

А. К. САДАНОВ¹, У. Р. ИДРИСОВА², Т. Б. МУСАЛДИНОВ², О. Н. АУЭЗОВА²,
С. А. АЙТКЕЛЬДИЕВА¹, Д. Ж. ИДРИСОВА², Н. С. АШЫКБАЕВ², Ж. М. КАБДЕНОВ²

¹РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,
²ТОО «Таза Су», Алматы, Казахстан. E-mail: taza-su@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕОЛИТА С ОРГАНИЧЕСКИМИ И МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ НА ОЧИСТКУ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЫ

Аннотация. Исследования показали, что внесение цеолита, биовермикомпоста и азотных удобрений в нефтезагрязненную почву благоприятно влияет на спонтанную микрофлору: значительно увеличивается доля гетеротрофных бактерий, актиномицетов и углеводородоксилирующих микроорганизмов. Самая значительная убыль нефти отмечена в варианте с добавлением биовермикомпоста 6,0 т/га и цеолита 7,5 т /га и составила 63,3%. При этих же условиях зафиксирована максимальная каталазная и дегидрогеназная активность.

Ключевые слова: нефтезагрязненная почва, цеолит, биовермикомпост, азотные удобрения, спонтанная микрофлора.

Тірек сөздер: мұнаймен ластанған топырақ, цеолит, биовермикомпост, азот тыңайтқыштары, спонтанды микрофлора.

Keywords: oil-polluted soil, zeolite, biovermikompost, nitrogen fertilizers, spontaneous microflora.

Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами ведет к серьезным нарушениям природных экосистем. Высокая адсорбирующая способность почвы приводит к тому, что нефть длительное время сохраняется в ней. При этом угнетаются естественные микробиоценозы, снижается плодородие почвы, гибнет растительный и животный мир. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что несмотря на самые высокие требования, предъявляемые к надежности, и большие затраты на техническое обслуживание, безопасная эксплуатация нефтедобывающего и перегонного оборудования практически невозможна. В связи с этим необходимо разрабатывать максимально безопасные способы ликвидации последствий нефтехимического загрязнения в почве. Применяемые механические, физические и химические методы очистки не являются достаточно эффективными, поэтому в настоящее время большое внимание уделяется биоремедиационным способам очистки нефтезагрязненных почв.

В последнее время повышенный интерес вызывает использование цеолитов в биоремедиации нефтезагрязненной почвы. Цеолитно-микробиологическая очистка почв и грунтов от загрязнений нефтью и нефтепродуктами не оказывает отрицательного воздействия на компоненты окружающей среды, так как в технологии используется экологически чистый, нетоксичный материал – цеолит [1, 2].

Целью исследования являлось изучение влияния цеолита, биовермикомпоста и азотных удобрений на спонтанную почвенную микрофлору, а также на степень очистки почвы от нефти.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований служила почва нефтегазового месторождения Кумколь, которая классифицируется как серо-бурая пустынная и цеолит Чанканайского месторождения с размером частиц до 2 мм.

Для изучения влияния цеолита совместно с органическими и минеральными добавками на очистку нефтезагрязненной почвы был поставлен модельный эксперимент. Согласно схеме опыта в почву добавляли цеолит, биовермикомпост и азотные удобрения. Концентрация нефтяного загрязнения составляла 5% по объему. Контролями служила чистая почва и почва загрязненная нефтью, но без цеолита. Опыт был проведен в 3-х кратной повторности. Через 2 месяца определяли численность основных групп микроорганизмов: количество гетеротрофных и спорообразующих бактерий – на среде РПА, актиномицетов и бактерий, потребляющих минеральные формы азота на

КАА, мицелиальных грибов на среде Чапека [3]. Количество микроорганизмов выражали как число КОЕ на 1 г почвенного субстрата [4]. Угледородокисляющую микрофлору учитывали на среде Ворошиловой-Диановой (ВД), где в качестве источника углерода и энергии использовали нефть м. Кумколь в количестве 1%. Попутно определяли каталазную и дегидрогеназную активность [5], а также количественную убыль нефти методом ГЖХ.

