



УДК 574. 587.044(262.81-17)

## НАКОПЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ РАССЕЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГРУНТАХ И МАКРОБЕНТОСЕ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

© 2012 *Махлун А.В., Мелякина Э.И., Котельников А.В.*

ФГБОУ ФПО «Астраханский государственный технический университет»

Статья посвящена изучению концентраций рассеянных элементов в грунтах, моллюсках, макрофитах Северного Каспия. Установлены достоверные различия в утилизирующей способности изученных элементов бентосными организмами в зависимости от местоположения и содержания элементов в грунтах.

The article is devoted studying of concentration of trace elements in sediments, mollusks, macrophytes of the Northern Caspian sea. Authentic distinctions in utilizing ability of the studied elements by benthos organisms depending on a site and the maintenance of elements in sediments were established.

**Ключевые слова:** рассеянные элементы, моллюски, макрофиты, Северный Каспий.

**Keywords:** absent-minded elements, mollusks, macrophytes, the Northern Caspian sea.

Интерес к изучению содержания в водных экосистемах рассеянных элементов вызван тем, что эти элементы имеют широкое распространение, многие из них обладают кумулятивным эффектом и играют большую роль в создании общего токсикологического фона. Живые организмы, участвуя в биогеохимических циклах, рассеивают элементы в биосфере, человечество также их рассеивает в процессе техногенеза. Поэтому к группе рассеянных элементов относят все металлы и металлоиды, содержание которых в литре воды составляет микрограммы [4].

Понимание закономерностей миграции химических элементов в водоемах невозможно без выяснения путей и процессов их концентрирования и обмена в организмах, потребности гидробионтов в микроэлементах, установления их пороговых, токсических и биотических концентраций и природы естественных, содержащих металлы соединений, формы которых могут изменяться в процессе миграции через грунты, воды, первичную продукцию, планктон, макрофиты, бентосную фауну и рыб. При этом в пищевых цепях происходит процесс отсеивания – уменьшения количества одних элементов и накопления – увеличения концентрации других [3].

Согласно основным положениям биогеохимии, живое вещество принимает активное участие в переносе химических элементов в водной среде. Познание закономерностей развития в водных экосистемах требует тщательного исследования химического элементарного состава гидробионтов и окружающей среды. Поэтому создание общих прогнозов миграции химических элементов в водоемах невозможно без выяснения роли водных организмов.

В доступной нам литературе мы не нашли материалов, касающихся содержания свинца, кобальта и никеля в телах и раковинах моллюсков и макрофитах, которые имеют нередко первостепенное значение в биоценозах этого района, являясь их накопителями. Очень мало сведений и по химическому составу грунтов, который имеет первостепенное значение в связи с изучением моллюсков и макрофитов, поскольку эта группа организмов непосредственно с ними связана.

**Материал и методы.** Было проанализировано 10 образцов донных отложений, 57 образцов моллюсков, 42 образца макроводорослей, отобранных с нескольких станций в северной части Каспийского моря. Пробы отбирались и подготавливались по существующему стандарту по отбору и подготовки проб для химического анализа грунтов. (ГОСТ 17.4.4.02-1984). Пробы грунтов отбирались из поверхностного слоя. Координаты точек отбора представлены в табл. 1.

В местах отбора проб были проанализированы двустворчатые моллюски – церастодерма (*Cerastoderma lamarcki*), митилястер (*Mytilaster lineatus*) и представитель зеленых водорослей – энтереморфа извилистая (*Enteromorpha flexuosa*) и красных – кладофора сборная (*Cladophora glomerata*).

Анализ содержания в грунте металлов, а также их накопление в раковинах и телах моллюсков и водорослях осуществлялся методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии. Экс-



тракция металлов из грунта и озоление предварительно высушенных при температуре 110°C до постоянного веса осуществлялось на песочной бане концентрированной азотной кислотой.

