

# TÍCH LŨY KIM LOẠI NẶNG TRONG TRẦM TÍCH VÀ LOÀI NGAO DẦU (*MERETRIX MERETRIX LINNAEUS*) Ở MỘT SỐ CỬA SÔNG MIỀN TRUNG, VIỆT NAM

## ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SEDIMENTS AND ASIATIC HARD CLAMS (*MERETRIX MERETRIX LINNAEUS*) FROM SOME ESTUARIES IN CENTRAL VIETNAM

Nguyễn Văn Khánh<sup>1</sup>, Kiều Thị Kính<sup>1</sup>, Dương Công Vinh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng, Email: vankhanhsk23@gmail.com

<sup>2</sup>Phân hiệu Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh tại Gia Lai

**Tóm tắt** - Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu tại 27 điểm nghiên cứu đại diện cho ba khu vực thuộc cửa Thuận An, cửa Hàn, cửa sông Kôn - đầm Thị Nại. Kết quả hàm lượng các KLN trong cơ thể loài Ngao đều nằm trong quy định của Bộ Y tế, trừ hàm lượng Pb tích lũy trong Ngao đầu vượt QCVN 8-1:2011/BYT. Hệ số BSAF của các KLN ở loài Ngao đầu theo mức độ giảm dần ở các cửa sông như sau: cửa Thuận An: Cd > Hg > Pb > Cr; cửa Hàn: Cd > Pb > Hg > Cr và cửa s. Kôn - đầm Thị Nại: Hg > Cd > Pb > Cr. Phân tích tương quan cho thấy mối tương quan chặt giữa kim loại Pb trong trầm tích và cơ thể loài Ngao đầu, Cd có tương quan vừa, Hg và Cr có tương quan thấp. Kết quả nghiên cứu đã bước đầu chứng tỏ khả năng sử dụng loài Ngao đầu (*Meretrix meretrix* L.) làm sinh vật chỉ thị cho ô nhiễm kim loại Pb tại các cửa sông khu vực miền Trung.

**Từ khóa** - chỉ thị sinh học; tích lũy sinh học; kim loại nặng; loài Ngao đầu; miền Trung.

### 1. Đặt vấn đề

Trong những thập niên gần đây, các nhà khoa học đã dựa vào khả năng đáp ứng của sinh vật dưới ảnh hưởng của điều kiện môi trường để phản ánh chất lượng môi trường sống của chúng. Theo Markert và cộng sự, giám sát sinh học là phương pháp quan sát sự ảnh hưởng của các yếu tố bên ngoài đến hệ sinh thái và sự thay đổi của chúng theo thời gian hay việc xác định sự khác biệt giữa các khu vực khác nhau [17]. Tuy nhiên, không phải tất cả sinh vật đều có khả năng làm chỉ thị mà chỉ có một số ít các loài sinh vật có khả năng đáp ứng các tiêu chí của sinh vật chỉ thị như: Dễ định loại; Tích lũy chất ô nhiễm mà không gây chết; Ít vận động để đại diện cho khu vực giám sát; Phong phú tại khu vực nghiên cứu; Có giá trị kinh tế; Có đời sống đủ dài để theo dõi; Dễ dàng lấy mẫu, khỏe để có thể sống trong điều kiện thí nghiệm và cung cấp đủ lượng mô cho các phân tích; Tồn tại mối tương quan đơn giản giữa chất ô nhiễm trong sinh vật chỉ thị và trong môi trường.

Trên thế giới, các loài hai mảnh vỏ được nghiên cứu và sử dụng phổ biến để giám sát KLN bởi vì chúng không chỉ đáp ứng được các tiêu chí của sinh vật chỉ thị, mà còn có khả năng tích lũy cao các KLN trong các bộ phận cơ thể [14]. Tại Mỹ, kết quả nghiên cứu của Graham (1972), Wyland (1975), Girvin và cộng sự (1975) [13] tại vịnh San Francisco và Young và cộng sự (1976) [19] tại biển nam California đã cung cấp thêm những dẫn liệu hết sức có ý nghĩa về khả năng chỉ thị sinh học của các loài động vật hai mảnh vỏ đối với các nguyên tố phóng xạ, KLN và các chất hữu cơ có gốc Cl. Chính vì vậy, một tiêu chuẩn

