

**ПЕРЕДАЧА НОРМАЛЬНЫХ АЛКАНОВ ПО ЦЕПИ:
ДОННЫЕ ОСАДКИ – *ABRA SEGMENTUM* – *NASSARIUS RETICULATUS***

Исследован состав нормальных алканов, передающихся по цепи: донные осадки – двусторчатый моллюск *Abra segmentum* – брюхоногий моллюск *Nassarius reticulatus*. В грунте, мантийной жидкости *A. segmentum* и теле моллюсков обоих видов обнаружены нефтяные углеводороды. Выявлено, что во всех исследованных пробах донных осадков, морских организмах присутствуют углеводороды как аллохтонного, так и автохтонного происхождения.

Нефтяные углеводороды (НУ) являются одними из наиболее опасных и широко распространённых поллютантов. По разным оценкам, общее количество НУ, поступающих в морскую среду, составляет 1,7 - 8 млн. т/год, но в большинстве случаев указываются величины 5 – 6 млн. т [1].

Поступившие в поверхностные воды нефтепродукты вступают в общую цепь сложных и мало исследованных по длительности процессов (испарение, растворение, эмульгирование, биodeградация, химическое окисление, соединение с минеральными веществами). В результате этих процессов нефть теряет плавучесть, осаждается на дно и накапливается в донных осадках. Здесь происходит её дальнейшее преобразование. Одной из составляющих этого процесса является накопление, выведение и передача по пищевой цепи нормальных алканов (н-алканов), которые входят в состав животных и растительных организмов, нефти и донных осадков [4].

Исследуемая нами цепь по передаче НУ имеет следующий вид: донные осадки – двусторчатый моллюск-детритофаг (*Abra segmentum*) – брюхоногий моллюск-хищник (*Nassarius reticulatus*). Данные гидробионты были выбраны как доминирующие в бентосных сообществах исследуемого района. К тому же, *A. segmentum* является кормовым объектом для рыб-бентофагов [2], а экспериментальные работы, проведённые в отделе морской санитарной гидробиологии, показали относительно высокую устойчивость *N. reticulatus* к углеводородному загрязнению [1]. Кроме того, при анализе содержания углеводородов в пробах биоты важнейшая задача – различить углеводороды, являющиеся продуктом метаболизма самих организмов и попавшие в их организм из внешней среды.

Целью данной работы стало исследование н-алканов, передающихся по цепи: донные осадки – *A. segmentum* – *N. reticulatus* и идентификация н-алканов, содержащихся в них.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили пробы грунта и гидробионтов *Abra segmentum* (Récluz, 1843) и *Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758), населяющих его. Отбор осуществлялся в акватории Стрелецкой бухты (Чёрное море) ежемесячно в течение 2008 г дночерпателем Петерсона с площадью захвата 0,038 м². Всего отработано 132 пробы, из них 25 использовали для хроматографического анализа.

В лаборатории скальпелем раскрывали створки моллюсков *A. segmentum*, вводили иглу стерильного шприца и отбирали 1 мл мантийной жидкости (в среднем из 20 моллюсков) для последующего определения её углеводородного состава. Оставшиеся тела *A. segmentum* и отобранные *N. reticulatus* обрабатывались по методике [3]. Пробы донных осадков высушивались до воздушно-сухого состояния, растирались и просеивались через сита с диаметром ячеек 0,25 мм.

Н-алканы в грунте, телах моллюсков и мантийной жидкости абры определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Кристалл-2000 м» с использованием насадочной колонки. В качестве сорбента применяли хроматон N-AW с жидкой фазой 5 % SE-30, растворителя – гексан.

Для идентификации углеводородов использовали коэффициент нч/ч, или СРІ (отношение н-алканов с нечётным числом атомов углерода к н-алканам с чётным числом атомов) [4]. Данный показатель для незагрязнённых проб должен быть больше 2 [1].