Таблица 1

Координаты точек отбора проб

Станция	Широта	Долгота
1	45°03'50"	48°34'30"
2	44°25'26"	48°45'34"
3	44°09'70"	49°10'44"

Количественный анализ металлов проводили по методическим указаниям атомно-абсорбционного анализа [1, 5] на атомно-адсорбционном спектрофотометре Hitachi 180-50. Применялась трехщелевая ацетилено-пропановая горелка, газ – пропан, окислитель – воздух. Для каждого металла использовалась отдельная лампа с полым катодом.

**Результаты исследований.** Грунт является неотъемлемой частью водного биоценоза. Концентрация микроэлементов в компонентах водной среды в значительной степени зависит от их содержания в грунте. Поступление рассеянных элементов в грунт связано либо с природными процессами, либо в результате антропогенного вмешательства. Основные природные процессы, поставляющие микроэлементы в грунт – это химическое выветривание пород и высвобождение в процессах почвообразования, выпадение с осадками, а также накопления в результате отложения отмерших масс.

Гидрофиты больше зависят от окружающей среды, чем наземные растения, получающие основную часть питания из грунта, так как в отличие от них усваивают питательные вещества всей своей поверхностью. Организм растения, извлекая эти элементы из внешней среды, создает в тканях их необходимую концентрацию.

Накопление рассеянных элементов моллюсками и макрофитами имеет свои особенности. В связи с тем, что они являются малоподвижными организмами, окружающая среда оказывает на их химический состав более выраженное действие по сравнению с планктонными организмами. Моллюски могут накапливать большое количество микроэлементов, в несколько раз превышающее концентрацию их в воде и грунте. Большее количество микроэлементов моллюски накапливают телом. Количество накопленных элементов зависит от видовых особенностей моллюсков и мест их обитания [2].

Наибольшим содержанием в грунтах в период отбора проб всех исследуемых металлов характеризуется станция 3 (Pb – 52,2 мг/кг, Ni – 29 мг/кг, Co – 12,2 мг/кг), наименьшим – станция 1 (Pb – 36,2 мг/кг, Ni – 17,8 мг/кг, Co – 9,4 мг/кг). В порядке уменьшения концентраций элементы располагаются следующим образом: свинец > никель > кобальт.

Станция 1 характеризуется наименьшими показателями концентрации свинца в изученных объектах по сравнению с другими станциями, что коррелирует с минимальными значениями этого элемента в изученном грунте. На данной станции в теле моллюска *Cerastoderma lamarcki* никеля накапливается 15,2 мг/кг, кобальта – 3,2 мг/кг, свинца – 7,6 мг/кг. В раковине этого моллюска исследуемые элементы аккумулируются в достаточно высоких концентрациях (21,6; 10,6; 28 соответственно) (рис. 1). По убывающим концентрациям исследуемые элементы в организме данного моллюска располагаются следующим образом: никель > свинец > кобальт.

В водоросли *Enteromorpha flexuosa* в наибольших концентрациях накапливается свинец (52 мг/кг), тогда как никеля – 26,8 мг/кг, кобальта – 14,8 мг/кг.

Качественное распределение концентраций изученных металлов в водоросли *Enteromorpha flexuosa* аналогично таковому в грунтах. В количественном отношении концентрации элементов в изученной водоросли также сопоставимы с таковыми в грунте станции 1.

На станции 2 в теле моллюска *Cerastoderma lamarcki* обнаружены следующие концентрации исследуемых элементов (Ni – 12,2 мг/кг, Co – 2,8 мг/кг, Pb – 7,6 мг/кг). В раковине этого же моллюска кобальта – 10,4 мг/кг, свинца – 29,4, никеля – 16 мг/кг (рис. 2.). Распределение изученных элементов в качественном и количественном отношении на станциях 1 и 2 было аналогичным.



Концентратором всех изученных элементов явился моллюск *Mytilaster lineatus*, у которого никеля было обнаружено 34,4 мг/кг, кобальта – 17,8 мг/кг, свинца – 66,8 мг/кг. Ввиду его малого размера исследование элементов проводилось в целом организме, не разделяя его на раковину и тело. В порядке количественного убывания элементы в организме моллюска *Mytilaster lineatus* располагаются следующим образом: свинец > никель > кобальт. Обращает на себя внимание очень высокие концентрации свинца у изучаемого моллюска.