Результаты и обсуждение

Изученные группы микроорганизмов являются основными продуцентами биологически активных веществ и играют важную роль в почвенных процессах. Динамика численности спонтанной микрофлоры под воздействием цеолита и органоминеральных удобрений приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Численность микроорганизмов в почве с 5% нефтяным загрязнением в модельном эксперименте с цеолитом, биовермикомпостом и аммонийным и нитратным азотом через 2 месяца

Варианты	Бактерии на РПА, КОЕ/г	Спорообразующие бактерии, КОЕ/г	Бактерии на КАА, КОЕ/г	Актиномицеты, КОЕ/г	Мицелиальные грибы, КОЕ/г	УОМ НВЧ кл/г
1. Чистая почва	$(2,2 \pm 0,7) \times 10^5$	$(7,7 \pm 0,6) \times 10^3$	$(3,4 \pm 0,3) \times 10^5$	$(3,5 \pm 0,8) \times 10^3$	$(1,5 \pm 0,2) \times 10^2$	10^2
2. Чистая почва + биовермикомпост	$(2,8 \pm 0,4) \times 10^6$	$(4,0 \pm 0,3) \times 10^4$	$(6,9 \pm 0,4) \times 10^5$	$(1,2 \pm 0,5) \times 10^5$	$(3,0 \pm 0,2) \times 10^3$	10^3
3. Чистая почва + цеолит	$(1,1 \pm 0,2) \times 10^6$	$(3,4 \pm 0,4) \times 10^4$	$(7,0 \pm 0,1) \times 10^5$	$(6,5 \pm 0,3) \times 10^3$	$(2,5 \pm 0,4) \times 10^2$	10^2
4. Чистая почва + цеолит + биовермикомпост	$(1,4 \pm 0,5) \times 10^6$	$(4,5 \pm 0,4) \times 10^4$	$(7,6 \pm 0,4) \times 10^5$	$(4,6 \pm 0,5) \times 10^5$	$(3,0 \pm 0,4) \times 10^2$	10^3
5. Почва + нефть (фон)	$(1,6 \pm 0,2) \times 10^5$	$(4,2 \pm 0,4) \times 10^4$	$(3,7 \pm 0,2) \times 10^5$	$(3,2 \pm 0,4) \times 10^3$	$(2,0 \pm 0,1) \times 10^3$	10^4
6. Фон + биовермикомпост 4 т/га	$(2,0 \pm 0,2) \times 10^7$	$(4,0 \pm 0,4) \times 10^4$	$(1,3 \pm 0,05) \times 10^6$	$(4,0 \pm 0,4) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,2) \times 10^4$	10^5
7. Фон + цеолит 7,5 т/га	$(3,8 \pm 0,3) \times 10^6$	$(5,0 \pm 0,4) \times 10^4$	$(3,0 \pm 0,2) \times 10^5$	$(5,6 \pm 0,5) \times 10^5$	$(2,6 \pm 0,6) \times 10^3$	10^4
8. Фон + биовермикомпост 4,0 т/га + цеолит 7,5 т/га	$(3,3 \pm 0,2) \times 10^7$	$(3,5 \pm 0,4) \times 10^4$	$(1,7 \pm 0,05) \times 10^7$	$(5,6 \pm 0,3) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,1) \times 10^2$	10^6
9. Фон + биовермикомпост 6,0 т/га	$(3,0 \pm 0,2) \times 10^7$	$(2,7 \pm 0,4) \times 10^4$	$(8,0 \pm 0,3) \times 10^7$	$(6,0 \pm 0,4) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,1) \times 10^4$	10^5
10. Фон + биовермикомпост 6,0 т/га + цеолит 7,5 т/га	$(3,5 \pm 0,2) \times 10^7$	$(2,5 \pm 0,3) \times 10^4$	$(1,1 \pm 0,05) \times 10^7$	$(3,4 \pm 0,8) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,1) \times 10^2$	10^6
11. Фон + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 кг/га	$(4,0 \pm 0,3) \times 10^6$	$(2,9 \pm 0,4) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,1) \times 10^8$	$(4,5 \pm 0,4) \times 10^5$	$(1,0 \pm 0,1) \times 10^4$	10^5
12. Фон + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 кг/га + цеолит 7,5 т/га	$(4,5 \pm 0,05) \times 10^7$	$(3,1 \pm 0,4) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,1) \times 10^8$	$(7,8 \pm 0,2) \times 10^5$	$(6,0 \pm 0,2) \times 10^3$	10^6
13. Фон + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 180 кг/га	$(6,4 \pm 0,5) \times 10^6$	$(4,2 \pm 0,4) \times 10^4$	$(1,3 \pm 0,4) \times 10^8$	$(3,2 \pm 0,3) \times 10^5$	$(2,9 \pm 0,4) \times 10^4$	10^5
14. Фон + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 180 кг/га + цеолит 7,5 т/га	$(7,4 \pm 0,4) \times 10^7$	$(2,2 \pm 0,3) \times 10^4$	$(6,5 \pm 0,05) \times 10^8$	$(7,5 \pm 0,3) \times 10^5$	$(1,0 \pm 0,05) \times 10^2$	10^6
15. Фон + KNO_3 60 кг/га	$(2,4 \pm 0,2) \times 10^6$	$(4,4 \pm 0,4) \times 10^4$	$(1,3 \pm 0,05) \times 10^7$	$(1,9 \pm 0,3) \times 10^5$	$(4,0 \pm 0,4) \times 10^3$	10^5
16. Фон + KNO_3 60 кг/га + цеолит 7,5 т/га	$(2,0 \pm 0,2) \times 10^7$	$(6,3 \pm 0,5) \times 10^4$	$(4,0 \pm 0,3) \times 10^7$	$(5,0 \pm 0,2) \times 10^6$	$(2,3 \pm 0,5) \times 10^3$	10^6
17. Фон + KNO_3 180 кг/га	$(6,8 \pm 0,5) \times 10^6$	$(6,5 \pm 0,4) \times 10^4$	$(4,0 \pm 0,4) \times 10^7$	$(3,5 \pm 0,4) \times 10^5$	$(3,0 \pm 0,8) \times 10^3$	10^5
18. Фон + KNO_3 180 кг/га + цеолит 7,5 т/га NO_3	$(6,9 \pm 0,4) \times 10^7$	$(6,2 \pm 0,3) \times 10^4$	$(4,8 \pm 0,6) \times 10^7$	$(6,0 \pm 0,7) \times 10^5$	$(3,2 \pm 0,4) \times 10^3$	10^6

