Рис. 2. Размещение гнезд у черного дрозда. А – положение гнезд с использованием двух и более древесных растений, растущих рядом (и даже сухостоя); Б – различное месторасположение гнезд при сходных формах стволов и ветвей; В – положение гнезд, опирающихся только на боковые ветви; Г – положение гнезд в развилке (мутовке) главного ствола; Д – использование в качестве одной из опор в положении гнезда постройки человека, кучи хвороста и элемента забора; Е – непосредственное размещение гнезд в постройках человека.

Список литературы:

1. Доппельмайер Г.Г. Значение архитектоники деревьев и кустарников для гнездования птиц // Природа. – 1939 - №12. – с. 43-51.
2. Зимин В.Б. Особенности гнездования открытогнездящихся дендрофильных птиц южной Карелии // Вопросы экологии животных. – Петрозаводск, 1974. – Вып.2. – с. 7-32.
3. Мальчевский А.С. Гнездовая жизнь певчих птиц. Размножение и постэмбриональное развитие лесных воробьиных птиц Европейской части СССР. – Л.: изд. ЛГУ 1959. 281 с.
4. Мустафаева Р. Г. Экология дроздов в условиях Восточного Закавказья: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Баку, 1967. С.22.
5. Нанкинов Д.Н. Расширение ареала и урбанизация черного дрозда *Turdus merula* в Ленинградской области. // Рус. орнитол. журн. 2008, Т.17, Эксп. вып. 444: 1525-1527.
6. Новиков Г.А. Изменение видового стереотипа гнездования птиц в условиях культурного ландшафта. // Рус. орнитол. журн. 2006, Т.15, Эксп. вып. 311: 183-197.
7. Поливанов В.М., Поливанова Н.Н. Экология лесных птиц северных макросклонов Северо-Западного Кавказа // Орнитологические исследования на Северо-Западном Кавказе: Труды Тебердинского заповедника. – Ставрополь, 1986. – Вып.10. – с. 11-160.
8. Промптов А.Н. Эксперименты по изучению экологической пластичности некоторых видов птиц // Зоол. журн. 1938, 17, 3: 533-539.
9. Промптов А.Н. Видовой стереотип поведения и его формирование у диких птиц // Докл. АН СССР 1940, 27, 2: 171-175.
10. Тельпова В. В. Сравнительная экология дроздов рода *Turdus* в антропогенных ландшафтах Центрального Предкавказья. Дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. Москва, 2006. 220 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ АКВАТОРИИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Джусупова Дария Бекайдаровна

Доктор биологических наук,

профессор кафедры географии Казахстана, экологии и туризма
Казахского национального педагогического университета им. Абая,
г.Алматы

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.4.57.13-16](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.4.57.13-16)

АННОТАЦИЯ. Северо-Восточная часть Каспийского моря является уникальным объектом, имеющим большое видовое разнообразие флоры и фауны. Однако, на акватории Каспийского моря проводятся нефтяные разработки, что оказывает негативное воздействие на биоту Каспия. В мировой практике для очистки окружающей среды от нефти и нефтепродуктов широко применяются биотехнологические методы очистки окружающей среды от нефти и нефтепродуктов, основанные на использовании высокоактивных микроорганизмов-деструкторов. Цель данной работы – показать на основе литературных и экспериментальных данных перспективность использования микробиологической очистки нефтезагрязненной экосистемы Каспия, основанной на использовании углеводородокисляющих микроорганизмов рода *Pseudomonas*. В результате экспериментальных исследований установлено, что оптимальными условиями для роста и потребления нефти и нефтепродуктов для углеводородокисляющих микроорганизмов является культивирование в условиях аэрации при концентрации вносимого субстрата от 2 до 4 г/л.

