



## ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

УДК 574.58.042(262.81)

### ДЕЙСТВИЕ НЕФТИ, ГАЗОКОНДЕНСАТА, БУРОВОГО ШЛАМА И БУРОВОГО РАСТВОРА НА БИОТУ КАСПИЯ

© 2012 *Абдусаматов А.С., Панарин А.П., Горбунова Г.С.,  
Коваленко Л.Д., Гусейнова Б.Р., Панарина Н.В.*  
ДФ ФГУП КаспНИРХ  
*Дохтукаева А.М., Дудурханова Л.А.*  
ГУ Институт прикладной экологии

Проводились экспериментальные исследования по изучению влияния сырой нефти, газоконденсата (ГК), бурового раствора (БР) и бурового шлама (БШ) на зоопланктон (калянипеды), на растительные пигменты фитопланктона, на сапрофитную микрофлору, а также на представителей ихтиофауны Каспия.

Conducted experimental studies on the effect of crude oil, gas condensate, drilling muds and cuttings on the zooplankton, on the plant pigments of phytoplankton, on the saprophytic microflora, as well as on representatives of ichthyofauna of the Caspian sea.

**Ключевые слова:** Зоопланктон, ихтиофауна, газоконденсат, буровой шлам, сапрофитная микрофлора.

**Keywords:** Zooplankton, ichthyofauna, gas condensate, drilling cuttings, saprophytic microflora.

#### Зоопланктон

**Нефть.** Токсичность водных растворов нефти испытывалась в лабораторных условиях в диапазоне концентраций 0,5-5,0 мг/л. Тест-объектом служили копеподы, доминирующий вид калянипед – *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch. Степень токсичности оценивалась по сравнению выживаемости ракообразных в растворах и в контроле в острой (96 часов) и хронической (30 суток) экспозициях.

Анализируя отклик зоопланктеров на действие нефти, следует отметить, что уже первые минуты опыта (независимо от концентрации раствора) калянипеды опустились на дно сосудов, избегая контакта с нефтью, которая концентрировалась на поверхности в виде пленки. Гибель единичных экземпляров была отмечена в максимальной концентрации (5,0 мг/л) в первые сутки опыта. В остром опыте в растворах нефти 1,25; 2,5 и 5,0 мг/л гибель зоопланктеров составила 10, 15 и 30%, соответственно.

Хронический контакт с токсикантом привел к снижению резистентности калянипед в концентрациях 1,25 и 2,5 мг/л, гибель составила 20 и 55%, соответственно, при максимальной концентрации 100% гибель отмечена на 10-е сутки опыта.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в исследованном диапазоне (0,5-5,0 мг/л) лишь минимальная концентрация не оказывает негативного действия на калянипед.

**Газоконденсат.** Степень токсичности газоконденсата (ГК) проводилась в диапазоне концентраций 0,01-0,5 мл/л.

В остром опыте (96 час.) токсический эффект выявлен в максимальной концентрации ГК, где гибель составила 35%, в то время как в других вариантах опыта жизнестойкость калянипед была 100%.

В ходе хронического эксперимента 100% гибель зоопланктеров была отмечена в максимальной концентрации ГК на 20-е сутки. Увеличение экспозиции снизило жизнестойкость копепод и в растворах 0,05 и 0,1 мл/л, где гибель к 30-м суткам опыта была 30 и 60%, соответственно.

Концентрации 0,1 и 0,5 мл/л оказывали наркотическое действие на калянипед, в первые часы контакта отмечалось возрастание подвижности рачков с последующей пассивностью, через 6 часов их состояние приходило в норму.



Повышенная уязвимость данной экологической группы к воздействию ГК обусловлена их тонким хитиновым покровом и фильтрационным механизмом питания, которые способствуют легкому проникновению токсикантов в организм этих гидробионтов (Патин, 1979).

Анализ полученных результатов показывает, что нефть и ГК в исследуемых диапазонах концентраций токсичны для представителей морского зоопланктона – калянипед, они оказывают неблагоприятное воздействие на жизнестойкость, поведение и другие физиологические характеристики зоопланктеров.

Экспериментальная оценка токсичности отходов бурения (БШ, БР) проводилась в диапазоне концентраций от 0,5 до 2,0 г/л. Увеличение содержания отходов бурения в растворах повышает их мутность и препятствует возможности вести наблюдение за поведением зоопланктеров.

