

УДК 579.2/6

Расулзаде З.И.

Республиканская противочумная станция им. С. Имамалиева (Баку)

Гусейнова Л.А., Ахмедова Ф.Р.

Бакинский государственный университет

Мурадов П.З.

Институт микробиологии НАНА (Баку)

**РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ РЕМЕДИАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ
IN SITU ПУТЕМ ИНТРОДУКЦИИ ВЫДЕЛЕННЫХ
ШТАММОВ *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS***

Z. Rasulzade

Imamaliyev Republican Anti-Plague Station (Baku)

L. Huseynova, F. Akhmedova

Baku State University

P. Muradov,

Institute of Microbiology of ANAS (Baku)

**THE RESULTS OF OIL POLLUTED SOILS REMEDIATION IN SITU
BY INTRODUCING THE *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS* CULTURE**

Аннотация. В статье приведены результаты эколого-гигиенических исследований прибрежных зон Апшеронского полуострова, используемых для рекреационных целей. Полученные результаты показали необходимость разработки эффективных мероприятий для сохранности прибрежных полос полуострова и перспективности использования для этого *Rhodococcus erythropolis* выделенных из прибрежных нефтезагрязненных почв.

Ключевые слова: Апшеронский полуостров, прибрежные почвы, *Rhodococcus erythropolis*, санитарно-гигиенические.

Abstract. The article presents the results of the study of ecological and hygienic investigation of the coastal areas of the Absheron peninsula used for recreation purposes. The received results have proved the necessity of effective actions to protect the coastal soils of the peninsula and perspectives of using *Rhodococcus erythropolis* got from the coastal petropolluted ground for this purpose.

Key words: the Absheron peninsula, coastal soils, *Rhodococcus erythropolis*, sanitary hygienic.

Известно, что влияние нефти и нефтепродуктов (НП) на объекты окружающей среды несопоставимо с действием других техногенных факторов, приводящих к губительным последствиям для биосферы [2, 89-91; 7, 904]. Проведенными нами исследованиями установлено [3, 28-30; 4, 9, 19-22], какое разрушительное действие могут оказывать нефтепродукты на биодинамические свойства прибрежных почв, их микробиологические и физико-химические характеристики, что ведёт за собой понижение рекреационной привлекательности прибрежной полосы. В сложившихся условиях применение аборигенных микроорганизмов,

разлагающих нефть и НП, может привести к благоприятным изменениям свойств почв, используемых населением в рекреационных целях.

В прибрежной полосе полуострова, особенно в части ее рекреационного использования, были проведены комплексные эколого-гигиенические исследования. Их цель – эколого-гигиеническая референция загрязненности прибрежной полосы (почва-морская вода) Апшеронского полуострова нефтью и нефтепродуктами, с выявлением особенностей и закономерностей их взаимодействия с почвой. Полученные результаты эксперимента по изучению роста выделенных штаммов микроорганизмов на углеводородах нефти позволили нам предположить эффективность использования выделенной культуры микроорганизмов и в целях рекультивации почв на загрязненном участке – юго-восточной части побережья Апшеронского полуострова провести полевой эксперимент.

Материалы и методы исследований

В ходе экспериментальных исследований осуществлён подбор концентрации нефтепродуктов в жидких и плотных питательных средах для культивирования выделенных бактериальных штаммов в лабораторных условиях. Объектом исследований служили выделенные из нефтезагрязненных почв штаммы микроорганизма *Rhodococcus erythropolis*. Интродукция штаммов проводилась на опытные площадки в наиболее загрязненных нефтепродуктами участках прибрежной

полосы, используемой в рекреационных целях.

Анализ физико-химических, биохимических и микробиологических показателей проводился по общепринятым методам [4; 6].

Результаты исследований

Численность основных физиологических групп микроорганизмов, а также активность ферментов были зафиксированы до начала эксперимента и через 3 месяца (табл. 1). Для сравнения приводятся данные с северо-западного направления Апшеронского полуострова.

