

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСОРЦИУМА МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НЕФТЕОТХОДОВ

Коршунова Т.Ю.¹, Логинов О.Н.¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия (450054, Уфа, пр. Октября, 69), e-mail: korshunovaty@mail.ru

В последнее время все больше внимания уделяется микробиологическому методу очистки экосистем. Его преимуществами являются эффективность, экономичность, экологическая чистота и безопасность, технологическая гибкость и возможность многократной обработки «хронических» загрязнений. В статье приведены результаты полевого эксперимента по обезвреживанию 5 тыс. м³ нефтешлама, складированного на территории нефтегазового месторождения Каражанбас (Республика Казахстан) с помощью консорциума микроорганизмов *Ochrobactrum* sp. ИБ ДТ- 5.3/2 и *Acinetobacter* sp. ИБ ДТ-5.1/1. За 90 суток содержание нефтепродуктов в отходе снизилось на 4,99-8,64%, а в контрольной пробе этот показатель составил только 0,39%. На участках, обработанных консорциумом, численность гетеротрофов увеличилась на 2-4 порядка, а углеводородокисляющих бактерий - на 1-2 порядка. В контрольной пробе за время эксперимента концентрация биомассы гетеротрофных и углеводородокисляющих микроорганизмов практически не изменилась. Примененный консорциум микроорганизмов в дальнейшем может служить основой биопрепарата по очистке окружающей среды от нефтезагрязнения.

Ключевые слова: нефтешлам, консорциум микроорганизмов-нефтедеструкторов.

EXPERIENCE OF APPLICATION OF CONSORTIUM OF MICROORGANISMS DESTRUCTORS FOR NEUTRALIZATION OF OIL WASTE

Korshunova T.Y.¹, Loginov O.N.¹

¹Institute of biology Ufa science centre of RAS (450054, Ufa, avenue October, 69), e-mail: korshunovaty@mail.ru

Recently more and more attention is given to a microbiological method of ecosystems cleaning. Its advantages are efficiency, profitability, ecological purity and safety, technological flexibility and possibility of repeated processing of "chronic" pollution, and also wide range of admissible levels of pollution. Results of field experiment on neutralization of 5000 m³ of the oil slime stored in the territory of an oil and gas field Karazhanbas (Republic of Kazakhstan) by means of consortium of microorganisms *Ochrobactrum* sp. ИБ ДТ-5.3/2 and *Acinetobacter* sp. ИБ ДТ-5.1/1. are given. In 90 days the content of oil products in withdrawal decreased by 4,99-8,64% while in control test this indicator made only 0,39%. In the samples processed by consortium, number heterotrophic bacteria increased by 2-4 orders and the microorganisms oxidizing hydrocarbons - by 1-2 orders. In control test during experiment concentration of biomass the heterotrophic bacteria and the microorganisms oxidizing hydrocarbons practically didn't change. The applied consortium of microorganisms can form further a basis of biological product for cleaning of environment of oil pollution.

Keywords: oil slime, consortium of microorganisms-oildestructors.

Введение

Нефтяная промышленность по уровню отрицательного воздействия на окружающую среду занимает одно из первых мест среди ведущих отраслей производства, оказывая интенсивную техногенную нагрузку и нарушая равновесие в экосистемах. В процессе эксплуатации нефтяных месторождений, очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты, при чистке резервуаров и другого оборудования неизбежно образуются нефтешламы - стойкие эмульсии, куда входят нефтепродукты, вода и минеральная часть (песок, глина, ил и т.д.), соотношение которых колеблется в очень широких пределах. Состав шламов может существенно различаться в зависимости от способа добычи сырья, компонентного состава и

физико-химических свойств нефтей, схем переработки, применяемого коагулянта, температуры и др. В основном, они представляют собой тяжелые нефтяные остатки, содержащие в среднем (по массе) 10–56% нефтепродуктов, 30–85% воды, 1,3–46% твердых примесей. Сбор и хранение нефтеотходов, как правило, осуществляется в открытых земляных резервуарах - нефтешламовых амбарах различной конструкции, без какой-либо сортировки и классификации. В шламонакопителях происходят естественные явления – накопление атмосферных осадков, развитие микроорганизмов, протекание окислительных и других реакций, т.е. идет самовосстановление, однако, в связи с наличием большого количества солей и нефтепродуктов при общем недостатке кислорода этот процесс затягивается на десятилетия. Состав нефтяного шлама, депонированного в накопителях в течение нескольких лет, отличается от состава свежего [7]. Со временем эмульсия «стареет», что приводит к ее упрочнению и уплотнению. Легкие фракции испаряются, нефть и нефтепродукты окисляется, смолы переходят в другое качество. Кроме того, происходит попадание в эмульсию твердых примесей. В результате образуются сложные дисперсные системы, которые отличаются значительной устойчивостью к разрушению, что делает задачу их утилизации достаточно сложной.

