

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.427.22

А.Т. Сейтменбетова¹, С.Н. Досбергенов¹**СОСТОЯНИЕ МИКРОБИОТЫ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ТЕХНОГРУНТОВ
ТЕРРИТОРИИ АМБАРОВ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРА-АРНА**

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им.У.Успанова, 050060, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 75 В, Казахстан,
e-mail: seytmenbetova77@mail.ru

Аннотация. Проблема загрязнения почвенного покрова нефтью и нефтепродуктами, а также поиск путей восстановления экологического состояния нарушенных земель, является актуальной проблемой во всем мире. Известно, что среди существующих методов ликвидации нефтяных загрязнений почвы наиболее эффективными являются биологические приемы включающие био- и фиторемедиацию. Целью данной работы являлось изучение общей численности микрофлоры и ферментативной активности грунтов нефтяного месторождения Кара-Арна в пострекультивационный период. В результате проведенных исследований изучены основные физиологические группы микроорганизмов. Отмечено преобладание бактерий – аммонификаторов над актиномицетами и микроскопическими грибами. Выявлено, что в целом численность микрофлоры снижается в зависимости от времени проведения рекультивационных работ: 2011 г. < 2012 г. < 2013 г. < 2014 г. Наибольшая активность микрофлоры наблюдается в ранние годы проведения восстановительных мероприятий. Установлены роды микроскопических грибов: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Fusarium*. Изучены показатели ферментативной активности почвы (уреаза, дегидрогеназа, каталаза) после проведения рекультивационных работ. В результате отмечено снижение интенсивности окислительно-восстановительных ферментативных процессов. Рассмотрена возможность использования ферментативной активности для диагностики состояния загрязненности почв.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, рекультивация, микроорганизмы, бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы, ферментативная активность почвы, уреаза, дегидрогеназа, каталаза.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение почвенного покрова нефтью и нефтепродуктами является одной из глобальных экологических проблем современности. Известно, что нефтяное загрязнение вызывает отравление, гибель организмов и деградацию почв. Естественное самоочищение почвы как правило длительный по времени процесс, в связи с чем вопросы восстановления нефтезагрязненных территорий остаются весьма актуальными.

Территории подвергшиеся нефте-разработкам, со временем становятся непригодными для использования их в сельском хозяйстве и требуют проведения после себя рекультивационные работы. Рекультивация

земель представляет собой комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных и загрязненных земель. Основная задача приемов рекультивации - снизить содержание нефтепродуктов и находящихся с ними других токсичных веществ до безопасного уровня и восстановить продуктивность земель, утерянную в результате загрязнения.

Механические и физические методы рекультивации не всегда могут обеспечить полное удаление нефти и нефтепродуктов из почвы. Так, при сжигании нефти происходит накопление токсичных и канцерогенных веществ; при землевании – замедление процессов

разложения нефти, образование внутрипочвенных потоков нефти и пластовой жидкости, загрязнение грунтовых вод и т.д. [1]. Поэтому среди существующих методов ликвидации нефтяных загрязнений почвы наиболее эффективными являются биологические приемы (био- и фиторемедиация).

В разложении нефти и нефтепродуктов в почве решающее значение имеет функциональная активность комплекса почвенной микрофлоры. При этом, ведущая роль в разрушении нефти принадлежит углеводородоокисляющим микроорганизмам, основным экологически важным свойством которых является их способность усваивать углеводороды нефти и нефтепродуктов, тем самым обеспечивая их полную минерализацию до углекислого газа и воды [2, 3].

Попадая в почву, углеводороды нефти оказывают токсическое воздействие на микрофлору, замедляя развитие или вызывая гибель микроорганизмов. Так, при нефтяном загрязнении происходит угнетение спорообразующих бактерий и актиномицетов, значительно снижается численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов и нитрификаторов [4, 5]. В результате изменяется состав активно функционирующих популяций, входящих в данное сообщество микроорганизмов. Данная реакция микроорганизмов зависит от состава и концентрации загрязнителя.

С другой стороны, известно, что в низких концентрациях нефть оказывает стимулирующее действие на почвенную биоту, так как содержит вещества, стимулирующие их рост и развитие [6].

