

ПРОЦЕССЫ НАКОПЛЕНИЯ И ВЫВЕДЕНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ДВУСТВОРЧАТЫМИ МОЛЛЮСКАМИ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Исследовано накопление и выведение нефтяных углеводородов (НУ) двустворчатыми моллюсками на примере *Cerastoderma glaucum* в экспериментальных условиях. Определены концентрации нефтепродуктов в контрольных и экспериментальных образцах морской воды, гидробионтах и их фекалиях. Установлена корреляционная зависимость между содержанием нефтяных углеводородов в воде и фекалиях моллюсков ($r = -0,99$).

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, накопление, выведение, нефтяные углеводороды

К числу основных загрязняющих веществ, содержащихся в воде и донных осадках Чёрного моря, в частности, акватории региона Севастополя, относятся нефть и нефтепродукты. Данные вещества достаточно токсичны и способны воздействовать в той или иной степени на все группы живых организмов в морской среде, вызывая структурные перестройки в сообществах и уменьшая их популяцию и биомассу.

Бентосные организмы относятся к важнейшим компонентам водной экосистемы. Кроме того, они обладают повышенной способностью к накоплению токсикантов, поэтому часто используются в качестве тест-объектов для мониторинга загрязнения морской среды [1]. Однако данные о накоплении и выведении моллюсками НУ отрывочны, а зависимости между содержанием НУ в среде обитания бентосных двустворчатых моллюсков и непосредственно в них самих практически не описаны.

В связи с этим целью работы стало исследование процессов накопления и выведения НУ двустворчатым моллюском *Cerastoderma glaucum* в экспериментальных условиях. Данный вид был выбран как один из самых распространённых в исследуемой акватории, обладающий высокой фильтрационной активностью (до 2,4 л/сут). Кроме того, это довольно крупный моллюск, что позволяет наблюдать его реакцию на токсикант.

Материал и методы исследований

Материалом для исследования послужила морская вода из акватории Нефтегавани (Чёрное море) и бентосные моллюски *Cerastoderma glaucum*, собранные там же в весенне-летний период 2007 г.

Изучение влияния нефти на данных гидробионтов проводилось в лабораторных условиях. В три непроточных аквариума с морской водой добавили сырую нефть в трёх концентрациях – 80 мкг/л, 160, 240 мкг/л. Эти концентрации были выбраны с учётом предельно допустимой концентрации (ПДК) для нефтепродуктов в морской воде (50 мкг/л) [2]. Концентрацию нефтепродуктов в морской воде определяли по стандартной методике с помощью метода инфракрасной спектроскопии. Нефтяную эмульсию получали с помощью электромешалки при 2000 об./мин в течение 20 мин. Для поступления необходимого количества кислорода аквариумы дополнительно были оснащены аэраторами. В аквариумы помещали по 10 экземпляров *C. glaucum* приблизительно одного размера.

В загрязнённой нефтью воде *C. glaucum* находилась 5 сут. (время, необходимое для получения достаточного количества фекалий для химического анализа). На протяжении этого времени поведение моллюсков ничем не отличалось от их состояния в контрольных условиях, – они активно фильтровали воду, на что указывало наличие фекалий.

Далее часть особей помещали в аквариумы с морской водой (содержание НУ в ней менее ПДК) на 5 сут., после чего отбирали фекалии с помощью пипетки, помещали в чашки Петри и

высушивали при нормальных условиях среды, после чего определяли в них НУ по описанной выше методике.

По окончании эксперимента в контрольных и послеэкспериментальных образцах моллюсков определяли НУ. Для этого в термостойкую посуду помещали всех отобранных особей и доводили до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 105⁰С. После высушивания пробу измельчали до порошкообразного состояния, отбирали навеску, которую экстрагировали хлороформом до обесцвечивания промывных порций, экстракты собирали в коническую колбу объемом 100 мл, отгоняли растворитель на водяной бане до остаточного объема 2–3 мл и переносили в бюксы. После испарения хлороформа бюксы взвешивали и получали весовое значение хлороформ-экстрагируемых веществ (ХЭВ) в исследуемом материале. Перерастворив ХЭВ в четыреххлористом углероде, наносили на колонку с окисью алюминия для последующего определения НУ на спектрофотометре IR–75.

Результаты исследований и их обсуждение

В контрольных образцах моллюсков *C. glaucum* содержание НУ составило в среднем 4,5 мг/100 г воздушно–сухого вещества (возд.–сух. в-ва), тогда как по окончании эксперимента уровень НУ в моллюсках снизился до 3,6 мг/100 г возд.–сух. в-ва. Однако если учесть погрешность выбранного метода определения НУ (20%) в моллюсках, можно считать что их уровень практически не изменился. На основании этого можно отметить, что концентрации НУ в моллюсках практически не изменились, несмотря на увеличение содержания НУ в воде, в которой они находились в течение эксперимента. Таким образом, ни одна из экспериментальных концентраций НУ в морской воде не оказала существенного влияния на процессы их накопления моллюсками. Это может быть связано с недостаточным временем взаимодействия с загрязняющим веществом, или с достаточно близкими значениями заданных концентраций НУ к условиям обитания данного вида.

Об интенсивности процессов выведения гидробионтами опасных веществ можно судить по изменениям концентраций их в фекалиях. Так, было установлено, что данный процесс интенсифицировался поскольку при сравнении контрольных (в среднем составило 144,2 мг/100 г возд.–сух. в-ва) и экспериментальных образцов концентрации НУ увеличились в 4–9 раз. Причем, чем выше была экспериментальная концентрация НУ в морской воде, тем меньшее содержание НУ обнаруживали в фекалиях. Такая явная реакция моллюска на резкое увеличение концентрации загрязняющих веществ в окружающей среде может объяснить и практически не изменившийся уровень НУ в тканях моллюсков.