Результаты и обсуждение. Данные по составу н-алканов в грунте и телах исследованных моллюсков приведены на рис. 1.

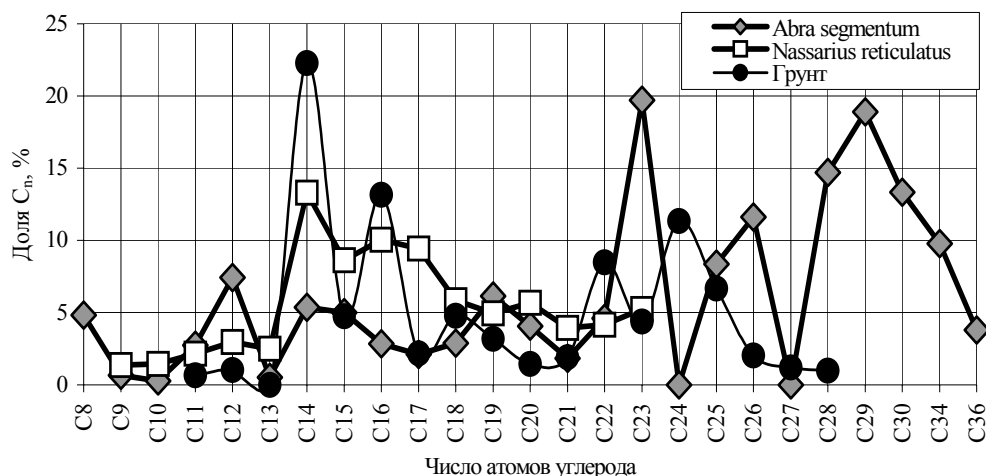


Рисунок 1. Состав н-алканов в телах моллюсков *A. segmentum*, *N. reticulatus*, грунте в зависимости от количества атомов углерода в цепочке

Figure 1. The composition of normal alkanes in the bodies of molluscs *A. segmentum*, *N. reticulatus* and in the bottom sediments depending on the number of carbon atoms in the chain

Углеводороды с низкой температурой кипения ($C_8 - C_{10}$) в грунте не зафиксированы. Максимум на хроматограммах донных осадков во всём прописанном диапазоне углеводородов $C_{11} - C_{27}$ приходится на н-алкан с C_{14} . Наряду с пиком C_{14} наблюдается второй, менее выраженный пик при C_{16} . Остальные пики занимают площадь менее 5 %.

Преобладание углеводородов с чётным числом атомов С и низкий коэффициент СРІ для проб грунта исследуемой акватории (отношение н-алканов с нечётным числом атомов С к чётным, равный 0,18) свидетельствуют о загрязнённости проб НУ.

Коэффициент СРІ для *A. segmentum*, *N. reticulatus*, а также мантийной жидкости абры в среднем составляет 0,48, 0,85, 0,82 соответственно, что также характерно для загрязнённых нефтепродуктами организмов.

Одним из признаков загрязнения моллюсков НУ является наличие на хроматограммах неразложимого фона, над которым возвышаются пики почти одинаковой величины в диапазоне $C_{12} - C_{18}$. В гидробионтах прослеживается два максимума в диапазоне $C_8 - C_{18}$. Наибольшие пики, отмеченные у *N. reticulatus*, соответствуют таковым в грунте, в котором они обитают, тогда как первый максимум для абры приходится на додекан (C_{12}), а второй – в небольшом временном промежутке от первого - на тетрадекан (C_{14}).

Летучие компоненты $C_9 - C_{11}$ были обнаружены в телах *A. segmentum*, *N. reticulatus*. Кроме того, в мантийной жидкости абры зафиксирован октан (C_8), причём на полученной хроматограмме его содержание было максимальным, по сравнению с остальными идентифицированными н-алканами. Присутствие этих углеводородов в морских гидробионтах может свидетельствовать о недавнем накоплении свежеступивших нефтепродуктов, так как нефть под действием внешних факторов в течение одного – двух дней теряет свои летучие компоненты [1].

