

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ КАЗАХСТАНА ПО ОТКЛИКАМ СТАНДАРТНЫХ БИОТЕСТ-СИСТЕМ

Ибрагимова С.Т. ¹, Айткельдиева С.А. ¹, Файзулина Э.Р. ¹, Саданов А.К. ²,
Попутникова Т.О. ³, Терехова В.А. ^{3,4}

Контактный адрес электронной почты: letap-msu@mail.ru

- 1- Институт микробиологии и вирусологии, Алматы, Казахстан
- 2- РГП «Центр биологических исследований», Алматы, Казахстан
- 3- факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва
- 4- Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН, Москва

*С помощью четырех стандартных биотест-систем исследовали экотоксичность нефтезагрязненных почв нефтяных месторождений Казахстана (Жанаталап, Кумколь и Актас). Установлена хорошая корреляция между реакцией тест-организмов и содержанием нефти для большей части исследованных образцов. Высшие растения *Raphanus sativa* и простейшие *Paramecium caudatum* по сравнению с ракообразными *Ceriodaphnia affinis* и люминесцентными бактериями (препарат «Эколюм») были менее чувствительны к «старым» загрязнениям нефтепродуктами. Обсуждается влияние «возраста» нефтяного загрязнения, содержания солей и качество нефти на реакцию разных видов тест-организмов.*

Введение

Биотестирование почвенных образцов становится востребованным и широко распространенным методом экологической оценки качества почв и нормирования вредных воздействий на почвенный покров в районах нефтедобычи. Оперативность и высокая чувствительность лабораторных тест-организмов позволяют получать информацию о неблагополучии в опережающем режиме - до проявления видимых нарушений компонентов биоты в природных экосистемах (*in situ*) (Воробейчик и др., 1997; Филенко, 2007 и др.). Интегральность отклика живой системы является еще одним важным преимуществом биотестирования перед химико-аналитическими исследованиями конкретных токсических элементов. Необходимость массового характера анализов, связанных с химическим контролем загрязненной

территории, вызывает и экономическую проблему, поскольку эти исследования требуют дорогостоящего оборудования и реактивов, а отсюда расчета и сбалансированности между минимальным и достаточным количеством испытываемых образцов. При всем этом надо иметь в виду, что биологические методы контроля не заменяют, а лишь дополняют химические способы анализа, способствуя при этом ускоренной постановке более полного и точного «диагноза» экосистеме.

В настоящее время известно около 5000 тест-реакций живых организмов и их структур, чувствительность которых к воздействующим факторам существенно различается. Для целей экологического контроля используются около десяти тест-систем. Большинство востребованных на практике методик прописаны для разных видов проб – вод, почв, почвогрунтов, отходов и других объектов по единой схеме. Однако реакция тест-культур к одному и тому же загрязняющему веществу зависит не только от вида и состояния самого организма, но и от характеристик среды, особенностей пробы, которая подвергается биологическому исследованию.

При анализе водных экстрактов почвенных образцов большое влияние на результаты биотестирования оказывает уровень минерализации раствора, состав солей, окислительно-восстановительные условия, содержание гуминовых веществ, и пр., другими словами, весь комплекс факторов, который, влияет на сорбционную способность почвы по отношению к поллютантам (Ирха и др., 2003). Теоретической и практической задачей экологов и экотоксикологов является выявление оптимальных условий применения разных биотест-систем в целях экологического контроля природных сред и нормирования воздействий. Для реализации этой задачи необходим сравнительный анализ многих результатов биотестирования разных объектов с применением одних и тех же тест-культур. Особенно актуальным представляется сбор таких данных для почвенных образцов, характеризующихся особо сильно выраженной гетерогенностью свойств.

Поэтому в исследовательских целях при проведении лабораторной оценки экотоксичности почв целесообразно применять по возможности наиболее широкий набор биотест-систем.

Почвы нефтедобывающих регионов Казахстана в значительной мере загрязнены нефтью и нефтепродуктами. Использование методик биотестирования позволяет значительно уточнить степень опасности нефтяных загрязнений для живых организмов и ориентировать полученную информацию на разработку методов очистки почв месторождений (Зильберман и др., 2005).

В связи с вышесказанным, цель данной работы заключалась в оценке степени экотоксичности почв трех нефтяных месторождений Казахстана на основе реакций четырех стандартных тест-систем с организмами разной таксономической принадлежности и представляющими разные трофические уровни.