**Буровой шлам.** При экспозиции 96 часов острый токсический эффект отмечен в максимальной концентрации – 2,0 г/л, где гибель составила 70%. В концентрациях 1,0 г/л жизнестойкость калянипед значительно выше, гибель – 20%. Отсутствие гибели отмечено в контроле и минимальной концентрации. Увеличение экспозиции до 30 суток усилило негативное действие БШ на копепод. На 10-е сутки в максимальной концентрации погибли все особи. К концу эксперимента гибель калянипед в концентрациях 1,0 и 0,5 г/л составила 50 и 25%, соответственно.

**Буровой раствор.** Исследуемый токсикант менее токсичен для зоопланктеров, как в острой, так и в хронической экспозиции.

При содержании калянипед в исследованном диапазоне концентраций в течение 96 часов отмечено снижение жизнестойкости на 40% в максимальной (2,0 г/л) концентрации. Увеличение экспозиции усилило негативное действие бурового раствора на калянипед, так в максимальной концентрации БР 100% гибель особей отмечена на 20-е сутки. К концу эксперимента (30 суток) гибель копепод в концентрациях 1,0 и 0,5 г/л составила 40 и 15%, соответственно.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что концентрация 2,0 г/л обоих компонентов бурения (БШ, БР) токсична для представителей морского зоопланктона – калянипед.

Неблагоприятное воздействие бурового шлама и бурового раствора на поведенческие и физиологические характеристики морских зоопланктеров приводит к снижению: видовой численности, ареалу обитания, сокращению кормовой базы и в конечном итоге, отрицательно сказывается на продуктивности водоема.

### **Растительные пигменты фитопланктона**

**Нефть.** Были проведены экспериментальные исследования влияния сырой нефти с концентрацией 0,5-2,5 мг/л на растительные пигменты фитопланктона. С 5-х суток экспозиции во всех концентрациях нефти наблюдалось снижение качества *хлорофилла «а»* и возрастание *хлорофилла «с»* и *феофитина*. Содержание *хлорофилла «с»* при концентрации нефти 0,5 мг/л увеличивалось в 2 раза; при 1,25 мг/л – в 2,7 раза; при 2,5 мг/л – в 4,6 раза, а содержание *феофитина* в среде возросло, соответственно, в 1,7; 4,4 и 6,2 раза.

**Газоконденсат.** В опытах с газоконденсатом на протяжении 30-ти суточного эксперимента обнаружено снижение содержания одного из основных пигментов – *хлорофилла «а»*, что указывает на затухание развития фитопланктона. В концентрации 0,01 мл/л на 5-е сутки особых изменений не наблюдалось. Более существенное снижение *хлорофилла «а»* отмечалось в концентрациях 0,05-0,1 мл/л. На фоне снижения *хлорофилла «а»* имело место возрастание содержания *хлорофилла «с»* и *феофитина* – продуктов, образующихся при распаде *хлорофилла «а»*. В максимальной концентрации ГК количество *феофитина* на протяжении всего эксперимента возросло в 3-4 раза по сравнению с контролем.

Результаты проведенных исследований показывают, что ГК концентрацией 0,1 мл/л действует более угнетающе, т.к. здесь происходит снижение *хлорофилла «а»* на 39-47% и на порядок увеличивается содержание *феофитина*. Попадание ГК в морскую среду в концентрациях 0,1 мл/л и выше может представлять риск для фитопланктонных сообществ. Это может вызвать снижение их продуктивности за счет угнетения фотосинтеза. Создание анаэробных



зон отрицательно будет влиять на последующие трофические цепи, которые в последующем может привести к общему снижению биопродуктивности моря.

**Буровой шлам.** Исследования по влиянию бурового шлама на растительные пигменты свидетельствуют о его токсическом действии на всем протяжении опыта при концентрациях 0,05-1,0 г/л БШ.

Буровой шлам концентрацией 0,05 г/л не вызывал серьезных функциональных нарушений растительных пигментов фитопланктона. Изменение соотношения растительных пигментов наблюдалось при действии БШ концентрацией 0,1-1,0 г/л, так содержание хлорофилла «а» снижалось на 40-54% против контроля, соответственно.

**Буровой раствор.** Были проведены исследования по влиянию БР концентрацией 0,05-1,0 г/л на растительные пигменты фитопланктона. Во все сроки экспозиции в концентрации БР 0,05 г/л наблюдалось снижение хлорофилла «а» на 20%. На фоне снижения хлорофилла «а» отмечено некоторое возрастание хлорофилла «с». Количество феофитина возрастало в 2-3 раза относительно контроля в максимальных концентрациях (0,5 и 1,0 г/л).