ABSTRACT. The northeastern part of the Caspian Sea is a unique object with a large species diversity of

flora and fauna. However, oil exploration is under way in the Caspian Sea, which has a negative impact on the Caspian biota. In world practice, biotechnological methods for cleaning the environment from oil and petroleum products, based on the use of highly active destructor microorganisms, are widely used to clean the environment from oil and oil products. The purpose of this work is to show, on the basis of literature and experimental data, the prospects of using microbiological purification of the oil-polluted Caspian ecosystem based on the use of hydrocarbon-oxidizing microorganisms of the genus *Pseudomonas*. As a result of experimental researches it is established that optimum conditions for growth and consumption of oil and mineral oil for hydrocarbon oxidizing microorganisms is cultivation in aerated conditions at concentration introduced by the substrate from 2 to 4 g / l.

Ключевые слова: Каспийское море, нефть, загрязнение, биотехнология, микроорганизмы.

Keywords Caspian Sea, oil, pollution, biotechnology, microorganisms.

Введение

Каспийское море представляет очень чувствительную экосистему. За последние десятилетия под воздействием антропогенных факторов резко ухудшилось состояние экосистемы в целом, и особенно Северо-Восточной части моря. В целом, экосистема Каспия оценивается как предкризисная и может ухудшиться в результате крупномасштабного вторжения в природную среду из-за планируемого освоения мелководий Северо-Восточной части для добычи нефти. Всестороннее изучение и различные наблюдения, проводимые в районе Каспийского моря, направлены в первую очередь на сохранение уникальной экосистемы Каспия в условиях интенсификации использования живых ресурсов его акватории и минерального (преимущественно углеводородного) сырья. В то же время уникальность Каспийского моря, как крупнейшего в мире местообитания осетровых рыб, выводит его проблемы не только на межгосударственный, но и на глобальный уровень и сохранение биологического разнообразия Каспия становится предметом заботы всего мирового сообщества.

Каспийское море обладает безмерной красотой, многообразием экосистем и богатыми запасами природных ресурсов, до настоящего времени не полностью изученных и не используемых рационально. Каспийское море уникально тем, что сохранило реликтовую флору и фауну, в том числе крупнейшее в мире стадо осетровых рыб (90 % мирового запаса). Каспий является главнейшим миграционным путем и местом обитания водоплавающих и береговых птиц [1]. В то же время, в глубинах Каспийского моря скрыты известные нефтяные и газовые месторождения Ирана, России, Азербайджана, Туркменистана, Казахстана, а также многие другие сугубо морские, не связанные с материком нефтяные залежи. Геологоразведочные работы в регионе позволили выявить ряд крупнейших нефтегазоносных участков в Каспийском море и прилегающей территории [2]. По некоторым данным, потенциал углеводородных ресурсов составляет не менее 15 млрд. условного топлива в нефтяном эквиваленте. Это ставит его на 2 место в мире (после Персидского залива) по запасам нефти и газа. В связи с этим необходима разработка и внедрение системы предотвращения загрязнения экосистемы Каспия от предстоящих широкомасштабных нефтяных операций на море, в первую очередь направленной на сохранение уникальности экосистемы.

Особая ценность Северного Каспия и уязвимость его экологических систем потребовали создания заповедной зоны в северной части Каспийского моря. Заповедная зона в северной части Каспийского моря введена Постановлением Совета Министров РСФСР от 31 января 1975 г. в целях сохранения и воспроизводства рыбных запасов в Каспийском бассейне с допущением в этой зоне развития в дальнейшем только рыбного хозяйства и водного транспорта. В заповедной зоне запрещается сброс в море, реки и другие водоемы неочищенных сточных вод всех видов, отходов и отходов, проведение геологоразведочных и сейсморазведочных работ, бурение нефтяных, газовых скважин и их эксплуатация. Освоение, эксплуатация и техническое обслуживание морских нефтегазовых месторождений предусматривают обязательное соблюдение природоохранных требований, но исключить попадание различных загрязнителей в водную и воздушную среду пока не удастся. Основные потенциальные загрязнители водной и воздушной среды при бурении и опробовании скважин, добыче, транспортировке, подготовке и хранении нефти и газа - это буровой шлам, буровые и нефтепромысловые воды, нефть и нефтепродукты и др. Добыча нефти, ее транспортировка и переработка связаны со значительными выбросами и сбросами вредных для окружающей среды веществ [3].

