

## **МЕЖГОДОВЫЕ ВАРИАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ ГОЛОТУРИИ *EUPENTACTA FRAUDATRIX* В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Л.С. Долматова, Е.Н. Слинко, Л.Ф. Колосова  
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,  
г. Владивосток

Представлены данные по изменению концентрации тяжелых металлов в тканях голотурии *Eupentacta fraudatrix*, обитающей в б. Алексева и б. Витязь (залив Петра Великого), в период с 2008-2009 гг. по 2016-2017 гг. Установлено отсутствие увеличения или даже снижение содержания ряда тяжелых металлов в тканях голотурии в обеих бухтах, за исключением кадмия в голотурии из б. Алексева. Предполагается снижение общей загрязненности вод тяжелыми металлами, кроме кадмия.

Ключевые слова: марганец, железо, цинк, кадмий, кобальт, свинец, медь, голотурии, загрязнение вод.

## **INTERANNUAL VARIATIONS IN HEAVY METAL CONTENTS IN TISSUES OF THE SEA CUCUMBER *EUPENTACTA FRAUDATRIX* IN ANTHROPOGENIC POLLUTION**

L.S. Dolmatova, E.N. Slinko, L.F. Kolosova  
V.I. Il'ichev Pacific oceanological institute FEB RAS,  
Vladivostok

Data on the changes in heavy metal concentrations in tissues of the sea cucumber *Eupentacta fraudatrix* from Alexeev Bay and Vityaz Bay (Peter the Great Bay) since 2008-2009 to 2016-2017 are presented. The increase in heavy metal contents in the sea cucumber tissues was not determined in both bays except the cadmium concentration in the sea cucumber from Alexeev Bay. The total heavy metal pollution except cadmium is supposed to decrease in the seawater.

Keywords: manganese, iron, zinc, cadmium, cobalt, lead, copper, sea cucumbers, seawater pollution.

Многие виды дальневосточных голотурий, таких как *Apostichopus japonicus* и *Eupentacta fraudatrix*, являются источниками веществ с широким диапазоном биологического действия. Голотурии являются преимущественно обитателями прибрежных морских вод, подвергающихся интенсивному загрязнению тяжелыми металлами. Значительное антропогенное загрязнение может приводить к снижению численности видов, чувствительных к загрязняющим факторам (Огородникова и др., 1997), вследствие чего необходим мониторинг содержания тяжелых металлов в тканях животных.

Целью работы явилось изучение изменений содержания тяжелых металлов в тканях голотурии *E. fraudatrix*, обитающей в заливе Петра Великого Японского моря, в период с 2008-2009 гг. по 2016-2017 гг.

**Материал и методы.** Сбор голотурии *E. fraudatrix* (оранжевая форма) проводили в зал. Петра Великого Японского моря в б. Алексеева, в июле и сентябре 2008 и 2016 гг. на глубине около 1,5 м, а также в б. Витязь в сентябре 2009 и сентябре 2017 гг. на глубине до 1 м. В исследуемые периоды отбирали по 10-30 экземпляров с длиной тела 3,5–5,5 см. Для анализа содержания тяжелых металлов объединяли органы от не менее чем трех животных. Определение концентрации тяжелых металлов проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на спектрофотометре Shimadzu 6800 (Япония). Результаты обрабатывали статистически, используя для определения достоверности различий между группами t-критерий Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Сравнение данных по содержанию тяжелых металлов в тканях *E. fraudatrix* в бухте Алексеева в июле 2008 и 2016 гг. показало, что в стенке тела содержание меди в 2016 г. было ниже, чем в 2008 г., в 3 раза ( $1,85 \pm 0,08$  мкг/г сух. массы и  $0,65 \pm 0,01$  мкг/г в 2008 и 2016 г., соответственно), марганца, напротив, выше в 1,7 раза ( $17,1 \pm 1,1$  мкг/г и  $29,6 \pm 0,8$  мкг/г, соответственно). Уровень других исследованных металлов не изменился. Так, уровень цинка в 2008 г. был  $22,4 \pm 1,9$  мкг/г, в 2016 г. –  $17,9 \pm 0,2$  мкг/г ( $P > 0,05$ ), железа –  $26,8 \pm 2,9$  мкг/г в 2008 г. и  $34,5 \pm 1,3$  мкг/г в 2016 г. ( $P > 0,05$ ), кадмия –  $0,23 \pm 0,01$  мкг/г и  $0,24 \pm 0,01$  мкг/г в 2008 и 2016 гг. ( $P > 0,05$ ), соответственно. В сентябре 2008 г. содержание цинка и марганца не изменялось по сравнению с июльским уровнем, а концентрации кадмия и железа достоверно возрастали.

