



УДК 502; 574

ДЕСТРУКЦИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ БИОПРЕПАРАТАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОЧВ И РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ

*И.Е. Парамонова, Н.Л. Кравченко, А.Б. Суюнова, М.А. Безроднов,
Н.А. Талжанов, Д.С. Балпанов*

ТОО «НАЦ «Биомедпрепарат», г. Степногорск, РК
biomedpreparat@bk.ru

Изучена эффективность деструкции нефти разными биопрепаратами при среднем и высоком уровне загрязнения темно-каштановой, солончаковой и песчаной почв. Установлено, что эффективность биопрепаратов зависит от типа почвы и степени нефтяного загрязнения. Наиболее полно и с большей скоростью процесс деструкции нефти протекает при среднем уровне загрязнения почв. В присутствии биопрепаратов степень деградации нефти при среднем уровне загрязнения увеличивается по сравнению с аборигенной микрофлорой: в темно-каштановой почве в 6,1 раза, в солончаках в среднем в 4,4 раза, в песке (Акмолинская обл.) – в 4,9, в песке (Мангистауская обл.) – 2,5 раза; при высоком уровне загрязнения: в темно-каштановой почве в 1,5 раза, в солончаках в среднем в 1,8 раза, в песке (Акмолинская обл.) – в 2,1, в песке (Мангистауская обл.) – 1,8 раза. Механизм действия препаратов при очистке почв заключается не только в биохимической деструкции нефти высокоактивными бактериями, но и в активизации природных микробных биоценозов продуктами метаболизма. Показано, что при внесении биопрепаратов в нефтезагрязненные почвы активизируется естественная нефтеокисляющая микрофлора природной среды. Для всех типов почв при высокой степени загрязнения нефтью (15%) отмечено снижение скорости деструкции нефти и повышение деструктивной активности природной микрофлоры.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, нефтезагрязнение почвы, биодegradация, нефтеокисляющие микроорганизмы, биопрепарат.

Введение

Разработка нефтяных и газовых месторождений для нашей республики представляет стратегическое значение. Масштабные разработки и добыча углеводородного сырья в основном ведутся в Западном Казахстане, который охватывает территорию пяти областей: Актюбинской, Атырауской, Западно-Казахстанской, Мангистауской и Кызылординской [1].

Ежегодно из недр извлекается свыше 50 млн. тонн нефти и 100 млрд. м³ газа, причем объемы их добычи с каждым годом возрастают. К 2015 году предполагается довести добычу казахстанской нефти до 150 и более миллионов тонн в год. На сегодняшний день в Казахстане открыто более 208 нефтегазовых месторождений. В то же время нефть и нефтепродукты являются одними из самых опасных и широкомасштабных загрязнителей окружающей среды [1, 2].

Мангистауская область – старейший в Казахстане регион нефтедобычи. Здесь открыто около 70 месторождений, из которых в эксплуатации находится 27 - Каражанбас, Каламкас, Арман, Северные Бузачи, Узень, Жетыбай, Тасбулат. В результате утечки нефти из устьевого оборудования скважины только одного месторождения Жетыбай, разрабатываемого АО «Мангистаумунайгаз», площадь загрязнения вокруг устья скважины составила около 200 квадратных метров.

В Атырауской области разрабатываются ресурсы 43 месторождений нефти и газа, в том числе и уникальное Тенгизское месторождение.

На территории Мангистауской и Атырауской областей имеется 969 земляных амбаров, не обеспеченных какой-либо изоляцией, в которых хранится около 100 тысяч тонн нефти. Общая площадь замазученных земель в этих же областях составляет 735 га,



на которых разлито около 200 тыс. тонн нефти.

В связи с этим экологическая проблема восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, является крайне актуальной задачей.

Известно, что в зависимости от нефтяного загрязнения одна и та же почва неоднозначно реагирует на антропогенную нагрузку; почвы, различающиеся по минералогическому составу, содержанию органического вещества, численности и составу микробиоценоза, по-разному реагируют на одно и то же нефтяное загрязнение; окислительно-восстановительная обстановка в загрязненной почве оказывает влияние на направленность изменения как самой почвы, так и углеводородного загрязнителя [3].

При ликвидации загрязнений только механическими и физико-химическими способами не всегда достигают должного эффекта, так как зачастую возникает проблема утилизации отходов, образующихся после очистки.

Наиболее перспективными являются микробиологические методы очистки нефтезагрязненных объектов, как не наносящие дополнительного ущерба окружающей среде и наиболее дешевые: если стоимость очистки 1 м³ загрязненной почвы методом сжигания составляет около 3 тыс. долларов США, то с использованием биоочистки — от 100 до 300 долларов [4, 5].

