

ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ НАКОПЛЕНИЯ Cd В ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И НЕКОТОРЫХ ВИДАХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ В УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ БАЧ ДАНГ (ВЬЕТНАМ)

Волкова И.В., Чьонг Ван Туан ©

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия

Аннотация

В последние годы во Вьетнаме вместе с промышленным и городским развитием значительно увеличилось загрязнение окружающей среды, в особенности водной среды. При этом загрязнение тяжелыми металлами от человеческой деятельности становится все более серьезным. Тяжелые металлы (Cu, Cd, Zn, Pb) становятся очень опасными, когда накапливаются в тканях живых организмов в больших концентрациях длительное время, так как по пищевой цепочке они попадают в тело человека и вызывают тяжелые последствия для здоровья, а также для экосистемы в целом. В настоящее время для наблюдения и оценки степени загрязнения тяжелыми металлами используют преимущественно метод физико-химического анализа. Однако у этого метода есть много ограничений. В то время как метод биомаркеров с каждым днем применяется все более широко и имеет такие преимущества, как низкие затраты, целостность оценки воздействия на экосистему, необходимость меньшей рабочей силы, экологичность [2,11]. Результаты исследований возможности накопления тяжелых металлов двустворчатыми моллюсками таких авторов, как Merlimi (1965), Phillip (1977), Posi (1979), Ferrington (1983), Doherty (1993), Oeatel (1998), Franco и сотрудники (2002), Revera (2003), подтвердили, что эти виды могут накапливать тяжелые металлы в концентрациях, намного превышающих их содержание в среде обитания, путем биоаккумуляции. Данные исследования также показали, что путем анализа концентрации тяжелых металлов в тканях двустворчатых моллюсков мы можем оценить качество среды их обитания. [4,27]

Ключевые слова: моллюск, накопление, загрязнения тяжелыми металлами.

Keywords: Clams, accumulation, heavy metal pollution.

Во Вьетнаме некоторые авторы, такие как Ле Тхи Муи, Нго Ван Ты, Нгуен Ким Куок Вьет, Доан Тхи Тхам, Фам Тхи Хонг Ха, также исследовали возможности накопления тяжелых металлов в двустворчатых моллюсках. Объектами исследования обычно выбирались *Meretrix meretrix* L, *Anadara subcrenata*, *Perna viridis* Linnaeus, *Anadara granosa*. Однако большая часть результатов данных исследований была направлена на физико-химический анализ тяжелых металлов, накопленных в тканях данных видов, не оценивалась возможность их использования в качестве биоиндикаторов качества окружающей среды, а также количество исследуемых металлов было довольно небольшим. Устьевая область реки Бач Данг – это место пересечения устьев рек и морского побережья, это место принимает отходы, загрязняющие окружающую среду, от портовой деятельности, добычи и переработки морепродуктов, транспортной судовой деятельности, городские отходы, сточные воды от промышленных зон Хайфона. Опасность воздействия тяжелых металлов на морскую экосистему в этой области довольно большая, поэтому необходим эффективный метод мониторинга загрязнений.

Объекты исследования: зеленые мидии (*Perna viridis* Linnaeus) и устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg) семейства Венериды, класс двустворчатые (Bivalvia). (Рис 1 и рис 2)



Рис 1. Зеленые мидии (*Perna viridis* Linnaeus) Рис 2. Устрица (*Crassostrea gigas* Thunberg)

Место проведения исследования: Община Донгбай, уезд Катхай, город Хайфон (Вьетнам)

Время проведения наблюдений: Исследование проводилось с февраля 2015 года по ноябрь 2015 года в устьевой области реки Бач Данг (Вьетнам).