**Abstract** - This paper presents the results from the researches conducted at 27 points that represent 3 research sites namely Thuan An estuary, Han estuary, and Kon estuary – Thi Nai lagoon. The results showed that heavy metal concentrations in the sample clams were lower than the standards regulated by Vietnam Ministry of Health with the exception of the excess of Pb concentration accumulated in the clams. The bioaccumulation coefficients (BSAF) of heavy metals accumulated in the clams descendingly resulted in the following: Cd > Hg > Pb > Cr at Thuan A river mouth; Cd > Pb > Hg > Cr at Han river mouth and Hg > Cd > Pb > Cr at Kon river mouth – Thi Nai lagoon. The results from the correlation analysis showed remarkable relations between Cr and Pb concentrations respectively in sediments and in the clams whilst the corresponding value was medium for Cd, low for Hg and Cr. The results are expected as the first steps to prove the potential applicability of *Meretrix meretrix* L. as a bioindicator for Pb contaminations at the river mouths in the Central region of Vietnam.

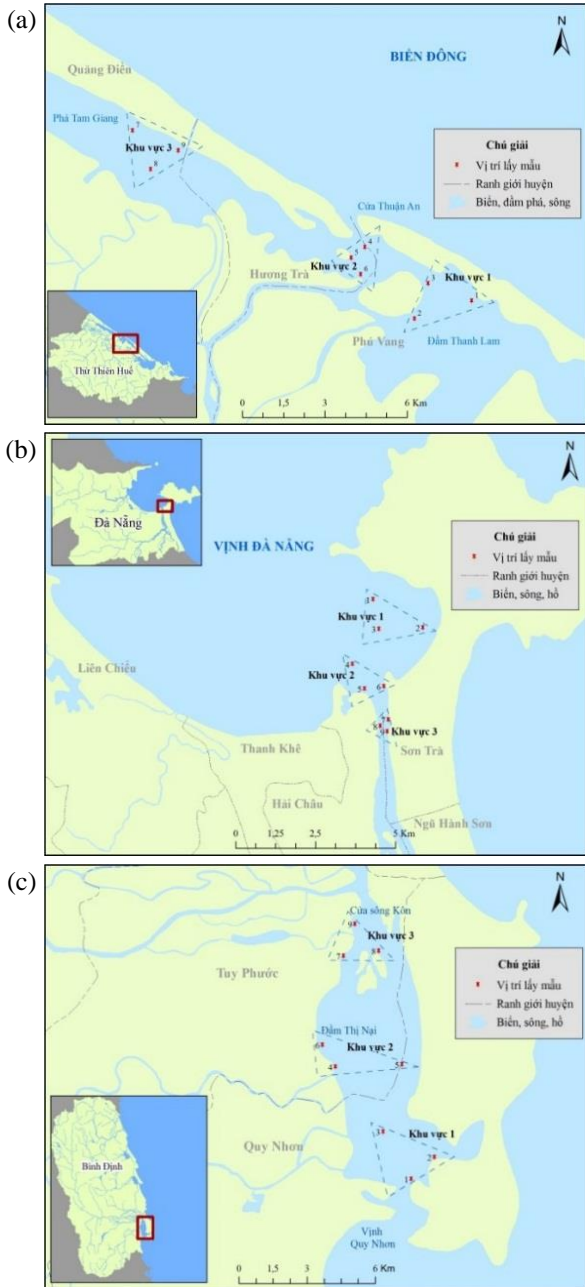
**Key words** - bioindicator; bioaccumulation; heavy metal; *Meretrix meretrix* L.; Central Vietnam.

Quốc tế về lấy mẫu hai mảnh vỏ, bao gồm lấy mẫu theo chiều sâu; theo mùa và kích thước của loài hai mảnh vỏ (Mussel Watch, 1980; Claisse 1989). Đến nay, “Mussel Watch” đã được áp dụng tại nhiều khu vực như: Trung Nam Mỹ, Mexico, vùng biển Caribbean, sau đó được tiếp tục mở rộng ra toàn khu vực ven biển Nam Mỹ, Trung Mỹ và châu Á - Thái Bình Dương [19].