Описано более 20 родов бактерий и более 10 родов грибов, также некоторые виды дрожжей, способных к биодеградации нефтяных углеводородов [6].

Различные виды дрожжей *Candida* разлагают ароматические соединения с концентрацией до 1% в грунтах за 120-200 суток, *Candida sp.* поглощает керосин, *Candida lipolytica* - сырую нефть. Нефть на поверхности почвы уничтожают *Actinomyces elegans* и *Geotrichum marium* [7].

Использование *Acinetobacter sp.* дает 80%-ный эффект очистки от ароматических соединений по истечении пяти недель [8]. Дegradацию ароматических углеводородов осуществляют *Thiobacterium* [9] и

Pseudomonas alcaligenes, которые разлагают также галогенуглеводороды [10].

Однако большее предпочтение отдают бактериальным препаратам, т.к. они более жизнеспособны и конкурентоспособны в окружающей среде. На основе активных штаммов микроорганизмов - нефтедеструкторов разрабатываются и создаются биопрепараты для ликвидации нефтезагрязнений окружающей среды, применяемые с различной степенью эффективности [11].

Процесс деструкции нефтепродуктов с помощью биопрепаратов протекает в период от нескольких дней или недель до нескольких месяцев в зависимости от степени загрязнения объекта, химического состава загрязнителя, климатических и физико-химических параметров среды. В целом деструкция углеводородов с применением биопрепаратов нефтеокисляющего действия происходит примерно в 100 раз быстрее, чем в процессе естественного разложения.

Известно, что в зависимости от состава нефтяного загрязнения одна и та же почва неоднозначно реагирует на антропогенную нагрузку, а также почвы, различающиеся по минералогическому составу, содержанию органического вещества, численности и составу почвенного микробиоценоза, по-разному реагируют на одно и то же нефтяное загрязнение.

В различных грунтах процесс биодеградации нефти протекает по-разному. Установлено, что за тридцать суток процент деструкции нефти в торфе составляет 65%, в песке - 52,2%, в глине - 34%, в почве - 36% [12].

Обзор состояния проблемы показывает, что наиболее полное, экологически безопасное и экономически обоснованное восстановление загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв может быть достигнуто при применении микробиологического метода с использованием высокоэффективных культур нефтеокисляющих микроорганизмов с учетом ряда факторов: активность используемых биопрепаратов, физико-химические показатели почвы (влажность, соленость, pH), тип почв.



Целью настоящей работы является изучение процесса деструкции нефти в зависимости от типа почв и степени нефтяного загрязнения при использовании биопрепаратов в модельных лабораторных экспериментах.

Материалы и методы

Объектом исследований служили темно-каштановая, песчаная и солончаковая почвы, отобранные в окрестностях г. Степногорск (Акмолинская область) и песчаная почва, отобранная в окрестностях г. Актау (Мангистауская область); биопрепараты: «Микрозим (tm) «ПЕТРО ТРИТ» (произведен в РФ) с титром клеток в препарате - $4 \cdot 10^{12}$ КОЕ/г, «Экобак» (разработан РГП «Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан», г. Астана) с титром - $1,2 \cdot 10^9$ КОЕ/мл, «Препарат №1» (разработан в филиале РГП «Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан» в г. Степногорск) с титром - $1,13 \cdot 10^9$ КОЕ/мл; нефть месторождения «Узень» в концентрации 7 и 15% (70 и 150 мл/кг).

Модельные эксперименты по изучению углеводородокисляющей способности биопрепаратов проводили на разных типах почв *in vitro*.

В пластмассовые емкости объемом 5,0 л помещали по 1000 г почвы. Навески почвы брали в воздушно-сухом состоянии и доводили влажность до 60% полной влагоемкости. Препараты вносили согласно рекомендациям разработчиков. Контролем служили варианты опыта без интродукции микроорганизмов. Почву инкубировали при комнатной температуре (22-25°C), поддерживая влажность 60%.

Для наблюдения за процессом биодеградации нефти пробы почвы отбирали в динамике: при 7%-ном уровне загрязнения нефтью - через 0, 7, 15, 30, 60 суток; при 15%-ном уровне загрязнения нефтью - через 0, 15, 30, 60 суток.

Эффективность воздействия биопрепаратов рассчитывали по отношению разрушенных (усвоенных) микроорганизмами

нефтеуглеводородов к исходному их содержанию в образцах за время t , выраженному в процентах:

$$\text{Эфф} = ((C_0 - C_t) / C_0) \times 100,$$

где: C_0 - исходное содержание нефтепродуктов в почве;

C_t - содержание нефтепродуктов в отборах образцов почвы в динамике [13].

Деструкцию нефти в почвах определяли гравиметрическим методом и методом газо-жидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Hewlett Packard 6890» с плазменно-ионизационным детектором [14].

