

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-122-128  
УДК 639.41.053.1:556.541(597)

## ДЕТОКСИКАЦИЯ СВИНЦА МОЛЛЮСКОМ *MERETRIX LYRATA* ПРИ ИСКУССТВЕННОМ РАЗВЕДЕНИИ В УСЛОВИЯХ ВЬЕТНАМА

Чьонг Ван Туан

Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Российская Федерация

Загрязнение окружающей среды отходами социально-экономической деятельности, промышленных, сельскохозяйственных и бытовых источников представляет значительную угрозу для искусственного разведения моллюсков *Meretrix lyrata* в устье р. Бач Данг (Вьетнам) вследствие накопления тяжелых металлов в организме моллюсков до недопустимых концентраций. В лабораторных условиях исследовалось накопление и выведение свинца моллюском *Meretrix lyrata*. Проведен ряд экспериментов по разведению и выдержке *Meretrix lyrata* в воде с различным уровнем содержания свинца:  $C = 0,003$  (контрольная группа); 0,05; 0,1; 0,3; 0,4; 0,6 мг/л. Содержание свинца в *Meretrix lyrata* анализировалось через 10, 15, 20, 25, 30 дней. Спустя 10 дней по окончании выдерживания *Meretrix lyrata* в чистой морской воде Pb практически не выводился, около 30 % осталось в моллюске независимо от количества Pb, накопленного первоначально. Отмечено, что концентрация Pb в *Meretrix lyrata* во всех резервуарах (кроме  $C = 0,6$  мг/л) постепенно росла с увеличением времени выдержки. Через 25 дней выдержки особей в воде с концентрацией  $C = 0,6$  мг/л погибло около 20 % особей *Meretrix lyrata*, через 30 дней погибло 100 %. Полученные результаты могут стать основой для дальнейшего исследования накопления свинца и его выведения из организма моллюсков *Meretrix lyrata*, выращенных в искусственных условиях.

**Ключевые слова:** моллюск, *Meretrix lyrata*, концентрация свинца, накопление, выведение.

**Для цитирования:** Чьонг Ван Туан. Детоксикация свинца моллюском *Meretrix Lyrata* при искусственном разведении в условиях Вьетнама // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 1. С. 122–128. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-122-128.

### Введение

Моллюски *Meretrix lyrata* распространены на теплом море в западной части Тихого океана, от моря Тайваня до Вьетнама. Раньше во Вьетнаме *Meretrix lyrata* были распространены в основном в южном регионе от Го Конг (Тиензянг), Бинь Дай, Ба Чи, Тхань Фу (Бенче), Коу Нганг, Зуен Хай (Ча Винь). Сейчас *Meretrix lyrata* выращиваются по всему центральному и северному региону, и площадь разведения все время растет [1].

Искусственное разведение *Meretrix lyrata* в устье р. Бач Данг (Вьетнам) практикуется очень давно, площадь разведения *Meretrix lyrata* выросла от 23,9 га (2000 г.) до 155,5 га (2007 г.) и до сих пор стабильно продолжает расти [1]. Процедура разведения *Meretrix lyrata* проста, а производительность высокая, поэтому вид *Meretrix lyrata* постепенно вытесняет местные виды, такие как *Meretrix meretrix*, *Raphia undulata*. Все пляжи общины Донг Бай были отведены под разведение *Meretrix lyrata*, производственная мощность на данный момент составляет около 30 т/га, общая ежегодная производительность в данном районе составляет около 4 500 т/год. Выработка *Meretrix lyrata* обеспечивает продуктом питания прибрежное население, поставяет сырье для отрасли по переработке морепродуктов и для экспорта [1].

Угроза состоит в том, что ежегодно устьевая область р. Бач Данг принимает множество сбросов от промышленных (портовая деятельность, водный транспорт, судостроение и судоремонт, разбор старых судов, а также береговые промышленные зоны), сельскохозяйственных и бытовых источников. Недавние исследования показали, что основная масса загрязняющих веществ – это тяжелые металлы и труднорастворяющиеся органические вещества [2].

Некоторые тяжелые металлы (Cu, Pd, Cd, Zn, Ni, Hg) в пределах допустимой концентрации являются микроэлементами, необходимыми для жизни, компонентами клеток, но при превышении допустимых пределов они могут негативно влиять на жизнь организма. Кроме

того, присутствуя в окружающей среде даже в очень низких концентрациях, они накапливаются в пищевой цепи [2–4]. Одним из распространенных тяжелых металлов с высокой степенью биоаккумуляции является свинец (Pb).

