

10. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Die Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena, Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag., 1986, Bd 2, 1. 876 S.; 1988, Bd 2, 2. 596 S.; 1991a, Bd 2, 3. 576 S.; 1991b, Bd 2, 4. 437 S.
11. Hartley B., Barber H. G., Carter J. R. An Atlas of British Diatoms (ed. P. A. Sims). Bristol: Biopress Ltd., 1996. 601 p.
12. Жизнь пресных вод СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. IV. Ч. I. 470 с.
13. Pantle F., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. 1955. Bd 96, 18. 604 S.
14. Баринаева С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Экологические и географические характеристики водорослей-индикаторов // Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. М.: ВНИИприроды, 2000. С. 60–150.
15. Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1974. 58 с.
16. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ, 1977. 91 с.
17. Баринаева С. С., Медведева Л. А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с.

*Галина Александровна ПЕТУХОВА —
биологический факультет,
Тюменский государственный
университет, Тюмень, Россия*

УДК 681.3. 574.3. 575.224

МОЛЛЮСКИ КАК ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ТЕСТ-ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ПЕРИФИТОНА ПРИ ДЕЙСТВИИ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССА ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

АННОТАЦИЯ. Изучали влияние проб воды и грунта из реки Пяку-Пур и грунта, искусственно загрязненного нефтью в высоких и в нарастающих концентрациях, на моллюсков. Показана высокая чувствительность моллюсков к действию загрязнителей. Выявлена возможность адаптивных реакций животных на нефтяное загрязнение среды. Моллюски отражают состояние перифитона в условиях антропогенного загрязнения среды обитания.

The influence of water and bottom sediment samples from the river Pyaku-Pur and bottom sediments artificially polluted with oil of high and increasing concentrations on mollusks was studied. The high sensitivity of mollusks to pollutants was demonstrated. Potential adaptive reactions of invertebrates were revealed. The mollusks reflect the periphyton state in case of anthropogenic pollution.

В результате быстрой урбанизации и индустриализации Тюменской области, связанной с открытием огромных запасов нефти и газа, весьма острой стала проблема загрязнения. Беспрецедентные масштабы и темпы добычи нефти и газа сопровождаются значительными потерями углеводородного сырья. Особенно большому загрязнению подвергаются водоемы. Попавшая на поверхность водоема нефть проникает в толщу воды, накапливается в донных осадках и, таким образом, отрицатель-

но влияет на все группы водных организмов [1–5, 7, 8, 10]. Уровень загрязнения большинства рек области достигает по нефтепродуктам (в среднегодовых показателях) 50 ПДК, по фенолам 27 ПДК, Cu 18 ПДК [9]. Нефтяные углеводороды представляют большую потенциальную опасность, поскольку их длительное воздействие может привести к поражению последующих поколений организмов перифитона [8]. Одним из существенных компонентов перифитона, отражающих его состояние, являются моллюски рода *Planorbis* [10]. Целью исследования было изучение влияния искусственно загрязненного нефтью грунта и грунта из реки в районе нефтедобычи на морфофизиологические и биохимические показатели *Planorbis planorbis*.

Материал и методы исследования

В экспериментах использовали воду и грунт из реки Пяку-Пур, взятые из района подводного прохождения магистрального нефтепровода «НПС Суторминская – НПС Холмогоры» в районе г. Ноябрьска Ямало-Ненецкого АО. В экспериментах с природными пробами использовали следующие варианты: Контроль, Опыт 1 — вода и грунт в 500 м до нефтепровода; Опыт 2 — вода и грунт из места пересечения реки нефтепроводом, Опыт 3 — вода и грунт в 500 м ниже нефтепровода. Продолжительность эксперимента — 30 дней. В экспериментах с нефтезагрязненным грунтом использовали Контроль — чистый грунт; Опыт 1 — грунт, загрязненный нефтью в полулетальной для моллюсков концентрации 2%; Опыт 2 — в грунте каждые 15 дней увеличивали концентрацию нефти, от 0,25% в первый день до 2% на 90 день исследований. У моллюсков в ходе экспериментов изучали выживаемость, плодовитость, поедаемость корма и двигательную активность. Использовали стандартные методы исследования.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что у моллюсков, хронически содержащихся на тестируемых пробах речной воды и грунта (табл. 1), изменяются некоторые параметры жизнедеятельности. Пробы воды и грунта, взятые из реки Пяку-Пур до пересечения ее нефтепроводом (О1), вызвали снижение поедаемости корма и концентрации каротиноидов в мягком теле животных. У моллюсков, содержащихся в пробах воды из места пересечения реки нефтепроводом, снижается плодовитость, двигательная активность, уменьшается количество потребляемой пищи и концентрация каротиноидов в мягком теле. Вода после пересечения реки нефтепроводом (О3) вызвала снижение двигательной активности и концентрации каротиноидов, т. е. была менее токсична по сравнению с О2. Высокая токсичность проб грунта и воды из места пересечения реки нефтепроводом была показана нами в ходе биологических экспериментов. Химический анализ проб воды не выявил значимого превышения допустимых норм содержания загрязняющих веществ. Вероятно, загрязнители в больших концентрациях оседают и накапливаются в грунте, а проводимые регулярно ремонтные работы и профилактические осмотры заглубленного на 1 метр в дно реки нефтепровода, водолазные обследования состояния нефтепровода приводят к вымыванию загрязнителей в воду и угнетению показателей жизнеспособности моллюсков.