Материалы и методы

Исследованию подвергались почвы трех нефтедобывающих регионов Казахстана – месторождений Жанаталап, Кумколь и Актас. На фоне сходства климатических условий – во всех трех случаях климат резко континентальный, крайне засушливый, – территории исследуемых месторождений характеризуются рядом отличий в свойствах почв и физико-химических характеристиках добываемой нефти.

Так, согласно описанию Н. Надирова (2006) для месторождения Жанаталап (Атырауская область) характерными являются светло-каштановые бурые полупустынные, солонцы и солончаки, песчаные. Месторождение расположено в очень сухом жарком, агроклиматическом районе - на Новокаспийской равнине, которая представляет собой недавнее морское дно с отметками 24-30 м. Плоская поверхность осложнена неглубокими сорами (0,5-10 м). На территорию месторождения очень оказывает воздействие Каспийское море, которое влияет, с одной стороны, на климат, а с другой - способствует

засолению прилегающей территории путем переноса солей вместе с водной пылью. Почвы исследуемого участка представлены пойменными луговыми бурыми солончаками.

Месторождение Актас (Мангистауская область) расположено на юго-западе Казахстана. Территория Мангистауской области по характеру биоклиматических условий относится к пустынной зоне с характерными серо-бурыми почвами. Большая часть исследуемой территории занята полынно-солончаковой пустыней с участками кустарниковой растительности на бурых почвах: поверхность частично покрыта солончаками, такыровидными солонцами и песками с крайне редкой растительностью.

Почвы месторождения Кумколь (Кызылординская обл.) – серо-бурые пустынные песчано-глинистые. Большое распространение в этом регионе получили аллювиальные и аллювиально-озерные образования, представленные глинами и песками аллювиального озерного и озерно-лагунного происхождения. С поверхности отложения перекрыты комплексом нижне-, средне- и верхнечетвертичных структур, которые представлены глинами, суглинками, супесями и разнозернистыми песками.

Характеристики сырой нефти исследуемых месторождений различаются. Так, в нефти месторождения Кумколь отмечается более высокое содержание парафинов, силикагелевых смол и асфальтенов – 15%, 19,2% и 5,4%, соответственно, по сравнению с нефтью месторождений Жанаталап и Актас, что оказывает влияние на формирование битумной коры в почве (табл.1).

Таблица 1. Характеристики сырой нефти месторождений Жанаталап, Актас, Кумколь (Надиров, 2006)

Месторождение	Плотность г/см ³	Содержание фракций, %			
		сера	парафины	смолы	асфальтены
Жанаталап	0,844	0,400	1,500	5,620	0,020
Мангистау (Актас)	0,872 – 0,915	0,2	20 – 26,14	4,54 – 6,8	2,33 – 5,6
Кумколь	0,804	0,27	15	19,2	5,4

Возраст загрязнений в почвах месторождений Жанаталап и Актас колеблется от 3-5 лет, а в почвах месторождения Кумколь – 5-10 лет.

В районе каждого месторождения были отобраны образцы, в разной степени загрязненные нефтью и нефтепродуктами (НП). Количественное содержание нефти в исследуемых почвах определяли гравиметрическим методом. Нефть экстрагировали хлороформом и гексаном (Лурье, 1984).

Исследование содержания нефтепродуктов показало, что выбранные для исследования образцы имеют широкий диапазон концентраций НП - 0,35-86,33 %. Соответственно опубликованной шкале загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами условно выделены были 4 градации степени загрязнения: умеренная, средняя, высокая и очень высокая (табл. 2).

Таблица 2. Содержание нефти в почве исследуемых месторождений, г в 1000 г почвы (Давыдова, Тагасов, 2004)

Месторождение	Условная степень загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами				
	очень высокая	высокая	средняя	умеренная	фоновая
Жанаталап	86,325	14,785	-	-	0,345
Актас	62,34	38,09	-	0,7987	-
Кумколь	-	33,02	5,885	-	-

Для анализов брали воздушно-сухие образцы почв. Отобранные образцы измельчали, просеивали через сито 2-3 мм, хранили при естественной влажности в холодильнике (10°С) до использования в исследованиях.

