

Е. А. ОЛЕЙНИКОВА, Т. В. КУЗНЕЦОВА,

Б. А. КУЛНАЗАРОВ, А. А. КУРМАНБАЕВ, С. А. АЙТКЕЛЬДИЕВА

(РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, г. Алматы)

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТИМУЛЯЦИИ
ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ И РЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ
ПОЧВЫ КОМПОСТИРОВАНИЕМ
В УСЛОВИЯХ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Аннотация. Проведена очистка нефтезагрязненной почвы методом компостирования. Показана эффективность подобранных условий культивирования для улучшения темпов стимуляции почвенной микрофлоры и процессов самоочищения почвы, эффективность компостирования в буртах в условиях Кызылординской области.

Ключевые слова: компостирование, очистка почвы, нефтеструкторы, почвенная микрофлора.

Тірек сөздер: компостирлеу, топырақты тазалау, мұнайдеструкторы, топырақ микрофлорасы.

Keywords: composting, soil purification, oil destructors, soil microflora.

Попадание нефтепродуктов в почву при добыче и транспортировке нефти вызывает сильные и частично необратимые повреждения биогеоценозов. Очистку почвы от нефтезагрязнений проводят с помощью активизации почвенной микрофлоры созданием для нее благоприятных условий жизнедеятельности, а также с помощью специально выделенных и подготовленных штаммов микроорганизмов, способных к эффективному разложению углеводородов нефти. Считается [1], что использование штаммов-деструкторов наиболее эффективно в северных регионах с коротким периодом положительных температур.

Природные и погодные условия Казахстана позволяют проводить ремедиацию нефтезагрязнений без участия специально подготовленных микроорганизмов, однако проблема очищения нефтезагрязнений усугубляется повышенным содержанием солей и низкой долей гумуса в казахстанских почвах, такие почвы слабо подвержены самоочищению.

Очистка почвы с высокой степенью загрязнения обычно производится с извлечением загрязненных грунтов. Исследования ученых многих стран посвящены биоремедиации нефтезагрязненных почв методом компостирования [2-7].

Ранее [8] нами была показана эффективность очистки почвы из окрестностей месторождения «Кумколь» Кызылординской области, загрязненной нефтью до 10%, в модельном компостировании в сосудах с добавлением пшеничной соломы и минеральных солей, были подобраны оптимальные минеральные добавки и их концентрации, выявлена наиболее подходящая доза разрыхлителя (пшеничной соломы). Однако значительная потеря нефти приходилась на долю выветривания, особенно при усиленной аэрации.

Целью данной работы была проверка полученных в результате лабораторных экспериментов данных в полевых условиях при компостировании нефтезагрязненных почв в условиях Кызылординской области, а также определение темпов стимуляции почвенной микрофлоры и процессов самоочищения почвы при отсутствии выветривания нефти в окружающую среду.

Материалы и методы исследования

Для проведения полевого эксперимента почву загрязняли искусственно. В каждый бурт по 80 кг почвы вносили по 4 л нефти. В опытные варианты внесено по 1 кг аммофоса и 0,4 кг аммиачной селитры. В один из вариантов опыта добавлена измельченная рисовая солома в количестве 0,4 кг, в другой вариант внесено такое же количество рисовой шелухи. Почву увлажняли до 60% от максимальной влагоемкости, тщательно перемешивали и закрывали пленкой, чтобы избежать выветривания нефти в окружающую среду. Аэрировали бурты перемешиванием один раз в месяц. Контрольный бурт оставлен под пленкой без увлажнения, аэрации и добавок. Определение степени нефтезагрязнения и микробный мониторинг почвы проводили через 1 и 2 месяца после постановки эксперимента. Остаточное содержание углеводородов нефти определяли с помощью гравиметрии последовательным промыванием проб гексаном и хлороформом. Для определения численности микроорганизмов навеску почвы массой 10 г встряхивали в 100 мл стерильной водопроводной воды в течение 10 минут. Из полученной суспензии готовили разведения и высевали в трех повторностях на среды МПА, Чапека, Гаузе и Ворта. Численность культур бактерий, обладающих повышенной нефтеокисляющей активностью, определяли методом пятикратных разведений на среде Ворошиловой-Диановой с добавлением 1% нефти.