Отсутствие современных технологий ликвидации и обезвреживания нефтешламов превратило значительное число хранилищ из средства предотвращения загрязнения в угрозу крупномасштабной контаминации компонентов природной среды (почв, подземных и поверхностных вод, атмосферы). К тому же, продукты частичного распада, содержащиеся в накопителях нефти и нефтепродуктов, намного более токсичны и канцерогенны, чем сама нефть [1]. Поэтому, в связи с возрастающими экологическими требованиями проблема создания высокоэффективных и экологически чистых технологий утилизации нефтешламов и ликвидации нефтешламовых амбаров приобретает все большее значение.

Выбор способа переработки нефтяного шлама, в основном, зависит от количества содержащихся в нем нефтепродуктов. Наиболее часто используемые методы обезвреживания этих отходов (термические, физико-химические, химические) недостаточно технологичны, экологически небезопасны, энергоемки и требуют значительных капитальных вложений, поэтому объемы утилизации отстают от объемов образования и к уже накопленным количествам добавляются новые.

Биологический метод обезвреживания является наиболее экологически чистым, но область его применения имеет свои ограничения, связанные с диапазоном активности биопрепаратов, температурой, кислотностью, концентрацией нефтезагрязнения, аэробными условиями. Перспективно использование биотехнологии для утилизации шламов,

образующихся при очистке емкостей и резервуаров от нефтепродуктов, нефтезагрязненной земли и поверхности воды [7].

Целью работы была проверка способности консорциума микроорганизмов-нефтедеструкторов к обезвреживанию нефтяного шлама в ходе полевого эксперимента.

Материал и методы исследования

Газонефтяное месторождение Каражанбас находится на полуострове Бузачи в Республике Казахстан. Оно входит в тройку крупнейших нефтедобывающих предприятий Мангистауской области, в 2012 г. здесь извлекли более двух млн. тонн «чёрного золота» [2]. На его территории находится несколько амбаров-хранилищ, различающихся по площади, объемам депонированных отходов и по концентрации нефтепродуктов в шламе. Обработке консорциумом микроорганизмов-нефтедеструкторов было подвергнуто 5 тыс.м³ нефтешлама, складированного на участке размером 120 п.м на 35 п.м, со средним содержанием нефтепродуктов 10,47%. Уровень загрузки составлял приблизительно 0,40 м. Консорциум был выделен из серой лесной почвы, загрязненной дизельным топливом и состоит из микроорганизмов *Acinetobacter* sp. ИБ ДТ-5.1/1 и *Ochrobactrum* sp. ИБ ДТ-5.3/2 [3]. Он обладает высокой окислительной активностью по отношению к нефтяным углеводородам различного строения, нефти и ее фракциям и хорошо зарекомендовал себя в модельных экспериментах по ремедиации замазученных грунтов с территории нефтеместорождений Жетыбай и Каламкас (Республика Казахстан) [4, 6].

Обработка участка включала следующие стадии:

- отбор и анализ проб на содержание нефтепродуктов;
- вспашка и рыхление;
- внесение удобрений;
- вспашка и рыхление;
- внесение консорциума микроорганизмов;
- полив водой.

В качестве источника доступного азота, фосфора и калия использовали комплексное минеральное удобрение «Азофоска» (NPK) марки 15:15:15 (ОАО "ММУ" г. Мелеуз, Россия, по ТУ 2186-682-00209438-06), которое вносили однократно в количестве 0,26 кг/м³ нефтяного шлама.

Обработку консорциумом проводили один раз в дозе 0,056 кг/м³ нефтеотхода. Для достижения наилучших результатов каждые 5 кг сухой препаративной формы консорциума микроорганизмов и 0,5 кг минерального гранулята («Азофоска» (NPK) марки 15:15:15 (ОАО "ММУ" г. Мелеуз, Россия, по ТУ 2186-682-00209438-06)) разводили в 1000 л технической воды. Суспензию тщательно перемешивали и вносили в нее 1 л дизельного топлива для

обеспечения бездефицитного питания, необходимого для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов.

Вспашку осуществляли трактором «Беларусь». После обработки консорциумом ее производили регулярно 1 раз в неделю на протяжении всего эксперимента.

Климат Мангистауской области относится к резко континентальным, с жарким сухим летом и холодной малоснежной зимой, со значительными амплитудами сезонных и суточных температур. Для него характерна большая сухость воздуха. Осадков выпадает менее 200 мм в год. Поэтому в ходе рекультивации осуществлялся частый полив (через 1-2 дня).

Пробы отбирались методом «конверта» в количестве 1 кг каждая. Для оценки эффективности применения консорциума контролировали степень разложения углеводов в соответствии с ПНД Ф 16.1.41–04 [5].

Численность основных групп микроорганизмов, участвующих в биотрансформации нефтепродуктов, определяли посевом суспензии на агаризованные селективные питательные среды. Для гетеротрофных микроорганизмов - на питательный агар, для углеводородокисляющих бактерий - на среду Раймонда с добавлением дизельного топлива в качестве единственного источника углерода и энергии [8].

Контролем служили пробы нефтешлама, не обработанные консорциумом микроорганизмов.

Продолжительность эксперимента – 90 суток (август-ноябрь).