Сегодня в мировой практике широко применяются биотехнологические методы очистки окружающей среды от нефти и нефтепродуктов, основанные на использовании высокоактивных микроорганизмов – деструкторов [4]. Влияние нефти и нефтепродуктов на микроорганизмы отличается сложностью и многообразием. Известно, что многие углеводороды нефтяного происхождения подавляют хемосинтез у морских бактерий, а также влияют на их рост, численность и активность.

В тоже время, в процессах превращения углеводородов нефти в природе важную роль играют микроорганизмы, обладающие способностью использовать эти вещества в качестве источника для своей жизнедеятельности.

Углеводородоокисляющая способность микроорганизмов для очистки нефтезагрязненных экосистем была описана многими исследователями [5-6]. Тем не менее, несмотря на значительное количество исследований в этом направлении, поиск путей эффективной биodeградации нефти и нефтепродуктов на основе этих микроорганизмов представляется весьма актуальным.

Технология биологической очистки воды, почвы и воздуха от углеводов основана на деструктивной активности высокоактивных микроорганизмов, как правило, иммобилизованных на устойчивых к разложению носителях. Изучение углеводородокисляющих микроорганизмов связывают с загрязнением нефтью и нефтепродуктами природных экосистем. Эта группа микроорганизмов является постоянным компонентом нефтезагрязненных микробиоценозов, независимо от уровня загрязненности нефтью и нефтепродуктами. Созданные на их основе биопрепараты позволяют производить очистку почвенных и водных экосистем от загрязнений нефтеуглеводородами. Последний способ является наиболее перспективным и эффективным, поскольку использование биопрепаратов на основе активных нефтеокисляющих микроорганизмов позволяет обрабатывать большие площади акваторий.

Микроорганизмы, потребляющие углеводороды нефти, являются обычными компонентами почвенных и водных биоценозов. Распространение нефтеокисляющих бактерий в различных биоценозах при различных условиях, сезонах года изучали многие авторы. Многими исследователями описана определяющая роль углеводородокисляющих микроорганизмов в процессах очистки экосистем, загрязненных нефтью и нефтепродуктов. Анализ литературы позволяет отметить, что среди большого разнообразия микроорганизмов, способных окислять различные углеводороды, наиболее активными являются бактерии рода *Pseudomonas*. Представители этого рода настолько широко распространены в природе, что их можно назвать вездесущими. Это связано с их способностью, усваивать самые разнообразные по природе соединения и потому расти в различных экологических условиях. Они обнаруживаются в морях, заливах, пресноводных озерах (*P. desmolyticum*), в почве, в пластовых водах нефтяных месторождений (*P. aeruginosa*, *P. fluorescens* и др.), а также в горячих источниках. Известно, что бактерии рода *Pseudomonas* благодаря разнообразию биосинтетических и катаболических реакций, высокой скорости роста на различных субстратах, особенностям генетической организации, способны к окислительной деструкции целого ряда сложных и простых углеводов и потому могут быть предложены для создания биопрепаратов для очистки почв, грунтовых и поверхностных вод, атмосферы от нефти и продуктов ее переработки с высокой ремедирующей способностью.

Материалы и методы

Изучение роста выделенных из нефтезагрязненных субстратов микробных культур в условиях аэрации проводили в колбах Эрленмейера объемом 500 мл со 100 мл жидкой среды Е-8. Процесс аэрации осуществляли на качалке (220 об /мин) при 30°C. Изучаемые углеводороды, как единственный источник углерода, вносили непосредственно в ростовую среду в концентрации от 2 до 10 г/л. Посев-

ной материал выращивали на синтетической агаризованной среде Е-8 в присутствии исследуемого углеводорода.

Скорость роста культур в жидкой синтетической среде контролировали нефелометрически на ФЭК-60 при длине волны 540 нм в кюветах толщиной 3 см, отбирая пробы по 2 мл через 24, 48, 72? 96 и 120 часов.