Так, общее микробное число (ОМЧ) исследованных почв до начала эксперимента составила $(1,47 \pm 0,05) \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы, численность спорообразующих микроорганизмов $(4,9 \pm 0,05) \cdot 10^4$ КОЕ/г почвы, мицелиальных грибов – $(9,8 \pm 0,08) \cdot 10^3$ КОЕ/г почвы, УОМ – $4,5 \cdot 10^3$ НВЧ кл/г. Активность уреазы составила $28,82 \pm 0,06$ мг CO_2 /г, дегидрогеназы – $0,02 \pm 0,00$ ед. опт. плотности, инвертазы – $0,15 \pm 0,00$ мг. глюкозы/г почвы.

После проведенных рекультивационных мероприятий было отмечено увеличение численности почти всех физиологических групп микроорганизмов в исследуемых почвах. Так, к примеру, наблюдалось значительное повышение общего микробного числа углеводородоразлагающих микроорганизмов (УОМ), спорообразующих, целлюлозолитических, аммонифицирующих, азотфиксирующих микроорганизмов. Численность остальных групп микроорганизмов существенно не по-

Таблица 1

Численность микроорганизмов почвы, отобранных с опытного участка в юго-восточной части Апшеронского полуострова до и после полевого эксперимента

Вариант	ОМЧ, КОЕ/г		УОМ, НВЧ кл/г	
	до внесения	через 3 месяца	до внесения	через 3 месяца
10 м	$3,24 \cdot 10^6$	$2,89 \cdot 10^6$	$9,5 \cdot 10^1$	$2,5 \cdot 10^4$
50 м	$1,39 \cdot 10^6$	$2,61 \cdot 10^6$	$4,5 \cdot 10^1$	$1,5 \cdot 10^4$
100 м	$1,09 \cdot 10^6$	$5,80 \cdot 10^6$	$1,10 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$
СЗ	$2,56 \cdot 10^6 \pm 0,64$		$4,9 \cdot 10^3 \pm 0,91$	

Таблица 2

Ферментативная активность нефтезагрязненных почв почвы, отобранных с опытного участка в юго-восточной части Апшеронского полуострова до и после полевого эксперимента

Вариант	Уреаза, мг CO ₂ /г		Дегидрогеназа, ед. опт. плотности	
	до внесения	через 3 месяца	до внесения	через 3 месяца
10 м	26,95±0,61	36,59±0,9	0,54±0,2	1,11±0,4
50 м	29,15±1,27	38,5±0,8	0,28±0,2	0,58±0,2
100 м	27,65±0,2	33,3±0,3	0,21±0,01	0,26±0,1
СЗ	34,63±0,02		0,92±0,1	

вышалась либо вовсе не изменялась.

Анализ ферментативной активности почв показал, что внесение в нефтезагрязненную почву *Rhodococcus erythropolis* способствовало повышению ферментативной активности почв. Через три месяца после проведенных рекультивационных мероприятий наблюдалось увеличение активности ферментов на всех расстояниях. Хотя в опыте их значения были значительно выше, чем в почвах в относительно чистых почвах северо-восточной части побережья Каспийского моря (табл. 2).

Наибольшее значение активности ферментов наблюдалось в вариантах с интродукцией *Rhodococcus erythropolis* на участки на расстоянии 100 м от уреза воды. Это объясняется, по-видимому, меньшей инсоляцией и отсутствием влияния морской воды. Отмечено значительное увеличение значений всех почвенных ферментов.

Внесение нефтеокисляющих микроорганизмов способствовало стабилизации окислительно-восстановительных процессов, физико-химических свойств почв, увеличению микрофлоры почвы, деструкции углеводородов нефти.