Mặc dù nghiên cứu và sử dụng động vật hai mảnh vỏ chỉ thị ô nhiễm KLN đã phát triển trên thế giới từ những năm 1970 của thế kỷ XX, nhưng vấn đề nghiên cứu này ở Việt Nam vẫn còn tương đối mới mẻ. Một số công trình nghiên cứu của Đào Việt Hà (2002) [5], Đặng Thủy Bình (2006) [3], Lê Thị Mùi (2008) [7], Phạm Kim Phương và nnk. (2007, 2008) [8], [9]... đã cung cấp những dẫn liệu có ý nghĩa về sự tích lũy KLN trong một số loài hai mảnh vỏ. Một nghiên cứu khá chi tiết của Nguyen Phuc Cam Tu và cộng sự (2010) về 21 KLN tích lũy trong loài Ngao (*Meretrix* spp.) ở vùng biển ven bờ các khu vực kinh tế trọng điểm phía Nam và đồng bằng sông Cửu Long cho thấy có sự gia tăng các KLN trong động vật theo mức độ phát triển kinh tế của các khu vực này. Các KLN như Cd, Cr, Pb ở một số khu vực xấp xỉ hoặc đã vượt tiêu chuẩn cho phép về an toàn thực phẩm, riêng Hg tất cả các khu vực đều thấp hơn 0,05 mg/kg khô. Hai loài Ngao (*Meretrix meretrix* và *Meretrix lyrata*) đã phản ánh được mức độ gia tăng KLN trong môi trường do các hoạt động của con người. Nghiên cứu cũng đã ước tính được mức độ rủi ro do ô nhiễm KLN trong loài hai mảnh vỏ này đối với sức khỏe của con người [20]. Các nghiên cứu này là cơ sở quan trọng để góp phần phát triển các nghiên cứu sử dụng động vật hai mảnh vỏ làm chỉ thị.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tiến hành lấy mẫu trầm tích và mẫu Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) tại 27 điểm nghiên cứu đại diện cho ba khu vực thuộc cửa Thuận An (s. Hương, TT. Huế) gồm khu vực 1: Thanh Lam, khu vực 2: Thuận An, khu vực 3: Hương Phong (Hình 1a); cửa Hàn (sông Hàn, TP. Đà Nẵng) gồm: khu vực 1: cảng Tiên Sa, khu vực 2: cầu Thuận Phước, khu vực 3: Nại Hiên Đông (Hình 1b); cửa sông Kôn - đầm Thị Nại (Bình Định) gồm: khu vực 1: cảng Quy Nhơn, khu vực 2: cầu Nhơn Hội, khu vực 3: cửa sông Kôn (Hình 1c) vào 2 đợt tháng 08/2012 và tháng 03/2013.



Hình 1. Bản đồ các khu vực nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) thuộc họ Ngao (*veneridae*), bộ Mang mặt (*Eulamellibranchia*) [1]. Mẫu loài Ngao dầu được thu trong hai đợt vào tháng 3/2012 và tháng 8/2013, sau đó mẫu được bảo quản lạnh trong thùng xốp trước khi đưa về

bảo quản ở  $-20^{\circ}\text{C}$  tại phòng thí nghiệm khoa Sinh – Môi trường, Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng. Các mẫu động vật được giải đông, rửa sạch tiến hành xác định kích thước, khối lượng bằng phương pháp cân đo thông thường và được giám định mẫu tại Viện Hải Dương học Nha Trang. Mẫu trầm tích được lấy đồng thời với mẫu động vật sử dụng gầu SKU-196-B12 của hãng Wildco và được bảo quản theo TCVN 6663-15:2004.

Để xác định hàm lượng KLN trong mẫu vật, tiến hành vô cơ hóa mô cơ tươi của động vật và mẫu trầm tích khô bằng phương pháp chiết nguyên tố vết tan trong nước cường thủy bằng HCl và HNO<sub>3</sub> theo TCVN 6649: 2000. Xác định hàm lượng Cd, Pb, Cr (TCVN 6496: 2009) và Hg (TCVN 8882: 2011) trong mẫu động vật và trầm tích sau khi vô cơ hóa bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) tại phòng thí nghiệm, phân tích môi trường khu vực II, Đài Khí tượng Thủy Văn khu vực Trung Trung Bộ.