Результаты и обсуждение

В Казахстане представлены почти все виды почв. Для равнин республики (85,5% ее территории) характерна четко выраженная широтная, а для гор – вертикальная зональность. Почвенному покрову каждой из зон и поясов присущи свои особенности, обусловленные различиями в природе регионов. Они и определяют специфику структуры и физико-химические свойства почв.

Наиболее типичными грунтами в местах нефтедобычи в Западном Казахстане являются солончаки и песок, в местах расположения крупных нефтеперерабатывающих предприятий – темно-каштановая почва [15].

Темно-каштановые почвы характеризуются относительной однородностью механического состава по профилю. Водно-физические свойства темно-каштановых почв близки к черноземам, общая пористость их по литературным данным достигает 50-55%, наименьшая влагоемкость – 35-45%. Содержание гумуса колеблется от 2 до 5% и постепенно уменьшается с глубиной. Присутствие в почве достаточного количества гумусовых веществ способствует формированию прочной структуры и обеспечивает благоприятный водно-воздушный режим. Уровень микробиологической активности почв также поддерживается уровнем содержания гумуса. Реакция слабоще-



лочная или нейтральная. Сухой остаток не превышает 0,2% [16].

Солончаки по морфологическим признакам разнообразны, так как встречаются в различных зонах и в строении профиля несут черты соответствующего зонального типа почв (черноземов, каштановых, бурых, серо-бурых). По морфологическому составу чаще суглинистые и глинистые. В солончаках водно-физические свойства резко ухудшаются: уменьшается пористость и водопроницаемость, возрастает мертвый запас влаги. Химический состав наиболее ярко характеризуется по солевому профилю, для которого типично высокое содержание водорастворимых солей (сухой остаток не менее 1% и до десятков процентов) с одним или несколькими максимумами скопления солей [16].

Песок - наиболее типичный грунт в районах нефтедобычи. Песок в отличие от почвы обладает низкой сорбционной способностью, поэтому работы по очистке песка от нефти считаются наиболее сложными.

Многовариантность состава нефтей и продуктов их переработки создает значительные трудности при очистке и восстановлении нефтезагрязненных почвенных экосистем. В первую очередь это касается биологических способов очистки, основу которых составляют углеводородокисляющие микроорганизмы. Известно, что различные классы углеводородов, входящих в состав нефти и продуктов их переработки, в разной степени подвергаются окислению [17].

Для такой обширной территории, как наша страна, не может быть разработано единых рекомендаций для всех районов по защите и рекультивации земель, нарушенных при транспортировке, добыче и переработке нефти. Чтобы сделать мероприятия наиболее эффективными, для каждого ландшафтного района, для которого характерен свой тип почв, необходимо знать природные механизмы самоочищения, факторы, ускоряющие этот процесс, количественные критерии, характеризующие разные стадии изменения нефти, почв, растительности, а также скорость восстановления последних.

В ходе выполнения данной работы была поставлена задача - изучить эффективность деградации нефти в нефтезагрязненных почвах (темно-каштановая, солончаки, песок) под влиянием биопрепаратов в зависимости от типа почвы и уровня загрязнения нефтяными углеводородами.

При лабораторном моделировании воспроизвести природный процесс изменения почвы под действием нефтяного загрязнения практически невозможно. Однако, в конкретно заданных условиях, можно уловить тенденции направленности процессов изменения, как самих почв, так и нефтяного загрязнения. Результаты лабораторного моделирования позволяют в ряде случаев более четко представить происходящие в природе процессы.

В модельных лабораторных экспериментах исследован процесс деградации нефти в темно-каштановой, солончаковой и песчаной почве с исходным содержанием нефти 7% (средний уровень загрязнения) и 15% (высокий уровень загрязнения). При этом установлено, в каком из грунтов деградация нефти протекает наиболее эффективно.

Результаты анализа темно-каштановой почвы при среднем загрязнении (7%) нефтью показали, что «Препарат №1» и «Микрозим (tm) Петро Трит» уже через 15 суток эксперимента превысили 70%-ный уровень деградации нефтяных углеводородов. Препарат «Экобак» через 30 суток позволил снизить содержание нефти в темно-каштановой почве на 90,3% (рис. 1).

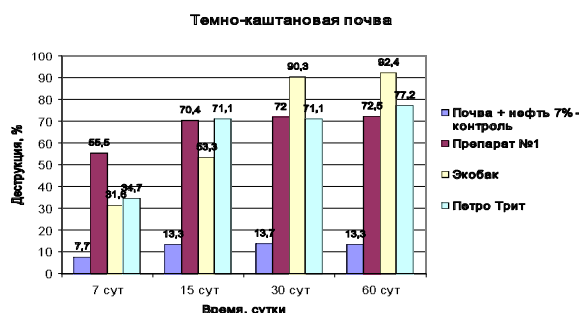


Рис. 1. Эффективность процесса деградации нефти (7%) биопрепаратами в темно-каштановой почве



В контрольном варианте без интродукции биопрепаратов отмечена слабая деструкция нефти за счет испарения легких углеводородов и активизации аборигенной микрофлоры – 13,3%.