С численностью микроорганизмов тесно связана ферментативная активность почв, поскольку ферменты

являются продуктом жизнедеятельности почвенной микрофлоры. Известно, что основная роль в процессах самоочищения почвы от ксенобиотиков принадлежит биологическому окислению. Почвенные ферменты участвуют в процессах самоочищения почвы от экзогенных веществ, трансформируя, нейтрализуя и разрушая не свойственные почвам вещества, токсичные изначально или образовавшиеся выше определенных пределов. Биологическое окисление происходит в процессе ферментативных реакций, в частности окислительно-восстановительных, и осуществляется оксидоредуктазами (каталаза, пероксидаза, полифенолоксидаза и др.).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились почвы и грунты территории амбаров нефтяного месторождения Кара-Арна, расположенного в южной части Эмбинского нефтеносного района, в 150 км к юго-востоку от областного центра – г. Атырау. Территории загрязнены устойчивыми нефтяными эмульсиями и нефтяными шламами предприятия АО «Матен Петролеум».

В период с 2011 по 2014 гг. с целью очистки почвы от нефтезагрязнений была проведена рекультивация цеолитно-микробиологическим методом.

Одной из задач исследований явилось изучение общей численности микрофлоры и ферментативной активности грунтов в пострекультивационный период. Для ее решения были взяты пробы согласно общепринятым в микробиологии методам [7]. Образцы грунтов отбирались стерилизованным ножом в простерилизованные бумажные пакетики по глубинам 0-20 см и 20-40 см.

Учет микроорганизмов проводили методом посева почвенной

суспензии на твердые питательные среды: МПА – мясо-пептонный агар, КАА – крахмало-аммиачный агар, среду Чапека. Подсчет проросших колоний микроорганизмов определяли на пятые-седьмые сутки инкубации. Активность ферментов уреазы, дегидрогеназы и каталазы определяли по Галстяну А.Ш. [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

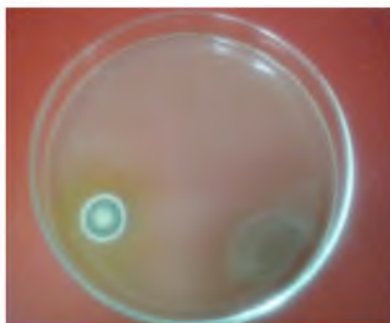
Полученные экспериментальные данные по численности основных физиологических групп почвенных микроорганизмов в рекультивированных в период 2011-2014 гг. техногрунтах территории амбаров нефтяного месторождения Кара-Арна представлены на рисунке 1, таблицах 1-2.



а – Бактерии на среде МПА



б – Actиномицеты на среде КАА



в – Микроскопические грибы на среде Чапека

Рисунок 1 – Общий вид микрофлоры рекультивированных техногрунтов территории амбаров нефтяного месторождения Кара-Арна

Результаты исследований микробиоты рекультивированных в период 2011-2014 гг. участков показали преобладание бактерий - аммонификаторов, потребляющих органические формы азота над актиномицетами, питающимися минеральными формами азота и микроскопическими грибами. Высокие показатели бактерий и микроскопических грибов по вариантам опыта обнаружены преимущественно в 20-40 см слое техногрунтов, актиномицетов как в

верхнем 0-20 см слое почвы, так и в слое почвы 20-40 см (таблица 1).

Бактерии наиболее устойчивы к различным неблагоприятным воздействиям окружающей среды, одним из которых являются нефтяные загрязнения [9]. По полученным данным (таблица 1) наибольшее количество бактерий отмечено на рекультивированном участке в 2014 году, где в слое 0-20 см оно составило $(7,3 \pm 1,2) \cdot 10^7$ КОЕ/г почвы, а в слое 20-40 см - $(16,0 \pm 0,6) \cdot 10^8$ КОЕ/г почвы. Также

высокая численность аммонификаторов была в варианте замазученного грунта северного крыла месторождения. Здесь общее количество данной группы микроорганизмов составило