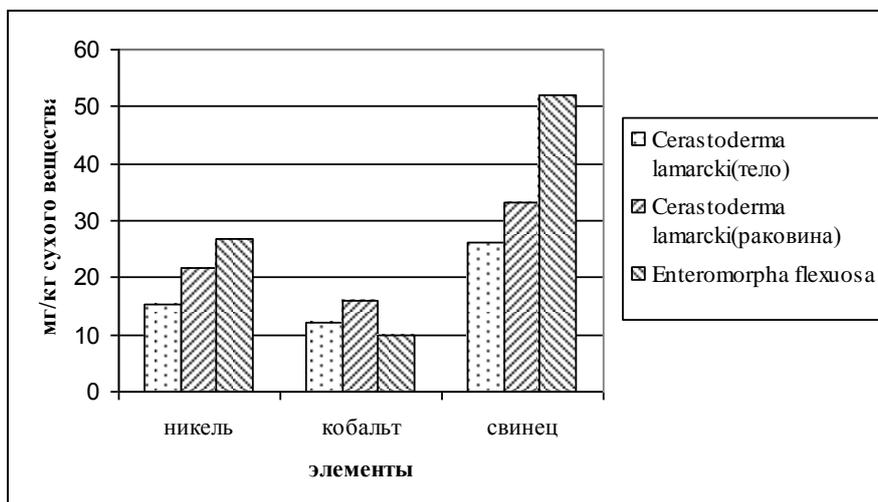


Рис. 1. Накопление металлов в макробентосе 1 станции

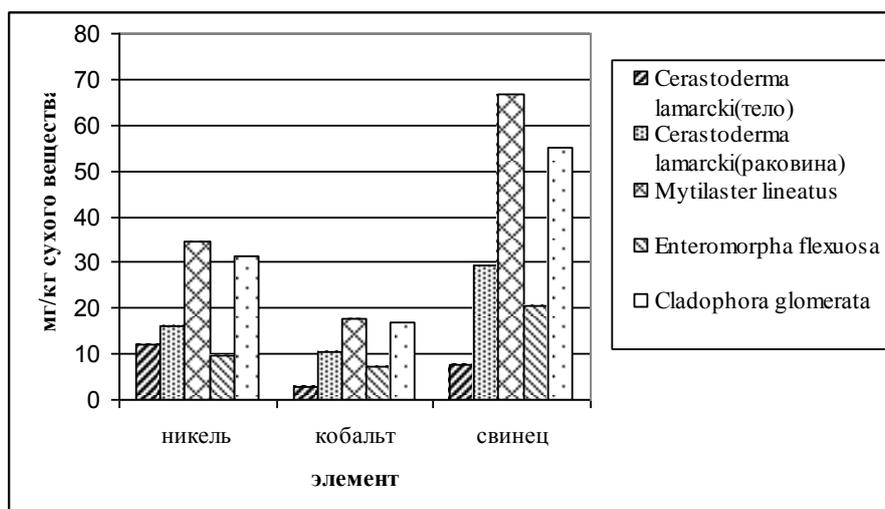


Рис. 2. Накопление металлов в макробентосе станции 2

В *Enteromorpha flexuosa* в наибольшей концентрации накапливается свинец (20,6 мг/кг), тогда как никеля концентрировалось 9,8 мг/кг, кобальта – 7,2 мг/кг. Таким образом, установлено, что водоросли *Enteromorpha flexuosa* отобранные на станции 1, утилизируют практически в 2 раза меньше элементов, чем этот же вид водорослей на станции 1.

Водоросль *Cladophora glomerata*, также как и *Enteromorpha flexuosa* характеризуется наибольшим накоплением свинца (55 мг/кг), кобальта 17 мг/кг, никеля – 31,4 мг/кг. Исследованные водоросли по концентрирующей металлы способности располагаются следующим образом: свинец > никель > кобальт.