В солончаковой почве (рис. 2) по сравнению с темно-каштановой отмечена более высокая скорость деструкции нефти, «Препарат №1» и «Микрозим (tm) Петро Трит» уже через 7 суток снизили содержание нефти в почве на 63,7 и 50,7% соответственно.

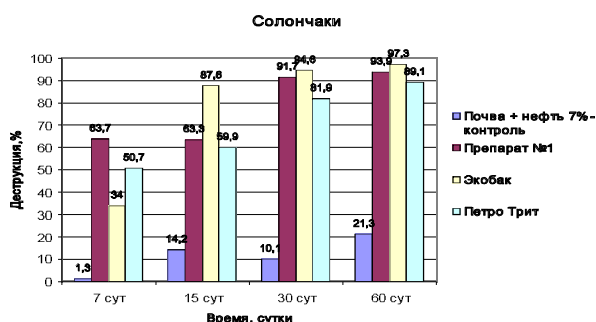


Рис. 2. Эффективность процесса дегградации нефти (7%) биопрепаратами в солончаковой почве

Через 30 суток все три исследуемые препарата показали достаточно высокую эффективность: «Экобак» - 94,6%; «Препарат №1» - 91,7%; «Петро Трит» - 81,9%. В контрольном варианте без интродукции биопрепаратов отмечена слабая деструкция нефти – 21,3%. Наибольшая степень дегградации нефти в солончаках наблюдалась при использовании «Препарата №1» и «Экобак».

На рисунке 3 представлены результаты анализов деструкции нефти биопрепаратами в образцах песчаной почвы Акмолинской области. Установлено что через 7 суток 50%-го уровня эффективности снижения нефти в песке достигли: «Препарат №1» – 51,8%, «Экобак» - 53,5%, «Микрозим (tm) Петро Трит» – 70,8%.

Наиболее эффективен в песчаной почве Акмолинской области препарат «Микрозим (tm) Петро Трит», при использовании которого уровень деструкции нефти через 7 суток составил 70,8%, через 60 суток - 87,7%. При этом «Препарат №1» по истечении

60 суток по эффективности не уступал препарату «Микрозим (tm) Петро Трит». В контрольном варианте без интродукции биопрепаратов через 60 суток отмечена слабая деструкция нефти – 17,1%.



Рис. 3. Эффективность процесса дегградации нефти (7%) биопрепаратами в песчаной почве Акмолинской области

Эффективность действия «Препарата №1» в песчаной почве Мангистауской области превысила 50%-ный уровень после 15-ти суток с момента обработки и составила – 90,9%. Остальные испытуемые препараты превысили 50% уровень эффективности по истечении 30 суток (рис. 4).

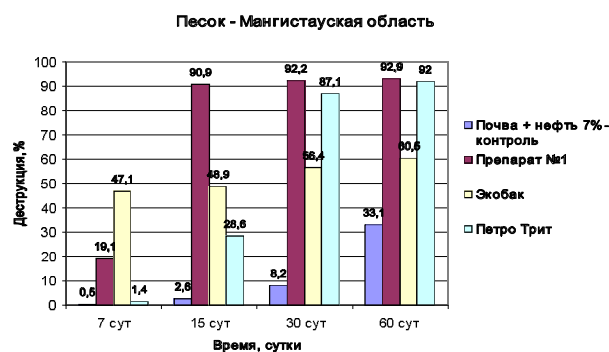


Рис. 4. Эффективность процесса дегградации нефти (7%) биопрепаратами в песчаной почве Мангистауской области

Таким образом, наибольший деструктивный эффект получен при использовании для очистки песка от нефти (7%) «Препарата №1».

Проведена сравнительная оценка способности биопрепаратов к деструкции углеводородов нефти в концентрации 7% на разных типах почв за 60 суток (рис. 5).

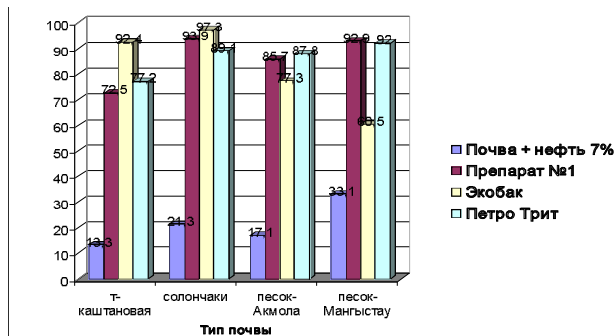


Рис. 5. Эффективность биопрепаратов в зависимости от типа почвы

При внесении препаратов процент деструкции нефти за 60 суток в темно-каштановой почве составил в среднем 80,7%, в солончаках – 93,4%, в песчаной почве Акмолинской области – 83,6%, в песчаной почве Мангыстауской области – 81,8%. Результат эксперимента показал, что наиболее эффективно деструкция нефти протекает в солончаках при использовании всех трех препаратов.