Số liệu nghiên cứu được xử lý theo phương pháp thống kê, so sánh các giá trị trung bình bằng phân tích phương sai (Anova), kiểm tra độ sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa (LSD) với  $\alpha = 0,05$  [4]. Phân tích tương quan bằng phần mềm Origin 6.0, các giá trị sử dụng trong phân tích tương quan được chuyển dạng theo công thức  $x' = \log_{10}(x+5)$  [2]. Đánh giá khả năng tích lũy KLN thông qua hệ số tích lũy BSAF theo công thức (Thomann và cộng sự 1995) mô tả như sau [10]:

$$\text{BSAF} = \frac{\text{Hàm lượng KLN trong mô động vật}}{\text{Hàm lượng KLN trong trầm tích}}$$

## 3. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

### 3.1. Tích lũy KLN trong loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) tại các cửa sông

Loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) có phân bố rộng hầu hết các vùng biển ven bờ ở miền Trung Việt Nam và là một trong những đối tượng được nuôi trồng và khai thác chính đem lại nguồn lợi kinh tế lớn cho nhiều cộng đồng ngư dân địa phương. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu cho thấy khả năng loài này tích lũy cao các KLN khi sống ở các khu vực có ô nhiễm KLN [20], [9]. Trong nghiên cứu này kết quả phân tích KLN tích lũy trong loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) tại các cửa sông trong 2 đợt được mô tả như trong Bảng 1.

So sánh với quy định của Bộ Y tế, hàm lượng Pb trong các mẫu Ngao đều vượt quy chuẩn từ  $1,13 \div 2,85$  lần và trong đợt 2 khu vực cửa sông Hương và cửa sông Kôn - đầm Thị Nại có cao hơn so với đợt 1. Các KLN còn lại Cr, Cd và Hg đều có hàm lượng thấp hơn so với quy định. So sánh với nghiên cứu của Phạm Thị Hồng Hà và nnk. (2009) trên đối tượng Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) tại vùng cửa sông Hàn và cửa sông Cu Đê, Đà Nẵng hàm lượng Cd và Pb kết quả thấp hơn so với nghiên cứu này [6], nhưng lại thấp hơn so với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Phúc Cam Tu và cộng sự [20] về Pb và Hg ở loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) các khu vực ven bờ miền Nam, trong khi Cd và Cr có nhiều khu vực cho kết quả tương đồng.

Các loài hai mảnh vỏ có đời sống tĩnh, chúng hấp thụ KLN có thể bị động hay chủ động thông qua nước, trầm tích hay chuỗi thức ăn [22] và tích lũy trong cơ thể. Sự tích lũy cao KLN không chỉ ảnh hưởng đến bản thân của động

vật mà còn ảnh hưởng đến các loài khác trong lưới thức ăn thông qua sự khếch đại sinh học, gây ra những rủi ro sinh thái rất lớn. Trong đánh giá rủi ro sinh thái (ecological risk assessments), có nhiều hệ số được tính toán để dự đoán khả năng ảnh hưởng của chất ô nhiễm dựa trên đặc điểm chất ô nhiễm, đối tượng sinh vật hay các đặc tính môi trường và con đường phơi nhiễm trong đó hệ số tích lũy trầm tích - sinh vật (Biota Sediment Accumulation Factor, BSAF) được sử dụng khá phổ biến [21], [12]...

**Bảng 1.** KLN trong loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.)<sup>1</sup>

Cửa sông	Kim loại			
	Cd m±sd	Pb m±sd	Cr m±sd	Hg m±sd
<i>Cửa Thuận An (s. Hương, TT. Huế)</i>				
Đợt 1	1,27±0,52	2,62±0,73*	0,56±0,08	0,45±0,01*
Đợt 2	1,62±0,20	4,28±0,56*	0,60±0,01	0,20±0,04*
<i>Cửa Hàn (s. Hàn, TP. Đà Nẵng)</i>				
Đợt 1	1,27±0,52	2,62±0,73	0,45±0,17*	0,19±0,06
Đợt 2	1,61±0,16	2,48±1,06	1,16±0,03*	0,20±0,03
<i>Cửa sông Kôn - đầm Thị Nại (Bình Định)</i>				
Đợt 1	1,09±0,48	1,70±0,12*	0,32±0,05	0,21±0,03
Đợt 2	1,29±0,23	3,04±0,96*	0,25±0,11	0,19±0,03
QCVN 8-:2011/BYT	2,0	1,5	1,5 <sup>2</sup>	0,5 <sup>3</sup>

Ghi chú: \* các giá trị trung bình theo cửa sông khác nhau có ý nghĩa ở mức  $\alpha=0,05$