Экологическую токсичность почв оценивали по реакции тест-культур на водные экстракты образцов. Экстракты готовили стандартным способом в соотношении (по массе) почва : вода 1:4, в течение 2 ч. на ротаторе, а затем фильтровали через фильтр «белая лента». Перед биотестированием измеряли рН, температуру, содержание кислорода и соленость полученных растворов.

Для оценки экотоксичности почвенных образцов были выбраны 4 биотест-системы, основанные на реакциях организмов разных трофических

уровней - бактерии, простейшие, ракообразные, высшие растения. Теоретически такой широкий спектр методов (микробиологический, гидробиологический и фитотестирование) с анализом реакций представителей разных царств живого повышает надежность анализов.

Микробиологический тест. Метод определения токсичности водных вытяжек из исследуемых почв основан на фиксации изменений интенсивности бактериальной биоллюминесценции в тест-системе «Эколюм» на приборе «Биотокс-10», происходящей под влиянием токсиканта (Определение токсичности воды и водных вытяжек из почв..., ПНД Ф Т 14.1:2.3:4.11-04; 16.1:2.3:3.8-0). Метод характеризуется экспрессностью и позволяет, согласно методическому описанию, в течение несколько минут ответить на вопрос: присутствуют ли в среде токсические агенты в опасной для живого организма концентрации. Экспозиция с тест-культурой – 30 минут. Каждая концентрация была проанализирована в пяти повторностях (табл. 4).

Фитотестирование проводили по оценке воздействия водных вытяжек исследуемых почв на семена редиса обыкновенного *Raphanus sativa* (Практикум по агрохимии, 2001; МР 2.1.7.2297-07). Фитотестирование основывалось на сравнении всхожести семян, энергии прорастания, длины побегов и корней редиса обыкновенного в контрольных и опытных. Полученные результаты были обработаны статистически (программы Excel и Statistica 6).

Гидробиологические тесты. Токсичность водных вытяжек почв относительно гидробионтов определяли биотестированием исследуемых образцов по гибели ракообразных *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Методика определения токсичности..., ФР.1.39.2007.03221) и выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg (Методика определения токсичности ...; ФР.1.39.2006.02506; ПНД Ф Т 14.1:2.3.13-06; ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.10-06).

Результаты и обсуждение

Использование методик биотестирования позволяет уточнить степень опасности нефтяных загрязнений для живых организмов и ориентировать полученную информацию на разработку методов очистки почв месторождений (Зильберман и др., 2005). Почвенный покров представляет собой важнейший компонент биосферы Земли. Особые свойства и функции почвенного покрова проявляются в плодородии почв, в их способности производить органическую биомассу (Звягинцев, 1987). Не менее важными экологическими функциями почв в составе почвенного покрова Земли являются функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнителей (Киреева, 1994). Именно поэтому изучение современного состояния почв и почвенного покрова, их изменений под влиянием антропогенной деятельности, требует особого внимания к качеству экологической оценки и выявлению всех возможных факторов, которые наряду с загрязнением могут оказывать влияние на достоверную оценку тем или иным методом, включая биотестирование.

В данной работе мы сравнили отклики разных тест-организмов на воздействие водных экстрактов серии почвенных образцов трех месторождений Казахстана. Их физико-химические свойства представлены в таблице 3.

Микробиологический тест. Результаты оценки экологической токсичности откликов образцов показали явные различия в откликах люминесцентных бактерий в составе препарата «Эколюм» на воздействие испытуемых экстрактов почв (табл.4). Не только фоновые, но и умеренно и средне загрязненные нефтью почвы месторождений Жанаталап, Актас и Кумколь оказались нетоксичны. Допустимая степень токсичности была в образцах почв месторождений Актас и Кумколь, отнесенных по данным химического анализа к группе с высокой степенью загрязнения. Остальные же почвенные образцы характеризовались как токсичные.