Целью исследования являлось изучение выведения свинца моллюском *Meretrix lyrata* при искусственном разведении последнего в условиях Вьетнама. Полученные результаты имеют практическое значение для технологии выращивания моллюска *Meretrix lyrata* в условиях Вьетнама.

### Материалы и методы исследования

Экспериментальные группы *Meretrix lyrata* (каждая группа состояла из 35 почти зрелых особей (примерно через 30 дней будут готовы для сбора) однородных размеров (около 3–4 см) и средней массой 75–85 экз./кг) были взяты из экспериментального района в устьевой области р. Бач Данг (Вьетнам). В эксперименте использовалась вода из устья р. Бач Данг (с глубины 40 см), взятая в то же время, что и образцы *Meretrix lyrata*, и предварительно обработанная: отстоянная за ночь, затем процеженная для удаления твердых взвешенных частиц. Перед воздействием металла *Meretrix lyrata* дают привыкнуть к воде из устья реки (предварительно обработанной) в течение 2-х дней.

Каждая группа из 35 особей *Meretrix lyrata* подверглась непрерывному воздействию различных концентраций тяжелых металлов в течение 30 дней в 30 л воды. Резервуары для содержания *Meretrix lyrata* имели следующие размеры: длина × ширина × высота = 40 × 50 × 30 см.

Воду в экспериментальном резервуаре меняли каждые 12 ч, было создано загрязнение с растворенными тяжелыми металлами:

- контрольный уровень  $C_0 = 0,003$  мг/л Pb;
- уровень  $C_1 = 0,05$  мг/л Pb;
- уровень  $C_2 = 0,1$  мг/л;
- $C_3 = 0,3$  мг/л;
- $C_4 = 0,4$  мг/л;
- $C_5 = 0,6$  мг/л.

Во время экспериментов *Meretrix lyrata* кормили жидкой смесью из водорослей *Nannochloropsis sp.* и *Chaetoceros sp.* с частотой питания 1 раз в 4 ч (режим питания предложен Чу Чи Тхьет [5]). Одновременно производилась легкая непрерывная аэрация через 8 аэраторов (с газораспределительными головками), расположенных на расстоянии 10 см друг от друга.

Через 30 дней резервуары с *Meretrix lyrata* полностью заменялись чистой морской водой (температура 25 °С, соленость 5 ‰ и 25 ‰), и *Meretrix lyrata* продолжали содержаться там до 25 дней. Концентрация Pb в *Meretrix lyrata* анализировалась через 5, 10, 15, 20, 25 дней выдержки в чистой морской воде. При каждом анализе выбирались по 3 особи *Meretrix lyrata* из каждого экспериментального резервуара.

Содержание Pb в окружающей среде и *Meretrix lyrata* определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой ИСП-МС (ICP-MS) [6].

Методы статистической обработки данных: программа Excel, Origin [7].

### Результаты исследования и их обсуждение

Эксперимент по разведению *Meretrix lyrata* при различных концентрациях Pb в воде проводился непрерывно в течение 30 дней, по инструкции Американского общества по испытаниям и материалам [8], результаты отображены в табл. 1

Таблица 1

Среднее содержание Pb в *Meretrix lyrata*

Концентрация Pb в водной среде, мг/л	Содержание Pb в <i>Meretrix lyrata</i> , мг/кг				
	10 дней	15 дней	20 дней	25 дней	30 дней
$C_0 = 0,003$	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
$C_1 = 0,05$	0,14 ± 0,04	0,76 ± 0,02	1,4 ± 0,03	2,01 ± 0,01	3,2 ± 0,02
$C_2 = 0,1$	0,75 ± 0,01	3,93 ± 0,15	7,1 ± 0,02	10,3 ± 0,21	14,54 ± 0,23
$C_3 = 0,3$	6,85 ± 0,11	11,84 ± 0,4	17,04 ± 0,45	22,31 ± 0,6	25,67 ± 0,38
$C_4 = 0,4$	12,24 ± 0,4	15,87 ± 0,18	21,26 ± 0,6	24,45 ± 0,24	25,51 ± 0,5
$C_5 = 0,6$	18,2 ± 0,5	27,84 ± 0,5	14,28 ± 0,12	20 % гибель моллюсков	100 % гибель моллюсков

Из полученных результатов следует, что при концентрациях Pb  $C_1, C_2, C_3, C_4$  в экспериментальном резервуаре содержание Pb в *Meretrix lyrata* постепенно увеличивалось со временем выдержки. Выявлено, что между содержанием Pb в *Meretrix lyrata* и концентрацией Pb в водной среде имеется тесная положительная связь ( $r = 0,97 \div 0,99, p < 0,05$ ).