Результаты экспериментов показывают, что БР при попадании в морскую среду может вызывать снижение биомассы фитопланктона, ингибируя его фотосинтетическую активность.

### Сапрофитная микрофлора

Проводились экспериментальные исследования и на сапрофитной микрофлоре сезонно (весна, лето, осень). Оценивалось влияние вышеперечисленных токсикантов на численность микроорганизмов в зависимости от сроков воздействия (30 суток) и концентрации токсического вещества.

Исследования с **нефтью**, проводимые при концентрации 0,5; 1,25 и 2,5 мг/л, показали, что с увеличением концентрации и сроков экспозиции идет подавление роста колоний микроорганизмов относительно контроля. За исключением летнего времени, где на начальных стадиях воздействия с токсикантом наблюдалось подавление численности бактерий, а к концу эксперимента отмечался рост сапрофитной микрофлоры.

В опытах по влиянию **газоконденсата** (концентрации: 0,01; 0,05 и 0,1 мл/л) наблюдалась такая же картина, как и с нефтью. Здесь также отмечено подавление роста клеток весной и осенью в максимальной концентрации к концу опыта.

Для экспериментов с **буровым шламом (БШ)** и **буровым раствором (БР)** брались следующие концентрации: 0,05; 0,1; 0,5 и 1,0 г/л.

Весной результаты исследований с **БШ** показали снижение численности микроорганизмов в 1,5-2,0 раза на 20-е сутки эксперимента в максимальной концентрации, а к моменту завершения опыта – во всех концентрациях. Летом анализ результатов выявил снижение числа сапрофитов в начале опыта, наибольшее угнетение роста микрофлоры отмечено в максимальной концентрации. А в последующие сроки опыта, наоборот, наблюдалось значительное повышение количества бактерий относительно контроля. Осенью в опытах с БШ тенденция к снижению роста микрофлоры отмечена с 10-х суток в концентрациях 0,5 и 1,0 г/л, а к концу эксперимента уменьшение микробных колоний наблюдалось во всех концентрациях в 1,5-2,0 раза.

Эксперименты с **БР** весной не выявили резкого негативного влияния на сапрофитную микрофлору, так как все варианты опыта были на уровне контроля, или наблюдались небольшие отклонения от контроля. Летом наблюдалось увеличение числа сапрофитов, причем наименьший рост происходил на 5-е сутки экспозиции, а в последующие сроки во всех концентрациях численность колоний микроорганизмов превышала контрольные значения в несколько раз. Осенью анализ данных выявил подавление микрофлоры во всех концентрациях, начиная с 10-х суток, причем наибольшее снижение отмечено на 20-е сутки опыта. Интенсивность этого снижения возрастала с увеличением концентрации токсиканта.

Таким образом, обобщая полученный материал, можно отметить негативное влияние различных токсикантов на сапрофитную микрофлору, а также зависимость роста микроорганизмов от концентрации токсиканта, сроков экспозиции и температуры.



### **Гематологические показатели рыб**

Были проведены исследования по изучению влияния нефти, ГК БШ, БР, на гематологические показатели некоторых представителей ихтиофауны Каспия (вобла, бычок-кругляк и годовики лосося каспийского).

**Нефть.** Испытывалась сырая нефть в диапазоне концентраций 0,5-2,5 мг/л.

У *воблы* к концу эксперимента снижение содержания гемоглобина в минимальной концентрации (0,5 мг/л) различие с контролем составило всего 4%, тогда, как в максимальной концентрации (2,5 мг/л) – 28%.

Наименьшее число красных кровяных клеток отмечено в максимальной концентрации.

Стойкая лейкопения проявлялась у рыб на всем протяжении эксперимента.

У *бычка-кругляка* во всех испытываемых концентрациях имело место снижение содержания дыхательного пигмента. К концу опыта наблюдалось некоторое увеличение этого показателя в минимальной концентрации. Однако в максимальной концентрации к 30-м суткам содержание гемоглобина снижалось на 33% по сравнению с контролем.

В минимальной концентрации наблюдалось некоторое возрастание числа эритроцитов. В максимальной концентрации к концу эксперимента данный показатель снижался на 40% относительно контроля.

Наиболее характерной реакцией на нефтяную интоксикацию являлось изменение числа клеток белой крови. Снижение количества лейкоцитов наблюдалось у рыб в максимальной концентрации, и отличие с контролем составляло 43%.