Результаты анализа темно-каштановой почвы при 15%-ном уровне загрязнения показали, что при более высоком нефтяном уровне загрязнения почвы процесс очистки почвы протекает медленно. Испытуемые препараты не превысили 50%-ный уровень эффективности по истечении 60 суток. При этом отмечена более высокая активность природной микрофлоры, эффективность которой через 60 суток составила 29,4% (рис. 6).

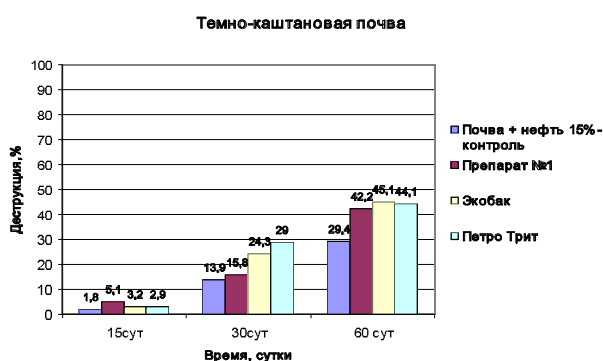


Рис. 6. Эффективность процесса деградации нефти биопрепаратами в темно-каштановой почве при 15%-ном уровне загрязнения

В солончаковой почве процесс очистки протекает более интенсивно, уже через

30 суток эффективность «Препарата №1» и «Экобак» составила 52,6 и 50,6% соответственно (рис. 7).

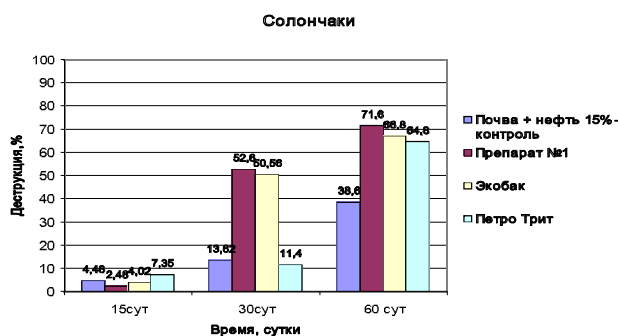


Рис. 7. Эффективность процесса деградации нефти биопрепаратами в солончаковой почве при 15%-ном уровне загрязнения

В солончаковой почве через 60 суток наибольшую деструктивную активность показал «Препарат №1» - 71,6%, препараты «Экобак» и «Микрозим (tm) Петро Трит» - 66,8 и 64,8% соответственно.

В песчаной почве Акмолинской области также отмечена невысокая скорость деструкции. Испытуемые препараты превысили 50% уровень эффективности по истечении 60 суток. При этом активность природной микрофлоры через 60 суток составила 29,5% (рис. 8).



Рис. 8. Эффективность процесса деградации нефти биопрепаратами в песчаной почве Акмолинской области при 15%-ном уровне загрязнения

Результаты исследования эффективности биопрепаратов в песчаной почве Мангыстауской области (рисунок 9) через 60 суток показали одинаковую активность всех изучаемых препаратов к деструкции углеводородов нефти – в среднем 75,9%,



причем наибольшая скорость процесса наблюдалась при использовании «Препарата №1», эффективность которого через 30 суток составила 57,1%.

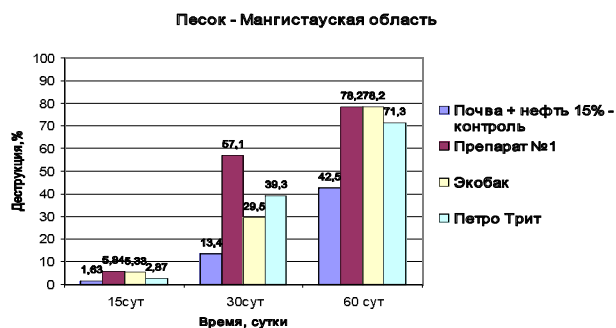


Рис. 9. Эффективность процесса деградации нефти биопрепаратами в песчаной почве Мангистауской области при 15%-ном уровне загрязнения

Проведена сравнительная оценка эффективности препаратов «Препарат №1», «Экобак» и «Микрозим (tm) Петро Трит» через 60 суток в зависимости от типа почвы при высоком уровне загрязнения нефтью (рис. 10).