При выдерживании особей в воде с концентрацией  $C_5$  в течение первых 15 дней выдержки содержание накопленного Pb в *Meretrix lyrata* увеличивалось в 1 068 раз ( $27,84 \pm 0,5$  мг/кг) со временем. Но затем, чтобы адаптироваться к сильно загрязненной водной среде ( $C_5 = 0,6$  мг/кг), *Meretrix lyrata* начинала выводить из тела Pb больше, чем накапливать, что привело к тому, что содержание накопленного Pb в *Meretrix lyrata* через 20 дней выдержки ( $14,28 \pm 0,12$  мг/кг) было ниже в 2 раза, чем после 15 дней ( $27,84 \pm 0,5$  мг/кг). Через 25 дней выдержки около 20 % *Meretrix lyrata* погибло, после 30 дней погибло 100 %. Полученные результаты согласуются с наблюдением из ASTM E1022-94 [8]: после определенного периода воздействия процесс накопления двустворчатыми моллюсками металла останавливается, содержание металла в моллюске достигает порога насыщения (или максимальной точки), при этом скорость накопления и выведения металла двустворчатыми моллюсками становится одинаковой. При продолжении воздействия металлами двустворчатые моллюски будут выводить металл для собственной защиты (или поддержания жизни). Таким образом, согласно результатам исследования, максимально возможная концентрация накопления Pb в *Meretrix lyrata* составляет около 25 мг/кг при всех исследуемых концентрациях Pb в воде. Но при накоплении до 27,84 мг/кг *Meretrix lyrata* должна выводить больше Pb, чем накапливать, чтобы противостоять воздействию окружающей среды. При высоком уровне загрязнения ( $C_5$ ) через 15 дней выдержки *Meretrix lyrata* не может выдержать токсическую нагрузку и погибает.

Результаты исследования по накоплению Pb в двустворчатом моллюске *Perna viridis* (зеленые мидии) – виде, живущем в толще воды [4, 9–12] также показали, что данный моллюск способен накапливать большие количества Pb ( $0,14\text{--}1,3$  мг/кг). Механизм накопления Pb можно объяснить следующим образом: прежде всего Pb поступает в жабры и внутренние органы двустворчатого моллюска, затем Pb поступает в кровь и в конце концов накапливается в виде сульфидных или фосфорных соединений во внутриклеточных центрах почечной экскреции, поэтому двустворчатый моллюск обладает способностью удерживать и снижать токсичность Pb [13]. При изучении накопления тяжелых металлов у *Perna viridis* Lakshmanan и Nambisan [14] также обнаружили, что после 6 дней выдержки данный вид двустворчатых моллюсков накопил большое количество Pb ( $5,2\text{--}12,8$  мг/кг). С другой стороны, Fowler и партнеры (1981) полагали, что описанный выше механизм накопления Pb можно рассматривать как общий биологический процесс для объяснения накопления Pb в видах двустворчатых моллюсков [14].

Способность двустворчатых моллюсков накапливать Pb также подтверждается другими исследованиями по всему миру [2, 3, 9–12, 15]. Однако скорость накопления, а также максимальный уровень накоплений Pb индивидуальны для каждого вида двустворчатых моллюсков и для разных условий эксперимента. Исходя из данных исследований, способность накапливать Pb двустворчатыми моллюсками колеблется в пределах от 40 до 244 мг/кг [15, 16].

Процессы накопления и выведения свинца в организме моллюсков происходят параллельно. Степень выведения свинца из моллюсков влияет на его физиологические и биохимические свойства.

