

пигменты, окрашивающие среду, субстратный мицелий буроватого цвета, воздушный мицелий серый с различными оттенками. У этой культуры цепочки спор прямые, волнистые.

Культура, отнесенная к серии *Imperfectus*, идентифицирована как *Streptomyces capuensis* – колонии черного цвета, поверхность гладкая, но со временем поверхность становится морщинистой, выделяет темно бурый пигмент в среду, характерен специфический запах; субстратный мицелий темно коричневого цвета, а воздушный мицелий плохо развит.

Исследования целинного состояния подзональных подтипов почв равнинной территории Казахстана показали, что во всех типах почв выявлены стрептомицеты, и представлены следующими видами: *Streptomyces griseoflavus* *Streptomyces albus*, *Streptomyces cyaneus* и *Streptomyces coelicolor*.

1 Гришко В.Н., Сыщикова О.В. Сообщества актиномицетов рода *Streptomyces* в почвах, загрязненных тяжелыми металлами // Почвоведение. - 2009. - № 2. - С. 235-243.

2 Звягинцев Д.Г., Зенова Г.М., Оборотов Г. В. Мицелиальные бактерии засоленных почв // Почвоведение. - 2008. - № 10. - С. 1250-1257.

3 Зенова Г.М., Грядунова А.А., Поздняков А.И., Звягинцев Д.Г. Аэробные и микрофильные актиномицеты агротрофной и трофной типичных почв // Почвоведение. - 2008. - №2. - С. 235-240.

4 Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М., Полянская Л.М. Разнообразие грибов и актиномицетов и их экологические функции // Почвоведение. - 1996. - №6. – С. 705-713.

5 Гаузе Г.Ф., Т.П. Преображенская, Свешникова М.А, Терехова Л.П., Максимова Т.С. Определитель актиномицетов.- М.: Наука, 1983. - 258 с.

6 West M. J., Williams S.T., Embley T.M., Munro J.C. Using bacteriophages for skringing of soil and soil isolates on presence of specific *Actinomycetes* // The 9-th Intern. Sym. on the Biol. of *Actinomycetes*. - Moscow, 1994.

7 Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. - Изд-во МГУ, 1991. - С. 131 – 132.

Қазақстан топырағынан бөлініп алынған актиномицеттердің түрлік құрамы алуантүрлі. Барлық топырақ үлгілерінен стрептомицеттер бөлініп алынды және келесі түрлермен белгіленді: *Streptomyces griseoflavus* *Streptomyces albus*, *Streptomyces cyaneus* және *Streptomyces coelicolor*.

Species composition of actinomycetes from soil of Kazakhstan is very diverse. In all types of soil found streptomycetes and are represented by the following species: Streptomyces griseoflavus Streptomyces albus, Streptomyces cyaneus and Streptomyces coelicolor.

Т.Д. Мукашева, М.Х. Шигаева, Р.Ж. Бержанова, Р.К. Сыдыкбекова,

Л.В. Игнатова, Д. Даутова, А. Алашбаева, А.А. Сартаева

РАЗРАБОТКА РЕГЛАМЕНТА ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЗ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ БИОРЕМЕДИАЦИИ

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы)

Использование препаратов на основе микроорганизмов, состоящих из различных штаммов, способных окислять углеводороды нефти, приводит к ускорению процесса очистки почвы. В условиях повышенного уровня загрязнения природной среды нефтью и нефтепродуктами необходимо применять препараты из композиции из разных видов нефтеокисляющих микроорганизмов. Так, в России наиболее известными из них являются «Путидойл», «Деворойл», «Биодеструктор», «Экойл», «Олеворин», «Родотрин», «Микрозим™ Петро тит», «Эконадин». В Казахстане разработана композиция на основе природных штаммов *Pseudomonas putida* ГНПО ПЭ-Р-6, *Pseudomonas fluorescens* ГНПО ПЭ-Р-5, *Bacillus subtilis* ГНПО ПЭ-Р-7 и комплекса минерального удобрения - дигидрофосфата аммония и гидрофлорида калия [1].