Результаты и обсуждение

Поставлен эксперимент по полевому компостированию нефтезагрязненной почвы в буртах. Взяты образцы загрязненной почвы, проведен микробный мониторинг. Общее количество сапро-трофных микроорганизмов в исходной загрязненной почве составило $(1,5 \pm 0,1) \cdot 10^7$ КОЕ/г, преобладали непигментированные формы с доминированием 2-3 видов, пигментированные формы единичны (рисунок 1).



Рисунок 1 – Бактериальный пейзаж исходной нефтезагрязненной почвы

Мицелиальные грибы содержались в почве в количестве $(1,5 \pm 0,3) \times 10^3$ КОЕ/г, дрожжи единичны, актиномицеты не выявлены.

Через 1 месяц после постановки полевого компостирования взяты образцы почвы с буртов для анализа. Содержание нефти составило в контроле 49 г в 1 кг нефтезагрязненной почвы, в вариантах опыта с рисовой соломой и рисовой шелухой 28 и 24 г соответственно, т.е. содержание нефти снизилось на 43-51%.

Дрожжи и актиномицеты не были выявлены ни в одном из образцов как в контрольном, так и опытных. Количество мицелиальных грибов в контрольной почве снизилось в 2,5 раза. В опытных вариантах численность грибковых микроорганизмов, напротив, возросла почти на один-два порядка и достигла $(1,1 \pm 0,1) \cdot 10^5$ КОЕ/г в опыте с рисовой соломой и $(5,1 \pm 0,5) \cdot 10^4$ КОЕ/г в варианте с рисовой шелухой.

Во всех образцах преобладали бактериальные микроорганизмы. В контроле уровень бактерий несколько снизился по сравнению с исходным и составил $(6,5 \pm 1,3) \cdot 10^6$ КОЕ/г. Содержание бактериальных микроорганизмов в опытных образцах выше, чем в контроле, на два порядка: $(6,5-8,0) \cdot 10^8$ КОЕ/г.

Характерна смена доминирующих микроорганизмов в опытных вариантах. Если в контрольном варианте пигментированные колонии образуют лишь единичные бактерии (рисунок 2), то в опытных образцах уровень пигментированных форм возрос в несколько раз (рисунок 3).

Таким образом, в результате постановки полевого эксперимента была показана эффективность компостирования нефтезагрязнений в буртах в условиях Кызылординской области. Через 1 месяц после постановки полевого компостирования с добавкой минеральных удобрений, поддержанием оптимального уровня влажности и внесением разрыхлителей из отходов рисоводства (рисовой шелухи и рисовой соломы) содержание нефти снизилось с 5% до 2,4-2,8%, активизировалась бактериальная и грибная микрофлора почвы, через 2 месяца уровень нефти упал до 2,0-2,3%, выделенные при компостировании культуры бактерий из опытных образцов обладают нефтеокисляющей активностью.