Загрязнённые пробы гидробионтов характеризовались также доминированием углеводородов с чётным числом атомов углерода C_{12} , C_{14} , C_{16} . Кроме того, в некоторых

пробах відсутствовали н-алкани с C_{13} (відсутність углеводородов с низької температурой кипіння говорить о деградації нафтопродуктов) и C_{17} . Різке збільшення или відсутність біогенних углеводородов (C_{15} , C_{17}), можливо, зв'язано с періодами масового цвітіння фітопланктону [1], так як в ньому містяться н-алкани переважно в області $C_{15} - C_{20}$ [4]. В 27 % проб прописувался iC_{14} . Ізомер C_{14} виявляли раніше в пробах мідій, обраних в незабрудненій акваторії [1].

Висновки. 1. Наявність на хроматограмах ґрунту, тел молюсков обоих видів незламного фону, над котрим висхідють піки почти однакової величини в діапазоні $C_{12} - C_{18}$, а також переважає сполучень с четним числом атомів С над сполученнями с нечетным числом атомів С и наявність низькокипящих сполучень ($nC_8 - nC_{11}$) свідчать о наявності в них углеводородов аллохтонного походження. 2. Коефіцієнт СРІ для досліджованих проб мав наступні значення: для мантийної рідини абри – 0,82, для *A. segmentum* – 0,48, *N. reticulatus* – 0,85, ґрунту – 0,18, що свідчить о наявності в них аллохтонних НУ.

Благодарности. Автор выражает благодарность инженеру-химику Алёмовой Т. Е. за помощь в лабораторной обработке проб.

1. Миронов О. Г., Миловидова Н. Ю., Щекатурина Т. Л. и др. Биологические аспекты нефтяного загрязнения морской среды. – Киев: Наук. думка, 1988. – 248 с.
2. Повчун А. В., Повчун А. С. Черты экологии двусторчатых моллюсков рода *Abra* в Чёрном море. – Севастополь: ИнБИОМ, 1989. – 17 с.
3. Тихонова Е. А. Определение нефтяных углеводородов в макрозообентосе Севастопольской бухты (Чёрное море) // Экология моря. – 2008. – Вып. 76. – С. 96 – 99.
4. Шляхов А. Ф. Газовая хроматография в органической геохимии. – М.: Недра, 1984. – 222 с.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
Севастополь, Украина

Получено 29 октября 2009 г.

О. А. ТИХОНОВА

ПЕРЕДАЧА НОРМАЛЬНИХ АЛКАНІВ ПО ЛАНЦЮГУ:
ДОННІ ОСАДИ - *ABRA SEGMENTUM* – *NASSARIUS RETICULATUS*

Резюме

Досліджено склад нормальних алканів, що передаються по ланцюгу: донні осади – двостулковий молюск *Abra segmentum* – черевоногий молюск *Nassarius reticulatus*. У ґрунті, мантийній рідині *A. segmentum*, гідробіонтах *A. segmentum*, *N. reticulatus* присутні нафтові вуглеводні. Виявлено, що у всіх досліджених пробах донних осадів, морських організмах присутні вуглеводні як аллохтонного, так і автохтонного походження.

Е. А. ТИХОНОВА

PASS OF NORMAL ALKANES ON THE CHAIN:
BOTTOM SEDIMENTS – *ABRA SEGMENTUM* – *NASSARIUS RETICULATUS*

Summary

The composition of normal alkanes, passing on the chain: bottom sediments – bivalve *Abra segmentum* – gastropod *Nassarius reticulatus* was analyzed. Oil hydrocarbons were identified in the sea – bottom sediments, hemolymph of *A. segmentum*, hydrobionts *A. segmentum*, *N. reticulatus*. Defined, that hydrocarbons in all investigated samples of bottom sediments and marine organisms were presented both of allochthonous and autochthonous origin.