Препараты, разработанные в России не применимы в условиях Казахстана. Для использования таких препаратов для очистки почвогрунтов и нефтешламов необходимо создания особых условий с учетом климатических параметров. Использование зарубежных препаратов нерационально. Эти препараты отличаются дороговизной для казахстанских потребителей. В связи с этим при разработке биопрепаратов для очистки почвогрунтов и нефтешламов актуальной задачей является создание многокомпонентных композиции из нефтеокисляющих микроорганизмов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Углеводородокисляющие микроорганизмы: *Mycobacterium thermoresistibile* 119-3ГМ, *Rhodococcus equi* 51КС, *Mycobacterium sp.* 222АТ, *Mycobacterium sp.* 229С3; *Rhodococcus sp.* 1С3, *Rhodococcus sp.* 115КК; *Bacillus sp.* 26АТ, *Bacillus sp.* 114КС; *Pseudomonas sp.* 122АС и культуры дрожжей *Candida nitratiovorans* В1, *Candida chilensis* В2, *Trichosporon cutaneum* Р20СО2 и *Trichosporon terrestrе* СМ7 [2].

Для определения оценки деструктивной активности углеводородокисляющих микроорганизмов использовали минеральную среду следующего состава (г/л): K_2HPO_4 - 1,0; $MgSO_4$ - 0,2; KH_2PO_4 - 1,0; NH_4NO_3 - 1,0; $CaCl_2$ - 0,02; $FeSO_4$ - 0,002; дистиллированная вода - 1л; нефть и нефтепродукты добавляли от 30 мл/л до 200 мл/л.

Питательные среды для получения высокого выхода биомассы: Среда 8Е - $(NH_4)_2HPO_4$ - 0,5 г/л, KH_2PO_4 - 0,7 г/л, $MgSO_4 \times 7H_2O$ - 0,8 г/л, $NaCl$ - 0,5 г/л [3]. Среда Раймонда - NH_4NO_3 - 1г/л, K_2HPO_4 - 1 г/л, KH_2PO_4 - 1 г/л, $MgSO_4$ - 0,2 г/л, $CaCl_2$ - 0,02 г/л, $FeSO_4$ - 0,002 г/л, дрожжевой экстракт 1 г/л, 1 литр дистиллированной воды [4]. Среда Макланга - $NaNO_3$ - 2 г/л, $MnSO_4 \times 7H_2O$ - 0,3 г/л, $Fe(SO_4)_3$ - 0,001 г/л, K_2HPO_4 - 1 г/л, $ZnSO_4$ - 0,002 г/л [5].

Минеральная среда - K_2HPO_4 - 1,0; $MgSO_4$ - 0,2; KH_2PO_4 - 1,0; NH_4NO_3 - 1,0; $CaCl_2$ - 0,02; $FeSO_4$ - 0,002 [6].

Питательная среда для получения посевного материала: - $(NH_4)_2HPO_4$ - 0,5 г/л, KH_2PO_4 - 0,7 г/л, $MgSO_4 \times 7H_2O$ - 0,8 г/л, $NaCl$ - 0,5 г/л [7].

Активация культур после хранения. Для активации культур использовали клетки микроорганизмов в экспоненциальной фазе их роста. После хранения двухсуточные культуры бактерий и трехсуточные культуры дрожжей смывали с косяков и переносили в минеральную среду, содержащую в качестве единственного источника углерода и энергии 3% ксенобиотика. Культивирование осуществляли на качалке в условиях интенсивной аэрации при температуре 28 °С. Бактерии выращивали 48 часов, а дрожжевые культуры 72 часа. На 2, 3 сутки роста из соответствующих разведений делали высевы на чашки Петри с агаризованной средой (МПА или СА) для получения изолированных колоний, затем адаптированные колонии микроорганизмов высевали на косяки.