$(8,1 \pm 0,4)10^7$ КОЕ/г почвы, в верхнем 0-20 см слое почвы и $(8,4 \pm 0,4)10^6$ КОЕ/г почвы, в нижележащем 20-40 см слое соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Общая численность микроорганизмов рекультивированных участков нефтяного месторождения Кара-Арна

| Варианты опыта | Глубина взятия образца, см | Численность микроорганизмов | | |
|--|----------------------------|-------------------------------------|---|--|
| | | Бактерии на среде МПА, КОЕ/г. почвы | Актиномицеты на среде КАА, КОЕ/г. почвы | Микроскопические грибы на среде Чапека, КОЕ/г. почвы |
| Участок, рекультивированный в 2011 г. | 0-20 | $(4,0 \pm 0,9)10^5$ | $(1,7 \pm 0,6)10^5$ | $(28,0 \pm 2,4)10^4$ |
| | 20-40 | $(3,0 \pm 0,2)10^5$ | $(2,5 \pm 0,2)10^5$ | $(25,9 \pm 2,3)10^6$ |
| Участок, рекультивированный в 2012 г. | 0-20 | $(6,3 \pm 1,1)10^6$ | $(3,5 \pm 0,3)10^6$ | $(10,5 \pm 1,5)10^4$ |
| | 20-40 | $(6,0 \pm 0,3)10^6$ | $(3,4 \pm 0,8)10^5$ | $(11,2 \pm 0,5)10^5$ |
| Участок, рекультивированный в 2013 г. | 0-20 | $(7,3 \pm 1,2)10^4$ | $(3,0 \pm 0,2)10^4$ | $(16,8 \pm 0,6)10^5$ |
| | 20-40 | $(13,0 \pm 0,5)10^5$ | $(1,5 \pm 0,2)10^5$ | $(1,6 \pm 0,6)10^4$ |
| Участок, рекультивированный в 2014 г. | 0-20 | $(7,3 \pm 1,2)10^7$ | $(7,9 \pm 1,3)10^5$ | $(17,2 \pm 0,6)10^7$ |
| | 20-40 | $(16,0 \pm 0,6)10^8$ | $(2,2 \pm 0,2)10^6$ | $(14,0 \pm 0,5)10^6$ |
| Целина, зональная бурая почва | 0-20 | $(8,2 \pm 1,3)10^4$ | $(3,5 \pm 0,3)10^5$ | $(42,0 \pm 2,9)10^4$ |
| | 20-40 | $(8,9 \pm 0,4)10^7$ | $(1,9 \pm 0,2)10^5$ | $(19,6 \pm 0,6)10^6$ |
| Замазученный грунт северного крыла месторождения | 0-20 | $(8,1 \pm 0,4)10^7$ | $(4,6 \pm 0,9)10^6$ | $(8,0 \pm 0,4)10^5$ |
| | 20-40 | $(8,4 \pm 0,4)10^6$ | $(7,4 \pm 1,2)10^6$ | $(8,0 \pm 0,4)10^6$ |

Повышенные показатели бактерий, усваивающих органический азот, отмечены и на варианте целины, представленной зональной бурой почвой, где на глубине 20-40 см они составили $(8,9 \pm 0,4)10^7$ КОЕ/г. почвы.

На участках, рекультивированных в период 2011-2013 гг. общая численность бактерий варьировала в пределах от $(7,3 \pm 1,2)10^4$ до $(6,3 \pm 1,1)10^6$ КОЕ/г почвы.

В целом, анализ численности бактерий показал, что время, прошедшее с момента рекультивации техногрунтов играет важную роль в активизации микробиологических процессов. Чем раньше были

проведены мероприятия по восстановлению почвы, тем активнее жизнедеятельность микроорганизмов. По прошествии времени рост и развитие микробов естественным образом замедляется, а значит процессы очищения почвы от нефти и нефтепродуктов также затухают. Кроме того, снижение численности бактерий обуславливается наличием в составе загрязняющих веществ толуола, бензола, ксилола, нафталина, тяжелых металлов и ряда других токсичных для жизнедеятельности микроорганизмов соединений.

