УДК 631.423.4:631.895:57.083.12

ВЛИЯНИЕ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОРЕМЕДИАЦИЮ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

[1]Идрисова Д.Т., [1]Мухамедова Н.С., [1]Жумадилова Ж.Ш., [1]Шорабаев Е.Ж., [2]Саданов А.К.

[1]Филиал «Прикладная микробиология» Института микробиологии и вирусологии, Кызылорда, Республика Казахстан, e-mail: imv_pm@mail.ru;

[2]Институт микробиологии и вирусологии, Алматы, Республика Казахстан, e-mail: imv_rk@list.ru

Внесение органоминеральных удобрений в нефтезагрязненную почву месторождения «Акшабулак» Кызылординской области оказывает положительное влияние на микробиологический состав и на ферментативную активность почвы. Установлено, что содержание тяжелых металлов не превышает ориентировочно допустимые концентрации в почве. По градациям Н.К. Балябо исследуемую почву по степени засоленности, можно отнести к слабо сульфатной и хлоридно-сульфатной почве. Изучено содержание нефти в нефтезагрязненной почве месторождения Акшабулак. Исследовано влияние разных доз органо-минеральных удобрений на скорость деструкции нефти в почве. Наибольший процент деструкции нефти наблюдается в варианте с внесением органо-минеральных удобрений (ОМУ-3) и составляет 51,7%. Процесс деструкции нефти в почве контролировали гравиметрическим методом. Выявлено, что внесение в нефтезагрязненную почву ОМУ-3 и проведение агротехнических мероприятий способствует снижению нефти в почве.

Ключевые слова: биоремедиация, нефтяное загрязнение, почва, органо-минеральные удобрения, гравиметрия, микроорганизмы, мелкоделяночный участок

EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS FOR CONTAMINATED SOIL BIOREMEDIATION

[1]Idrisova D.T., [1]Muhamedova N.S., [1]Zhumadilova Z.S., [1]Shorabaev E.Z., [2]Sadanov A.K.

[1]Branch «Applied microbiology» of Institute of Microbiology and Virology, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan, e-mail: imv_pm@mail.ru

[2] Institute of Microbiology and Virology, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: imv_rk@list.ru

Adding organic fertilizers in the oily soil deposits «Akshabulak» Kyzylorda region has a positive effect on the microbial composition and enzymatic activity of the soil. The content of heavy metals does not exceed approximately allowable concentrations in the soil. By gradations NK Balyabo investigated by soil salinity, can be attributed to weak sulfate and chloride-sulfate soil. The content of oil in the oil-polluted soil Akshabulak. The influence of different doses of organic fertilizers on the rate of oil degradation in soil. The highest percentage of oil degradation is observed in the variant with the introduction of organic fertilizers (OMF-3) and of 51,7%. The process of oil degradation in soil was monitored by gravimetric method. Revealed that the introduction of oil-contaminated soils OMF-3 and conducting agricultural activities helps to reduce oil in the soil.

Keywords: bioremediation, oil pollution, soil, organic fertilizer, gravimeter, microorganisms, small plot of land

В почвах каждой климатической зоны формируется микробоценоз, обладающий различной активностью трансформации углеводородов. Из-за наличия обширной территории в Республике Казахстан не могут быть разработаны единые рекомендации для всех районов по защите и рекультивации земель, нарушенных при нефтедобыче и транспортировке нефти. Эффективность мероприятий, направленных на восстановление земель, для каждого ландшафтно-геохимического района возможна только с учетом природных механизмов самоочищения – факторов, ускоряющих этот процесс, количественных и качественных критериев, характеризующих разные стадии изменения нефти, почв, растительности, а также скорости восстановления последних. От данных факторов зависит правильная оценка экологического ущерба, вопросы нормирования нефтезагрязнений и расчет объемов работ по ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов [5]. Наиболее оптимальным показателем устойчивости почв к нефтяным загрязнениям является состояние микробных сообществ. Показано, что при загрязнении почв нефтью происходит адаптация и перестройка функциональной структуры почвенного микробного сообщества [1].