Получение биомассы клеток. Для получения биомассы композиции, состоящей из углеводородокисляющих штаммов, культуры по отдельности выращивали в минеральной среде с титром клеток 10^9 . В качестве посевной среды использовали минеральную среду. Культуры в посевной среде выращивали на качалке 2 суток. Инокулят из посевной среды переносили в минеральную среду. Для этого в колбы на 500 мл вносили по 100 мл минеральной среды. Культуры выращивали при температуре 28°С на качалке 220 об/мин в течение 2 суток для бактерий и 3 суток для дрожжей до титра клеток 10^{10-11} . Из полученного посевного материала брали по 1 мл клеточной суспензии и все шесть штаммов выращивали в ферментационной среде. Колбы засеивали подготовленными суспензиями клеток предлагаемых штаммов в таком количестве, чтобы в 1 мл минеральной среды содержалось около 10^9 клеток. Биомассу микроорганизмов культивировали на качалке при 220 об/мин в течение 48 часов. Через 48 часов определяли общую численность. Аналогичные эксперименты проводили с использованием среды Раймонда и Макланга.

Получение посевного материала. Клетки каждого штамма после хранения со скошенного агара переносили в колбы со средой следующего состава: $(NH_4)_2HPO_4$ - 0,5 г/л, KH_2PO_4 - 0,7 г/л, $MgSO_4 \times 7H_2O$ - 0,8 г/л, $NaCl$ - 0,5 г/л. В качестве органических веществ использовали дрожжевой автолизат в количестве 0,5% и 1% и в качестве единственного источника углерода и энергии 3% дизельного топлива. Культивировали на качалке при аэрации и температуре 28°С в течение 2-3 суток.

Результаты и обсуждение

Подбор и обработка основных параметров для получения многокомпонентной композиции, состоящей из комплекса разных родов микроорганизмов

В мировой практике широко используется технология биоремедиации - внесения в загрязненные нефтепродуктами участки почвы и воды концентрированных биопрепаратов на основе углеводородокисляющих микроорганизмов, которые интенсифицируют метаболизм нефтезагрязненных почв.

Для получения посевного материала бактериальные штаммы выращивали 20 - 24 часов, а дрожжевые штаммы 72 часа. Затем, на стадии получения биомассы инокуляты соединяли в одну колбу со средой того же состава, внося в качестве посевного материала штаммы в соотношении (1:1). При этом сокращается срок их совместного культивирования до 26-28 часов, с конечным нейтральным значением рН культуральной жидкости. В течение эксперимента определяли вес сухой биомассы и рН среды.

Препараты, используемые в очистке экосистем, представляют собой биомассу жизнеспособных клеток или лиофилизированные клетки штаммов деструкторов. Для получения максимального выхода клеточной биомассы большое значение имеет получение посевного материала в предферментационной стадии из многокомпонентных композиций.

Как видно из полученных данных, при культивировании предферментационной стадии углеводородокисляющих штаммов на среде, содержащей 1% автолизата, вес сухой биомассы примерно увеличивался в 4 раза (рисунок 1, а). На первые сутки вес сухой биомассы в среднем составил 0,9 г на 100 мл среды, а на вторые сутки сухой вес биомассы равнялся 3,8 г на 100 мл среды. При внесении в среду 0,5 % дрожжевого автолизата сухой вес и плотность полученной биомассы поднялся на 2 порядка по сравнению с исходным весом. Так исходный вес составил – 0,9 г на 100 мл среды, а на 2 сутки 2,1 – 2,5 г на 100 мл среды (рисунок 1, б).

Таким образом, оптимальные концентрации компонентов среды как 1% автолизата увеличивает выход получения посевного материала.

Совместное культивирование штаммов – деструкторов на последнем этапе позволяет упростить и удешевить процесс промышленной наработки препарата, получить конечный продукт с более высоким титром углеводородокисляющих клеток и с нейтральным значением рН культуральной жидкости, полнее утилизировать основные компоненты питательной среды.