Как известно, актиномицеты также обладают высоким уровнем

приспособляемости благодаря чему могут выживать в различных экстремальных условиях среды [9].

По вариантам опыта наибольшее содержание актиномицетов выявлено в варианте замазученного грунта северного крыла месторождения. В верхнем слое почвы 0-20 см их численность составила $(4,6 \pm 0,9)10^6$ КОЕ/г почвы, в слое 20-40 см - $(7,4 \pm 1,2)10^6$ КОЕ/г почвы (таблица 1).

Высокие показатели данной группы микроорганизмов $(3,5 \pm 0,3)10^6$ КОЕ/г почвы также зафиксированы в слое 0-20 см участка, рекультивированного в 2012 году и $(2,2 \pm 0,2)10^6$ КОЕ/г почвы в слое 20-40 см участка на котором рекультивационные работы проводились в 2014 году.

Наименьшее количество актиномицетов отмечено на участке рекультивированном в 2013 году. Так, в верхнем 0-20 см слое почвы численность актиномицетов составила $(3,0 \pm 0,2)10^4$ КОЕ/г почвы, в нижнем 20-40 см слое почвы - $(1,5 \pm 0,2)10^5$ КОЕ/г почвы соответственно (таблица 1).

Известно, что микроскопические грибы являются наиболее сильными антагонистами по отношению к актиномицетам и особенно к бактериям за источник углерода.

Кроме того, данная группа микрофлоры играет важную роль в

начальных этапах трансформации нефти [10, 11].

Полученные данные (таблица 1) показали наибольшую численность грибов в варианте участка рекультивированного в 2014 году в слое почвы 0-20 см $(17,2 \pm 0,6)10^7$ КОЕ/г почвы. Также высокие значения отмечены в 20-40 см слоях почвы участка рекультивированного в 2011 году $(25,9 \pm 2,3)10^6$ КОЕ/г почвы и целины $(19,6 \pm 0,6)10^6$ КОЕ/г почвы.

Самое низкое количество микроскопических грибов также, как и актиномицетов наблюдалось на участке рекультивированном в 2013 году где оно составило $(1,6 \pm 0,6)10^4$ КОЕ/г почвы (таблица 1).

Идентификация микроскопических грибов в изучаемых вариантах опыта позволила отметить малое разнообразие их видового состава. Так, в рекультивированных техногрунтах месторождений Кара-Арна в наибольшем количестве обнаружены роды *Penicillium* и *Aspergillus*. По данным А.У. Чукпаровой [12] среди мицелиальных грибов эти роды являются наиболее устойчивыми к нефтяному загрязнению, что подтверждается полученными исследованиями. Затем редко встречается *Mucor* и единично - *Fusarium*. Все они относятся к плесневым грибам (рисунок 2).



Рисунок 2 – Общий вид микроскопических грибов рекультивированных техногрунтов территории амбаров нефтяного месторождения Кара-Арна

Penicillium – представитель несовершенных грибов, на среде Чапека образовал нежный налет в виде пушка серо-зеленого цвета иногда ярко-зеленого с белым ободком по периферии.

Aspergillus – представитель несовершенных грибов, на среде Чапека встречены конидии черного цвета - (*Aspergillus niger*).

Mucor – представитель класса фикомицетов, на среде Чапека развился в виде пушистого серого налета.

Fusarium – представитель несовершенных грибов, на среде Чапека обнаружен мицелий желтого цвета.

Все биохимические процессы в почве осуществляются с помощью биокатализаторов – ферментов. Нефтяное загрязнение по-разному

влияет на ферментативную активность почвы. Из многочисленных ферментов почвы, участвующих в самых различных процессах превращений органических и минеральных веществ, нами изучены активность дегидрогеназы, каталазы и уреазы. Выбор этих ферментов обусловлен их высокой чувствительностью к внешним воздействиям и значимостью в трансформации органического вещества.

Как известно, активность почвенных ферментов является чутким индикатором уровня загрязненности почв. В таблице 2 представлены результаты исследования уреазы, дегидрогеназы и каталазы рекультивированных в период 2011-2014 гг. участков.