Ускорить очистку почв с помощью нефтеокисляющих микроорганизмов возможно несколькими способами: активизацией метаболической активности естественного микробоценоза путем изменения водно-воздушных условий почвы и её питательного режима (агротехнические приемы); подготовкой и внесением активных нефтеокисляющих микроорганизмов, удобрений в загрязненные почвы [2].

Цель исследования. Целью исследования является изучение процессов

биоремедиации нефтезагрязненной почвы до и после внесения органоминеральных удобрений и проведении агротехнических мероприятий на нефтезагрязненную почву месторождения «Акшабулак» Кызылординской области.

Материалы и методы исследования

Мелкоделяночные опыты проводились на полигоне Товарищества с ограниченной ответственностью «К-Курылыс» Кызылординской области. Объектами исследований являлись искусственно загрязненные нефтью почвы месторождения «Акшабулак». В контрольном варианте использовали загрязненную почву (без внесения удобрений). Ферментативную активность почв определяли методами почвенной энзимологии [8]. Содержание нефти в почве определяли гравиметрическим методом [6]. Исходное содержание нефти определяли в аккредитованной лаборатории Центра физико-химических методов исследований и анализа Казахского национального университета им. аль-Фараби.

Результаты исследования и их обсуждение

В полевых условиях на нефтезагрязненную почву были внесены органо-минеральные удобрения ОМУ-1 (навоз – 1,60 кг, птичий помет – 0,16 кг, нитроаммофоска – 13 г, аммиачная селитра – 6,5 г), ОМУ-2 (навоз – 2,50 кг, птичий помет – 0,25 кг, нитроаммофоска – 20 г, аммиачная селитра – 10 г) и ОМУ-3 (навоз – 3,30 кг, птичий помет – 0,33 кг, нитроаммофоска – 26 г, аммиачная селитра – 13 г) на 4 м^2. На экспериментальном участке исходное содержание нефти составляет 30,95 г/кг.

Таблица 1

Влияние органо-минеральных удобрений на содержание нефти в почве экспериментального участка

Наименование участка	Исходное содержание нефти, г/кг	Содержание нефти, г/кг (1 месяц)	Процент деструкции нефти, % (1 месяц)	Содержание нефти, г/кг (2 месяц)	Процент деструкции нефти, % (2 месяц)	Содержание нефти, г/кг (3 месяц)	Процент деструкции нефти, % (3 месяц)
Контроль (загрязненная почва)	30,95	29,6	4,36	26	15,9	23,7	23,42
Загр. почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ-1)		24,8	19,8	20	35,3	17,96	41,9
Загр. почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ-2)		23,7	23,4	17,7	42,8	16,4	47,01
Загр. почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ-3)		23,3	24,71	16,6	46,3	14,92	51,7

По результатам проведенных исследований, найдено, что через 3 месяца в почве контрольного варианта содержание нефти снижается на 23,42%, наибольший процент деструкции нефти наблюдается в варианте ОМУ-3 и составляет 51,7%. Также было определены содержание тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd) в почве полевого эксперимента вначале и по истечении 4 месяцев после внесения органо-минеральных удобрений. Результаты исследований представлены в табл. 2 и 3.

Как видно из табл. 2, в почвенных образцах были выявлены гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, тогда как карбонаты не обнаружены, это доказывает, что исследуемая почва не относится к кислым почвам, pH-7,4. Содержание тяжелых металлов не превышает ориентировочно допустимые концентрации в почве. По градациям Н.К. Балябо, исследуемую почву по степени засоленности, можно отнести к слабо сульфатной и хлоридно-сульфатной почве [4].