Следует отметить, что наиболее чувствительным показателем у моллюсков была поедаемость корма, которая снижалась во всех вариантах эксперимента. Возможно, загрязняющие вещества, содержащиеся в тестируемых пробах воды и грунта, угнетающе действуют на их потребность в пище, что, в свою очередь, может сказываться на двигательной активности и плодовитости. Об угнетенном состоянии животных к концу 30 дня эксперимента свидетельствует и снижение концентрации каротиноидов в мягком теле моллюсков из всех вариантов эксперимента. Известно [6], что каротиноиды в клетках животных выполняют защитную функцию, выступая в роли антиоксидантов, защищающих клетку от действия токсических веществ. Вероятно, моллюски в ходе хронического действия проб речной воды находятся в угнетенном состоянии, и их защитные системы малоактивны.

Таблица 1

Изменение показателей жизнедеятельности моллюсков при хроническом действии грунта и воды из реку Пяку-Пур

Показатели	Дни наблюдения	Варианты эксперимента			
		контроль	O1 (до нефтепровода)	O2 (в месте пересечения)	O3 (после нефтепровода)
Въживаемость (%)	1	100 - 0,10	100 - 0,10	100 - 0,10	100 - 0,10
	30	85,0 ± 3,57	75,3 ± 4,31	85,0 ± 3,57	85,0 ± 3,57
Реальная плодовитость (шт)	30	14,3 ± 1,14	15,0 ± 2,90	10,0 ± 0,20*	14,7 ± 0,97
Двигательная активность (см)	1	6,1 ± 0,67	5,3 ± 0,69	5,7 ± 0,62	5,6 ± 0,52
	30	6,8 ± 0,30	6,0 ± 0,17	3,9 ± 0,74*	5,0 ± 0,19*
Поедаемость корма (г)	1	61,7 ± 3,05	55,8 ± 3,51	50,0 ± 2,87*	64,2 ± 3,65
	30	50,8 ± 0,05	34,0 ± 2,08*	24,7 ± 5,33*	78,3 ± 3,46
Концентрация каротиноидов (мг)	30	0,1 ± 0,01	0,04 ± 0,014*	0,06 ± 0,011*	0,05 ± 0,021*

Изменение показателей жизнеспособности моллюсков свидетельствует об их достаточно высокой чувствительности к загрязнителям антропогенного характера, накопленным в грунте реки.

Представляло большой интерес изучение возможных изменений в показателях жизнедеятельности моллюсков при хроническом действии грунта, загрязненного нефтью в высоких концентрациях (2%) и в постепенно возрастающих (с 0,25% до 2%) концентрациях нефти. Полученные результаты (табл. 2) свидетельствуют о том, что при хроническом загрязнении грунта нефтепродуктами снижаются все проанализированные показатели жизнедеятельности моллюсков. Постепенное увеличение концентрации нефти в грунте (O2), хотя и приводит к элиминации наиболее чувствительных особей, но изменяет показатели моллюсков менее значимо, чем ее высокая концентрация.

Таблица 2

Изменение показателей жизнедеятельности моллюсков при хроническом действии грунта, загрязненного нефтью

Показатели	Дни наблюдения	Варианты эксперимента		
		контроль	O1 (2%)	O2 (0,25-2%)
Въживаемость (%)	1	100-0,01	88,8 ± 3,15**	100-0,01
	90	88,8 ± 3,15	54,7 ± 4,98**	85,5 ± 3,52***
Реальная плодовитость (%)	90	100 - 0,01	51,2 ± 16,67**	94,1 ± 2,45***
Двигательная активность	1	2,3 ± 0,01	2,0 ± 0,01**	2,2 ± 0,01
	90	2,5 ± 0,06	0,5 ± 0,06**	1,2 ± 0,08***
Поедаемость корма (% к К)	1	100 - 0,01	66,6 ± 3,95**	88,8 ± 3,15***
	30	100 - 0,01	22,5 ± 4,28**	55,0 ± 4,97***
Концентрация каротиноидов (мг)	90	0,24 ± 0,082	0,05 ± 0,014**	0,18 ± 0,011***