В чистой почве численность гетеротрофных микроорганизмов была 220 тыс клеток на грамм. Добавка в варианты 2, 3, 4 биовермикомпоста и цеолита привела к увеличению их численности практически на один порядок. В фоновой почве с нефтью число гетеротрофов было несколько ниже, чем в чистой почве (160 тыс кл/г). Добавление цеолита из расчета 7,5 т/га (вариант 7) способствовало увеличению их количества до 3,8 млн. клеток, внесение биовермикомпоста в дозе 4,0 т/га (вариант 6) – до 20 млн. клеток, а в дозе 6,0 т/га (вариант 9) – до 30 млн. клеток. В вариантах при совместном использовании биовермикомпоста и цеолита (8 и 10) численность гетеротрофных бактерий была еще выше – 33 млн и 35 млн кл/г соответственно.

Внесение аммонийного азотного удобрения в дозах 60 и 180 кг/га в нефтезагрязненную почву привело к увеличению числа гетеротрофной микрофлоры по отношению к контролю на один порядок (варианты 11 и 13), а совместное их использование с цеолитом – на два порядка (варианты 12 и 14). Самая высокая численность гетеротрофных бактерий – 74 млн кл/г отмечена в варианте 14. Внесение в нефтезагрязненную почву нитратной формы азота в виде селитры в дозах 60 и 180 кг/га привело к сходным результатам: без цеолита количество гетеротрофов составляло миллионы клеток на 1 грамм почвы, а с цеолитом – десятки миллионов.