Проведен микробиологический анализ отобранных проб почвы до закладки полевого эксперимента. Численность микроорганизмов экспериментального участка до внесения органо-минеральных удобрений ОМЧ – $4,3 \pm 0,7 \times 10^5$ КОЕ/г, спорообразующие микроорганизмы $2,8 \pm 0,6 \times 10^4$ КОЕ/г, мицелиальные грибы $1,7 \pm 0,5 \times 10^3$ КОЕ/г, актиномицеты – $1,6 \pm 1,4 \times 10^4$ КОЕ/г, олиготрофные микроорганизмы – $1,5 \pm 0,4 \times 10^5$ КОЕ/г,

УОМ – $8,0 \pm 0,3 \times 10^3$ КОЕ/г,

Таблица 2

Исходные агрохимические показатели и содержание тяжелых металлов в исследуемых почвах

Наименование пробы	HCO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	Cl^-	Zn	Cd	Pb
	ммоль/100 г почвы%				мг/кг		
Контроль (загрязненная почва)	0,30 / 0,0183	н/о	0,33 / 0,110	0,123 / 0,004	0,20	0,58	10,88
Загр.почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ1)	0,40 / 0,0244	н/о	0,50 / 0,024	0,185 / 0,007	0,54	0,61	13,73
Загр.почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ2)	0,40 / 0,0244	н/о	1,40 / 0,067	0,209 / 0,008	1,28	0,95	9,55
Загр.почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ3)	0,40 / 0,0244	н/о	0,30 / 0,114	0,062 / 0,002	2,17	0,47	4,60

Таблица 3

Конечные агрохимические показатели и содержание тяжелых металлов в исследуемых почвах

Наименование пробы	HCO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	Cl^-	Zn	Cd	Pb
	ммоль/100г почвы/%к				мг/кг		
Контроль (загрязненная почва)	0,18 / 0,011	н/о	0,53 / 0,025	0,42 / 0,015	16,2	0,06	3,04
Загр.почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ1)	0,20 / 0,012	н/о	0,41 / 0,020	0,32 / 0,011	15,7	0,06	2,97
Загр.почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ2)	0,28 / 0,017	н/о	0,48 / 0,023	0,36 / 0,012	21,7	0,07	3,70
Загр.почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ3)	0,24 / 0,015	н/о	0,51 / 0,024	0,53 / 0,019	22,6	0,06	3,65

По результатам агрохимического анализа, карбонаты не обнаружены, были выявлены гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды. В контрольном варианте содержание гидрокарбонатов, хлоридов и сульфатов составляет 0,18/0,011, 0,42/0,015 и 0,53/0,025 ммоль/100 г почвы/%, соответственно. Содержание тяжелых металлов в почве не превышают ПДК [7]. В опытных вариантах наибольшее содержание гидрокарбонатов отмечено в варианте с внесением органо-минеральных удобрений ОМУ-3 и составляет 0,51/0,024 ммоль/100 г почвы/%.

Разложение нефти и нефтепродуктов в почве в естественных условиях – процесс биохимический. Интенсивность деградации нефти находится в прямой зависимости от ферментативной активности почвы, общего количества почвенной микрофлоры и ее физиологической активности [3]. По степени обогащенности ферментами почву месторождения «Акшабулак» можно отнести к очень бедным. Повышение ферментативной активности наблюдается через 4 месяца после внесения органоминеральных удобрений. Результаты исследований представлены в табл. 4.

До закладки полевого опыта уреазная активность почвы не проявляется, а дегидрогеназная активность составляет 0,085 мг ТФФ/10 г/24 ч. Внесение органоминеральных удобрений способствует значительному повышению активности изучаемых ферментов. Через 4 месяца в опытных вариантах активность дегидрогеназы составляет 0,61–0,804 мг ТФФ/10 г/24 ч, а уреазы – 0,225–0,91 CO_2 в мл.