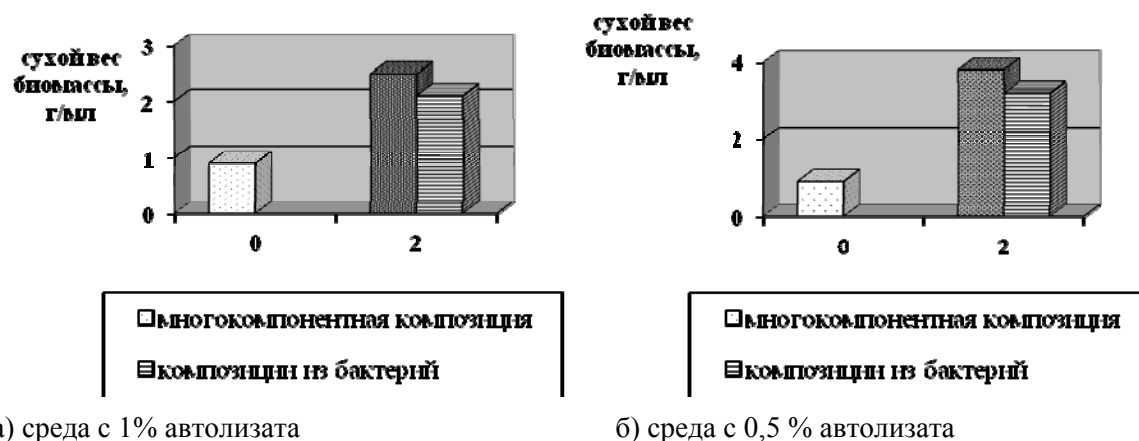


Рисунок 1 – Получение посевного материала для наработки биомассы нефтеокисляющих микроорганизмов

Состав компонентов питательной среды и их концентрации были специально подобраны. Выращивают каждый штамм индивидуально в соответствии с их физиологическими особенностями. Инокулят из предферментационной стадии переносили в ферментационную среду. Выращивание проводили в колбах с рабочим объемом 500 мл, инокулят вносили в количестве 10 % от объема среды.

При культивировании композиций в среде с рН 7,3 сухой вес биомассы на 2 сутки выращивания достигал максимальных значений 7,8 г/мл. Тогда как исходный вес сухой биомассы на первые часы культивирования составил 1,3 г/мл. Кратность увеличения составляла примерно 6,1 раза (рисунок 2, а).

Из полученных результатов следует, что при совместном культивировании штаммов, значения рН культуральной жидкости в течение процесса ферментации находилась в пределах 7,3-7,5, что является несомненным достоинством процесса.

Также были определен температурный режим культивирования. Температура среды является наиболее значимым лимитирующим фактором всех метаболических процессов. Штаммы новых композиций выращивали при температуре 20⁰С, 28⁰ С, 30⁰С и 35⁰С. Было показано, что оптимальный температурный интервал для роста и развития углеводородокисляющих микроорганизмов является - 28⁰ С. При температуре 28⁰С наблюдается максимальный прирост биомассы композиции, оптическая плотность клеточной суспензии увеличивается в 4 раза по сравнению с исходными значениями. В начальные сутки оптическая плотность равнялась – 0,15, а на сутки значения достигли до 0,55 оп. единиц (рисунок 2, б). Отклонения от этой температуры, как в сторону уменьшения 20⁰С, так и в сторону увеличения 35⁰С замедляется процесс роста и развития углеводородокисляющих микроорганизмов. Падает титр клеточной биомассы многокомпонентной композиции. Это связано с тем, что исследуемая группа УОМ является мезофильной и указанные температурные условия для них наиболее оптимальны. Следует также учесть, что при повышении температуры наблюдается уменьшение растворимости кислорода в воде, что отрицательно сказывается на росте и развитии новых композиций.