Спорообразующая микрофлора в контрольном образце составляла 7700 кл/г, использование всех мелиорантов привело к увеличению этих бактерий на порядок, но никакой определенной закономерности в их распространении не прослеживается. Максимальная численность этой группы бактерий фиксировалась в вариантах с добавлением азотных удобрений в виде селитры (62 000 – 65 000 кл/г).

Наиболее многочисленной группой микроорганизмов в эксперименте были бактерии, способные усваивать минеральный азот. В первых четырех, в пятом фоновом и в седьмом экспериментальных вариантах численность этих бактерий составляла десятки тысяч клеток в граммe почвы. Начиная с восьмого варианта их количество резко увеличилось – на два, три порядка и стало составлять десятки и даже сотни миллионов клеток в граммe почвы. Максимальное число бактерий, способных усваивать минеральный азот было в варианте 14, с внесением аммонийного удобрения в дозе 180 кг/га и цеолитом.

Важной для почвенного плодородия является группа актиномицетов, благодаря своей способности легко приспосабливаться к среде и довольствоваться органическими соединениями, которые могут быть непригодны для других микроорганизмов. Однако на качественный и количественный состав их в почве большое влияние оказывают тип почвы, ее химические и физические свойства. Окультуренность, влагоемкость и другие качества. Из таблицы 1 видно, что в чистой почве количество этих микроорганизмов незначительно (3500 кл/г). Добавление в чистую почву биовермикомпоста повысило число этой группы сразу на два порядка. Внесение в эту же почву только цеолита увеличило их число в два раза. Более резкое увеличение численности произошло при совместном внесении биогумуса и цеолита – до 460000 кл/г (вариант 4). В фоновом варианте с нефтью их насчитывалось приблизительно столько же, сколько в чистой почве. Внесение всех мелиорантов привело к увеличению их численности. Самые высокие значения численности актиномицетов отмечены в вариантах 12 и 14 и составляли 780 000 и 750 000 кл/г соответственно.

Микроскопические грибы также играют важную роль в процессах, происходящих в почве, оказывают влияние на ее плодородие, разлагают органические соединения до доступных для других микроорганизмов и растений соединений. Кроме того, они синтезируют биологически активные вещества, которые оказывают как положительное, так и отрицательное влияние на другие организмы, задерживают рост и развитие растений, вызывают их заболевания, токсикоз почвы – меняют количественный и качественный состав микрофлоры. Проведенный модельный эксперимент показал, что численность мицелиальных грибов в чистой почве была незначительна, всего 150 грибных зародышей в граммe почвы. Внесение биовермикомпоста увеличило их число в чистой почве на порядок, внесение только цеолита и цеолита с биогумусом практически не привело к увеличению их количества. В фоновом варианте опыта (почва + нефть) количество мицелиальных грибов резко возросло до 20 000 грибных зародышей. Такой же была их численность и в варианте с нефтью и биовермикомпостом (варианты 6 и 9). Внесение в нефтезагрязненную почву азота в аммиачной форме без цеолита также привело к увеличению их числа (варианты 11 и 13), но добавка в виде цеолита уменьшила их количество. Внесение в почву селитры практически не сказалось на численности мицелиальных грибов.

Микробная деструкция нефтяных углеводородов является основным механизмом восстановления качества нефтезагрязненных почв. Эту функцию выполняют так называемые углеводород-окисляющие микроорганизмы, поэтому определение их численности в эксперименте становится крайне важным. Эти микроорганизмы, за исключением метаноокисляющих, не являются узкоспециализированными. От других членов гетеротрофного микробиоценоза они отличаются тем, что способны поглощать гидрофобные соединения нефти и нефтепродуктов, а также использовать их в конструктивном и энергетическом обменах. Эти микроорганизмы способны минерализовать нефтяные углеводороды до диоксида углерода и воды или превращать в соединения, утилизируемые другими микроорганизмами [6]. В случае загрязнения почвы нефтяными углеводородами такие микроорганизмы получают преимущество, именно их размножением обусловлен эффект самоочищения почвы [7]. В таксономическом отношении эти микроорганизмы представлены различными группами, среди них есть актиномицеты, мицелиальные грибы, но в большинстве своем это бактериальные формы. Наиболее эффективно очистка нефтезагрязненной почвы происходит в том случае, когда в почве развивается достаточное количество углеводородокисляющей микрофлоры.