Таблица 4

Ферментативная активность почв экспериментального участка

Варианты опыта	Дегидрогеназа, (мг ТФФ/10 г/24 ч)	Уреаза, CO_2 в мл
До внесения органо-минеральных удобрений		
Контроль (загрязненная почва)	0,085	0
через 4 месяца		
Фон (незагрязненная почва)	0,131	0,66
Контроль (загрязненная почва)	0,124	0,155
Загр. почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ-1)	0,685	0,91
Загр. почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ-2)	0,804	0,225
Загр. почва + органо-минеральные удобрения (ОМУ-3)	0,61	0,78

Исследования общей микробной численности показали, что после одного месяца при внесении ОМУ наблюдается увеличение на порядок количества спорообразующих бактерий и мицелиальных грибов во всех опытных вариантах. Численность актиномицетов при внесении ОМУ-1 и ОМУ-2 повышается на порядок, а с использованием ОМУ-3 – на 2 порядка. Содержание углеводородокисляющих микроорганизмов превышает исходные показатели на 2–3 порядка. Через 3 месяца в экспериментальных образцах заметных изменений в численности исследуемых групп микроорганизмов не происходит. Исключение составляют углеводородокисляющие микроорганизмы, количество которых возрастает на порядок.

Выводы

Таким образом, по результатам полевых исследований, показано, что наибольший процент деструкции нефти наблюдается в варианте с внесением ОМУ-3 и составляет 51,7%. Численность основных групп почвенных микроорганизмов возрастает на 1–3 порядка, ферментативная активность почвы увеличивается по сравнению с контрольным участком. Найдено, что содержание тяжелых металлов не превышает ориентировочно допустимые концентрации.

Список литературы

1. Биологическая рекультивация почв, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами с помощью гуминовых препаратов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://org.projects.show (дата обращения: 05.08.14).

2. Большая Энциклопедия Нефти и Газа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ngpedia.ru (дата обращения: 05.08.14).

3. Егорова Н.С. Практикум по микробиологии. – М.: Изд-во МГУ, – 1976. – 307 с.

4. Елемесов Ж.Е., Калдыбаев С.К., Мухаметкаримов К.М., Ошакбаева Ж.О., Кекилбаева Г.Р. Практикум по почвоведению. – Алматы: Изд-во «Аграрный университет», 2012. – С. 78–79.

5. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 126 с.

6. РД 52.18.647-2003. Методические указания. Определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом.

7. СТ РК ИСО 11047-2008. Качество почвы. Определение содержания кадмия, хрома, кобальта, меди, свинца, марганца, никеля и цинка в экстрактах почвы в царской водке. Спектрометрические методы атомной абсорбции в пламени и с электротермическим распылением.

8. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005. – 252 с.

References

1. Biologicheskaja rekul'tivacija pochv, zagrjaznjonnyh neft'ju i nefteproduktami s pomoshh'ju guminovyh preparatov. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://org.projects.show (data obrashhenija: 05.08.14).

2. Bol'shaja Jenciklopedija Nefti Gaza. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.ngpedia.ru (data obrashhenija: 05.08.14).

3. Egorova N.S. Praktikum po mikrobiologii. M.: Izd-vo MGU, 1976. 307 p.

4. Elemesov Zh.E., Kaldybaev S.K., Muhametkarimov K.M., Oshakbaeva Zh.O., Kekilbaeva G.R. Praktikum po pochvovedeniju. Almaty: Izd-vo «Agrarnyi universitet», 2012. pp. 78–79.

5. Zvjagincev D.G., Bab'eva I.P., Zenova G.M. Biologija pochv. M.: Izd-vo MGU, 2005. 126 p.

6. RD 52.18.647-2003. Metodicheskie ukazanija. Opredelenie massovoj doli nefteproduktov v pochvah. Metodika vypolnenija izmerenij gravimetricheskim metodom.

7. ST RK ISO 11047-2008. Kachestvo pochvy. Opredelenie soderzhanija kadmija, hroma, kobal'ta, medi, svinca, marganca, nikelja i cinka v jekstraktah pochvy v carskoj vodke. Spektrometricheskie metody atomnoj absorbcii v plameni i s jelektrotermicheskim raspyleniem.

8. Haziev F.H. Metody pochvennoj jenzimologii. M.: Nauka, 2005. 252 p.

Рецензенты:

Ибадуллаева С.Ж., д.б.н., профессор кафедры «Биология и георграфия» Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата, г. Кызылорда;

Нургызарынов А.М., д.с-х.н., профессор кафедры «Химия и экология» Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата, г. Кызылорда.

Работа поступила в редакцию 02.09.2014.