Необходимо подчеркнуть, что токсичными почвами в основном оказались почвы месторождений Актас и Жанаталап с очень высокой степенью

Таблица 3. Физико-химическая характеристика водных экстрактов образцов исследуемых почв

Наименование месторождения	Почвы		Водные экстракты		
	Усл. степень загрязнения	Содержание нефти, %	pH	Содержание O ₂	Электропроводность, (mS)
Жанаталап	Фоновая	0,03	8,26	8,61	0,96
	Высокая	1,48	7,95	8,61	1,90
	Очень высокая	8,63	7,75	8,55	1,86
Актас	Умеренная	0,08	8,02	9,05	3,82
	Высокая	3,81	7,89	9,04	8,28
	Очень высокая	6,23	7,94	9,13	3,22
Кумколь	Средняя	0,59	8,04	9,16	2,21
	Высокая	3,30	7,75	8,19	1,31

загрязнения, а также высоко загрязненная почва месторождения Жанаталап. Скорее всего, что в полученных данных находят отражения особенности почвенных характеристик и физико-химические свойства нефти. Не исключено, что неблагоприятные условия для развития бактерий наряду с загрязнением нефтепродуктами также внесли свой вклад. Как известно, почвы прикаспийского региона отличаются засоленностью, скудной растительностью, соответственно низким уровнем плодородия и содержанием микробных сообществ. При засушливом, резко-континентальном климате все это не благоприятствуют нормальному развитию микроорганизмов.

Таблица 4. Результаты анализа водных вытяжек почв по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм» на приборе «Биотокс-10»

Наименование месторождения	Условная степень загрязнения	Индекс токсичности (среднее)	Степень токсичности
Контроль	-	-	Нетоксичен
Жанаталап	Высокая	26,57	Токсичен
	Очень высокая	40,15	Токсичен
Актас	Высокая	0	Допустимая
	Очень высокая	32,2	Токсичен
Кумколь	Высокая	4,98	Допустимая

Фитотестирование. В тесте с семенами *Raphanus sativa* оценили степень фитотоксичности почв на разных стадиях развития. (табл. 5). Процент прорастания семян был достаточно устойчивым показателем к воздействию нефтяного загрязнения. Наиболее чувствительной характеристикой оказалось изменение длины побегов. Судя по данным фитотеста, загрязнение оказало

Таблица 5. Результаты фитотестирования нефтезагрязненных почв на семенах редиса обыкновенного (*Raphanus sativa*)

Наименование месторождения	Усл. степень загрязнения	Процент прорастания семян (%; M±m)		Удельная длина побегов (мм)	Удельная длина корня (мм)
		3 сутки	7 сутки		
Контроль		65,0±10,8	68,0±7,1	3,97	10,97
Жанаталап	Фоновая	54,0±12,7	70,0±4,4	4,54	10,76
	Высокая	44,0±5,2	66,0±11,1	5,17	11,19
	Очень высокая	31,0±5,2	58,0±7,1	5,25	11,48
Актас	Умеренная	56,7±14,3	63,3±7,2	7,40	10,42
	Высокая	40,0±32,9	43,3±38,0	7,35	11,43
	Очень высокая	46,7±19,0	63,3±14,3	7,71	11,92
Кумколь	Средняя	53,3±35,9	61,7±31,3	8,58	14,56
	Высокая	46,7±19,0	60,0±12,4	6,23	16,32

негативное влияние лишь на образец почвы месторождения Кумколь с высокой степенью загрязнения. Оно привело к уменьшению удельной длины побегов редиса с 8,58 мм (средняя степень загрязнения почвы) до 6,23 мм (высоко загрязненная). Достоверных различий в умеренно и сильнозагрязненных почвах с одного и того же месторождения по проценту и энергии прорастания не выявлено (рис. 1).

Вегетативные и полевые опыты показывают, что фитотоксичность почв находится в тесной зависимости от интенсивности и длительности загрязнения:

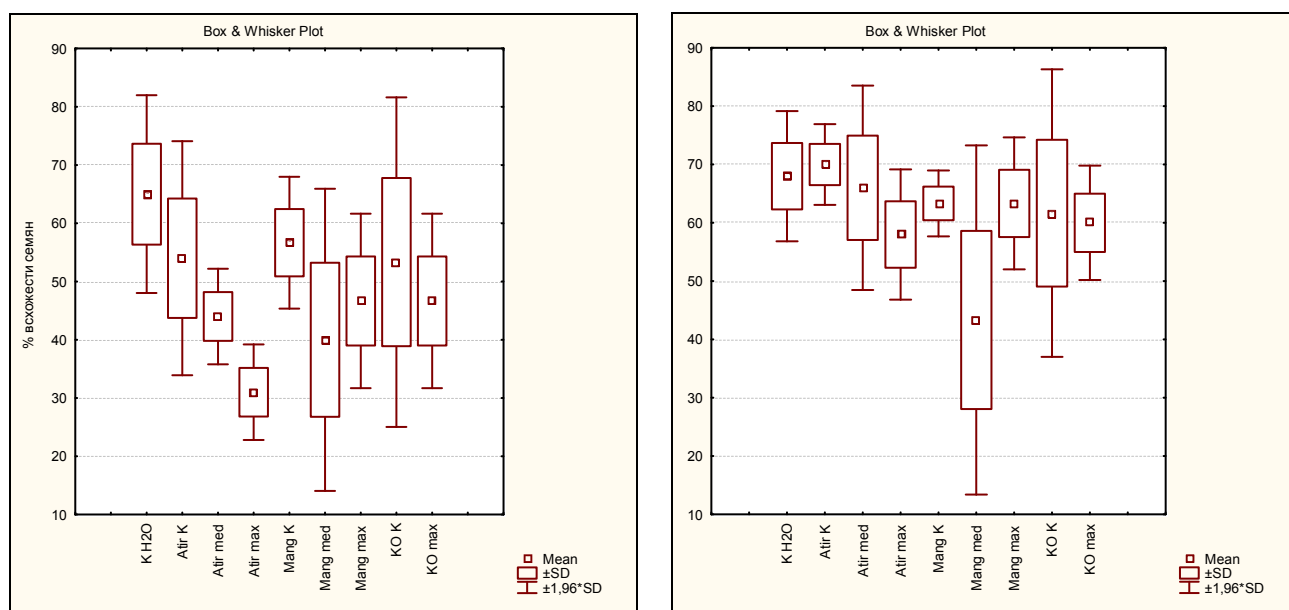


Рис.1. Результаты статистической обработки данных по всхожести (слева) и энергии прорастания (справа) семян редиса при оценке фитотоксичности нефтезагрязненных почв (по оси абсцисс- образцы трех месторождений с разным уровнем загрязнения)

чем больше степень загрязнения, тем ниже продуктивность растений (Ирха Н. и др., 2003). В нашем случае в большинстве образцов проявился стимулирующий эффект нефтяного загрязнения. Так в образцах почв с очень высокой степенью загрязнения месторождений Жанаталап и Актас удельная длина побегов и корней на седьмые сутки несколько увеличилась относительно образцов фоновой и умеренной степеней загрязнения (табл. 5). Лишь в почве с высокой степенью загрязнения месторождения Актас выявлены самые неблагоприятные условия по всем показателям фитотеста, что, скорее всего, можно объяснить повышенной засоленностью данного образца.

Гидробиологические тесты. Полученные результаты биотестов на цеериодафниях показывают (табл. 6, 7), что за исключением двух образцов, исследуемые почвы могут быть отнесены к нетоксичным либо малотоксичным, т.е. согласно стандартным методикам, пробы не оказывают токсического

действия, при котором доля иммобилизованных превышает 10% . В образце почвы месторождения Актас с высокой степенью загрязнения по данным биотестирования на цериодафниях доля иммобилизованных особей $A = 100\%$, что позволяет говорить о высокой степени токсичности. Не исключено, что наряду с эффектом нефтепродуктов в данном случае проявляется воздействие повышенной минерализации. Образец высоко загрязненной почвы месторождения Кумколь в тесте с цериодафниями оценен как токсичный, т.к. величина $A = 10\%$.

Результаты испытаний токсичности образцов с помощью инфузорий *Paramecium caudatum* позволяют классифицировать все почвы как нетоксичные, поскольку отклонение от контроля по доле иммобилизованных особей (A) не превышает 10% (табл. 7).

Таблица 6. Результаты биотестирования нефтезагрязненных образцов почв по иммобилизации ракообразных *Ceriodaphnia affinis*

Образец	Условная степень загрязнения	Повторность (I)	Количество живых цериодафний		*	**	****	Степень токсичности образца
			0ч (\bar{X}_k)	48ч (\bar{X}_{on})				
Контроль		5	20	20	$\bar{X}_{k(on)1}$	$\bar{X}_{k(on)2}$	A (%)	Не токсичен
Жанаталап	Фоновая	5	20	20	4	4	0	Не токсичен
	Высокая	5	20	20	4	4	0	Не токсичен
	Очень высокая	5	20	20	4	4	0	Не токсичен
Актас	Умеренная	5	20	20	4	4	0	Не токсичен
	Высокая	5	20	0	4	0	100	Высоко токсичен
	Очень высокая	5	20	19	4	3,8	5	Не токсичен
Кумколь	Средняя	5	20	19	4	3,8	5	Не токсичен
	Высокая	5	20	18	4	3,6	10	Токсичен