**Газоконденсат.** ГК у рыб обоих видов вызывал изменения показателей крови.

Так, наименьшее содержание гемоглобина у *воблы* наблюдалось на 10-е сутки экспозиции (на 21%), к концу эксперимента происходит некоторое увеличение данного показателя (на 17%) относительно контроля.

ГК также вызывал изменение числа клеток красной крови. К концу опыта наблюдалось снижение числа эритроцитов, и различие с контролем составило 18% в максимальной концентрации.

У *воблы* в концентрации 0,1 мл/л отличие с контролем составило 27% при подсчете лейкоцитов.

У *бычка-кругляка* к 10-м суткам содержание гемоглобина в концентрации 0,1 мл/л снизилось на 17%.

Число эритроцитов в максимальной концентрации к концу экспозиции снижалось на 30%.

Интоксикация рыб ГК проявлялась также изменением содержания клеток белой крови. К 30-м суткам экспозиции, особенно в максимальной концентрации, наблюдалась стойкая лейкопения, отличие с контролем составляла 46%.

Буровой шлам. ***Из-за ограниченного количества особей лосося каспийского был поставлен опыт только с БШ, концентрацией 0,5 г/л.***

Полученные данные свидетельствуют о том, что БШ вызывает изменение гематологических показателей у годовиков лосося. В частности, признаки анемии проявлялись уже на 10-е сутки эксперимента и к концу опыта отмечено уменьшение содержания дыхательного пигмента на 13% относительно контроля.

Согласно полученным данным, у *воблы* и *бычка-кругляка* выявлены изменения гематологических показателей. В частности, у *воблы* при концентрации 1,0 г/л содержание гемоглобина к концу эксперимента снизилось на 22% относительно контроля.

Также наблюдалось снижение числа эритроцитов (на 28%) и лейкоцитов (на 41%) к 30-м суткам экспозиции в максимальной концентрации.

Анализ результатов у *бычка-кругляка* показал, что содержание гемоглобина в концентрации 1,0 г/л на 30-е сутки снизилось на 33% относительно контроля.

Количество красных кровяных клеток у рыб в максимальной концентрации на 34% ниже контрольной группы.

Число клеток белого ряда к концу экспозиции снизилось на 46% в концентрации 1,0 г/л.



**Буровой раствор.** Испытание БР проводилось на вобле.

Содержание гемоглобина снижалось, начиная с 10-х суток экспозиции, и к концу эксперимента во всех концентрациях проявлялись признаки анемии.

Наблюдалось снижение числа клеток красной и белой крови у воблы, что особенно четко проявилось к концу эксперимента в максимальной концентрации.

Таким образом, проведенные исследования показали, что нефть, ГК, БШ и БР в диапазоне испытанных концентраций вызвали изменения гематологических показателей. Особенно токсичными являлись максимальные концентрации.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные экспериментальные исследования с сырой нефтью, газоконденсатом, буровым шламом и буровым раствором на различных представителях экосистемы Каспия (зоопланктон, растительные пигменты фитопланктона, сапрофитная микрофлора, рыбы – годовики лосося, вобла, бычок-кругляк), позволяют сделать следующие выводы.

Нефть концентрацией 0,5-5,0 мг/л, газоконденсат - 0,01-0,5 мл/л и оба компонента бурения концентрацией 2,0 г/л токсичны для представителей морского зоопланктона – калянипед. Они оказывают неблагоприятное воздействие на жизнестойкость, поведенческие и физиологические характеристики зоопланктеров, приводят к снижению: видовой численности, ареала обитания, сокращению кормовой базы, что в конечном итоге, отрицательно сказывается на продуктивности водоема.

Наблюдалось негативное действие указанных токсикантов на соотношение растительных пигментов морского фитопланктона и рост микроорганизмов сапрофитной микрофлоры.

Используемые в опытах токсиканты вызвали изменения гематологических показателей у рыб. К концу экспозиции выявлены признаки анемии и лейкопении у всех испытуемых особей. Особенно токсичными являлись максимальные концентрации.

Подводя итог результатов экспериментальных исследований с нефтью, газоконденсатом, буровым шламом и буровым раствором, следует отметить, что все испытанные токсиканты в случае попадания в морскую среду представляют в той или иной степени опасность для гидробионтов.

### Библиографический список

1. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового Океана. М., «Пищевая промышленность», 1979, с.130-199.

### Bibliography

1. Patin S.A. The influence of pollution on biological resources and productivity of the World Ocean. M., "Food Industry", 1979, - p.130-199.