Данные таблицы показывают, что внесение *Rhodococcus erythropolis* в нефтезагрязненную почву оказывает благоприятный эффект на ее состояние. Так, в вариантах на расстоянии 50 и 100 метров от уреза воды наблюдалась максимальная деструкция нефти, процент разрушения составил 68,85% и 62,66% соответственно. Тогда как в остальных вариантах этот показатель варьировал в

диапазоне от 8,33-35,74%. Процент деструкции в контрольном варианте почв составил 5,27%. Полученные данные позволяют говорить об эффективности применения *Rhodococcus erythropolis* при очистке почвы от нефтяного загрязнения.

Изучение динамики роста и развития различных групп микроорганизмов на контрольные площадки биоремедиации позволило установить зависимость структуры микробиоценоза нефтезагрязненных почв в процессе очистки от НП и времени биодеструкции. Зависимость показывает, что на первой фазе деструкции происходит увеличение численности основных групп микроорганизмов, как ответная реакция на поступление новых питательных субстратов. На следующей фазе происходит снижение численности одних групп микроорганизмов (сапрофитов, анаэробов, спорных, актиномицетов), исчезновение (микроскопические грибы) и рост (УОМ) других групп. В процессе снижения НП в почве начинают развиваться все основные группы микроорганизмов, что свидетельствует о снижении токсичности субстрата.

Результаты эксперимента показали, что внесение *Rhodococcus erythropolis* значительно повышают биологическую активность почв, ускоряют процессы биоразложения нефтяных углеводородов, нормализуют ферментативную активность и в более короткие сроки ведут к восстановлению почв до исходного состояния.

Проведенные исследования показали, что эффективность внесения *Rhodococcus eryth-*

ropolis на опытных площадках биоремедиации составила 82-87%. Эти экспериментальные данные согласуются с литературными данными об эффективном использовании аборигенных штаммов микроорганизмов разных родов [1, 140-141; 2, 89-91; 5, 121-129; 7, 904; 8, 335-343].

Таким образом, применение местного выделенного штамма *Rhodococcus erythropolis* можно рекомендовать при ремедиации нефтезагрязненных почв, используемых населением в рекреационных целях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Логинов О.Н., Биккинина А.Г., Силищев Н.Н., Назаров А.М. Новые биопрепараты для рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами // Материалы IV съезда Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова: Пушино, М.: МАКС Пресс, 2006.
2. Назарько М.Д., Щербаков В.Г., Александрова А.В. Перспективы использования микроорганизмов для биодеградации нефтяных загрязнений // Изв. вузов. Пищевая технология, 2004. № 4.
3. Расулзаде З.И., Агаева З.И., Фараджова А.А. Изучение бактерии рода выделенных из нефтезагрязненных почв Апшерона // Мат. Международной конф. по экологии, охране труда и технике безопасности. Баку, 2003.
4. Расулзаде З.И. Меры по улучшению экосистемы "почва-морская вода" в прибрежной полосе Апшеронского полуострова, используемой населением в рекреационных целях (Методические рекомендации). Баку, 2003.
5. Салманов М.А., Велиев М.Г., Бекташи Н.Р., Алиева С.Р. Деградация сырой бакинской нефти и нефтепродуктов микроскопическими грибами // Труды Института микробиологии НАНА. Баку, 2006. Т.3.
6. Яковлев А.С., Шептухов В.Н. и др. Методические рекомендации по выявлению деградированных нефтезагрязненных земель. М., 1995.
7. Breton F., Clapes T., Marques A., Priestley G. The recreational use of beaches and consequences for the development new trends in management: the case of the beaches of the Metropolitan Region of Barcelona (Catalonia, Spain) // Oceanographic Literature Review, 2007. V.44. N 8.
8. Luz A.P., Ciapina E.M.P., Gamba R.C. et al. Potential for bioremediation of hydrocarbon polluted soils in the Maritime Antarctic // Antarctic Science Cambridge University Press, 2006. N 18. Vol.3.
9. Rasulzade Z.I., Gurbanov S.M., Tchounwou P.B. Assesment of oil pollution in soil and sea water ecosystem of Caspian coastal zone in the Apsheron peninsula // First International Symposium on Recent Advances in Environmental Health Research, Mariott Hotel, Jackson, Mississippi, 2004.