Таблица 2 - Ферментативная активность уреазы, дегидрогеназы и каталазы рекультивированных участков нефтяного месторождения Кара-Арна

| Варианты опыта | Глубина взятия образца, см | Уреаза, мг NH ₃ /мл | Дегидрогеназа, ед. опт. плотн. (D ₄₅₀). | Каталаза, мл O ₂ 0,1н KMnO ₄ |
|--|----------------------------|--------------------------------|---|--|
| Разрез 1 участок, рекультивированный в 2013 г. | 0-20 | 1,87±0,36 | 0,64±0,023 | 0,25±0,01 |
| | 20-40 | 1,56±0,27 | 0,62±0,012 | 0,14±0,01 |
| Разрез 2 участок, рекультивированный в 2013 г. | 0-20 | 0,36±0,037 | 0,23±0,056 | 0,48±0,02 |
| | 20-40 | 0,27±0,012 | 0,25±0,041 | 0,23±0,01 |
| Разрез 3 участок, рекультивированный в 2012 г. | 0-20 | 0,98±0,039 | 0,56±0,032 | 0,56±0,02 |
| | 20-40 | 0,95±0,056 | 0,54±0,051 | 0,19±0,01 |
| Разрез 4 участок, рекультивированный в 2012 г. | 0-20 | 0,78±0,033 | 0,32±0,034 | 0,51±0,02 |
| | 20-40 | 0,76±0,039 | 0,41±0,027 | 0,35 ±0,08 |
| Разрез 5 участок, рекультивированный в 2011 г. | 0-20 | 1,23±0,17 | 0,58±0,046 | 0,21±0,01 |
| | 20-40 | 1,36±0,21 | 0,61±0,056 | 0,21±0,01 |
| Разрез 6 участок, рекультивированный в 2014 г. | 0-20 | 2,13±0,39 | 0,45±0,029 | 0,32±0,01 |
| | 20-40 | 1,98±0,27 | 0,56±0,043 | 0,28±0,001 |
| Разрез 7 участок, рекультивированный в 2014 г. | 0-20 | 1,23±0,28 | 0,78±0,019 | 2,08±0,1 |
| | 20-40 | 1,28±0,29 | 0,65±0,025 | 0,96±0,004 |
| Разрез 8 целина, зональная бурая почва | 0-20 | 0,56±0,032 | 0,21±0,032 | 0,08±0,004 |
| | 20-40 | 0,52±0,022 | 0,29±0,011 | 0,02±0,001 |

Полученные данные (таблица 2) показали, что наибольшая активность уреазы отмечена в разрезе 6 участка, рекультивированного в 2014 г, где она составила в 0-20 см слое почвы $2,13 \pm 0,39$ мг $\text{NH}_3/\text{мл}$, в слое 20-40 см - $1,98 \pm 0,27$ мг $\text{NH}_3/\text{мл}$. Наименьшая уреазная активность наблюдалась в разрезе 2 участка, рекультивированного в 2013 г. - ($0,36 \pm 0,037$ мг $\text{NH}_3/\text{мл}$ и $0,27 \pm 0,012$ мг $\text{NH}_3/\text{мл}$). В целом установлено, что нефтяное загрязнение привело к снижению уреазы и некотором скачкообразном характере ее активности. Наибольшая активность отмечается в верхнем 0-20 см слое почвы с постепенным убыванием по почвенному профилю, что скорее всего связано с уменьшением питательных веществ и ослаблении биохимических процессов обмена азотсодержащих соединений.

Активность фермента дегидрогеназы связана со способностью почвы к самоочищению от нефтяного загрязнения [13]. По данным таблицы 2 дегидрогеназная активность по вариантам опыта характеризовалась низкими показателями и составила $0,21 \pm 0,032$ - $0,78 \pm 0,019$ (D_{450}). Возможно, содержание углеводов нефти ингибирует дегидрогеназную активность почв.

