

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

DOI 10.31029/vestdnc75/1

УДК 624.22:553-982(262-81)

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕДОБЫЧИ НА ГИДРОБИОНТОВ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

М. В. Хлопкова, ORCID: 0000-0003-1562-373X

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН

В статье обобщены данные по воздействию нефтепродуктов и буровых растворов на обитателей Каспийского моря. К нефтяному загрязнению более устойчивы вселенцы по сравнению с автохтонами Каспия, это ведет к изменению видового состава биоценозов.

The article summarizes data on the effects of oil products and drilling fluids on the inhabitants of the Caspian Sea., Compared to the Caspian autochthons, invasive species are more resistant to oil pollution. It leads to changes in the species composition of the biocenoses.

Ключевые слова: Каспийское море, нефтедобыча, буровые растворы, морские организмы.

Keywords: Caspian Sea, oil production, drilling fluids, marine organisms.

Введение

Каспийское море всегда было бассейном рыбохозяйственного значения, однако в последние десятилетия активные разработки шельфа Каспия могут поставить под сомнение сложившийся статус моря. Возросшее геополитическое значение Прикаспийского региона и экономическая заинтересованность освоения ускоренными темпами месторождений нефти не оставляют выбора в пользу неприкосновенности уникальной природной зоны с автохтонной фауной, имеющей важнейшее международное экологическое значение [1, 4, 5, 6, 8].

В последние годы к основным источникам загрязнения добавились повышение роли таких факторов, как: эксплуатация нефтяных и газовых скважин на суше и на море, транспортировка нефти морским путем, вторичное загрязнение при нарушении дна во время обустройства месторождений и строительства трубопроводного транспорта [6, 8].

Согласно данным международной статистики, при разработке морских нефтяных месторождений в море попадает 0,1% добываемой нефти. Основным риском являются вероятные аварийные ситуации, связанные с разливом нефти, а также поступлением продуктов разведки, добычи углеводородов в воду. Значительное накопление нефтепродуктов в гидробионтах вызывает: нарушение деятельности ЦНС, изменение двигательных рефлексов и потерю ориентации; нарушение физиологических процессов (нарушение репродуктивной функции); аккумуляция канцерогенов с последующим появлением аномалий и ослаблением жизнестойкости молоди [2,6].

В процессе нефтепромысла загрязняется грунт при проливах нефти и сбросе пластовых вод. Разведка и разработка нефтяных месторождений без предварительной оценки воздействия на окружающую среду связана со значимым экологическим риском аварий.

Даже при нормальном режиме нефтедобычи каждая буровая установка выбрасывает в воду: нефти от 30 до 120 т, бурового шлама от 150 до 400 т. Все это оказывает токсическое воздействие на морские организмы [3,8].

Разработка нефтяных месторождений в Каспийском море стимулировала изучение биоразнообразия, вызвала необходимость в проведении научных исследований в области эколого-устойчивого природопользования, применения современных методов мониторинга, оценки, прогнозирования и предупреждения рисков, связанных с активным промышленным освоением пространств и ресурсов Каспийского бассейна [5,7].

Общепринятая в мире практика бурения морских скважин предусматривает использование нетоксичных буровых растворов на водной основе с периодическим или непрерывным сбросом отходов в море. Объемы сбросов обычно составляют около 1000 м³ отработанных буровых растворов и примерно в 2–3 раза меньшее количество шлама на каждую скважину глубиной до нескольких тысяч метров. Основным механизмом вредного воздействия буровых растворов (кроме нефтесодержащих) на морскую биоту связан, главным образом, с присутствием в их составе (до 20%) тонкодисперсной минеральной фракции бентонита и остатков бурового шлама [2].

Объекты и методы исследования

В модельных экспериментах для выявления реакции на присутствие в воде нефтепродуктов и буровых растворов гидробионтов на ранних стадиях онтогенеза использовались зрелая икра, зародыши и предличинки вьюна (*Missgurnus fossilis*). Получение зрелой икры вьюна основано на введении самкам в преднерестовый период гормонов гипофиза, инъецировано по 500 ЕД гонадотропина двум самкам.

Проведены две серии опытов по влиянию буровых растворов на развитие и выживаемость личинок. Каждая серия состояла из 6 опытов: 5 – с буровыми растворами разной концентрации (0,5; 1; 5; 10, 20 г/л) и 1 – контрольного. Использовались шламовые отходы с карбонатными пресными буровыми растворами. В их состав входят: КМЦ-500, в концентрации 15–20 кг/м³, полифосфат Na в концентрации 5–10 кг/ м³ и другие химреагенты буровых растворов, а также сульфанола, неонол 1214-5. Концентрация ПАВ от 0,05 до 35 по массе от объема воды. В шламовых отходах содержится также 1–2% нефти, обломки пород.