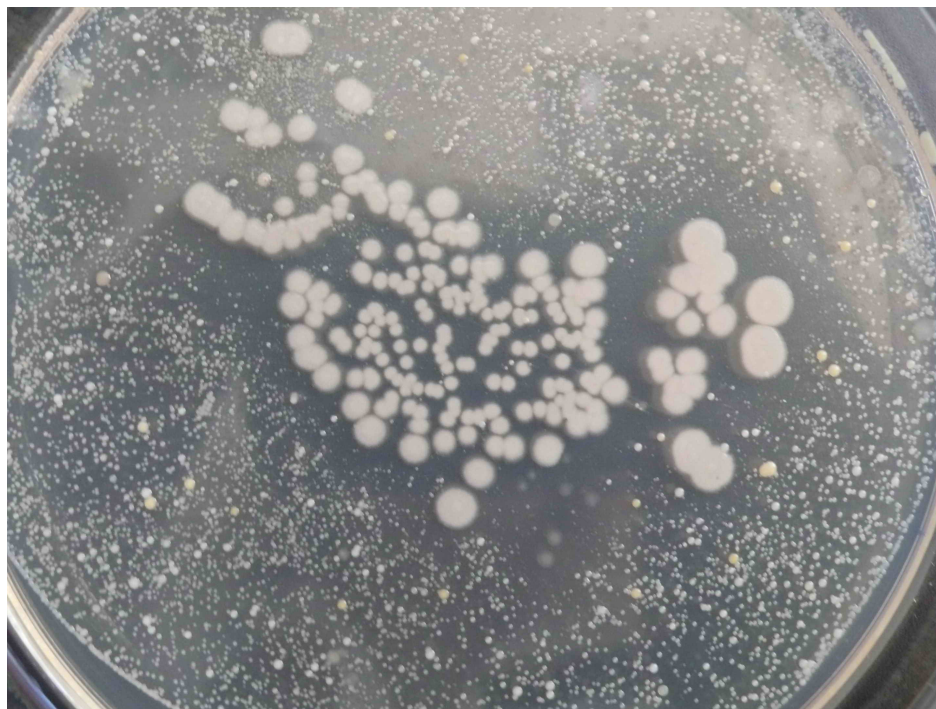


Рисунок 2 – Бактериальная микрофлора контрольного образца через 1 месяц



Рисунок 3 – Бактериальная микрофлора опытных образцов компостируемой почвы через 1 месяц

В результате полученных данных проведенного исследования выявлено, что процессы само-очистки почвы при отсутствии выветривания нефти в окружающую среду эффективны в полевых условиях при компостировании нефтезагрязненных почв в условиях Кызылординской области.

ЛИТЕРАТУРА

1 Голодяев Г.П., Костенков Н.М., Оздобихин В.И. Биоремедиация нефтезагрязненных почв методом компостирования // Почвоведение. – 2009. – № 8. – С. 996-1006.

2 [Jørgensen K.S.](#), [Puustinen J.](#), [Suortti A.-M.](#) Bioremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soil by composting in biopiles // [Environmental Pollution](#). – 2000. – [Vol. 107, N 2](#). – P. 245-254.

3 [Wei Ouyang](#), [Hong Liu](#), [V. Murygina](#), [Yongyong Yu](#), [Zengde Xiu](#), [S. Kalyuzhnyi](#). Comparison of bio-augmentation and composting for remediation of oily sludge: A field-scale study in China // [Process Biochemistry](#). – 2005. – [Vol. 40, N. 12](#). – P. 3763-3768.

4 [Godoy-Faúndez A.](#), [Antizar-Ladislao B.](#), [Reyes-Bozo L.](#), [Camaño A.](#), [Sáez-Navarrete C.](#). Bioremediation of contaminated mixtures of desert mining soil and sawdust with fuel oil by aerated in-vessel composting in the Atacama Region (Chile) // [Journal of Hazardous Materials](#). – 2008. – [Vol. 151, N 2–3](#). – P. 649-657.

5 Кочергин И.Е., Ознобихин В.И., Савельев А.В., Кереев В.О. Опыт биоремедиации нефтезагрязненной почвы в рамках полевого эксперимента в условиях Северного Сахалина // Экологический мониторинг. Полевые исследования. Сб. статей РЭА. – 2009. – № 1. – С. 84-96.

6 [Wu T.](#), [Crapper M.](#) A computational fluid dynamics based model of the ex-situ remediation of hydrocarbon contaminated soils // [Desalination](#). – 2009. – [Vol. 248, N. 1–3](#). – P. 262-270.

7 [Wang X.](#), [Wang Q.](#), [Wang Sh.](#), [Li F.](#), [Guo G.](#) Effect of biostimulation on community level physiological profiles of micro-organisms in field-scale biopiles composed of aged oil sludge // [Bioresource Technology](#). – 2012. – [Vol. 111](#). – P. 308-315.

8 Олейникова Е.А., Кузнецова Т.В., Райымбекова Л.Т., Айткельдиева С.А., Курманбаев А.А., Файзулина Э.Р. Оценка эффективности стимуляции почвенной микрофлоры и самоочищения нефтезагрязненных почв в модельных экспериментах при компостировании в буртах // Сб. трудов Междун. ууаучн.-практ. конф., посв. 100-летию акад. Х. Ж. Жума-това «Актуальные проблемы микробиологии и вирусологии». – Алматы, 2012. – С. 139-141.

REFERENCES

1 Golodjaev G.P., Kostenkov N.M., Oznobihin V.I. *Bioremediacija neftezagrijaznennyh pochv metodom kompostirovanija*. *Pochvovedenie*. **2009**, №8, S. 996-1006 (in Russ).

2 [Jørgensen K.S.](#), [Puustinen J.](#), [Suortti A.-M.](#) *Bioremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soil by composting in biopiles*. [Environmental Pollution](#). **2000**, [V. 107, №2](#), P. 245–254 (in Eng).