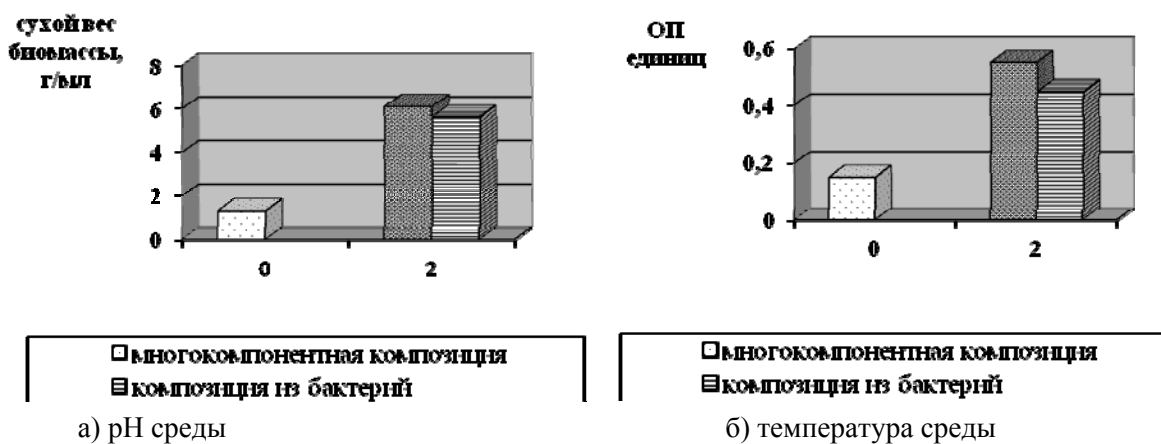


Рисунок 2 – Прирост клеточной биомассы новых композиции нефтеокисляющих микроорганизмов при pH и температуре

Таким образом, оптимальной температурой для роста и развития многокомпонентной композиции надо считать 28⁰ С.

При разработке новых композиции исходили из общего положения о том, что эффективность биопрепарата определяется высоким титром клеток в этом препарате. Использование нативной биомассы нефтеокисляющих микроорганизмов или их суспензий ограничено сроками хранения, как правило, один месяц. Известно, что для хранения используют различные сорбенты: минеральные (вермикулит, цеолит, керамзит), органические (торф, солома, опилки), синтетические (ткани, волокна).

Для концентрирования клеточной биомассы многокомпонентной композиции в качестве стабилизаторов использовали опилки и бентонит. При выращивании клеточной биомассы композиции нефтеокисляющих микроорганизмов получили препарат с высоким титром клеток $10,8 \times 10^{12}$ КОЕ/мл. По данным литературы известно, что добавка стабилизатора позволяет сохранить высокую углеводородокисляющую активность препарата во время хранения. Густая клеточная биомасса, представляющая собой концентрат живых клеток штаммов и остатков питательной среды, добавляли опилки для сгущения (в количестве 5 г на 300 мл среды). Затем ставили на хранение при температуре +4⁰С на 3 месяца. На каждом этапе контролировали численность жизнеспособных клеток в препарате. До хранения количество жизнеспособных клеток в биопрепарате было в пределах $10,1 \times 10^{12}$ КОЕ/мл, а после 90 дней хранения количество жизнеспособных клеток оставалось на высоком и составило $9,8 \times 10^{12}$ КОЕ/мл.

Клетки культур, выращенные в течение 48-72 часов, помещали в стерильные флаконы, затем вносили стерильный бентонит из расчета 1:1, проверяли количество жизнеспособных клеток до хранения и после хранения. Проверяли численность жизнеспособных клеток в 1 мл биомассы. При проверке было установлено, что титр жизнеспособных клеток снижается только на два порядка. Численность на первые сутки составила $11,8 \times 10^{12}$ КОЕ/мл, после хранения было в пределах $7,3 \times 10^9$ КОЕ/мл.

Таким образом, после 3 месяцев хранения образцы биомассы композиций состоящих из нефтеокисляющих микроорганизмов, приготовленные с использованием в качестве носителя бентонита, выживаемость клеток в биопрепаратах снижалась на два порядка.

Изучение деструктивной активности биопрепарата в модельных условиях. Для создания биопрепаратов нами использовались бактериальные культуры и дрожжевые организмы. Проведена серия модельных опытов по изучению активности биомассы композиции при внесении их в естественно загрязненные почвы. Композиции из штаммов – деструкторов из нефтеокисляющих микроорганизмов вносили из расчета 500 мг на 100 г загрязненной почвы. Продолжительность эксперимента составила 20 дней. Определяли приживаемость микроорганизмов и количество остаточной нефти в нефтезагрязненной почве. Для сгущения биомассы использовали опилки.

Модельные исследования по очистке почвогрунта и нефтешлама. В почвогрунте исходная степень загрязнения нефтяными углеводородами составила 230,9 г/кг почвы. Через 20 суток количество нефти в контроле без внесения микроорганизмов снизилось лишь до 219,1 г/кг почвы. В опытных вариантах содержание нефти на 20 сутки снизилось до 38,37 г/кг при внесении биопрепарата, состоящей 8 нефтеокисляющих культур. Степень утилизации нефтяных углеводородов составила 83,1%.