Результаты модельного эксперимента показали, что в контрольном варианте опыта количество углеводородокисляющих микроорганизмов составляло 10^2 кл/г, при искусственном загрязнении нефтью оно увеличилось до 10^4 кл/г. Внесение мелиорантов в почву значительно повысило их число. Самые высокие значения этой группы микроорганизмов (10^6) отмечены в вариантах опыта с внесением биовермикомпоста в дозах 4,0 и 6,0 т/га совместно с цеолитом, а также с аммонийными и нитратными формами азота и цеолитом.

Изучение ферментативной активности показало, что в чистой почве каталазная активность была $3,9 \text{ O}_2/\text{мин}/\text{г}$ (таблица 2). Загрязнение почвы нефтью привело к резкому ее снижению, до $1,3 \text{ O}_2/\text{мин}/\text{г}$. В опытных вариантах внесение цеолита и исследуемых мелиорантов привело к постепенному повышению каталазной активности. Самые высокие показатели фермента каталазы отмечены в варианте модельного опыта, когда в чистую почву вносили биовермикомпост – $4,5 \text{ O}_2/\text{мин}/\text{г}$. В почве, загрязненной нефтью, внесение этого мелиоранта привело к увеличению

Таблица 2 – Степень очистки нефтезагрязненной почвы в модельном эксперименте с помощью спонтанной микрофлоры, цеолита, биовермикомпоста, а также различных форм азота и ферментативная активность через 2 месяца

Варианты	Степень утилизации нефти, %	Каталазная активность, $\text{O}_2/\text{мин}/\text{г}$	Дегидрогеназная активность, $\text{мкг}/\text{ГФФ}/\text{г}/\text{сут}$
1. Чистая почва	–	3,9	1,25
2. Чистая почва + биовермикомпост	–	4,3	1,36
3. Чистая почва + цеолит	–	3,5	1,23
4. Чистая почва + цеолит + биовермикомпост	–	4,5	1,45
5. Почва + нефть (фон)	15,9	1,3	0,48
6. Фон + биовермикомпост 4 т/га	40,2	2,9	0,51
7. Фон + цеолит 7,5 т/га	48,4	2,7	0,60
8. Фон + биовермикомпост 4,0 т/га + цеолит 7,5 т/га	60,9	2,9	0,84
9. Фон + биовермикомпост 6,0 т/га	45,8	2,8	0,71
10. Фон + биовермикомпост 6,0 т/га + цеолит 7,5 т/га	63,5	3,0	0,80
11. Фон + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 кг/га	39,4	1,8	0,54
12. Фон + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 кг/га + цеолит 7,5 т/га	49,8	2,0	0,64
13. Фон + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 180 кг/га	40,5	2,0	0,55
14. Фон + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 180 кг/га + цеолит 7,5 т/га	51,9	2,9	0,69
15. Фон + KNO_3 60 кг/га	30,4	1,6	0,49
16. Фон + KNO_3 60 кг/га + цеолит 7,5 т/га	46,6	2,2	0,65
17. Фон + KNO_3 180 кг/га	35,6	1,9	0,42
18. Фон + KNO_3 180 кг/га + цеолит 7,5 т/га NO_3	49,5	2,3	0,64

каталазы до 2,9 O_2 /мин/г, а добавление еще и цеолита до 3,0 O_2 /мин/г. В вариантах с использованием аммонийного удобрения и цеолита каталазная активность была примерно на том же уровне. При внесении нитратного удобрения каталазная активность была несколько ниже от 1,6 до 2,3 O_2 /мин/г (доза селитры 180 кг/га + цеолит).