Анализ концентрации образцов:

Образцы для исследования собирались вместе с рыбаками - добытчиками устриц и мидий. Образцы осадочных отложений собирались вместе с образцами моллюсков на глубине 0 - 15 см от поверхности. Собранные образцы хранились при температуре 4⁰С. Производилось разрушения образца кислотой HNO₃ + HClO₄ + H₂O₂ в автоматическом минерализаторе VELP-DK6; делался анализ концентрации Cd с помощью Атомно-абсорбционной спектрометрии (AAS). Данные обрабатывались статистическим методом, сравнивались средние значения с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) и проверялся LSD с $\alpha = 0,05$ [1,10]

Концентрация Cd в образцах отложений:

Тяжелые металлы существуют в основном в связанном виде с коллоидными частицами или накапливаются в осадочной среде (50 – 90% общего содержания металлов). Они находятся в стабильной форме и имеют тенденцию накапливаться в осадочных отложениях. Способность к оседанию ионов металла прежде всего зависит от основных геохимических параметров окружающей среды pH и Eh. Согласно исследованию Фам Тхи Нга, проведенному в морской области Хайфона (2009), окружающая среда здесь по большей части слабощелочная и сильно окисленная. Для оценки степени накопления Cd в окружающей среде в области исследования, мы провели анализ концентрации Cd в осадочных отложениях 0 ÷ 15 см в устьевой области реки Бач Данг. Результаты отображены в таблице 1

Таблица 1

Концентрация Cd в образцах отложений

Район исследования	Этап 1: M ± S _d (мг/г отложений)	Этап 2: M ± S _d (мг/г отложений)	EQG (Канада) (мг/г)
Район 1 (n=3)	0,54±0,24a	1,03±0,12a	≤ 0,7

Район 2 (n=3)	1,05±0,05b	1,30±0,13ab	
Район 3 (n=3)	0,79±0,22b	1,58±0,18bc	
pH	8,20±0,19	7,17±0,17	

Примечание: Значения с одинаковыми буквами a, b, c не имеют значительной разницы при $\alpha=0,05$

Концентрация Cd в области исследования колеблется в пределах $0,54 \div 1,54$ $\mu\text{г/г}$ отложений, при этом самые высокие результаты были отмечены в районе 3 на 2 этапе, и самые низкие – в районе 1 на 1 этапе. Сравнение со **EQG (Канада)** [3,34] показывает, что в осадочной среде области исследования было обнаружено загрязнение Cd, по результатам анализа почти во всех районах есть превышение допустимой нормы в $1,23 \div 2,26$ раз.

Накопление Cd в Perna viridis Linnaeus и Crassostrea gigas Thunberg:

Различные виды моллюсков могут накапливать тяжелые металлы в концентрациях, намного превышающих их содержание в среде обитания. Возможности накопления зависят от многих факторов, таких как физиологические особенности вида, возраст и размеры особей, влияние веществ, содержащихся в окружающей среде. Для того, чтобы изучить и оценить возможности накопления Cd устрицами и зелеными мидиями, мы провели анализ содержания Cd в мягких тканях данных видов. Результаты отображены в таблице 2

Таблица 2

Концентрация Cd в *Perna viridis* Linnaeus и *Crassostrea gigas* Thunberg

Вид	Район 1 (n=3)	Район 2 (n=3)	Район 3 (n=3)	EQG (Канада) ($\mu\text{г/г}$)
Этап 1				
<i>Crassostrea gigas</i> Thunberg	0,52±0,09a	0,21±0,07	0,39±0,03a	≤ 2
<i>Perna viridis</i> Linnaeus	1,93±0,08b	0,38±0,04	0,46±0,05	≤ 2
Этап 2				
<i>Crassostrea gigas</i> Thunberg	0,64±0,15	0,24±0,06	0,42±0,26	≤ 2
<i>Perna viridis</i> Linnaeus	0,65±0,38	0,40±0,17	0,39±0,02	≤ 2

Примечание: Значения с одинаковыми буквами a, b, c не имеют значительной разницы при $\alpha=0,05$