Таблица 1 - Остаточное количество нефти в нефтезагрязненной почве с внесением композиции из штаммов – деструкторов (почвогрунт)

Начальная концентрация углеводородов, г/кг сухой почвы	Контроль без внесения биопрепарата	Конечная концентрация углеводородов, г/кг сухой почвы	Степень потребления нефти в почве, %
почвогрунт			
230,9±1,6	212,1±0,3	38,37±2,9	83,4
нефтешлам			
119,5±0,9	105,1±1,3	23,02±1,9	80,8

Аналогичные модельные эксперименты проведены по очистке замазученных грунтов, жидких отходов бурения и твердых горючих нефтесодержащих отходов на нефтешламе. Исходное содержание углеводородных компонентов в нефтешламе составило 119,5 г/кг почвы. В результате экспериментально лабораторных исследований установлено, что на 20 сутки окислению подверглось до 80,7% нефти. Кроме того, более высокая эффективность применения 8 культур объясняется и сложностью субстрата, каковым является нефтешлам, представляющей собой тяжелые нефтяные остатки, содержащие в среднем (по массе) 10 – 56% нефтепродуктов, 30 – 85% воды, 1,3 – 46% твердых примесей.

В почвогрунте и нефтешламе с внесением биомассы композиции на двадцатые сутки были выявлены морфологические колонии, идентичные внесенным штаммам. Установлено, что при интродуцировании в почву нефтеокисляющих бактерий и дрожжей клетки сохраняли свою жизнеспособность (рисунок 3).



Рисунок 3 – Колонии микроорганизмов на МПА, выделенные из почвогрунта и нефтешлама на 20 сутки после внесения препарата

Таким образом, результаты проведенных предварительных научных исследований позволяют разработать дальнейшую технологию по обезвреживанию замазученных грунтов, жидких отходов бурения и твердых горючих нефтесодержащих отходов полигона г. Уральска. Полученные результаты имеют практическое значение для очистки нефтесодержащих объектов. На основе полученных результатов исследований будет разработана технология по обезвреживанию замазученных грунтов, жидких отходов бурения и твердых горючих нефтесодержащих отходов именно касающегося полигона г.Уральска.

Изучение деструктивной активности биомассы композиции в полевых условиях.

Технология биологической очистки загрязненных нефтью грунтов и нефтешламов. Процесс очистки начинается на площадке накопления нефтешламов. Визуально оценивалась степень замазучивания грунта. Наблюдения за процессом очистки опытного полигона в условиях экспериментального нефтяного загрязнения начались в 21 июне 2010 года. Полигон находится в 9 км от западной части г. Уральска, по трассе Саратов-Уральск. Полигон предназначен для хранения и утилизации нефтяных отходов и буровых шламов, привезенных из нефтяных месторождений и организации, занимающихся добычей и переработкой нефти. Занимаемая площадь полигона примерно 3000 м². Растительность скудная, представлена полынью и житняком. Климат умеренно-засушливый, ветер северо-западный, скорость ветра 0,5 м/с, температура воздуха на период проведения очистных мероприятий был в пределах от 48⁰С до 54⁰С.

В начале экспериментов были приготовлены 2 делянки площадью 200 м², затем производили боронование почвы, следующим этапом работы было внесение биопрепарата.

Визуально почвогрунт темного цвета, маслянистый, резкий запах мазута и нефтепродуктов. Надо учесть тот факт, что почвогрунт и нефтешлам хранится в шламонакопителе в течение 1 года.

В почвогрунте исходное содержание нефти составило 750,7 г/кг почвы. Через 10 суток содержание нефти понизилось до 364,3 г/кг почвы, утилизации подверглось до 51,4% нефти. Через 2,5 месяца после внесения биомассы композиции из нефтеокисляющих микроорганизмов остаточное количество нефти в почвогрунте составило 121,0 г/кг почвы, а процент утилизированной нефти составил 86,3 %.