BSAF được sử dụng là một tham số mô tả tích lũy sinh học KLN từ trầm tích vào mô động vật, đã được sử dụng trong một số ứng dụng môi trường bao gồm đánh giá khả năng tích lũy các hợp chất trong môi trường và ước lượng sự khác biệt tương đối giữa từng chất hóa học riêng lẻ (U.S EPA, 1995)[23]. Việc tính toán BSAF sẽ phần nào phản ánh được mối quan hệ giữa KLN tích lũy ở trong loài hai mảnh vỏ và trong môi trường trầm tích, góp phần hỗ trợ đánh giá rủi ro sinh thái. BSAF càng lớn tương ứng với khả năng tích lũy cao KLN và các rủi ro cao. Để đánh giá mức độ tích lũy sinh học từ trầm tích vào mô loài Ngao, nghiên cứu đã tính toán hệ số tích lũy KLN trầm tích - sinh vật (Biota Sediment Accumulation Factor, BSAF). Kết quả được phản ánh như trong Bảng 2.

**Bảng 2.** Hệ số BSAF KLN trầm tích - sinh vật ở loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.)

Khu vực nghiên cứu	Kim loại			
	Cd m±sd	Pb m±sd	Cr m±sd	Hg m±sd
cửa Thuận An(s. Hương)	1,12±0,70	0,24±0,13	0,04±0,01	0,92±0,42
cửa Hàn (s. Hàn)	1,12±0,62	0,69±0,72	0,04±0,02	0,63±0,12
cửa sông Kôn(đầm Thị Nại)	0,39±0,13	0,18±0,12	0,05±0,02	0,45±0,18

Kết quả tính toán từ Bảng 2 cho thấy, BSAF của các KLN Hg, Cd, Pb và Cr ở loài Ngao (*Meretrix meretrix* L.) dao động trong khoảng từ 0,04 ÷ 1,12. Trong đó, BSAF của

Cd và Hg khá cao và Cr là thấp nhất ở các khu vực nghiên cứu. Giữa các khu vực nghiên cứu thì cửa sông Kôn - đầm Thị Nại có hệ số BSAF thấp hơn 2 khu vực còn lại. Xếp thứ tự hệ số BSAF loài Ngao dầu theo mức độ giảm dần ở các cửa sông như sau: cửa Thuận An (s. Hương): Cd > Hg > Pb > Cr; cửa Hàn (s. Hàn): Cd > Pb > Hg > Cr và cửa s. Kôn-đầm Thị Nại: Hg > Cd > Pb > Cr. So sánh với nghiên cứu ở cửa sông Sarawak (Malaysia), kết quả nghiên cứu của Nur Atiqah Mohamad Yusoff et al. cho thấy, loài *Solen regularis*, thì hệ số BSAF theo thứ tự Cr > Pb > Cd và loài *Polymesoda expansa* theo thứ tự Pb > Cr > Cd, ở loài *M. meretrix* theo thứ tự Cd > Pb > Cr. Nghiên cứu của Adjei Boateng và cộng sự tại cửa sông Volta (Ghana) thì loài *Galatea paradoxa* có khả năng tích lũy cao Hg. Hệ số BSAF ở loài *M. coralline* và *C. meyendorffi* trong nghiên cứu của M. A. Mohamed Abdallah tăng theo thứ tự Cd > Co > Cr > Pb > Ni [18]. Kết quả này cho thấy hệ số BSAF thay đổi nhiều theo từng loài, từng KLN và điều kiện môi trường sống.

### 3.2. Tương quan giữa hàm lượng KLN trong loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) và trong trầm tích

Nhằm đánh giá khả năng sử dụng loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) chỉ thị ô nhiễm KLN Hg, Cd, Pb và Cr tại khu vực cửa Thuận An (sông Hương), sông Hàn và cửa sông Kôn - đầm Thị Nại nghiên cứu đã tiến hành phân tích tương quan giữa hàm lượng Hg, Cd, Pb và Cr trong trầm tích và trong loài Ngao dầu. Các giá trị sử dụng trong phân tích tương quan được chuyển dạng theo công thức  $x' = \log_{10}(x+5)$ .

