

УДК 631.466.1

МОНИТОРИНГ ДЕТОКСИКАЦИИ И БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЕШЛАМОМ

© 2012 Н.А. Киреева, А.С. Григориади, А.Р. Амирова, А.Б. Якупова

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Поступила в редакцию 09.05.2012

В статье представлены результаты мониторинга состояния загрязненной нефтешламом почвы, рекультивируемой микробным препаратом. Показано снижение содержания остаточных углеводов, увеличение численности микроорганизмов, способных к соокислению поллютанта. Рассмотрены изменения в микологическом комплексе, отмечено снижение частоты встречаемости фитотоксичных и оппортунистических видов микромицетов в образцах почвы, подвергнутых биоремедиации.

Ключевые слова: *серая лесная почва, нефтешлам, микробный препарат, микологическое сообщество, углеводородокисляющая активность*

Нефтяные шламы – это сложные физико-химические смеси, которые состоят из нефтепродуктов, механических примесей (глины, окислов металлов, песка) и воды. Они образуются при проведении таких производственных процессов, как переработка, добыча и транспортировка нефти. Данный тип отходов представляет большую опасность для окружающей среды и подлежит захоронению или переработке. Токсичность обусловлена высоким содержанием полициклических и полиароматических соединений, обладающих канцерогенными и мутагенными свойствами. Помимо прямого воздействия, загрязнение нефтешламами может оказывать опосредованное влияние на состояние растительных и животных организмов за счет стимуляции развития фитотоксичных и оппортунистических видов микромицетов. Проблема восстановления окружающей среды заключается не только в проведении мероприятий, направленных на деградацию нефтяных углеводов, но и в тщательном анализе изменений в микосообществе для предотвращения возникновения вторичного загрязнения микотоксинами.

Цель работы: мониторинг эффективности биоремедиации и детоксикации загрязненной нефтешламом почвы при использовании биопрепарата.

Киреева Наиля Ахняфовна, доктор биологических наук, профессор кафедры биохимии и биотехнологии. E-mail: vodop@yandex.ru

Григориади Анна Сергеевна, кандидат биологических наук, ассистент кафедры биохимии и биотехнологии. E-mail: nysha111@yandex.ru

Амирова Алия Римовна, аспирантка. E-mail: alii-ka2007@yandex.ru

Якупова Альфира Буребайевна, аспирантка. E-mail: alfiram@yandex.ru

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлись образцы серой лесной почвы, искусственно загрязненной жидким нефтешламом в концентрациях 1,4% и 8% масс. Для очистки и детоксикации почв использовали микробный препарат *Универсал*, представляющий собой биомассу углеводородокисляющих актинобактерий *Rhodococcus equi* [1]. Выделение микроскопических грибов проводили по общепринятой методике посева почвенной суспензии на подкисленную агаризованную среду Чапека. Способность грибов утилизировать углеводороды была изучена на среде Бушнелла-Хааса [2]. Сходство микологических сообществ разных образцов почвы оценивали с помощью коэффициента Жаккара. Остаточные углеводороды в почве определяли весовым методом [3].

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента было проведено исследование содержания остаточных нефтепродуктов в рекультивируемой серой лесной почве, загрязненной жидким нефтешламом. За период исследования отмечалось снижение концентрации поллютанта во всех загрязненных и рекультивируемых образцах почвы. В варианте опыта без обработки препаратом снижение содержания нефтяных углеводов связано с активностью аборигенной микробиоты и физико-химическими процессами деградации компонентов нефтешлама (рис. 1). Внесение *Универсала* в данном варианте опыта ускорило разложение нефтяных углеводов в 1,7 раз. Степень деградации нефтяных углеводов в серой лесной почве составляла 66% и 76% в образцах, загрязненных нефтешламом в концентрации 4% и 8% соответственно.

Полученные данные по содержанию нефтяных углеводов подтверждаются проведенными микробиологическими анализами. Активность процессов деградации объясняется деятельностью углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ). При загрязнении почвы нефтешламом в концентрации 4% и более отмечалось повышение численности УОМ в сравнении с образцами почв контрольного варианта опыта, что характеризует способность почвенной системы к разложению данного поллютанта за счет внутреннего потенциала к самовосстановлению. При внесении биопрепарата *Универсал* наблюдалась значительная стимуляция развития УОМ.