Для оценки уровня выведения свинца *Meretrix lyrata* была выдержана в чистой морской воде. Результаты исследования представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Выведение Pb из *Meretrix lyrata* (температура 25 °С, соленость 25 ‰)

Содержание Pb в <i>Meretrix lyrata</i> , мг/л	Содержание Pb в <i>Meretrix lyrata</i> , мг/кг				
	5 дней	10 дней	15 дней	20 дней	25 дней
$C_1 = 3,2$	$1,46 \pm 0,2$	$1,02 \pm 0,3$	$1,01 \pm 0,3$	$1,01 \pm 0,2$	$1,01 \pm 0,2$
$C_2 = 14,54$	$8,1 \pm 0,15$	$5,23 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,2$	$5,12 \pm 0,3$	$5,12 \pm 0,6$
$C_3 = 25,51$	$10,44 \pm 0,8$	$6,13 \pm 0,8$	$6,15 \pm 0,3$	$6,00 \pm 0,1$	$6,00 \pm 0,8$
$C_4 = 25,67$	$10,85 \pm 0,5$	$6,42 \pm 0,8$	$6,35 \pm 0,7$	$6,35 \pm 0,7$	$6,35 \pm 0,6$

Выведение Pb из *Meretrix lyrata* (температура 25 °С, соленость 5 ‰)

Содержание Pb в <i>Meretrix lyrata</i> , мг/л	Содержание Pb в <i>Meretrix lyrata</i> , мг/кг				
	5 дней	10 дней	15 дней	20 дней	25 дней
C <sub>1</sub> = 3,2	1,01 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,08	0,65 ± 0,02	0,63 ± 0,02
C <sub>2</sub> = 14,54	6,5 ± 0,15	4,2 ± 0,2	4,8 ± 0,3	4,4 ± 0,3	4,5 ± 0,3
C <sub>3</sub> = 25,51	8,4 ± 0,5	4,7 ± 0,12	5,0 ± 0,13	5,1 ± 0,2	5,1 ± 0,1
C <sub>4</sub> = 25,67	10,85 ± 0,21	6,42 ± 0,5	6,35 ± 0,2	6,35 ± 0,4	6,35 ± 0,5

Как видно из табл. 2 и 3, содержание Pb в *Meretrix lyrata* через 5 дней выдержки уменьшилось в среднем на 60 %, через 10 дней – на 70 % по сравнению с первоначальным содержанием свинца в *Meretrix lyrata*. В частности, спустя 10 дней после окончания выдерживания *Meretrix lyrata* в чистой морской воде Pb практически не выводился и около 30 % осталось в моллюске – независимо от количества Pb, накопленного первоначально.

Выведение Pb из *Meretrix lyrata* в чистой морской воде с соленостью 5 ‰ в 1,5 раза выше, чем из *Meretrix lyrata* в чистой морской воде с соленостью 25 ‰. Рекомендуется при использовании *Meretrix lyrata* в пищу замачивать моллюсков в воде с низкой соленостью.

Согласно исследованиям [17–19], посвященным изучению поглощения As живыми организмами (моллюски, рыбы и пр.), происходят биохимические реакции в организме моллюсков и образуются органические метильные комплексы, такие как арсенобеттаин (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>AsCH<sub>2</sub>COOH, арсенохолин (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>AsCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH, MMA, монометилкарбоновая кислота, DMA, TMA и в особенности арсенофосфолипид. С помощью такого механизма моллюски самостоятельно трансформируют токсичный металл As<sup>3+</sup> в нетоксичный или малотоксичный и выводят его из тела. Исследование Фам Тхи Фыонг и коллег [2] по выведению As у *Meretrix lyrata* также показало результаты, согласующиеся с заключениями выше: As полностью выводится из *Meretrix lyrata* через 15 дней [2]. Иначе выявлено по Pb: он остается в теле *Meretrix lyrata*, вероятно, из-за биохимических реакций, образующих прочные соединения Pb, которые трудно выводятся из тела.

### Выводы

Таким образом, в ходе исследования установлено следующее.

1. При выдержке *Meretrix lyrata* в воде с различным уровнем содержания Pb (C = 0,003; 0,05; 0,1; 0,3; 0,4; 0,6 мг/л) отмечено, что концентрации Pb в *Meretrix lyrata* во всех резервуарах (кроме C = 0,6 мг/л) постепенно увеличивались со временем выдержки. Выявлено, что между содержанием Pb в *Meretrix lyrata* и концентрацией Pb в водной среде имеется тесная положительная связь ( $r = 0,97 \div 0,99$ ,  $p < 0,05$ ). Через 25 дней выдержки в воде с концентрацией Pb C = 0,6 мг/л погибло около 20 % особей *Meretrix lyrata*, спустя 30 дней погибло 100 %.