Вероятно, организмы, подвергающиеся хроническому действию нефти, способны перестраивать свои системы физиологической адаптации и приспосабливаться к действию нефти в постепенно нарастающих концентрациях. О возможности адаптации животных к действию нефти известно из литературы [2]. Можно утверждать, что в ходе проведенных экспериментов наряду с отбором устойчивых генотипов проходила перестройка физиологических механизмов, ответственных за адаптацию. Одним из таких механизмов является изменение в концентрации каротиноидов в мягком теле животных. Если при хроническом действии нефти концентрация каротиноидов резко снижена по сравнению с уровнем контроля, то при постепенно нарастающей концентрации загрязнителя изучаемый показатель не отличается от контрольного

* Статистически достоверные различия опытных вариантов от контроля (P<0,05).
 ** Статистически достоверные различия опытных вариантов от контроля (P<0,05).
 *** Статистически достоверные различия опытных вариантов между собой (P<0,05).

уровня. По всей видимости, системы жизнеобеспечения успевают перестраиваться в ходе постепенного нарастания концентрации загрязнителя в среде и нейтрализуют его пагубное действие на клетку и организм в целом.

Проведенные исследования показали, что при антропогенном загрязнении среды моллюски являются достаточно чувствительным индикатором, отражающим ее состояние. В ходе хронического действия загрязнителей возможна реализация генотипических и физиологических механизмов адаптации. Ответные реакции моллюсков на действие загрязнителей будут отражать состояние и ответные реакции других организмов перифитона, подвергающихся действию пресса антропогенных загрязнителей.

Выводы

1. Исследование влияния проб речной воды и грунта, взятых из р. Пяку-Пур в районе ее пересечения нефтепроводом, показало, что тестируемые пробы оказывают токсическое влияние на жизнедеятельность моллюсков. Особенно выраженный токсический эффект выявлен у проб воды из района пересечения реки нефтепроводом.

2. При хроническом действии грунта, загрязненного нефтью в концентрации 2%, снижаются основные показатели приспособленности моллюсков: двигательная активность, поедаемость корма и концентрация каротиноидов в мягком теле. Постепенное нарастание концентрации нефтепродуктов в грунте приводит к адаптивным изменениям в жизнедеятельности моллюсков, создающим возможность их выживания в условиях хронического нефтезагрязнения.

3. Моллюски являются достаточно чуткими индикаторами состояния окружающей среды и могут отражать приспособительные реакции перифитона на антропогенное загрязнение среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алякринская И. О. О поведении и фильтрационной способности черноморской мидии *Mytilus Callorprovincialis* в воде, загрязненной нефтью // Зоол. журн. 1966. Т. XLV. Вып. 7. С. 998–1002.
2. Бурковский Н. В. Структурно-функциональная организация морских донных сообществ // М.: МГУ, 1992. 207с.
3. Джанкович М. Н. Состав донной фауны бассейна реки Тимок в условиях существующей антропогенной нагрузки // М.: Наука, 1987. № 51. С. 91–106.
4. Дивавин А. И. Влияние нефти и фенола на некоторые свойства нуклеиновых кислот черноморских креветок // Биология моря. Киев: Наук. думка, 1975. № 3. С. 62–64.
5. Карпевич А. Ф. Реакция гидробионтов на действие нейтральных и токсичных веществ // Экспериментальная водная токсикология. Рига, 1987. Вып. 12. С. 5.
6. Карнаухов В. Н. О роли каротиноидов в формировании липофусцина и адаптации клеток к недостатку кислорода // Цитология. 1973. Т. 15. № 5. С. 538–542.
7. Миронов О. Г. Биологические ресурсы моря и нефтяное загрязнение. М.: Пищевая промышленность, 1972. 105 с.
8. Петухова Г. А., Калашникова И. А. Эколого-генетическая характеристика влияния нефтяного загрязнения водной среды на растительные и животные тест-объекты // Современные проблемы водной токсикологии: Всеросс. конф. с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья. Борок, 2002. 118 с.
9. Обзор: Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области. Тюмень: Гос. Комитет по охране окружающей среды Тюменской области, 2001. С. 43–67.
10. Шарاپова Т. А. Использование беспозвоночных перифитона в биоиндикации // Безопасность жизнедеятельности в Сибири и на Крайнем Севере: Тез. докл. 2-й международной научно-практической конференции (17–20 сентября 1997 г.). Тюмень, 1997. Ч. 1. С. 62.