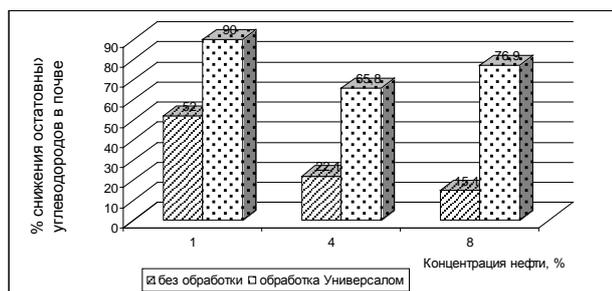


Рис. 1. Степень деградации нефтяных углеводов в черноземе обыкновенном при обработке биопрепаратом

Почвенные микромицеты являются еще одной группой микроорганизмов, устойчивых к действию поллютанта. Они представляют собой одну из основных составляющих микробного сообщества почвы и участвуют в процессах минерализации. Благодаря ферментным системам и способности адекватно реагировать на факторы внешней среды, грибы хорошо выживают, адаптируются и интенсивно размножаются в новых, иногда экстремальных условиях обитания [4]. Загрязнение серой лесной почвы в условиях лабораторного эксперимента при низких и средних концентрациях стимулировало развитие микроскопических грибов на начальных этапах инкубации. Увеличение концентрации поллютанта до 8% приводило к угнетению их развития. Известно, что микромицеты обладают неодинаковой устойчивостью к токсическому действию нефти и продуктов ее переработки и способностью к их утилизации, что может приводить к изменению количественного соотношения видов грибов в загрязненной почве.

Из исследованных почв выделено 43 вида микромицетов. Идентифицированные виды относились к родам *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*. Загрязнение серой лесной почвы нефтешламом оказывало существенное влияние на структуру микробного комплекса, приводило к изменению видового состава микромицетов.

В почве, загрязненной нефтешламом, исчезли чувствительные виды *P. commune*, *P. resticulosum*, *Penicillium albo-aurantium*, *P. terrestris* и др. При загрязнении почвы наблюдалось увеличение видового разнообразия за счет возрастания частоты встречаемости фитотоксичных видов *Aspergillus niger*, *P. canescens*, *P. madriti*, *P. raperi* и *Trichoderma viride*, вероятно, устойчивых к данному типу загрязнения или способных использовать углеводороды нефти в качестве энергетического субстрата. Возрастание концентрации загрязнителя до 8% привело к увеличению количества выделяемых видов за счет появления новых видов – *Aspergillus terreus*, *Aspergillus flavus*, *P. madriti*. *Aspergillus niger* и *P. canescens*, практически не встречавшиеся в незагрязненной почве, становились частыми при загрязнении нефтешламом (4% и 8% загрязнения соответственно). При загрязнении нефтешламом также возрастает частота встречаемости *P. dahleae*, *P. melagrinum*, *P. ochro-chloron*, *P. raperi* и *P. waksmani*.

Было отмечено выпадение чувствительных и развитие нетипичных для фоновой почвы комплексов углеводородокисляющих видов микромицетов. Среди них наибольшей активностью обладали *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. terreus*. Интересно, что среди выделенных наиболее часто встречающихся микромицетов, способных к активному окислению углеводов, большинство относятся к группе потенциальных возбудителей глубоких микозов. Увеличение распространения потенциально патогенных грибов в загрязненной почве может оказать влияние на возможность заболеваний человека оппортунистическими микозами в регионах с развитой нефтедобывающей и нефтехимической промышленностью.

Применение биопрепарата *Универсал* способствовало некоторому снижению плотности *Aspergillus niger*, *P. albo-cinereascens*, *Trichoderma viride* (фитотоксичные виды) в рекультивируемой почве и увеличению частоты встречаемости *P. resticulosum* и *P. simplicissium* (обычные для фонового уровня). Для почв, загрязненных высокими дозами нефтешлама (8%) было характерно доминирование *P. madriti*. Обработка загрязненной почвы биопрепаратом *Универсал* приводила к смене доминанты. Внесение биопрепарата *Универсал* значительно увеличивало численность микромицетов за счет случайных видов *P. canescens*, *P. glabrum*, *P. velutinum* и *Phialophora sp.*, *Paecilomyces variotii*. В целом с учетом пространственной и временной встречаемости применение биопрепарата привело к снижению количества фитотоксичных видов микромицетов (табл. 1).