На станции 3 в теле моллюска *Cerastoderma lamarcki* больше концентрируется никель (26,2 мг/кг), т.е. почти в 2 раза больше, чем этот же вид моллюска на остальных станциях. Значения кобальта – 4 мг/кг и свинца – 6,2 мг/кг практически не отличались от этих показателей на станциях 1 и 2.. В раковине в наибольшем количестве был найден свинец (63 мг/кг), никель –



33,2 мг/кг и кобальт – 15,6 мг/кг (рис. 3), с сохранением тенденции данной станции к повышенным концентрациям изученных элементов, что положительно коррелирует с высокими значениями этих элементов в грунтах станции 3.

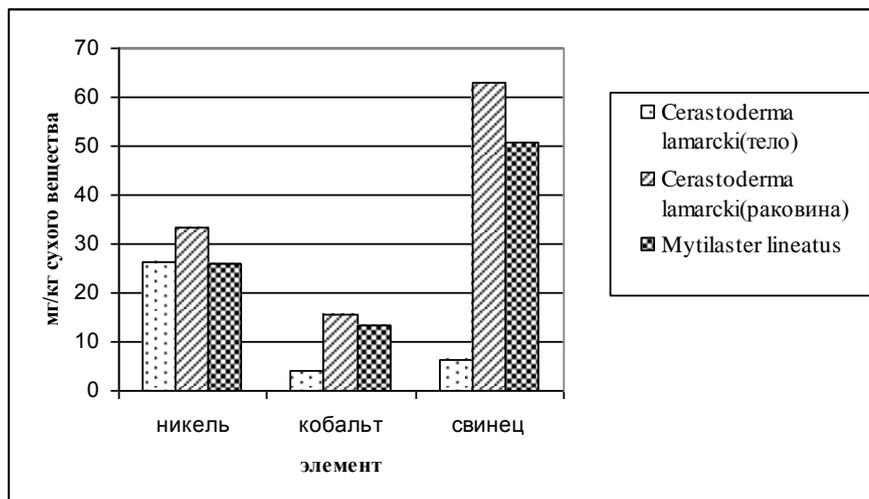


Рис. 3. Накопление металлов в макробентосе 3 станции

Моллюск *Mytilaster lineatus* так же, как и *Cerastoderma lamarcki* больше концентрирует свинца (50,6 мг/кг), кобальта накапливается 13,2 мг/кг, никеля – 26 мг/кг, что несколько ниже, чем у данного моллюска со станции 2.

#### Выводы:

1. Установлено, что в максимальных концентрациях грунт накапливает свинец, затем никель и далее кобальт. Аналогичную динамику распределения рассеянных элементов имеют раковины изученных моллюсков и водоросли.
2. Концентратором свинца, никеля и кобальта является моллюск *Mytilaster lineatus*, а также раковины моллюска *Cerastoderma lamarcki*.
3. Выявлены достоверные различия в утилизирующей способности изученных элементов бентосными организмами в зависимости от местоположения и содержания элементов в грунтах.

#### Библиографический список

1. Брицке М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. М.: Химия, 1982. 232 с.
2. Ермаков В.В. Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных // Ин-т геохимии и аналит. химии им. В.И. Вернадского РАН. М.: Наука, 2008. 315 с.
3. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 300 с.
4. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. Ин-т вод. проблем РАН. М.: Наука, 2006. 261 с.
5. Прайс С.В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. М.: Мир, 1976. 355 с.

#### Bibliography

1. Britske M. E. Atomic absorption spectrochemical analysis. Moscow: Khimiya, 1982. 232 p.
2. Ermakov V.V., Tjutikov S.F. Geochemical ecology of animals // Institute of geochemistry and analytical chemistry of V.I. Vernadsky of the Russian Academy of Sciences. M.: Nauka, 2008. 315 p.
3. Kowalski V.V. Geochemical ecology. M.: Nauka, 1974. 300 p.
4. Moiseenko T.I., Kudryavtseva L.P., Gashkina N.A. Trace elements in the surface waters of the land: Technophilicity, bioaccumulation and ecotoxicology. Institute of Water Problems of RAS. M.: Nauka, 2006. 261 p.
5. Price S.V. Analytical atomic absorption spectroscopy. M.: World, 1976. 355 p.