Зависимости между содержанием НУ в морской воде и моллюсках, находящихся в ней, во время эксперимента не выявлено. Напротив, обнаружена обратная значимая корреляционная зависимость между концентрацией НУ в морской воде и их содержанием в фекалиях

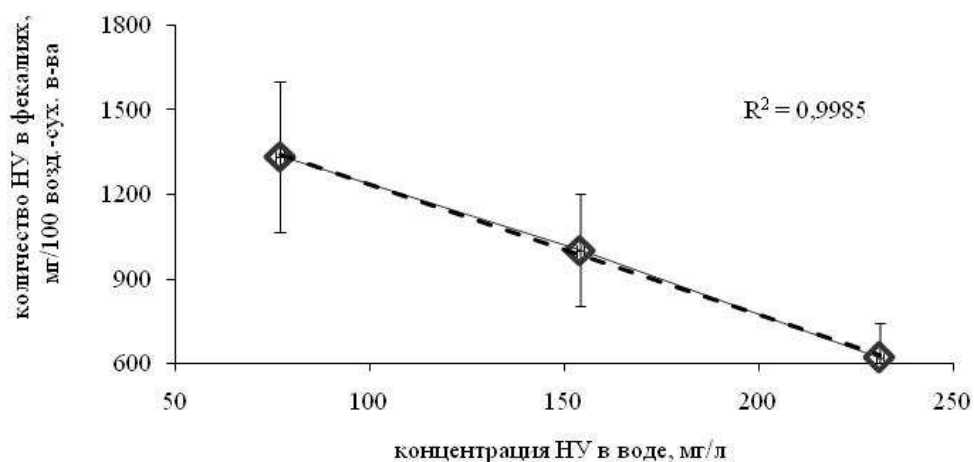


Рис. 1. Зависимость между концентрацией НУ в фекалиях *C. glaucum* и их содержание в морской воде

C. glaucum ($r = -0,99$, при $n = 9$) (рис. 1). Подобные явления описывались и ранее [3]: поскольку некоторые загрязняющие вещества способны ингибировать процесс фильтрации воды двустворчатыми моллюсками, то соответственно снижается и скорость фильтрации ими воды и, следовательно, количество корма, доступного для пищеварительной системы моллюска. Уменьшение рациона сопровождается, в большинстве случаев, визуальным наблюдаемым замедлением процесса образования фекалий и уменьшением их количества [4]. Действительно, после каждого эксперимента количество отбираемых фекалий уменьшалось, и по сравнению с контрольными навесками (максимально отобранное количество фекалий составило 360,7 мг) снизилось в десятки раз.

Выводы

Таким образом, в ходе эксперимента были исследованы процессы накопления и выведения НУ двустворчатым моллюском *C. glaucum*. Накопление НУ в моллюсках практически не отмечено, а процессы выведения опасного токсиканта из организма интенсифицировались при увеличении его содержания в среде обитания гидробионта, хотя зависимость между концентрациями НУ в фекалиях моллюсков и в морской воде, в которой они находились, была обратной ($r = -0,99$).

1. Ларин А. А. Особенности определения и оценка накопления углеводов в гидробионтов Азовского моря : автореф. дисс. на соискание научн. степени канд. хим. наук: Специальность “Экология (химические науки)” / А. А. Ларин. – Краснодар, 2010 г. – 20 с.
2. Воробьёв Д. С. Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос / Д. С. Воробьёв // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309, № 3. – С. 42–45.
3. Дивавин И. А. Изменение биохимических показателей некоторых прибрежных гидробионтов Баренцева моря при экспериментальной нефтяной интоксикации / И. А. Дивавин, В. Е. Ерохин // Гидробиол. журн. – 1978. – Т. 14, № 5. – С. 73–77.
4. Остроумов С. А. Новый тип действия потенциально опасных веществ: разобщители пелагиально-бентального сопряжения / С. А. Остроумов // Доклады академии наук РАН. – 2005. – Т. 283, № 1. – С.138–141.

Е. А. Тихонова, С.І. Рубцова

Інститут біології південних морів ім. О. О. Ковалевського НАН України

ПРОЦЕСИ НАКОПИЧЕННЯ І ВИВЕДЕННЯ НАФТОВИХ ВУГЛЕВОДНІВ ДВОСТУЛКОВИМИ МОЛЛЮСКАМИ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ УМОВАХ

Досліджено процеси накопичення і виведення нафтових вуглеводнів двостулковими моллюсками на прикладі *Cerastoderma glaucum* в експериментальних умовах. Визначено концентрації нафтопродуктів у контрольних і експериментальних зразках морської води, гидробионтах та фекаліях. Встановлено кореляційну залежність між вмістом нафтових вуглеводнів у воді і фекаліях моллюсків ($r = -0,99$).

Ключові слова: двостулкові моллюски, накопичення, виведення, нафтові вуглеводні

Y. A. Tikhonova, S. I. Rubtsova

The A. O. Kovalevsky Institute of the Southern Seas NAS of Ukraine

THE PROCESSES OF OIL HYDROCARBONS ACCUMULATION AND REMOVAL BY BIVALVE MOLLUSKS IN EXPERIMENTAL CONDITIONS

The processes of accumulation and removal of oil hydrocarbons on the example of bivalves *Cerastoderma glaucum* under experimental conditions are studied. The concentrations of oil hydrocarbons in the control and experimental samples of sea water, aquatic organisms and feces are defined. Correlation between the concentrations of oil hydrocarbons in water and mollusks feces is calculated ($r = -0,99$).

Key words: bivalves, accumulation, excretion, oil hydrocarbons