Результаты и их обсуждение

Наиболее чувствительными к токсическому воздействию оказываются морские организмы на ранних этапах развития. С увеличением концентрации буровых растворов в 10 раз (5 г/л) по сравнению с начальной (0,5 г/л) хорошо заметно резкое падение всех показателей. Выклев составил всего 4% уродливых и нормальных личинок (50/50). Выклев личинок снижен в 15 раз по сравнению с данными при минимальной концентрации. По сравнению с контролем выклев снижен в 22 раза. Выявлена линейная зависимость снижения жизнестойкости, выхода личинок из оболочек, количества нормально развитых личинок от увеличения концентрации буровых растворов. Проведенные исследования дают основания отнести исследованные карбонатные пресные буровые растворы к опасным загрязняющим веществам. Концентрации буровых растворов выше 0,5 г/л недопустимы в водной среде. Реакция эмбрионов разных видов гидробионтов на действие нефтепродуктов и буровых растворов однотипна, как и возникающие при этом аномалии в строении, и обусловлена нарушением одних и тех же физиологических процессов, хотя механизмы воздействия в каждом случае неодинаковы.

Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ в экосистеме Среднего Каспия. Обнаружено превышение предельно допустимого уровня содержания нефтепродуктов, которое колебалось от 1,2 до 57 раз [2, 5].

Нефтепродукты и компоненты буровых растворов могут оказывать на гидробионты прямое воздействие при контакте с покровами, а также опосредованное – через ухудшение газового и гидрохимического режима водоема, деградацию кормовой базы. Попадая в водоемы, химически отработанные буровые растворы могут повлечь за собой нарушение сложившегося природного равновесия экосистем, повлиять на формирование видового состава биотопа.

К нефтяному загрязнению организмы бентоса значительно выносливее по сравнению с планктонными, которые быстро гибнут в концентрациях нефти порядка 0,01–0,001 мг/л. Так, исследование гаммарид [3] показало, что молодь гораздо чувствительнее к нефтепродуктам, чем взрослые особи. Олигохеты – одни из наиболее выносливых групп к нефтяному загрязнению, они также активно участвуют в преобразовании токсичных нефтепродуктов в донных осадках.

Систематизированная информация об уязвимых объектах биологических ресурсов позволяет прогнозировать и выбрать методы защиты, которые можно использовать для локализации нефтяного загрязнения. Морские донные беспозвоночные по образу жизни и чувствительности к нефтяному загрязнению можно разделить на три группы. **Высокочувствительные** – ракообразные (*Palaemon*). **Среднечувствительные** – зарывающиеся двустворчатые моллюски (*Didacna*, *Hupanis*); если водоток через сифоны будет прерван в результате оседания на дно нефтяных масс, животные погибнут от удушья. **Устойчивые к загрязнению** – двустворчатые моллюски *Dreissena* и *Mytilaster*, прикрепляющиеся к субстрату обрастатели. Образуют друзы, скопления в виде щеток. Достаточно устойчивы к воздействию сырой нефти. Обладают высокой способностью к аккумуляции в тканях нефтепроизводных веществ. Усоногие раки – *Balanus*, прикрепленные к твердому субстрату фильтраторы, достаточно устойчивы к воздействию нефти. Макрофиты – могут сильно повреждаться, не утрачивая способности к восстановлению. Нефть легко смывается с талломов водорослей. Эмульгированная нефть налипает гораздо сильнее, вызывая массовые выбросы водорослей на берег, предохраняя беспозвоночных от повреждений нефтью.

Бентосные организмы легче переносят нефтяное загрязнение, но все равно их биомасса неизбежно снижается, несмотря на то что нефть содержит большое количество органического вещества и ее перерабатывает огромная масса бактерий. Средиземноморские вселенцы более устойчивы к нефтяному загрязнению. В районах нефтяных загрязнений биомасса бентоса снижалась, и лишь у краба и нереиса она оставалась на прежнем уровне.

В связи с освоением и развитием нефтедобычи в прибрежных районах северо-восточной части Каспийского моря экосистема наиболее подвержена загрязнению серой и серосодержащими соединениями, которыми очень богата казахстанская нефть. Значительные площади залиты выбросами нефти и буровыми растворами [1, 9].

Нефтепромысел негативно отражается на состоянии биоресурсов. Так, с 1987 г. на Каспии было официально зарегистрировано 17 крупных моров рыбы. Практически исчезла каспийская сельдь. Промысел некоторых видов рыб сейчас практически полностью прекращен из-за уменьшения их популяции. За последние годы снизились уловы осетровых, сельди, лососевых, кильки и других промысловых видов рыб.

Произошедшие изменения в экосистеме моря оказали негативное влияние на условия воспроизводства и существование единственного морского млекопитающего – каспийского тюленя. Это уникальный эндемичный вид, занесенный в Красную книгу Международного союза охраны природы. Тюлень является вершиной трофической пирамиды на Каспии, и состояние этой популяции может служить индикатором благополучия всей экосистемы большого региона [8, 9]. За последние 25 лет популяция тюленей в Каспийском море сократилась в четыре раза. На сокращение популяции каспийского тюленя влияет нефтедобыча, в тканях его тела отмечается накопление нефти и ее фракций. Изолирующие функции наружных покровов нарушает даже очень кратковременный контакт с нефтепродуктами, что нередко заканчивается гибелью тюленей. Установлено, что кризис воспроизводства популяции каспийского тюленя является следствием антропогенного загрязнения экосистемы Каспийского моря.