Таблица 7. Результаты биотестирования нефтезагрязненных образцов почв по иммобилизации инфузорий *Paramecium caudatum*

Образец	Условная степень загрязнения	Повторность (I)	Количество живых инфузорий		* $\bar{X}_{k(on)1}$	*** $\bar{X}_{k(on)2}$	**** А (%)	Степень токсичности образца
			0ч (\bar{X}_k)	24ч (\bar{X}_{on})				
Контроль		1	40	40	8	8	0	Не токсичен
Жанаталап	Фоновая	5	28	28	5,6	5,6	0	Не токсичен
	Высокая	5	42	42	8,4	8,4	0	Не токсичен
	Очень высокая	5	38	36	7,6	7,2	5,26	Не токсичен
Актас	Умеренная	5	35	35	7	7	0	Не токсичен
	Высокая	5	50	48	10	9,6	4	Не токсичен
	Очень высокая	5	41	38	8,2	7,6	7,32	Не токсичен
Кумколь	Средняя	5	36	36	7,2	7,2	0	Не токсичен
	Высокая	5	28	26	5,6	5,2	7,14	Не токсичен

Прим.: * $\bar{X}_{k(on)1}$ – среднее арифметическое количества исходных особей;

** $\bar{X}_{k(on)2}$ – среднее арифметическое количества иммобилизованных особей в тестируемой воде через 48 ч;

*** $\bar{X}_{k(on)2}$ – среднее арифметическое количества иммобилизованных особей в тестируемой воде через 24 ч;

**** А – доля иммобилизованных особей, % к контролю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматривая в совокупности полученные результаты биотестирования образцов нефтезагрязненных почв Казахстана можно заключить, что неблагоприятие в почвах по критерию экотоксичности в большинстве случаев прямо коррелирует с содержанием нефти и нефтепродуктов, определенных химическим способом. Согласно нашим данным, почвы месторождений Жанаталап, Кумколь и Актас, загрязненные нефтью в высокой и очень высокой степени, характеризуются как токсичные, а почвы «фоновая», умеренно и среднезагрязненные относятся к нетоксичным (табл. 8).

Таблица 8. Оценка токсичности нефтезагрязненных образцов почв по результатам разных тест-организмов в стандартных биотест-системах

Образец	Условная степень загрязнения	Оценка степени токсичности образцов почв по результатам откликов			
		бактерий «Эколюм»	растений <i>Raphanus sativa</i>	ракообразных <i>Ceriodaphnia affinis</i>	простейших <i>Paramecium caudatum</i>
Жанаталап	Фоновая	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен
	Высокая	Токсичен	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен
	Очень высокая	Токсичен	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен
Актас	Умеренная	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен
	Высокая	Допустимая	Допустимая	Высоко токсичен	Не токсичен
	Очень высокая	Токсичен	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен
Кумколь	Средняя	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен	Не токсичен
	Высокая	Допустимая	Допустимая	Токсичен	Не токсичен

Различия в токсичности почв исследованных месторождений можно объяснить возрастом и качеством нефтяного загрязнения. В почвах меторождений Актас и Жанаталап нефтяное загрязнение более свежее, относительно месторождения Кумколь, и составляет 2-5 лет, токсичные фракции нефти еще не подверглись влиянию физико-химических и биологических факторов. В почвах месторождения Кумколь загрязнение более «старое» – в данном случае менее токсичное за счет улетучивания ароматических компонентов и микробиологической трансформации токсичных фракций нефти. Кроме того, в отличие от высокопарафинистых нефтей Актас и Жанаталап нефть месторождения Кумколь маловязкая и малосернистая. Кумкольские нефти сравнительно легкие (0,81-0,83 г/см³), содержат много легких фракций, отличаются отсутствием вредных примесей, обладают высоким содержанием высокомолекулярных парафинов типа пентадекана (C₁₅H₃₂) с температурой застывания +10°С, эйкозана (C₂₀H₄₄) с температурой застывания +36°С, доказана (C₂₂H₄₆) с температурой застывания +44°С и т.д. Таким образом, проявившаяся токсичность почв находится в прямой

зависимости и от возраста нефтяного загрязнения, и от свойств загрязняющих компонентов загрязнения.