Установлено, что наиболее активно процесс деградации нефтяных углеводородов при высокой степени загрязнения протекает в песчаной почве Мангистауской области,

эффективность всех трех препаратов в которой превысила 70%-ный уровень. Наиболее медленно и слабо прошла деградация нефти в темно-каштановой почве.

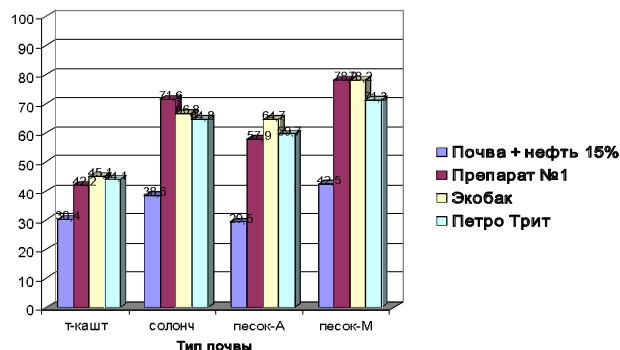


Рис. 10. Эффективность биопрепаратов в зависимости от типа почвы

Для всех типов почв, как при средней, так и при высокой степени загрязнения нефтью, отмечено повышение деструктивной активности природной микрофлоры.

Проведено сравнение эффективности биопрепаратов и увеличение степени деградации нефти при среднем (таблица 1) и высоком (таблица 2) уровнях загрязнения разных типов почв при внесении препаратов по сравнению с аборигенной микрофлорой.

Таблица 1

Эффективность биопрепаратов при среднем уровне загрязнения (7%) и увеличение деградации нефти при внесении биопрепаратов в разные типы почв через 60 суток

Наименование препарата	Деструкция нефти, %			
	темно-каштановая почва	солончаки	песок (Акмолинская обл.)	песок (Мангистауская обл.)
Чистая почва (контроль)	-	-	-	-
Почва + нефть (7%) (контроль)	13,3	21,3	17,1	33,1
Почва + нефть (7%) + б/препарат №1	72,5	93,9	85,7	92,9
Почва + нефть (7%) + б/препарат «Экобак»	92,4	97,3	77,3	60,5
Почва + нефть (7%) + коммерческий б/препарат «Петро Трит»	77,2	89,1	87,8	92,0
Среднее значение деструкции нефти, %	80,7	93,4	83,6	81,8
Увеличение степени деградации нефти при внесении препаратов в среднем	в 6,1 раза	в 4,4 раза	в 4,9 раза	в 2,5 раза



Таблица 2

Эффективность биопрепаратов при высоком уровне загрязнения (15%) и увеличение деградации нефти при внесении биопрепаратов в разные типы почв через 60 суток

Наименование препарата	Деструкция нефти, %			
	темно-каштановая почва	солончаки	песок (Акмолинская обл.)	песок (Мангистауская обл.)
1	2	3	4	5
Чистая почва (контроль)	-	-	-	-
Почва + нефть (15%) (контроль)	29,4	38,6	29,5	42,5
Почва + нефть (15%) + б/препарат №1	42,2	71,6	57,9	78,2
Почва + нефть (15%) + б/препарат «Экобак»	45,4	66,8	64,7	78,2
Почва + нефть (15%) + коммерческий б/препарат «Петро Трит»	44,1	64,8	59,7	71,3
Среднее значение деструкции нефти, %	43,9	67,6	60,8	75,9
Увеличение степени деградации нефти при внесении препаратов в среднем	в 1,5 раза	в 1,8 раза	в 2,1 раза	в 1,8 раза

Установлено, что использование биопрепаратов для биоремедиации почв от нефтяных загрязнений позволяет повысить степень деградации углеводородов нефти по сравнению с природной микрофлорой, как при среднем, так и при высоком уровне

загрязнения.

Проведено ранжирование испытуемых препаратов по скорости и эффективности деструкции нефти в разных типах почв при разных уровнях загрязнения (табл. 3, 4).

Таблица 3

Ранжирование препаратов по скорости и эффективности деструкции нефти при среднем уровне загрязнения почв

Вариант	Темно-каштановая почва		Солончаки		Песок (Акмолинская обл.)		Песок (Мангистауская обл.)	
	скорость	эфф-ть	скорость	эфф-ть	скорость	эфф-ть	скорость	эфф-ть
Почва + нефть (7%) + «Препарат №1»	1	2	1	1	1	1	2	1
Почва + нефть (7%) + «Экобак»	3	1	3	1	3	2	1	1
Почва + нефть (7%) + «Петро Трит»	2	2	2	2	2	1	3	1

Таблица 4

Ранжирование препаратов по скорости и эффективности деструкции нефти при высоком уровне загрязнения почв