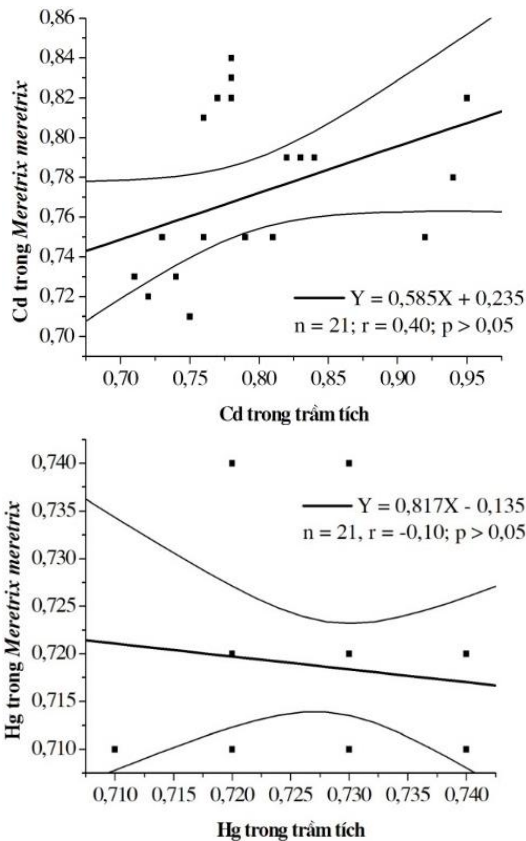
Kết quả phân tích tương quan cho thấy ở loài Ngao dầu, tích lũy Hg và Cr có tương quan nghịch với hàm lượng trong trầm tích và ở mức “tương quan yếu”, hệ số tương quan tương ứng là  $r = -0,1$  và  $r = -0,59$  ( $p > 0,05$ ). Đối với kim loại Cd, có tương quan thuận ở mức “tương quan vừa” với hệ số tương quan  $r = 0,4$  ( $p > 0,05$ ). Trong số 4 KLN nghiên cứu thì hàm lượng Pb trong Ngao dầu và trong trầm tích có “tương quan chặt” với hệ số tương quan  $r = 0,85$  ( $p < 0,01$ ).

So sánh với nghiên cứu của Jose' Usero (2005) cho thấy Hg ở loài Nghê (*Chamelea gallinar*) tại bờ biển phía Bắc Tây Ban Nha thuộc Đại Tây Dương có tương quan cao hơn loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) trong nghiên cứu này. Đối với Pb nghiên cứu cho thấy tương quan ở mức 0,69 và 0,72 ( $p < 0,05$ )[15]. Một nghiên cứu khác của Luu Duc Hai và cộng sự (2010)[16] cho thấy Hg ở loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) cũng chỉ có tương quan ở mức  $r = 0,31$  ( $p > 0,05$ ). Nghiên cứu của L. Rojas de Astudillio và cộng sự (2005)[11] tại vịnh Paria cũng đã trình bày mối quan hệ giữa hàm lượng Cd trong mô các loài Vẹm xanh (*Perna viridis*) và loài Hàu (*Crassostrea* spp.) và trong trầm tích với hệ số tương quan  $r$  lần lượt là 0,83 ( $p < 0,05$ ) và 0,65 ( $p > 0,05$ ). Đối với Pb nghiên cứu của L. Rojas de Astudillio và cộng sự (2005) lại cho kết quả tương quan thấp ở cả hai loài với hệ số tương quan  $r$  lần lượt là 0,23 và 0,13 với  $p < 0,05$ . Riêng Cr có tương quan nghịch lần lượt với  $r = -0,41$  và  $-0,52$  với  $p > 0,05$ . Điều này cho thấy chưa có bằng chứng thống kê về tương quan của Cr và cần có các nghiên cứu tiếp theo.

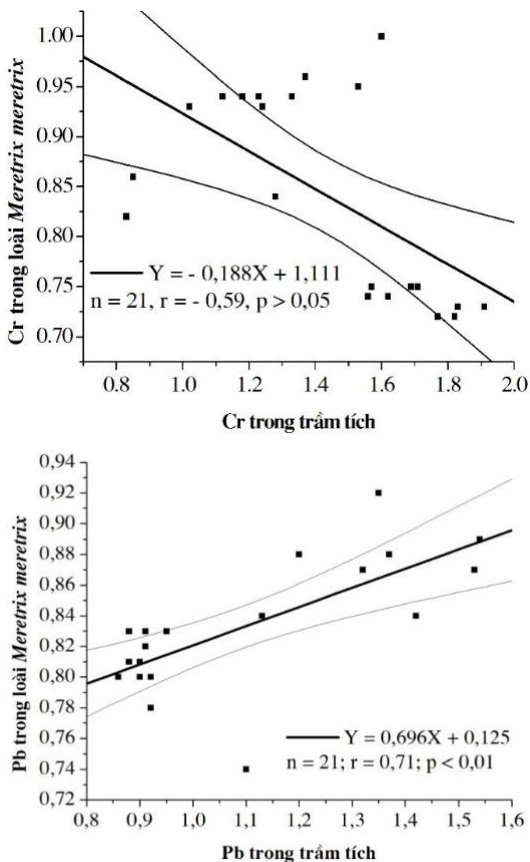
<sup>1</sup> Đơn vị đo hàm lượng KLN: mg/kg