Аналогично, в сентябре 2016 г. по сравнению с июлем 2016 г. достоверно возрастали уровни кадмия, меди и железа в стенке тела, а уровни цинка и марганца не изменялись. Сравнение содержания тяжелых металлов в стенке тела голотурии *E. fraudatrix* с таковыми других видов голотурий, обитающих в относительно незагрязненных водах (Jinadasa et al., 2014) показывает, что максимальные концентрации эссенциальных металлов меди, железа и цинка у *E. fraudatrix* не превышали средние значения у других видов голотурий, однако уровень кадмия превышал максимальные значения у других видов в 2 раза.

При этом содержание цинка не менялось в июле 2016 г. по сравнению с июлем 2008 г. ни в одном из исследованных органов. Концентрация меди в кишке, как и в стенке тела, снижалась в июле 2016 г. по сравнению с 2008 г., а в гонадах в 2016 г. оставалось на уровне 2008 г. Сходным образом, в июле 2016 г. по сравнению с 2008 г. содержание железа в кишке снижалось в 15 раз, а в гонадах свмок, как и в стенке тела, не изменялось. Для кадмия отмечено увеличение содержания в июле 2016 г. в 1,4 раза в кишке и более чем в два раза в гонадах по сравнению с таковыми в 2008 г. Содержание марганца в 2016 г. снизилось в кишке по сравнению с 2008 г. в 13 раз, но возросло в гонадах и стенке тела в 2,5 и 1,7 раза, соответственно.

Таким образом, в б. Алексеева не отмечено увеличения концентрации таких тяжелых металлов, как цинк, медь и железо, а в ряде органов отмечено даже их снижение в 2016 г. по сравнению с 2008 г. Однако концентрация

кадмия возросла с 2008 по 2016 гг., особенно значительно в гонадах, что может негативно сказаться на репродукции голотурий.

Сравнение содержания металлов в тканях голотурий в б. Алексеева в сентябре 2008 г. и б. Витязь в сентябре 2009 г. показало, что содержание некоторых металлов было значительно выше в тканях у голотурий в б. Витязь.

Так, в б. Витязь в стенке тела голотурий уровень меди превысил таковой в б. Алексеева в 46 раз, кобальта – 3,6 раз, цинка – 1,4 раза. По содержанию других металлов, в том числе свинца и кадмия, они не отличались. Повышенный уровень металлов в тканях голотурий свидетельствует о значительном загрязнении вод бухты тяжелыми металлами, по-видимому, вызванном промышленными стоками в реку Туманную, протекающую преимущественно по территории КНР и впадающую в Японское море рядом с Дальневосточным морским государственным заповедником, в состав которого входит эта бухта. Однако в б. Витязь также произошло снижение уровня тяжелых металлов в сентябре 2017 г. по сравнению с сентябрем 2009 г. В частности, отмечено снижение концентрации цинка в стенке тела в 1,5 раза, железа – в 2,2 раза. При этом содержание цинка не изменялось в кишке, но возросло в гонадах в 2,8 раза, а концентрация железа не изменялась в кишке и снижалась в гонадах. Уровень же марганца увеличился в стенке тела и гонадах в 1,8 и 1,9 раза, соответственно. Возрастание в отдельных тканях уровня эссенциальных металлов может быть связано с увеличением функциональной (нерестовой) активности в этот период, так как пики такой активности несколько смещаются в различные годы. Содержание токсичного свинца снизилось в 2017 г. по сравнению с 2009 г. в 2,3 раза в стенке тела, в 18 раз – в кишке и в 35 раз – в гонадах.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о том, что ткани *E. fraudatrix* не аккумулируют тяжелые металлы в большей степени, чем другие виды голотурий, обитающие в относительно чистых водах, а концентрация большинства металлов в тканях даже значительно снизилась в 2016-2017 гг. по сравнению с 2008-2009 гг., что, по-видимому, отражает общее снижение загрязненности вод зал. Петра Великого. Однако отдельные участки акватории залива отличаются по уровню антропогенного воздействия, что приводит к значительным вариациям содержания тяжелых металлов в органах *E. fraudatrix*. В частности, продолжающееся загрязнение б. Алексеева нефтепродуктами сопровождается ростом концентрации кадмия в гонадах голотурий.

#### Список литературы:

Огородникова А.А., Вейдеман Е.Л., Силина Э.И., Нигматулина Л.В. Воздействие береговых источников загрязнения на биоресурсы залива Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО. 1997. Т 122. С. 430-450.

Jinadasa B.K.K.K., Samantha R.I., Wicramsinghe I. Trace metal accumulation in tissue of sea cucumber species; North-Western sea of Sri Lanka // American Journal of Public Health Research. 2014. V. 2, No. 5A. P. 1-5.