Каталазная активность - это устойчивый показатель, который может использоваться для энзимологической диагностики состояния загрязненности почв и изменения окислительно-восстановительных условий среды. Многие исследователи [14, 15] предложили использовать активность каталазы как показатель общей биологической активности почв с различной степенью загрязнения нефтяными органическими веществами. Максимальные показатели каталазной активности отмечены в разрезе 7 участка, рекультивированного в 2014 г. В верхнем 0-20 см

слое почвы данный показатель составил $2,08 \pm 0,1$ мл O_2 , в слое почвы 20-40 см - $0,96 \pm 0,004$ мл O_2 соответственно. Наименьшее количество каталазы наблюдалось на целине, представленной зональной бурой почвой - ($0,08 \pm 0,004$ мл O_2 и $0,02 \pm 0,001$ мл O_2), что, возможно, объясняется увеличением здесь концентрации поллютанта.

В целом, изучение ферментативной активности рекультивированных участков нефтяного месторождения Кара-Арна показало, что высокие концентрации нефти оказывают отрицательное действие на активность уреазы, дегидрогеназы и каталазы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изученные техногрунты месторождения Кара-Арна по своим физико-химическим показателям, угнетающее воздействуют на внедрение, рост и развитие растений - главной кормовой базы почвенных микроорганизмов. В настоящее время участки не заняты растительностью, что совместно с загрязнениями нефтью оказало негативное влияние на жизнедеятельность микрофлоры.

Результатами исследований установлено, что интенсивность микробиологических процессов (бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы) в техногрунтах месторождений Кара-Арна снижается в зависимости от времени проведения рекультивационных работ: 2011 г. < 2012 г. < 2013 г. < 2014 г. Наибольшая активность микрофлоры наблюдается в ранние годы проведения восстановительных мероприятий.

В загрязненной нефтью почве резко изменяется интенсивность окислительно-восстановительных ферментативных процессов. С этими биохимическими процессами, происходящими с участием уреазы, дегидрогеназы и каталазы, связан

окислительный распад углеводов диагностического теста при оценке в экосистемах. В связи с чем, данные экологического состояния почвы, показатели ферментативной активности загрязненной нефтью и нефтепродуктами могут служить в качестве

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брагов А.В., Князева Е.В., Нуртдинова Л.А. Проведение рекультивации земель. - НГУ: Новосибирск. 2000. - 67 С.
2. Ротарь О.В., Искрижицкая Д.В., Искрижицкий А.А. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных грунтов. // Химические науки. Вып. 7 (14). Ч.1. 2013. - С. 51-53.
3. Гузев В.С., Левин С.В. и др. Роль почвенной микробиоты в рекультивации нефтезагрязненных почв // Микроорганизмы и охрана почв. — М.: Наука, 1989. - С. 129-150.
4. Оборин А.А., Колесникова Н.М. Трансформация нефтяных углеводов почв, загрязненных нефтью // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. - Пушино, 1987. - С. 139-146.
5. Колесникова Н.М., Плещева О.В. Микробоценоз почвы в условиях нефтяного загрязнения // Микробиологические методы защиты окружающей среды. Тезисы докл. - Пушино, 1988. - С. 144-145.
6. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв/отв. ред. Д.Г. Звягинцев. - М.: Наука. 2003.
7. Аникиев В.В., Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. - М.: Просвещение. 1983. - 127 с.
8. Галстян А.Ш. Об активности ферментов в солончаках// Докл. АН Арм.ССР. - т. 30. - №1. - 1960. - С. 61-64.
9. Полонская Д.Е., Хижняк С.В., Полонский В.И., Бородулина Т.С. Влияние уровня нефтезагрязнения на состав почвенных микроорганизмов. Вестник КрасГАУ №7. - Красноярск: КрасГАУ. 2011. - С. 47-52.
10. Киреева Н.А., Галимзянова Н.Ф. Влияние загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами на численность и видовой состав микромицетов // Почвоведение. - 1995. № 3-4. - С. 20-27.
11. Киреева Н.А. Микроскопические грибы-биодеструкторы нефтяных углеводов в почве // Ботанические исследования на Урале. Информационные материалы. - Свердловск, 1990. - С. 41.
12. Чукпарова А.У. Микробиологическое состояние и ферментативная активность нефтезагрязненных почв. Вестник КарГУ. №01 (61). Караганда: КарГУ, 2011. - 104 С.
13. Павлова Н.Н., Егорова Е.И., Степанов А.Л. Биодиагностика экологического состояния почв в районе расположения предприятия атомной энергетики // Вест. Моск. ун-та. - Сер.17. - Почвоведение. - № 4. - 2006. - С. 33-39.
14. Алиев С.А., Гаджиев Д.А. Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв // Известия АН АзССР. - Сер. биол. науки. - № 2. - 1977. - С. 116-212.

15. Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. - № 7. - 1992. - С. 70-82.

REFERENCES

1. Vragov A.V., Knyazeva Ye.V., Nurtidinova L.A. Provedeniye rekultivatsii zemel. NGU.: Novosibirsk. 2000. - 67 S.
2. Rotar O.V., Iskrizhitskaya D.V., Iskrizhitsky A.A. Biologicheskaya rekultivatsiya neftezagryaznennykh gruntov. // Khimicheskiye nauki. Vyp. 7 (14). Ch.1. 2013. - S. 51-53.
3. Guzev V.S., Levin S.V. i dr. Rol pochvennoy mikrobioty v rekultivatsii neftezagryaznennykh pochv // Mikroorganizmy i okhrana pochv. — M.: Nauka, 1989. - S. 129-150.
4. Oborin A.A., Kolesnikova N.M. Transformatsiya neftyanykh uglevodorodov pochv, zagryaznennykh neftyu // Vliya-niye promyshlennykh predpriyaty na okruzhayushchuyu sredu. - Pushchino, 1987. - S. 139-146.
5. Kolesnikova N.M., Pleshcheva O.V. Mikrobotsenoz pochvy v usloviyakh neftyanogo zagryazneniya // Mikrobiologicheskiye metody zashchity okruzhayushchey sredy. Tezisy dokl. - Pushchino, 1988. - S. 144-145.
6. Ananyeva N.D. Mikrobiologicheskiye aspekty samoochishcheniya i ustoychivosti pochv/otv. red. D.G. Zvyagintsev. - M.: Nauka. 2003.
7. Anikiyev V.V., Lukomskaya K.A. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii. - M.: Prosveshcheniye. 1983. - 127 s.
8. Galstyan A.Sh. Ob aktivnosti fermentov v solonchakakh// Dokl. AN Arm.SSR. - t. Z0. - №1. - 1960. - S. 61-64.
9. Polonskaya D.E., Khizhnyak S.V., Polonsky V.I., Borodulina T.S. Vliyaniye urovnya neftezagryazneniya na sostav pochvennykh mikroorganizmov. Vestnik KrasGAU. №7. Krasnoyarsk: KrasGAU. 2011. - S. 47-52.
10. Kireyeva N.A., Galimzyanova N.F. Vliyaniye zagryazneniya pochv neftyu i nefteproduktami na chislennost i vidovoy sostav mikromitsetov // Pochvovedeniye. - 1995. № 3-4. - S. 20-27.
11. Kireyeva N.A. Mikroskopicheskiye griby-biodestruktory neftyanykh uglevodorodov v pochve // Botanicheskiye issledovaniya na Urale. Informatsionnye materialy. - Sverdlovsk, 1990. - S. 41.
12. Chukparova A.U. Mikrobiologicheskoye sostoyaniye i fermentativnaya aktivnost neftezagryaznennykh pochv. Vestnik KarGU. №01 (61). Karaganda: KarGU, 2011. - 104 S.
13. Pavlova N.N., Yegorova Ye.I., Stepanov A.L. Biodiagnostika ekologicheskogo sostoyaniya pochv v rayone raspolozheniya predpriyatya atomnoy energetiki // Vest. Mosk. un-ta. - Ser.17. - Pochvovedeniye. - № 4. - 2006. - S. 33-39.
14. Aliyev S.A., Gadzhiev D.A. Vliyaniye zagryazneniya neftyanym organicheskim veshchestvom na aktivnost biologicheskikh protsessov pochv // Izvestiya AN AzSSR. - Ser. biol. nauki. - № 2. - 1977. - S. 116-212.
15. Abramyam S.A. Izmeneniye fermentativnoy aktivnosti pochvy pod vliyaniem estestvennykh i antropogennykh faktorov // Pochvovedeniye. - № 7. - 1992. - S. 70-82.