<sup>2</sup> Food safety guidelines in Hong Kong: HKFSG

<sup>3</sup> Thông tư 02/2011/TT-BYT



Hình 2. Tương quan giữa hàm lượng Cd và Hg trong trầm tích và loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.)



Hình 3. Tương quan giữa hàm lượng Cr và Hg trong trầm tích và loài Ngao dầu (*Meretrixmeretrix* L.)

#### 4. Kết luận

Tại các cửa sông khu vực miền Trung, hàm lượng các KLN trong cơ thể loài Ngao đều nằm trong quy định của Bộ Y tế, trừ hàm lượng Pb tích lũy trong Ngao dầu vượt QCVN 8-1:2011/BYT từ 1,14 đến 2,85 lần. Kết quả tính toán chỉ số tích lũy sinh học cho thấy có sự thay đổi BSAF của các KLN ở loài Ngao dầu khi sống ở các môi trường cửa sông khác nhau. Thứ tự thay đổi hệ số BSAF loài Ngao dầu theo mức độ giảm dần ở các cửa sông như sau: cửa Thuận An (s. Hương): Cd > Hg > Pb > Cr; cửa Hàn (s. Hàn): Cd > Pb > Hg > Cr và cửa s. Côn - đầm Thị Nại: Hg > Cd > Pb > Cr.

Phân tích tương quan giữa hàm lượng KLN trong trầm tích và cơ thể các mẫu, kết quả cho thấy mối quan hệ chặt giữa Pb trong trầm tích và cơ thể loài Ngao dầu với mức tương quan cao, hệ số tương quan là  $r = 0,85$  ( $p < 0,01$ ). Mức độ tương quan của Cd là tương quan vừa. Trong khi đó, Hg và Cr có tương quan nghịch ở mức  $r = -0,1$  và  $r = -0,59$  ( $p > 0,05$ ). Kết quả nghiên cứu trong thời gian 2012 - 2013 đã bước đầu chứng tỏ khả năng sử dụng loài Ngao dầu (*Meretrix meretrix* L.) làm sinh vật chỉ thị cho ô nhiễm kim loại Pb tại các cửa sông khu vực miền Trung.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Thế Anh và Lê Trọng Lư, 2002. *Kỹ thuật nuôi Ngao, Nghêu, Sò huyết và Trai ngọc*, Nxb Lao động - Xã hội, Hà Nội.
- [2] Nguyễn Văn Đức, 2005. *Phương pháp kiểm tra thông kê sinh học*, Nxb Khoa học kỹ thuật.
- [3] Đặng Thúy Bình, Nguyễn Thanh Sơn và Nguyễn Thị Thu Nga, 2006. Nghiên cứu sự tích lũy một số KLN trong ốc Hương và một số đối tượng thủy sản tại đảo Diệp Sơn vịnh Vân Phong Khánh Hòa, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, Số 03, trang 44 - 52.
- [4] Đặng Văn Giáp, 1997. *Phân tích dữ liệu khoa học bằng chương trình MS-Excel*. Nhà xuất bản Giáo dục.
- [5] Đào Việt Hà, 2002. Hàm lượng KLN trong Vẹm xanh (*Perna viridis*) tại đầm Nha Phu, tỉnh Khánh Hòa, *Tuyển tập Báo cáo Khoa học Hội nghị Khoa học Biển Đông*, 638 - 642.
- [6] Phạm Thị Hồng Hà, Nguyễn Văn Khánh và Lê Thị Quế, 2009. Nghiên cứu tích lũy KLN chì (Pb) và cadimi (Cd) ở loài Sò lông (*Anadara subcrenata* Lischke) và Ngao dầu (*Meretrix meretrix* Linnaeus) vùng cửa sông, TP. Đà Nẵng, *Tạp chí Sinh học*, số 3, trang 87 - 93.
- [7] Lê Thị Mùi, 2008. Sự tích tụ chì và đồng trong một số loài nhuyễn thể hai mảnh vỏ vùng ven biển Đà Nẵng, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng*, số 4 (27), trang 49 - 54.
- [8] Phạm Kim Phương, Nguyễn Thị Dung và Chu Phạm Ngọc Sơn, 2007. Nghiên cứu sự tích lũy KLN As, Cd, Pb và Hg từ môi trường nuôi tự nhiên lên nhuyễn thể hai mảnh vỏ, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, tập 45, số 5, trang 57-62.
- [9] Phạm Kim Phương, Nguyễn Thị Dung, và Chu Phạm Ngọc Sơn, 2008. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ KLN (Cd, Pb, As) lên sự tích lũy và đào thải loài nghêu (*Meretrix lyrata*), *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, tập 46, số 2, trang 89 - 95.
- [10] Adu Obirikorang Kawasi, 2010. *An assessment of heavy metal contamination of sediments and tissues of the clam Galatea paradoxa (born 1778) in the volta estuary*, Ghana. Kwame Nkrumah University of Science and Technology faculty of renewable natural resources Kumasi.
- [11] Astudillo L. Rojas de, L. Chang Yen, and L. Bekele, 2005. Heavy metals in sediments, mussels and oysters from Trinidad and Venezuela, *Revista de Biología Tropical, International Biology and Conservation*, 53 (Suppl. 1), tr. 41 - 53.
- [12] De Forest David K., Brix Kevin V., and Adams William J., 2007. Assessing metal bioaccumulation in aquatic environments: The inverse relationship between bioaccumulation factors, trophic transfer factors and exposure concentration, *Aquatic Toxicology*, 84, tr. 236 - 246.