2. Максимально возможная концентрация накопления Pb в *Meretrix lyrata* составляла около 25 мг/кг при концентрации Pb в воде 0,4 и 0,3 мг/л.

3. Свинец начинает выводиться из *Meretrix lyrata* после выдерживания моллюска в чистой морской воде, его содержание в *Meretrix lyrata* уменьшилось при этом в среднем на 60 % через 5 дней выдержки и на 70 % через 10 дней по сравнению с первоначальным его содержанием. Спустя 10 дней после окончания выдерживания *Meretrix lyrata* в чистой морской воде Pb практически не выводился и около 30 % осталось в моллюске, независимо от количества Pb, накопленного первоначально, что связано, вероятно, с биохимическими реакциями в моллюске, которые образуют прочные соединения Pb, трудно выводимые из тела.

Полученные результаты закладывают основу для исследования накопления свинца и его выведения из организма моллюсков *Meretrix lyrata*, выращенных в искусственных условиях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Số tay hướng dẫn kỹ thuật nuôi ngao*. Hà Nội, 2009. P. 210.
2. *Pham K. P., Nguyen T. D., Chu P. N. S.* Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ kim loại nặng (Cd, Pb, As, Hg) lên sự tích tụ và đào thải của nghêu (*Meretrix lyrata*) // Journal of Science and Technology. 2008. Tập 46 (2). P. 89–95.
3. *Franklin E. B., Yap C. K., Ahmad I.* Bioaccumulation and distribution of heavy metals (Cd, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn) in the different tissues of *Chicoreus capucinus* Lamarck (Mollusca: *Muricidae*) collected from Sungai Janggut, Kuala Langat, Malaysia // Environment Asia. 2010. N. 3 (1). P. 65–71.

4. Haraguchi H., Fujimori E., Inagaki K. Trace Element Analysis of Biological Samples by Analytical Atomic Spectroscopy // Free Radical and Antioxidant Protocols. NJ, Totowa: Humana Press, 1998. P. 389–411.
5. Truong Q. P. Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học, sinh hóa và kỹ thuật nuôi nghêu *Meretrix lyrata* (Sowerby) đạt năng suất cao. Can Tho University, 1999. P. 180.
6. Agilent Technologies, 5990-3236 EN. Comparing collision/reaction cell modes for the measurement of interfered analytes in complex matrices using the Agilent 7700 Series ICP-MS, 2009.
7. Hoàng T., Chu N. M. N. Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS. Hong Duc Publishing House, 2008. 313 p.
8. American-Society-for-Testing-and-Materials. Method E1022 – Standard Guide for Conducting Bioconcentration Tests with Fishes and Saltwater Bivalve Mollusks, 2003. P. 1–18.
9. Anderson D. M., Morel F. M. M. Copper sensitivity of *Gonyaulax tamarensis* // Limnology and Oceanography. 1978. N. 23 (2). P. 283–295.
10. Fukunaga A., Anderson M. J. Bioaccumulation of copper, lead and zinc by the bivalves *Macomona liliana* and *Austrovenus stutchburyi* // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2011. N. 396 (2). P. 244–252.
11. Labrot F., Narbonne J. F., Ville P., Saint Denis M., Ribera D. Acute Toxicity, Toxicokinetics, and Tissue Target of Lead and Uranium in the Clam *Corbicula fluminea* and the Worm *Eisenia fetida*: Comparison with the Fish *Brachydanio rerio* // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1999. N. 36 (2). P. 167–178.
12. Lee B. G., Lee J. S., Luoma S. N. Comparison of Selenium bioaccumulation in the clams *Corbicula fluminea* and *Potamocorbula amurensis*: a bioenergetic modeling approach // Environ. Toxicol. Chem. 2006. N. 25 (7). P. 1933.
13. Chan H. M. Accumulation and tolerance to cadmium, copper, lead and zinc by the green mussel *Perna viridis* // Marine Ecology. 1988. N. 48. P. 295–303.
14. Lakshmanan P. T., Nambisan P. N. K. Bioaccumulation and depuration of some trace metals in the mussel, *Perna viridis* (Linnaeus) // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 1989. N. 43 (1). P. 131–138.
15. Shirneshan G., Riyahi Bakhtiari A., Seyfabadi S. J., Mortazavi S. Significant correlation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediments and oysters (*Saccostrea cucullata*) collected from Qeshm Island, Persian Gulf, Iran // Chemical Speciation & Bioavailability. 2013. N. 25 (4). P. 291–302.
16. Rashid W. A. Accumulation and depuration of heavy metals in the hard clam (*Meretrix meretrix*) under laboratory conditions // Tropical Life Sciences Research. 2009. N. 20 (1). P. 17–24.
17. Croteau M. N., Luoma S. N., Stewart A. R. Trophic transfer of metals along freshwater food webs: Evidence of cadmium biomagnification in nature // Limnology and Oceanography. 2005. N. 50 (5). P. 1511–1519.
18. Ikemoto T., Tu N. P. C., Okuda N., Iwata A., Omori K., Tanabe S., Tuyen B. C., Takeuchi I. Biomagnification of Trace Elements in the Aquatic Food Web in the Mekong Delta, South Vietnam Using Stable Carbon and Nitrogen Isotope Analysis // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2008. N. 54 (3). P. 504–515.
19. Kraus J. M., Schmidt T. S., Walters D. M., Wanty R. B., Zuellig R. E., Wolf R. E. Cross-ecosystem impacts of stream pollution reduce resource and contaminant flux to riparian food webs // Ecological Applications. 2014. N. 24 (2). P. 235–243.