3 [Wei Ouyang](#), [Hong Liu](#), [V. Murygina](#), [Yongyong Yu](#), [Zengde Xiu](#), [S. Kalyuzhnyi](#). *Comparison of bio-augmentation and composting for remediation of oily sludge: A field-scale study in China*. [Process Biochemistry](#). **2005**, [V. 40, №12](#), P. 3763–3768 (in Eng).

4 [Godoy-Faúndez A.](#), [Antizar-Ladislao B.](#), [Reyes-Bozo L.](#), [Camaño A.](#), [Sáez-Navarrete C.](#) *Bioremediation of contaminated mixtures of desert mining soil and sawdust with fuel oil by aerated in-vessel composting in the Atacama Region (Chile)*. [Journal of Hazardous Materials](#). **2008**, [V. 151, N 2–3](#), P. 649–657(in Eng).

5 Kochergin I.E., Oznobihin V.I., Savel'ev A.V., Kereev V.O. *Opyt bioremediacii neftezagrjaznennoj pochvy v ramkah polevogo jeksperimenta v uslovijah Severnogo Sahalina. Jekologicheskij monitoring. Polevye issledovanija. Sb. statej RJeA. 2009, №1. S. 84-96 (in Russ).*

6 [Wu T.](#), [Crapper M. A.](#) *Computational fluid dynamics based model of the ex-situ remediation of hydrocarbon contaminated soils. [Desalination. 2009, V. 248, N. 1-3](#), P. 262-270 (in Eng).*

7 [X. Wang](#), [Q. Wang](#), [Sh. Wang](#), [F. Li](#), [G. Guo](#). *Effect of biostimulation on community level physiological profiles of microorganisms in field-scale biopiles composed of aged oil sludge. [Bioresource Technology. 2012, V. 111](#), P. 308-315 (in Eng).*

8 Olejnikova E.A., Kuznecova T.V., Rajymbekova L.T., Ajtkel'dieva S.A., Kurmanbaev A.A., Fajzulina Je.R. *Ocenka jeffektivnosti stimuljacii pochvennoj mikroflory i samoochishhenija neftezagrjaznennoj pochvy v model'nyh jeksperimentah pri kompostirovanii v burtah. Sb. trudov Mezhdun. Nauchn.-prakt. konf., posv. 100-letiju akademika H.Zh. Zhumatova «Aktual'nye problemy mikrobiologii i virusologii». Almaty, 2012, S. 139-141 (in Russ).*

Резюме

Е. А. Олейникова, Т. В. Кузнецова, Б. А. Құлназаров, А. А. Құрманбаев, С. А. Айткелдиева

(ҚР БЖҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты» РМК, Алматы қ.)

ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫНДА ТОПЫРАҚ МИКРОФЛОРАСЫНЫҢ БЕЛСЕНДЕНДІРУ ӘСЕРЛІГІНЕ ЖӘНЕ МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚ РЕМЕДИАЦИЯСЫНЫҢ КОМПОСТИРЛЕУІНЕ БАҒА БЕРУ

Мұнаймен ластанған топырақты компостирлеу әдісімен тазалау жұмыстары жүргізілді. Топырақ микро-флорасын белсендендіру деңгейлерін жақсарту мақсатында қолданған өсіру жағдайларының әсерлігі көрсетілген. Қызылорда облысының жағдайында бұрттарда компостирлеу әсерлігі дәлелденген.

Тірек сөздер: компостирлеу, топырақты тазалау, мұнайдефекторы, топырақ микрофлорасы.

Summary

Y. A. Oleynikova, T. V. Kuznetsova, B. A. Kulnazarov, A. A. Kurmanbaev, S. A. Aytgeldieva

(«Institute of microbiology and virology» CS MES RK, Almaty)

EVALUATION OF SOIL STIMULATION BY MICROFLORA AND REMEDIATION
OF OIL POLLUTIONS SOIL COMPOSTING CONDITIONS OF KYZYLORDA REGION

Cleaning of oil-contaminated soil by composting. The efficiency of the chosen culture conditions to improve the rate of stimulation of soil microflora and soil processes of self-purification. The efficiency of composting in piles in Kyzyl-Orda region.

Keywords: composting, soil purification, oil destructors, soil microflora.

Поступила 04.09.2013 г.