Схожая динамика отмечена и для дегидрогеназной активности. В чистой почве она составила 1,25 мкг/ТФФ/г/сут, в загрязненной (фон) – 0,48 мкг/ТФФ/г/сут, в опытных вариантах – от 0,42 до 0,84 мкг/ТФФ/г/сут. Самые высокие показатели фермента дегидрогеназы были в почве с добавлением биовермикомпоста в дозе 4,0 мкг/ТФФ/г/сут и цеолита.

Проведены исследования по оценке степени очистки нефтезагрязненной почвы с помощью цеолита, биовермикомпоста, а также различных форм азота в модельном эксперименте через 2 месяца инкубации (таблица 2) Определение убыли нефти в исследуемых почвенных образцах газожидкостным методом показало, что во всех вариантах опыта произошло снижение количества внесенной нефти по отношению к контролю. Самая значительная убыль нефти отмечена в варианте с добавлением биовермикомпоста 6,0 т/га и цеолита 7,5 т /га и составила 63,3%. В аналогичном варианте, но при дозе биовермикомпоста 4,0 т/га утилизация нефти в почве составила 60,9 %. Слабее всего деструкция нефти проходила в почве с добавлением селитры.

Таким образом, в результате проведенного модельного эксперимента установлено, что с использованием цеолита численность практически всех физиологических групп микроорганизмов увеличивается. Это, в свою очередь, приводит к интенсификации всех почвенных процессов и способствует очистке почвы от нефтяного загрязнения. В опытных образцах наиболее существенные изменения в динамике численности микроорганизмов, потребляющих органический азот, произошли в вариантах с использованием цеолита и биовермикомпоста в дозе 6,0 т/га. Количество бактерий, использующих минеральный азот, резко увеличилось при добавлении в почву наряду с цеолитом азота в аммиачной форме. В этих же вариантах значительно возросло число актиномицетов. Максимальное значение мицелиальных грибов отмечено при внесении в почву цеолита с нитратным удобрением в дозе 180 кг/га. Самая значительная убыль нефти отмечена в варианте с добавлением биовермикомпоста 6,0 т/га и цеолита 7,5 т /га и составила 63,3%. В аналогичном варианте, но при дозе биовермикомпоста 4,0 т/га утилизация нефти в почве составила 60,9%. В этом же варианте зафиксирована максимальная каталазная активность среди опытных образцов – 3,0 O_2 /мин/г. Наибольшее число фермента дегидрогеназы отмечено в варианте с цеолитом и биовермикомпостом, который вносили из расчета 4 т/га, оно составляло 0,84 мкг/ТФФ/г/сут.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Терещенко Н.Н., Лущников С.В., Митрофанова Н.А., Пилипенко С.В. Особенности биологической рекультивации нефтезагрязненных и техногенно засоленных почв // Экология и промышленность России. – 2005. – № 6. – С. 63-68.
- 2 Коновалова Е.В. Влияние цеолитов и фитомелиоранта на агроэкологические показатели нефтезагрязненных почв в криоаридных условиях Забайкалья: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Улан-Удэ, 2009. – 142 земель сухих субтропиков. – М.: Наука, 1988. – С. 206-221.
- 3 Егоров Н.С. Практикум по микробиологии. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – С. 56-124.
- 4 Колешко О.И. Экология микроорганизмов. – Минск: Высшая школа, 1981. – 120 с.
- 5 Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1991. – С. 59-75.
- 6 Кураков А.В., Ильинский С.В., Котелевцев С.В., Садчиков А.П. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях. – М., 2006. – 330 с.
- 7 Коронелли Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде // Прикладная биохимия и микробиология. – 1996. – Т. 32, № 6. – С. 579-582.