Таблица 1. Микромицеты серой лесной почвы, загрязненной нефтешламом и рекультивируемой биопрепаратом

Часто встречающиеся виды микромицетов		
контроль	загрязнение нефтешламом	рекультивация биопрепаратом
<i>Penicillium commune</i>	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Aspergillus niger</i> *
<i>P. ochro-chloron</i>	<i>A. flavus</i>	<i>P. albo-cinerascens</i>
<i>P. piscarium</i>	<i>A. fumigatus</i> *	<i>P. canescens</i> *
<i>P. resticulosum</i>	<i>A. terreus</i>	<i>P. chrysogenum</i> *
<i>P. simplicissium</i>	<i>P. albo-cinerascens</i>	<i>P. ochro-chloron</i>
<i>P. stechii</i>	<i>P. canescens</i> *	<i>P. putterillii</i>
	<i>P. lanosom</i> *	<i>P. resticulosum</i>
	<i>P. madriti</i> *	<i>P. simplicissium</i>
	<i>P. raperi</i> *	<i>P. Stechii</i>
		<i>P. tardum</i>

Примечание: * отмечены фитотоксичные виды

Согласно полученным результатам более 30% сходства отмечалось между сообществами микромицетов почвы, загрязненной нефтешламом в концентрации 8% и рекультивированной почвы в той же концентрации загрязнения, а также между ними и рекультивированной почвой с загрязнением 4%. Максимально схожие образцы почв обнаруживалось между сообществами микромицетов фоновой и рекультивированной почвы, загрязненной нефтешламом в концентрации 1%.

Выводы: проведенный мониторинг состояния загрязнено почвы, подвергнутой биочистке с использованием микробного препарата, показал эффективность используемого приема ремедиации в отношении рассматриваемых показателей. Отмечалось увеличение численности микроорганизмов, способных к окислению углеводородов, качественное изменение в микологическом сообществе после об-

работки препаратом приводило к снижению частоты встречаемости или выпадению фитотоксичных и оппортунистических видов микромицетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Маркарова, М.Ю. Опыт применения биопрепарата "Универсал" для рекультивации нефтезагрязненных земель / М.Ю. Маркарова // www.ib.komisc.r/t/ru/ic/vt/04-84/06.html – Вест. Института Биологии Коми НЦТ УрО РАН. 2004. №84.
2. Мифтахова, А.М. Руководство к практическим занятиям по экологии почвенных микромицетов / А.М. Мифтахова, Н.А. Куреева, М.Д. Бакаева. – Уфа, РИЦ БашГУ, 2007. 138 с.
3. McGill, W.W. Determination of oil content of oil contaminated soil / W.W. McGill, M.J. Rowell // *Sci. Tot. Environ.* 1980. V. 14, №3. P. 245-253.
4. Марфенина, О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О.Е. Марфенина. – М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.

MONITORING THE DETOXICATION AND BIOREMEDIATION OF SOIL, POLLUTED BY SLUDGE

© 2012 N.A. Kireeva, A.S. Grigoriady, A.R. Amirova, A.B. Yakupova

Bashkir State University, Ufa

In article results of monitoring the condition of soil polluted by sludge, recultivated by a microbial preparation are presented. Decrease in content of residual hydrocarbons, increase in number of microorganisms capable to oxidize a pollutant is shown. Changes in a mycologic complex are considered, decrease in frequency of occurrence the phytotoxic and opportunistic types of micromycetis in the exemplars of soil subjected to bioremediation is noted.

Key words: gray forest soil, sludge, microbial preparation, mycologic community, hydrocarbon oxidizing activity

Nailya Kireeva, Doctor of Biology, Professor at the Biochemistry and Biotechnology Department. E-mail: vodop@yandex.ru

Anna Grigoriady, Candidate of Biology, Assistant at the Biochemistry and Biotechnology Department. E-mail: nysha111@yandex.ru

Aliya Amirova, Post-graduate Student. E-mail: aliika2007@yandex.ru

Alfira Yakupova, Post-graduate Student. E-mail: alfiram@yandex.ru