Результаты анализа показали, что концентрация Cd в образцах животных между районами имеет незначительную разницу, значимая разница ($\alpha=0,05$) появляется только в концентрации Cd в *Crassostrea gigas* Thunberg на 2 этапе. А именно, у *Crassostrea gigas* Thunberg средняя концентрация Cd на 1 этапе составляет $0,95 \pm 0,85$ $\mu\text{г/г}$ сырого веса, на 2 этапе - $0,57 \pm 0,13$ $\mu\text{г/г}$ сырого веса; у *Perna viridis* Linnaeus на 1 этапе $0,35 \pm 0,18$ $\mu\text{г/г}$ сырого веса, на 2 этапе $0,34 \pm 0,09$ $\mu\text{г/г}$ сырого веса. Результаты исследований Нгуен Ван Кхань (2008), Фам Тхи Хонг Ха (2008) в устьевой области реки Бач Данг (Вьетнам) показали, что концентрация Cd в моллюске (*Corbicula sp.*) колеблется в пределах $1,32 \div 2,55$ $\mu\text{г/г}$ сырого веса и концентрация Cd в моллюске (*Anna subcrennata Lishke*) – в пределах $0,09 \div 0,23$ $\mu\text{г/г}$ сырого веса.

Концентрация тяжелых металлов в окружающей среде сильно влияет на накопление в теле живых организмов, они попадают в тело через биологические пути: дыхательную, пищеварительную систему. Для оценки возможностей индикации концентраций тяжелых

металлов в окружающей среде *Perna viridis* Linnaeus и *Crassostrea gigas* Thunberg мы провели анализ корреляции между концентрацией Cd в окружающей среде и концентрацией Cd в *Perna viridis* Linnaeus и *Crassostrea gigas* Thunberg

Результаты анализа показали, что концентрация Cd в отложениях имеет линейную корреляцию с концентрацией Cd в теле *Crassostrea gigas* Thunberg и *Perna viridis* Linnaeus со слабой степенью корреляции, а именно у *Crassostrea gigas* Thunberg коэффициент корреляции составляет $r = 0,30$, $p_{\text{value}} = 0,22$; у *Perna viridis* Linnaeus - $r = 0,20$, $p_{\text{value}} = 0,42$. Это показывает, что способность *Crassostrea gigas* Thunberg и *Perna viridis* Linnaeus к индикации концентраций Cd в осадочных отложениях довольно низкая.

Концентрация Cd в районах исследования колеблется в пределах $0,54 \div 1,54$ $\mu\text{г/г}$ отложений, сравнение со **EQG (Канада)** показало, что в некоторых районах превышена допустимая норма в $1,23 \div 2,26$ раз.

Концентрация Cd в теле устриц (*Crassostrea gigas* Thunberg) и зеленых мидий (*Perna viridis* Linnaeus) в районах исследования лежит в допустимых пределах согласно **EQG (Канада)** ($\leq 2,0$ $\mu\text{г/г}$ сырого веса).

Результат анализа корреляции показал, что концентрация Cd в отложениях имеет линейную корреляцию с концентрацией Cd в теле *Perna viridis* Linnaeus и *Crassostrea gigas* Thunberg с низким коэффициентом, поэтому данные виды не могут быть хорошими индикаторами загрязнения Cd в устьевой области реки Бач Данг.

Литература

1. AOAC:971-21,986.15,972.23. Methods for analysis of heavy metals in foods 2000.15p
2. Belfroid. Biological monitoring programme with the mussel *Mytilus edulis* in the Netherlands / Vander Hoeven // Haskoning Netherland B. V. Environment
3. John Ogony Odiyo. Metal in environmental media: A study of trace and platinum group metals in Thoyaandou, South Africa / Hendricks Maboladisoro Bapele, Ronal Mugwedi and Luke Chimuka // School of Environmental Sciences and Engineering, University of Venda, South Africa. 2005
4. Munir Ziya. Bioaccumulation of Some Heavy metals (Cd, Fe, Zn, Cu) in two Bivalvia Species (*Pinctada radiata* Leach, 1814 and *Brachidontes pharaonis* Fischer, 1870) / Lugal Goksu, Muatafa Akar, Fatma Cevik, Ozlem Findik // Turk j Vet Anim Sci 29 (2005).