Результаты и их обсуждение

Для успешного осуществления очистки водоемов, промышленных сточных вод или почв от углеводородных загрязнителей большое значение приобретает правильный подбор культур микроорганизмов с повышенной деструктивной активностью, которые в процессе своей жизнедеятельности способны использовать эти токсичные соединения в качестве источников питания. Участие микроорганизмов в деградации и трансформации различных ксенобиотиков общепризнано. Углеводороды, в зависимости от степени сложности их молекул, разлагаются микроорганизмами различным образом. Установлено, что лучше всего бактериями усваиваются n-парафины, слабее -циклические и, в меньшей степени, полициклические ароматические углеводороды. Ассимиляция ароматических углеводородов характерна лишь для отдельных штаммов некоторых видов микроорганизмов и является штаммовым свойством, возникающим в результате длительной адаптации.

Поэтому главной задачей при разработке биотехнологий для очистки окружающей среды от органических загрязнителей является выделение и отбор высокоактивных культур микроорганизмов – деструкторов токсичных органических соединений.

Известно, что рост культур зависит от концентрации источника углерода. Следует отметить, что при частых сбросах в результате аварийных разливов и затопления действующих скважин, нефть выступает не только в качестве автономного токсина, но и как вещество, усугубляющее негативное действие других загрязнителей. В связи с этим, перспективным явился поиск штаммов-деструкторов нефти и нефтепродуктов, способных к деструкции органических загрязнителей при высоких концентрациях. На основании первичного скрининга среди углеводородокисляющих микроорганизмов, были отобраны бактериальные культуры, способные активно расти на среде с нефтью, используя ее в качестве единственного источника углерода и энергии.

Установлено, что при наличии в среде углеводородных соединений наблюдается либо торможение роста, либо гибель культур. Экспериментальные исследования о влиянии различных концентраций нефти (2,4 и 10 г/л) на исследуемые культуры показали, что повышение концентрации субстрата приводит к смещению всех фаз роста в сторону увеличения их длительности. Так, выделенная из нефтезагрязненной почвы и затем идентифицированная культура *P. mendocina* H3 при концентрации нефти в среде 4 г/л достигает максимального роста через 72 часа, при

10 г/л нефти достигала стационарной фазы роста на 5-е сутки (рис.1). В целом, аналогичная картина была характерна и для других штаммов.

Рисунок 1 - Динамика роста культуры *Pseudomonas mendocina* H3 на среде при различных концентрациях нефти

Таким образом, поиск штаммов-деструкторов нефти при высоких ее концентрациях является перспективным, а бактерии рода *Pseudomonas*, благодаря высокой скорости роста на углеводородных субстратах, могут быть предложены для создания биопрепаратов с высокой биоремедирующей способностью для очистки нефтезагрязненных экосистем. Использование биотехнологических методов показывает широкие перспективы использования микроорганизмов-деструкторов для очистки нефтезагрязненных природных экосистем. Необходимо помнить, что при освоении углеводородных ресурсов в бассейне Каспийского моря и эксплуатации действующих, необходимо проводить природоохранные мероприятия. Регион Каспийского моря входит в категорию тех экологических зон, которые находятся на грани кризиса. Следовательно, для сохранения уникальной экосистемы Каспия всем Прикаспийским государствам необходимо исключить или снизить техногенное воздействие на экосистему Каспия.

Список литературы

1. Гисцов А.П. Биоразнообразие птиц заповедной зоны северной части Каспийского моря // Природно-заповедный фонд Казахстана. - Алматы, 1997. - С. 33-36.
2. Регионы Казахстана. - Алматы: Агентство РК по статистике, 2013. - 430 с.
3. Тасмагамбетов И.Н. Нефтегазовый комплекс - двигатель экономики Казахстана // Нефть и газ. - 2013. - № 3 (7). - С. 3 - 6.
4. Джусупова Д.Б. Роль биотехнологии в восстановлении нарушенных техногенезом природных экосистем // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». - Алматы, 2001. - С.239-242.
5. H.Mehdi, E.Giti, C.Simone. Isolation and characterization of crude-oil-degrading bacteria from the Persian Gulf and the Caspian Sea // Mar.Pollut.Bull, 2012, No.1,- P.7-12.