Вариант	Темно-каштановая почва		Солончаки		Песок (Акмолинская обл.)		Песок (Мангистауская обл.)	
	скорость	эфф-ть	скорость	эфф-ть	скорость	эфф-ть	скорость	эфф-ть
Почва + нефть (15%) + «Препарат №1»	3	1	1	1	2	2	1	1
Почва + нефть (15%) + «Экобак»	2	1	2	2	1	1	3	1
Почва + нефть (15%) + «Петро Трит»	1	1	3	3	2	2	2	2



Сравнительная оценка эффективности испытанных препаратов при среднем уровне загрязнения нефтью позволила выделить «Препарат №1», обладающий наибольшей скоростью и способностью к окислению нефтепродуктов.

При высоком уровне загрязнения препараты по скорости и эффективности деструкции нефти распределились следующим образом: «Препарат №1», «Экобак», «Микрозим (tm) Петро Трит».

Таким образом, при использовании в лабораторном эксперименте по очистке темно-каштановой, солончаковой и песчаной почвы от нефтяных загрязнений все испытываемые препараты показали достаточно высокую эффективность. «Препарат №1», разработанный в филиале РГП «Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан» в г. Степногорск, по скорости и эффективности деструкции нефти превосходит препараты сравнения «Экобак» и «Микрозим (tm) Петро Трит».

Исследования показали, что эффективность очистки нефтезагрязненных почв биопрепаратами во многом определяется типом почвы и степенью загрязнения.

Заключение

В результате проведенных исследований выявлено, что применение препаратов нефтеокисляющих штаммов оправдано как при средних, так и при высоких уровнях

углеводородного загрязнения почвы. В то же время эффективность биопрепаратов зависит от типа почвы и степени нефтяного загрязнения. Наиболее полно и с большей скоростью процесс деструкции нефти протекает при среднем уровне загрязнения в солончаках при использовании всех трех препаратов, в темно-каштановой почве - при использовании препарата «Экобак» и в песчаной - при использовании «Препарата №1» и «Микрозим (tm) Петро Трит».

При высоком загрязнении наиболее активно процесс деструкции нефтяных углеводородов протекает в песчаной почве Мангистауской области, эффективность всех трех препаратов в которой превышает 70%-ный уровень. Наиболее медленно и слабо проходит деструкция нефти в темно-каштановой почве.

Отмечено, что при внесении биопрепаратов в нефтезагрязненные почвы активизируется естественная нефтеокисляющая микрофлора природной среды. В присутствии биопрепаратов степень деградации нефти при среднем уровне загрязнения увеличивается: в темно-каштановой почве в 6,1 раза, в солончаках в среднем в 4,4 раза, в песке (Акмолинская обл.) – в 4,9, в песке (Мангистауская обл.) – 2,5 раза; при высоком уровне загрязнения: в темно-каштановой почве в 1,5 раза, в солончаках в среднем в 1,8 раза, в песке (Акмолинская обл.) – в 2,1, в песке (Мангистауская обл.) – 1,8 раза.

Литература

1. Булатов А.И., Макаренко П.П. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. - Изд-во: Недра, 1997. - 412 с.
2. Орлов Д.Г., Малинина М.С., Мотузова Г.В. Химическое загрязнение почв и их охрана. - М: Агропромиздат, 1991. - 303 с.
3. Рогозина Е.А. Актуальные вопросы проблемы очистки нефтезагрязненных почв // Нефтегазовая геология. Теория и практика. (Электронный ресурс). СПб.: ВНИГРИ, 2006 (1). Режим доступа: <http://www.ngtp.ru/rub/7/02.pdf>.
4. Оборин А.А., Калачникова И.Г., Масливец Т.А., Базенкова И.И., Плещеева О.В., Оглоблина А.И. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. - М: Наука, 1988. - 320 с.
5. Ившина И.Б. Лекарства для экосистем // Наука Урала. - 2009. - №12. - С 119-124.
6. Конурбаева М.У., Доолоткельдиева Т.Д. Изучение способности штаммов *Pseudomonas* в биодegradации нефтепродуктов. - Бишкек, 2008. - С. 9.
7. Квасников Е.И., Ключникова Т.М. Микроорганизмы - деструкторы нефти в водных бассейнах. - К.: Наукова думка, 1981. - 131 с.