Результаты и обсуждение

После завершения эксперимента содержание нефтепродуктов в контрольной пробе снизилось только на 0,39%, а в пробах нефтешлама, обработанного консорциумом, произошло уменьшение концентрации загрязнителя на 4,99-8,64% (табл.)

Таблица

Численность гетеротрофных и углеводородокисляющих микроорганизмов и концентрация нефтепродуктов в нефтешламе

Проба	Количество микроорганизмов, КОЕ/г				Содержание нефтепродуктов, %	
	гетеротрофные		углеводородокисляющие		нефтепродуктов, %	
	1 сутки	90 суток	1 сутки	90 суток		
Контроль	$8,1 \cdot 10^4$	$8,5 \cdot 10^4$	$7,9 \cdot 10^3$	$8,4 \cdot 10^3$	10,47	10,08
1	$9,0 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^7$	$9,6 \cdot 10^3$	$8,2 \cdot 10^4$	10,08	4,93
2	$7,1 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^7$	$1,0 \cdot 10^4$	$7,7 \cdot 10^5$	10,32	1,68
3	$7,9 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^4$	9,84	3,84
4	$7,2 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^6$	$8,1 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^4$	9,63	4,64

5	$9,8 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^6$	10,17	4,31
---	------------------	------------------	------------------	------------------	-------	------

Концентрация биомассы как гетеротрофных, так и углеводородокисляющих микроорганизмов в контрольной пробе за время эксперимента практически не изменилась, в то время как в образцах, обработанных консорциумом, численность гетеротрофов увеличилась на 2-4 порядка, а количество углеводородокисляющих бактерий возросло на 1-2 порядка. Не смотря на то, что мероприятия по утилизации нефтеотхода были непродолжительными, начались в самом конце рекультивационного сезона (в середине августа) и длились до глубокой осени при постепенном понижении среднесуточной температуры, а также включали в себя лишь однократное внесение бактерий-нефтедеструкторов, использованный консорциум микроорганизмов *Ochrobactrum* sp. ИБ ДТ-5.3/2 и *Acinetobacter* sp. ИБ ДТ-5.1/1 хорошо зарекомендовал себя при обезвреживании такого труднодоступного субстрата как нефтешлам в сложных погодных-климатических условиях Республики Казахстан.

Выводы

Результаты полевого эксперимента свидетельствуют о том, что консорциум микроорганизмов *Ochrobactrum* sp. ИБ ДТ- 5.3/2 и *Acinetobacter* sp. ИБ ДТ-5.1/1 может применяться в качестве основы биопрепарата для очистки окружающей среды от нефти и продуктов ее переработки.

Список литературы

1. Иванов В.Б. Рекультивация нефтезагрязненных земель: проблемы и перспективы // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: теория, методы, практика: тезисы докл. IV Междунар. научно-практич. Конф. (Нижневартовск, 26-30 окт. 2010 г.).- Нижневартовск: НГГУ, 2010.- С. 87-89.
2. Интернет портал АО НК «КазМунайГаз». URL: http://www.kmg.kz/press/company_news/6772#.UrgtECfXjPI- (дата обращения: 29.11.2013).
3. Логинов О.Н., Султанов И.М., Четвериков С.П., Давлетшин Т.К., Коршунова Т.Ю., Столярова Е.А., Мухаматдьярова С.Р., Кобызева Н.В. Консорциум штаммов микроорганизмов *Acinetobacter* sp. ИБ ДТ-5.1/1 и *Ochrobactrum* sp. ИБ ДТ-5.3/2, используемый для очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов // Заявка на выдачу патента РФ № 2012151289/10 (дата подачи 29.11.2012).
4. Коршунова Т.Ю., Мухаматдьярова С.Р., Логинов О.Н. Консорциум микроорганизмов, окисляющий нефтяные углеводороды // Вестник Башкирского университета.- 2013.- № 3.- С. 734-735.

5. ПНД Ф 16.1.41–04 «Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом». 2004. Портал нормативных документов. URL: [http:// www.OpenGost.ru](http://www.OpenGost.ru)- (дата обращения: 30.11.2012).
- ёб. Четвериков С.П., Валиуллин Э.Г., Гареева Э.Р., Бакаева М.Д., Коршунова Т.Ю., Логинов О.Н. Биоремедиация замазученного грунта с помощью микробиологических препаратов // Вестник Башкирского университета.- 2013.- № 3.- С. 723-725.
7. Юльтимирова И.А. Проблемы утилизации нефтешламов // Электронный портал автономной некоммерческой организации «Международный центр содействия развитию предприятий по переработке нефтешламов». URL: <http://oil-slime.ru/index.php?id=502>- (дата обращения: 25.11.2013).
8. Raymond R.L. Microbial oxidation of n-paraffinic hydrocarbons // Develop. Industr. Microbiol. 1961. V. 2. № 1. P. 23-32.

Рецензенты:

Фархутдинов Р.Г., д.б.н., профессор кафедры биохимии и биотехнологии биологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет», г.Уфа.

Баймиев А.Х., д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной биологии и нанобиотехнологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской академии наук, г.Уфа.