видов микромицетов и адаптацией микологического сообщества к загрязнителю (табл.).

В ходе исследования было отмечено, что наибольшим сходством видового состава обладали образцы загрязненной почвы с концентрацией нефтяных углеводородов 6,4% и 10%, коэффициент сходства Жаккара составлял 29%. Наибольшие различия в видовом составе грибов отмечались между фоновой почвой и почвой с содержанием загрязнителя 10%, где показатель принимал значение 10%.

По результатам подсчета коэффициента Сьеренсена-Чекановского был проведен кластерный анализ данных, в результате чего была получена диаграмма, наглядно демонстрирующая схожесть микосообществ в исследуемых образцах почвы (рис.).



Рис. Сходство структуры комплексов микромицетов серой лесной почвы, загрязненной различными концентрациями нефтяных углеводородов

Таким образом, сравнение видового состава микромицетов образцов нефтезагрязненной почвы с разным содержанием углеводородов показало, что загрязнение приводило как изменению качественного состава микологического сообщества серой лесной почвы, так и к изменению темпов роста токсинообразующих микромицетов. Попадание поллютантов в почву приводило к значительному расхождению в структуре грибных комплексов в сравнении с контрольными пробами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд. МГУ, 1987. 256 с.
2. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. М.: Изд. МГУ, 1988. 220 с.
3. Киреева Н.А., Мифтахова А.М., Бакаева М.Д., Водопьянов В.В. Комплексы почвенных микромицетов в условиях техногенеза. Уфа: Гилем, 2005. 358 с.
4. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.
5. Лебедева Е.В. Микромицеты – индикаторы техногенного загрязнения почв // Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность: Труды междунар. конф. СПб., 2000. С. 173-176.
6. Терехова В.А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. М.: Наука, 2007. 215 с.
7. Иванова А.Е., Марфенина О.Е., Суханова И.С., Макарова Н.Д. Микроскопические грибы в почвах, приземных слоях воздуха и снеговом покрове г. Москвы // Современная микология в России: Тез. докл. II съезда микологов России. Т. 2. М., 2008. С. 98-99.
8. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд. МГУ, 1991. 304 с.
9. Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. Киев: Наукова думка, 1988. 204 с.
10. Билай В.И., Курбацкая З.А. Определитель токсинообразующих микромицетов. Киев: Наукова думка, 1990. 234 с.
11. Литвинов М.А. Определитель микроскопических грибов. Л.: Наука, 1967. 303 с.
12. Пидопличко Н.М. Пенициллии (Ключи для определения видов). Киев: Наукова думка, 1972. 220 с.
13. Raper B., Thom C. A manual of *Penicillia*. N.Y.; L.: Hafner Publishing Company, 1968. 875 p.
14. Raper B., Fennell D.I. The genus *Aspergillus*. Baltimore: The Williams and Wilkins Co, 1965. 686 p.
15. Watanabe T. Pictorial atlas of soil and seed fungi: Morphologies of cultured fungi and key to species. Boca Raton: CRC Press, Inc., 2000. 411 p.
16. Кураков А.В. Методы выделения и характеристики комплексов микроскопических грибов наземных экосистем. М.: Макс Пресс, 2001. 92 с.

MYCOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL, POLLUTED BY WASTE PRODUCTS OF PETROLEUM INDUSTRY

© 2011 A.S. Grigoriagi, A.B. Yakupova, A.R. Amirova, N.I. Erokhina

Bashkir State University, Ufa

The paper presents data on the changes of the mycological complex of soil contaminated by refinery products. It is described the similarity of fungal communities of uncontaminated and polluted soils with different levels of oil hydrocarbon. It is shown that under the influence of anthropogenic stress the development of fungal species, which were tolerant to contamination and able to destroy petroleum hydrocarbons.

Key words: oil pollution, change the mycological complex, phytotoxic species, the similarity coefficient, cluster analysis.