Статья поступила в редакцию 27.12.2018

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Чьонг Ван Туан** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии; [truongtuanvimaru@gmail.com](mailto:truongtuanvimaru@gmail.com).



## DETOXICATION OF LEAD IN *MERETRIX LYRATA* UNDER ARTIFICIAL BREEDING IN VIETNAM

*Truong Van Tuan*

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russian Federation*

**Abstract.** Polluting of the environment by wastes of social-economic activities, industrial, agricultural and household sources is considerably dangerous for artificial breeding of clam *Meretrix lyrata* in the mouth of the Bach Dang (Vietnam) because of heavy metals in clam organisms

accumulated in dangerous concentrations. Accumulation and excretion of lead in *Meretrix lyrata* was studied under laboratory conditions. There were conducted a series of experiments on breeding of *Meretrix lyrata* and its exposure to water with different levels of lead ( $C = 0.003; 0.05; 0.1; 0.3; 0.4; 0.6$  mg/l). Lead content in *Meretrix lyrata* was analyzed after 10, 15, 20, 25, 30 days. In 10 days after the exposure of *Meretrix lyrata* to clear sea water it was marked that concentrations of lead were not excreted, about 30% of it remained in clam bodies regardless of initially accumulated amount of Pb. It has been stated that concentration of Pb in *Meretrix lyrata* in all tanks (except  $C = 0.6$  mg/l) gradually increased with the duration of exposure. In 25 days of exposure of individuals in water with concentration of  $C = 0.6$  mg/l, about 20% of *Meretrix lyrata* individuals died, after 30 days died 100% individuals. The results obtained can be assumed as the basis for investigating lead accumulation and its excretion by clam *Meretrix lyrata* organisms grown in artificial conditions.

**Key words:** clam, *Meretrix lyrata*, lead content, accumulation, excretion.

**For citation:** Truong Van Tuan. Detoxication of lead in Meretrix Lyrata under artificial breeding in Vietnam. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;1:122-128. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-122-128.