- [13] Farrington J. W., B. W. Tripp, and Editors, 1995, *Final report on Initial Implementation Phase of International Mussel Watch (Coastal Chemical Contaminant Monitoring Using Bivalves)*, US National Oceanic and Atmospheric Administration.
- [14] Goksu Munir Ziya Luga, và cộng sự 2005, Bioaccumulation of some heavy metals (Cd, Fe, Zn, Cu) in two bivalvia species (*Pinctada radiata* Leach, 1814 and *Brachidontes pharaonis* Fischer, 1870), *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 19, tr. 89 – 93.
- [15] Jose´ Usero, Jose´ Morillo, and Gracia Ignacio, 2005. Heavy metal concentrations in molluscs from the Atlantic coast of southern Spain, *Chemosphere*, 59, tr. 1175 – 1181.
- [16] Luu Duc Hai, Nguyen Van Khanh, Vo Van Minh, Tran Duy Vinh, 2010. Accumulation of mercury in sediment and bivalves from Cua Dai estuary, Hoi An city, *VNU Journal of Science, Earth Sciences*, Volume 26, No. 1, tr. 48-54.
- [17] Li Li, Binghui Zheng, and Lusan Liu, 2010. Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends, *International Society for Environmental Information Sciences Annual Conference, (ISEIS)*, tr. 1510 – 1524.
- [18] Maha Ahmed Mohamed Abdallah, 2013. Bioaccumulation of Heavy Metals in Mollusca Species and Assessment of Potential Risks to Human Health, *Bull Environ Contam Toxicol*, 90, tr. 552–557.
- [19] Melwani A. R., và cộng sự, 2011. Mussel Watch Monitoring in California: Long-term Trends in Coastal Contaminants and Recommendations for Future Monitoring. *San Francisco Estuary Institute and the Aquatic Science Center*, tr. 77.
- [20] Nguyen Phuc Cam Tu, Nguyen Ngoc Ha, Tetsuro Agusa, Tokutaka Ikemoto, Bui Cach Tuyen, Shinsuke Tanabe, Ichiro Takeuchi, 2010. Concentrations of trace elements in *Meretrix* spp. (Mollusca: Bivalva) along the coasts of Vietnam. *Fish Sci* 76, tr.677 – 686.
- [21] Oost Ron van der, Beyer Jonny, and Vermeulen Nico P. E., 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13, tr. 57 - 149.
- [22] Wang Wen-Xiong, 2002. Interactions of trace metals and different marine food chains, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 243, tr. 295 - 309.
- [23] Zhang Ying, và cộng sự, 2011. Biota-sediment accumulation factors for Dechlorane Plus in bottom fish from an electronic waste recycling site, South China, *Environment International* 37, tr. 1357 - 1361.

(BBT nhận bài: 28/06/2014, phản biện xong: 04/09/2014)