REFERENCES

- 1 Tereshhenko N.N., Lushnikov S.V., Mitrofanova N.A., Pilipenko S.V. Osobennosti biologicheskoy rekultivacii neftezagrnzennykh i tehnogenno zasolennykh pochv. Jekologija i promyshlennost' Rossii. 2005. № 6. S. 63-68.
- 2 Konovalova E.V. Vlijanie ceolitov i fitomelioranta na agrojekologicheskie pokazateli neftezagrnzennykh pochv v krioaridnykh uslovijah Zabajkal'ja: Dis. ... kand. s.-h. nauk. Ulan-Udje, 2009. 142 zemel' suhih subtropikov. M.: Nauka, 1988. S. 206-221.
- 3 Egorov N.S. Praktikum po mikrobiologii. M.: Izd-vo MGU, 1976. S. 56-124.
- 4 Koleshko O.I. Jekologija mikroorganizmov. Minsk: Vysshaja shkola, 1981. 120 s.
- 5 Zvjagincev D.G. Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii. M.: Izd-vo MGU, 1991. S. 59-75.
- 6 Kurakov A.V., Il'inskij S.V., Kotelevcev S.V., Sadchikov A.P. Bioindikacija i rehabilitacija jekosistem pri nefjtjanyh zagrnzajzenijah. M., 2006. 330 s.
- 7 Koronelli T.V. Principy i metody intensifikacii biologicheskogo razrushenija uglevodorodov v okruzhajushhej srede. Prikladnaja biohimija i mikrobiologija. 1996. T. 32, № 6. S. 579-582.

Резюме

*А. К. Саданов¹, У. Р. Ыдырысова², Т. Б. Мұсалдинов², О. Н. Әуезова²,
С. А. Айткелдиева¹, Д. Ж. Ыдырысова², Н. С. Ашықбаев², Ж. М. Қабденов²*

¹ҚР БҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты» РМК, Алматы, Қазақстан,
²ЖСШ «Таза Су», Алматы, Қазақстан)

**МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ ТАЗАРТУДА ОРГАНИКАЛЫҚ
ЖӘНЕ МИНЕРАЛДЫҚ ҚОСПАДАҒЫ ЦЕОЛИТТІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, цеолит, биовермикомпост және азот тыңайтқыштарын енгізу мұнаймен ластанған топырақтың спонтанды микрофлорасына оң әсерін тигізіп, гетеротрофты бактериялар, актиномицеттер және көмірсутек тотықтырғыш микроорганизмдердің мөлшерін айрықша арттырады. Топырақтағы мұнайдың азаюы цеолит 7,5 т/га және биовермикомпост 6,0 т/га енгізген нұсқасында жоғары көрсеткіш көрсетіп, 63,3% құрады. Осы қолайлы жағдайда каталаздық және дегидрогеназдық белсенділіктің ең жоғары көрсеткіші тіркелді.

Тірек сөздер: мұнаймен ластанған топырақ, цеолит, биовермикомпост, азот тыңайтқыштары, спонтанды микрофлора.

Summary

*A. K. Sadanov¹, U. R. Idrisova², T. B. Musaldinov², O. N. Auezova²,
S. A. Aytkeldieva¹, D. Zh. Idrisova², N. S. Ashykbaev², Zh. M. Kabdenov²*

¹«Institute of microbiology and virology» CS MES RK, Almaty, Kazakhstan,
²«Taza Su»LLP, Almaty, Kazakhstan)

**STUDY OF ZEOLITE WITH ORGANIC AND MINERAL SUPPLEMENTS
FOR CLEANING OIL-CONTAMINATED SOIL**

Studies have shown that the introduction of zeolite biovermikompost and nitrogen fertilizers in the oily soil favorably influences on spontaneous microflora: a growing share of heterotrophic bacteria, actinomycetes and hydrocarbon-oxidizing microorganisms is greatly increased. The most significant decline in oil was noted in variant with the addition biovermi-kompost 6.0 t/ha and zeolite 7.5 t/ha and was 63.3%. Under these conditions a maximum catalase and dehydrogenase activity were fixed.

Keywords: oil-polluted soil, zeolite, biovermikompost, nitrogen fertilizers, spontaneous microflora.