ТҮЙІН

А.Т. Сейтменбетова¹, С.Н. Досбергенов¹ҚАРА-АРНА МҰНАЙ ӨНДІРІСІНІҢ РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАНҒАН ТЕХНОГРУНТТАРДЫҢ
МИКРОБИОТТАРЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫ

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75В, Қазақстан, e-mail: seytmenbetova77@mail.ru

Мұнай және мұнай өнімдерімен топырақ бетінің ластану мәселесі, және де жер жамылғысының экологиялық жағдайын қалпына келтірудің жолдарын табу әлем бойынша өзекті мәселелердің бірі. Топырақтың мұнай қалдықтарымен ластануын жоюдың тиімді әдістері био- және фиторемедиация тәсілдері бар биологиялық қолданбаларды айтуға болады. Осы жұмыстың басты мақсаты рекультивациядан кейінгі кезеңде Қара-Арна мұнай кен орнының топырағындағы микрофлораның жалпы саны мен ферментативтік белсенділікті анықтау болып табылады. Зерттеу нәтижесінде микроағзалардың негізгі физиологиялық топтары зерттелді. Аммонификаторлардың актиноциеттер мен микроскопиялық саңырауқұлақтардан басым болғаны анықталды. Микрофлораның саны жасалған рекультивациялық жұмыстың уақытына байланысты шегеріледі: 2011 ж. < 2012 ж. < 2013 ж. < 2014 ж. Микрофлораның аса белсенділігі қайта қалпына келтіру жылдары жақсы білінеді. Микроскопиялық саңырауқұлақтардың топтары анықталды: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Fusarium*. Рекультивациялық жұмыстарды атқарғаннан кейін топырақтың ферментативтік белсенділігі зерттелді (уреаза, дегидрогеназа, каталаза). Нәтижесінде тотығу-тотықсыздану процесстерінің қарқындылығының төмендеуі байқалады. Топырақтың ластануын анықтау үшін ферментативті белсенділікті қолдану мүмкіндігі де қарастырылған.

Түйінді сөздер: мұнай, мұнай өнімдері, мелиорация, микроағзалар, бактериялар, актиноциеттер, микроскопиялық саңырауқұлақтар, топырақтың ферментативті белсенділігі, уреаза, дегидрогеназа, каталаза.

SUMMARY

A.T. Seitmenbetova¹, S.N. Dosbergenov¹CONDITION OF THE MICROBIOTA OF RECULTIVATED ANTHROPOGENIC SOILS OF THE
TERRITORIES OIL DEPOSIT KARA-ARNA

¹Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry after U.U. Usmanov, 050060, Almaty, al-Farabi Ave. 75v, Kazakhstan, e-mail: seytmenbetova77@mail.ru

The problem of soil contamination with oil and oil products, as well as the search for ways to restore the ecological state of disturbed lands is a pressing problem all over the world. It is known that among the existing methods of eliminating oil contamination of soil, biological techniques including bio- and phytoremediation are the most effective. The purpose of this work was to study the total number of microflora and enzymatic activity of the soils of the Kara-Arna oil field in the post-recultivation period. As a result of the research, the main physiological groups of microorganisms were studied. The prevalence of ammonifying bacteria over actinomycetes and microscopic fungi was noted. It was revealed that in general, the number of microflora decreases depending on the time of remediation: 2011 y. < 2012 y. < 2013 y. < 2014 y. The greatest activity of microflora is observed in the early years of remedial measures. The genera of microscopic fungi were established: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Fusarium*. The indicators of enzymatic activity of the soil (urease, dehydrogenase, catalase) after reclamation works were studied. As a result, a decrease in the intensity of redox enzymatic processes was observed. The possibility of using enzymatic activity to diagnose the state of soil contamination is considered.

Key words: oil, oil products, recultivation, microorganisms, bacteria, actinomycetes, microscopic fungi, enzymatic activity of the soil, urease, dehydrogenase, catalase.