#### REFERENCES

1. *Sổ tay hướng dẫn kỹ thuật nuôi ngao* [Manual for clam culture]. Ha Noi, 2009. P. 210.
2. Pham K. P., Nguyen T. D., Chu P. N. S. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ kim loại nặng (Cd, Pb, As, Hg) lên sự tích tụ và đào thải của nghêu (*Meretrix lyrata*) [Studying the effect of heavy metal concentrations (Cd, Pb, As, Hg) on clam accumulation and elimination (*Meretrix lyrata*)]. *Journal of Science and Technology*, 2008, no. 46 (2), pp. 89-95.
3. Franklin E. B., Yap C. K., Ahmad I. Bioaccumulation and distribution of heavy metals (Cd, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn) in the different tissues of *Chicoreus capucinus* Lamarck (Mollusca: Muricidae) collected from Sungai Janggut, Kuala Langat, Malaysia. *Environment Asia*, 2010, no. 3 (1), pp. 65-71.
4. Haraguchi H., Fujimori E., Inagaki K. Trace Element Analysis of Biological Samples by Analytical Atomic Spectroscopy. *Free Radical and Antioxidant Protocols*. NJ, Totowa, Humana Press, 1998. Pp. 389-411.
5. Trương Q. P. Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học, sinh hóa và kỹ thuật nuôi nghêu *Meretrix lyrata* (Sowerby) đạt năng suất cao [Studying some biological, biochemical and technical characteristics of clam *Meretrix lyrata* (Sowerby) with high productivity]. Can Tho University, 1999. P. 180.
6. Agilent Technologies, 5990-3236 EN. *Comparing collision/reaction cell modes for the measurement of interfered analytes in complex matrices using the Agilent 7700 Series ICP-MS*, 2009.
7. Hoàng T., Chu N. M. N. *Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS* [Analysis of research data with SPSS]. Hong Duc Publishing House, 2008. 313 p.
8. American-Society-for-Testing-and-Materials. *Method E1022 – Standard Guide for Conducting Bioconcentration Tests with Fishes and Saltwater Bivalve Mollusks*, 2003. Pp. 1-18.
9. Anderson D. M., Morel F. M. M. Copper sensitivity of *Gonyaulax tamarensis*. *Limnology and Oceanography*, 1978, no. 23 (2), pp. 283-295.
10. Fukunaga A., Anderson M. J. Bioaccumulation of copper, lead and zinc by the bivalves *Macomona liliana* and *Austrovenus stutchburyi*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2011, no. 396 (2), pp. 244-252.
11. Labrot F., Narbonne J. F., Ville P., Saint Denis M., Ribera D. Acute Toxicity, Toxicokinetics, and Tissue Target of Lead and Uranium in the Clam *Corbicula fluminea* and the Worm *Eisenia fetida*: Comparison with the Fish *Brachydanio rerio*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 1999, no. 36 (2), pp. 167-178.
12. Lee B. G., Lee J. S., Luoma S. N. Comparison of Selenium bioaccumulation in the clams *Corbicula fluminea* and *Potamocorbula amurensis*: a bioenergetic modeling approach. *Environ. Toxicol. Chem.*, 2006, no. 25 (7), pp. 1933.
13. Chan H. M. Accumulation and tolerance to cadmium, copper, lead and zinc by the green mussel *Perna viridis*. *Marine Ecology*, 1988, no. 48, pp. 295-303.
14. Lakshmanan P. T., Nambisan P. N. K. Bioaccumulation and depuration of some trace metals in the mussel, *Perna viridis* (Linnaeus). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 1989, no. 43 (1), pp. 131-138.
15. Shirneshan G., Riyahi Bakhtiari A., Seyfabadi S. J., Mortazavi S. Significant correlation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediments and oysters (*Saccostrea cucullata*) collected from Qeshm Island, Persian Gulf, Iran. *Chemical Speciation & Bioavailability*, 2013, no. 25 (4), pp. 291-302.
16. Rashid W. A. Accumulation and depuration of heavy metals in the hard clam (*Meretrix meretrix*) under laboratory conditions. *Tropical Life Sciences Research*, 2009, no. 20 (1), pp. 17-24.
17. Croteau M. N., Luoma S. N., Stewart A. R. Trophic transfer of metals along freshwater food webs: Evidence of cadmium biomagnification in nature. *Limnology and Oceanography*, 2005, no. 50 (5), pp. 1511-1519.

18. Ikemoto T., Tu N. P. C., Okuda N., Iwata A., Omori K., Tanabe S., Tuyen B. C., Takeuchi I. Biomagnification of Trace Elements in the Aquatic Food Web in the Mekong Delta, South Vietnam Using Stable Carbon and Nitrogen Isotope Analysis. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 2008, no. 54 (3), pp. 504-515.

19. Kraus J. M., Schmidt T. S., Walters D. M., Wanty R. B., Zuellig R. E., Wolf R. E. Cross-ecosystem impacts of stream pollution reduce resource and contaminant flux to riparian food webs. *Ecological Applications*, 2014, no. 24 (2), pp. 235-243.

The article submitted to the editors 27.12.2018

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Truong Van Tuan** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of Department of Hydrobiology and General Ecology; [truongtuanvamaru@gmail.com](mailto:truongtuanvamaru@gmail.com).