Первоначально в нефтешламе содержалось до 137,2 г/кг почвы нефтяных углеводородов. Темпы разложения нефтяного загрязнения приходятся на начало эксперимента. Максимум углеводородоокисляющей активности биомассы из нефтеокисляющих микроорганизмов пришелся на 10 сутки после начала эксперимента, вследствие чего и деструкции подверглось свыше 58,1% и остаточное количество нефтяных углеводородов составило до 57,4 г/кг почвы. На 63 сутки количество неподвергшейся деструкции нефти составило 16,8 г/кг почвы. А степень потребления нефти составила 87,5%. В контроле без внесения биомассы из нефтеокисляющих микроорганизмов понизилось на 3,9 % от начального содержания. В течение всего времени проведения работ проводились аэрация и орошение.

Таким образом, разработан регламент получения многокомпонентных композиции нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки почвогрунтов и нефтешламов, а также и технология очистки нефтезагрязненных почвогрунтов шламов. Предложенную технологию можно считать крупномасштабной и достаточно эффективной. В микрополевых условиях на полигоне после внесения биомассы новых композиций степень утилизации углеводородов на 20 сутки в почвогрунте и нефтешламе составила до 83,1% и 80,7% соответственно.

1. Вельков В.В. Стандартизация формата описаний промышленных технологий биоремедиации // Биотехнология. – 2001. – № 2. – С.70–76.

2. Карасёва Э.В., Гирич И.Е., Худокормов А.А., Алешина Н.Ю., Карасёв С.Г. Биоремедиация черноземной почвы, загрязненной нефтью // Биотехнология. – 2005. - № 2. – С. 67-72.

3. Плешакова Е.В., Позднякова Н.Н., Турковская О.В. Получение нефтеокисляющего биопрепарата путем стимуляции аборигенной углеводородоокисляющей микрофлоры // Прикладная биохимия и микробиология. - 2005. - №1. - С.42 – 50.

4. Патент 2805 Россия. Консорциум микроорганизмов «Devoroi», используемый для очистки почвенных и солонцеватых экосистем от загрязнения нефтепродуктами /Борзенков И.А., Милехина Е.И. и др. - Оpubл. 15.12.95; Бюл. №16.

5. Kilbone J., Daran A., Abbasian J., Kayser K.J. Isolation and characterisation of *Sphingomonas sp. GTIN11* capable of carboxole metabolism in petroleum // Biochem. And Biophys. Res. Commun. - 2002. - Vol.297, № 2. - P.242-248.

6. Стабникова Е.В., Селезнева М.В., Дульгеров А.Н., Иванов В.Н. Применение биопрепарата «Лестан» для очистки почвы от углеводородов нефти // Прикладная биохимия и микробиология. - 1996. - Т.32, №2. - С. 219-223.

7. Патент СССР 1805097. Ягафарова Г.Г., Сковцова И.Н., Зиновьев А.П. Ягафаров И.Р. Штамм бактерий *Rhodococcus erythropolis*, используемый для очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов. 30.03.93.

8. Шигаева М.Х., Мукашева Т.Д., Сыдыкбекова Р.К., Бержанова Р.Ж. Подбор питательной среды для приготовления препаратов из нефтеокисляющих микроорганизмов //Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2007. - № 1 (31). – С.90-95.

9. Мукашева Т.Д., Шигаева М.Х., Сыдыкбекова Р.К., Бержанова Р.Ж. Изучение новых штаммов углеводородоокисляющих микроорганизмов для биоремедиации почв // Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы экологии и устойчивое развития общества», Алматы, Казакстан, 30 сентября – 1 октября 2010 года. Материалы. С. 223-226.

10. Бержанова Р.Ж., Мукашева Т.Д., Шигаева М.Х., Сыдыкбекова Р.К. Оптимизация условий культивирования новых композиций из углеводородоокисляющих микроорганизмов //Вестник КазНУ серия биологическая №2 (48) часть 2, 2011. - С. 77-81.

В лабораторных исследованиях были установлены и подобраны основные параметры и условия культивирования многокомпонентной композиции и разработан регламент получения многокомпонентных композиций нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки почвогрунтов и нефтешламов, а также технология очистки нефтезагрязненных почвогрунтов шламов.

In laboratory studies were identified and selected key parameters and conditions of cultivation of multi-component compositions and formulated rules for mnogokomponennyh compositing microorganisms to clean soil and oil sludge and oil-contaminated soil and sludge decontamination technology.