Для практически значимого заключения об экотоксичности по современным нормативным требованиям в соответствии с Приказом МПР № 511 достаточно проводить биологические тесты с использованием двух разных тест-организмов, относящихся к разным таксономическим группам. Проведенное нами сравнение чувствительности тест-организмов на нативных образцах почв показало, что такой подход может привести к искажению реальной ситуации, поскольку стандартные тест-организмы характеризуются разной чувствительностью к токсикантам. Проблема адекватности заключений по двум биотестам весьма актуальна, она в настоящее время активно обсуждается в связи с оценкой качества почв, вод и особенно остро в связи с определением класса опасности отходов разных видов производств (Ирха и др., 2003; Бурдина, Терехова, 2005; Филенко, 2007; Терехова, 2009 и др.). Очевидно, что используя только инфузории и дафнии при анализе загрязненных в высокой степени почвы месторождения Актас, можно дать заключение об отсутствии токсичности, тогда как «батарея методов» повышает надежность биотестирования.

Полученные в работе новые сведения о чувствительности стандартных тест-систем пополняют банк данных об особенностях разных подходов к биотестированию почв и разнообразии откликов разных тест-организмов, что, надо надеяться, будет способствовать в ближайшей перспективе совершенствованию системы биологической оценки экологического качества и нормированию вредных воздействий на почвенный покров.

Список литературы

Бурдина В.М., Терехова В.А. Анализ эффективности методик биотестирования в экологической оценке загрязненных почв и отходов различного происхождения Материалы международной конференции

«Проблемы биодеструкции техногенных загрязнителей окружающей среды», Саратов, 14 – 16 сентября 2005 г. 2005.С.125-126.

Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде. М.: РУДН. 2004. - 163 с.

Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1987. - 256 с.

Зильберман М.В., Порошина Е.А, Зырянова Е.В. Биотестирование почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. ФГУ УралНИИ «Экология». 2005. С. 3-44.

Ирха Н., Блинова И., Петерселль В. Использование биотестов для оценки влияния почв на снижение токсичности комплексной смеси тяжелых металлов и полициклических ароматических углеводородов// Экологическая химия. 2003, 12 (4) С. 233-239.

Киреева Н.А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. Уфа: БашГУ. 1994. – 172 с.

Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. С. 446.

Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний. ФР.1.39.2007.03221. (ООО "Акварос").

Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg ФР.1.39.2006.02506. ПНД Ф Т 14.1:2:3.13-06 : ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.10-06. (ЛЭТАП, МГУ).

Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой "Эколюм" на приборе "Биотокс-10". ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04; ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.8-04 (ООО НЦ "Экологическая перспектива").

Надиров Н. Характеристика месторождений. Принципы оценки ресурсов. Алматы. 2006. Т. 5. С. 108.

Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности (МР 2.1.7.2297-07).

Определение токсичности воды и водных вытяжек из почв..., ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04; 16.1:2.3:3.8-0.

Практикум по агрохимии/ под ред. Минеева В.Г. М.: МГУ, 2001.

Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИИ–Природа, 2002. – 118 с.

Терехова В.А. Технологии биотестирования в оценке экотоксичности отходов// Экология производства. 2009. 1. С. 48-53.

Филенко О.Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды// Экологические системы и приборы. 2007, 6. С. 18-20.

ECOLOGICAL EVALUATION OF KAZAKHSTAN OIL POLLUTED SOILS BY STANDARD BIOASSAYS METHODS

Ibragimova S.T.¹, Aitkeldieva S.A.¹, Faizulina E.R., Sadanov A.K.³, Poputnikova T.O.², Terekhova V.A.^{2,4}

¹ The Institute of Microbiology and Virology, Almaty

² Soil science faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow

³ The Centre of biological researches, Almaty

⁴ Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow

*Ecotoxicity of oil polluted soils from three Kazakhstan oilfields (Zhanatalap, Kumkol, Aktas) in four bio-systems was studied. It was established good correlation between oil content and test-responses for the most part of soil samples. The higher plants *Raphanus sativa* and protozoan *Paramecium caudatum* had low sensitivity to old oil pollution than crustacean *Ceriodaphnia affinis* and luminescent bacteria ('Ecolum'). The influence of oil pollution at different age as well as salt content and oil quality on the sensitivity of different species of test organisms is discussed.*