8. Дермичева С.Г., Шигаева М.Х. Углеводородоокисляющие микроорганизмы. - Алматы, 1994. - 25 с.
9. Миронов О.Г. Нефтеокисляющие микроорганизмы в море. - К.: Наукова думка, 1971. - 234 с.
10. Смирнов В.В., Киприанова Е.А. Бактерии рода *Pseudomonas*. - Киев: Наукова думка, 1990. - С. 152-185.
11. Маркова М.Ю., Емельянова Л.Г., Щемелинина Т.Н. Новые технологии для очистки нефтезагрязненных вод, почв, переработки и утилизации нефтепродуктов. - М.: Химия, 2001. - 118 с.
12. Терещенко Н.Н., Лушников С.В., Пышьева Е.В. Рекультивация нефтезагрязненных почв // Экология и промышленность России. - Томск, 2002. – С.98-105.
13. Алехин В.Г., Емцев В.Т., Малышкина Л.А., Фахрутдинов А.И., Ситников А.В., Хотянович А.В. Биологическая активность и микробиологическая рекультивация почв, загрязненных нефтепродуктами // Биологические ресурсы и природопользование. - Нижневартовск, 2004. - Вып. 2. – С. 74-82.
14. ЛМО/СОП-16. Анализ органических соединений методом ГЖХ/ПИД.
15. Козыбаев М.К., Абдильдин Ж.М., Абиьханов К.С. и др. Казахская советская энциклопедия. – Алма-Ата, 1981. – С. 88-93.
16. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. – Ленинград, 1986. – 224 с.
17. Рогозина Е.А., Калимуллина Г.М. Балансовая сторона утилизации нефтяного загрязнения почвы биопрепаратами серии «Нафтокс» // Нефтегазовая геология. Теория и практика (Электронный ресурс). СПб.: ВНИГРИ - 2007 (2). Режим доступа: <http://www.ngtp.ru/rub/7/012.pdf/>

Түйін

Құмды, сорлы, қара-қызғылт топырақтар орташа және жоғарғы деңгейде ластанғанда әртүрлі биопрепараттар көмегімен мұнайдың қалыпты құрылымының бұзылу тиімділігі зерттелген. Биопрепараттардың тиімділігі, топырақтың түрі мен мұнаймен ластану деңгейіне байланысты екені анықталған. Орташа деңгейде ластанған топырақтарда мұнайдың қалыпты құрылымының бұзылу үрдісінің жылдамдығы үлкенірек және ең толық өтеді. Мұнаймен ластанған топырақтарға биопрепараттарды енгізген кезде, табиғи ортаның жаратынды мұнайотықтырғыш микрофлорасы белсендірілетіні анықталған. Орташа деңгейде ластанған топырақтың ішінде биопрепарат болған кезде, бөгде микрофлорамен салыстырғанда мұнайдың қалыпты құрылымының бұзылу дәрежесі жоғарылайды: қара-қызғылт топырақта 6,1 есе, сорлы топырақта орташа есеппен алғанда 4,4 есе, (Ақмола обл.) құмында – 4,9 есе, (Маңғистау обл.) құмында – 2,5 есе; жоғары ластану деңгейінде: қара-қызғылт топырақта 1,5 есе, сорлы топырақта орташа есеппен алғанда 1,8 есе, (Ақмола обл.) құмында – 2,1 есе, (Маңғистау обл.) құмында – 1,8 есе. Топырақтарды тазалау кезінде, препараттардың әсер ету механизмі жоғарыбелсендікті бактериялар көмегімен мұнайдың қалыпты құрылымын бұзу биохимиясында ғана емес, сонымен қатар метаболизм өнімдерімен табиғи микроағзалар биоценозының белсендірілуімен сипатталады. Мұнаймен жоғарғы дәрежеде (15%) ластануда барлық топырақ түрлер үшін мұнайдың қалыпты құрылымының бұзылу жылдамдығы төмендейтіні және табиғи микрофлораның қалыпты құрылымының бұзылу белсенділігі жоғарылайтыны анықталған.

Summary

Oil destruction efficiency has been studied by means of various bio-products while the level of liver-colored, saline and sandy soil pollution was middle and high. It is found, that the efficiency of bio-products depends on soil type and degree of oil pollution. The fullest and high-speed oil destruction occurs at the middle level of soil pollution. It was demonstrated, that natural oil-oxidating micro flora of natural environment becomes active in the event of bio-product implementation into oil-polluted soil. When the middle pollution level, in the presence of bio-products, the ratio of oil degeneration increases as compared to native micro flora: in liver-colored soil it increases by factor of 6.1, in saline - on the average 4.4 times, in sand (Akmola region)- 4.9 times, in sand (Mangistau region) – 2.5 times; and when the highest pollution level it increases by factor of 1.5, in saline - on the average 1.8 times, in sand (Akmola region)- 2.1 times, in sand (Mangistau region) – 1.8 times. While soil cleanup, mechanism of bio-product action lies not only in bio-chemical oil destruction, caused by high-activity bacterium, but in activation of nature microbial biocenoses by metabolism products. Decrease in oil-destruction speed and increase in destruction activity of natural micro flora is specified for all types of soil while the high ratio of soil pollution by oil (15%).