Заключение

Таким образом, на примере модельного эксперимента показана специфика ответных реакций гидробионтов на токсическое воздействие нефтепродуктов и компонентов буровых растворов. Наибольшей чувствительностью реагирования на присутствие компонентов буровых растворов отличаются ранние (эмбриональные и личиночные) стадии развития большинства видов морской фауны. Проведенные исследования токсического действия буровых растворов на ранний онтогенез вьюна (*Missgurnus fossilis*) дают основания отнести изученные компоненты карбонатных пресных буровых растворов к опасным загрязняющим веществам. Установлена предельно-допустимая концентрация буровых растворов в воде, составляющая 0,5 г/л. Обосновано, что выявленные патоморфологические изменения, развивающиеся при отравлении рыб буровыми растворами, носят неспецифический характер и воспроизводятся при многих стрессовых воздействиях на эмбриональное развитие рыб.

В ближайшее десятилетие прикаспийские государства планируют увеличить нефтедобычу до 300 млн тонн. Это говорит о том, что загрязнение продуктами нефтедобычи окружающей среды также существенно возрастет. Нефтедобыча на Каспии проводится с нарушениями требований экологического законодательства и международных договоренностей. Нарушается, к примеру, режим объявленной в северной части Каспийского моря с дельтами Волги и Урала заповедной зоны, где проводятся сейсморазведочные работы в интересах освоения нефтяного шельфа. При возрастающих объемах добываемой нефти и снижающихся показателях рыбного промысла в настоящее время прибыль, ежегодно приносимая нефтедобычей, существенно превосходит прибыль от рыбного промысла. Но необходимо отметить, что прогнозируемых запасов нефти в Каспии хватит прикаспийским государствам примерно на три десятка лет с учетом нынешних темпов развития нефтедобывающей промышленности. В то время как биоресурсы при правильном обращении неиссякаемы. Как отмечают эксперты, доходы от продажи икры осетровых вполне могут быть соизмеримы с прогнозируемой прибылью от реализации нефти, а экологически вообще несопоставимы. Загрязнение донных осадков нефтью и нефтепродуктами приводит к перестройке бентосных сообществ в морских экосистемах.

Только при условии подписания пятью прикаспийскими государствами Соглашения о сохранении и рациональной эксплуатации водных биоресурсов Каспийского моря и принятия этими государствами мер по предотвращению загрязнения моря при разведке и добыче углеводородного сырья возможно сохранение уникальной морской фауны Каспия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдурахманов Г.М., Курапов А.А., Панова Н.В.* Экологический мониторинг перспективных районов добычи углеводородного сырья Северного Каспия. Астрахань, 2007. 247 с.
2. *Абдурахманов Г.М., Хлопкова М.В.* Оценка воздействия нефтяного загрязнения и буровых растворов на гидробионты // Материалы IX Междунар. конф. «Биологическое разнообразие Кавказа». Махачкала, 2007. С. 286–287.
3. *Воробьев Д.С.* Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос // Изв. Томск. политех. ун-та. 2006. Т. 309, № 3 (42). С. 42–45.
4. *Иванов В.П., Сокольский А.Ф.* Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2000. 180 с.
5. *Карыгина Н.В.* Оценка нефтяного загрязнения северо-западной части Каспийского моря с позиций ландшафтно-экологического районирования // Сохранение и восстановление биологических ресурсов Каспийского моря» (посвящ. 100-летию Азербайджанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства) : сб. Баку: Изд-во «Эл», 2013. С. 340–343.
6. *Кашин Д.В.* Экологические риски на Каспии и возможные пути их снижения // Материалы Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря (Тегеранская конвенция) «Усиление взаимодействия заинтересованных сторон в защите морской среды Каспия». М., 2017. С. 278–284.
7. Современное состояние донных сообществ гидробионтов в условиях освоения углеводородов арктического шельфа // Научный обзор. Науки о Земле. Успехи современного естествознания. 2018. № 12–1. С. 227–234. URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37001> (дата обращения: 04.09.2019).
8. Экологическая оценка загрязнения западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами : атлас / отв. ред. *Г.М. Абдурахманов, С.К. Монахов.* Астрахань: проект «Море», 2007. 59 с.
9. *Sokolskii A.F.* Monitoring of seal population condition in Kazakhstani sector of Northern Caspian. Re-port to Agip KCO on scientific research work. Astrakhan, 2004. P. 45–50.

Поступила в редакцию 16.08.2019 г.
Принята к печати 26.12.2019 г.