

Distribution of heavy metals and organic in the clam culture areas at Binh Dai, Ba Tri, Thach Phu in Ben Tre province

Le Trong Dung^{*}, Nguyen Hong Thu, Le Hung Phu, Pham Hong Ngoc, Dao Viet Ha

Institute of Oceanography, VAST, Vietnam

*E-mail: letrongdungntkh@yahoo.com

Received: 30 July 2019; Accepted: 6 October 2019

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

The paper presents the contents of metals and organic in the surface sediments (5–10 cm) at the submerged clam culture areas in Ben Tre province. The metal samples were digested by nitric acid 10% and analyzed by ICP-MS method, total organic matters (HC) were determined by the burning method at 500°C. The results showed that the content of Zn ranged from 22.4 to 48.1 µg/g, Cu: 3.3–25.1 µg/g, Pb: 7.3–27.8 µg/g, As: 1.1–4.7 µg/g, Cd: 0.1–0.4 µg/g, Ni: 8.3–4.5 µg/g, Co: 7.3–11.9 µg/g, Cr: 5.8–15.3 µg/g, Fe: 0.8–1.74 µg/g and organic: 1.2–8.4%. The contents of all elements in the sediment in the canals were much higher than in the clam culture areas at the river mouths. The concentrations of metals in clam culture areas were lower than threshold effect levels (TEL) according to Canadian standards.

Keywords: Heavy metals, organic, ICP-MS.

Hàm lượng một số kim loại nặng và hữu cơ ở các bãi nuôi nghêu huyện Bình Đại, Ba Tri và Thạnh Phú tỉnh Bến Tre

Lê Trọng Dũng*, Nguyễn Hồng Thu, Lê Hùng Phú, Phạm Hồng Ngọc, Đào Việt Hà

Viện hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

*E-mail: letrongdungntkh@yahoo.com

Nhận bài: 30-7-2019; Chấp nhận đăng: 6-10-2019

Tóm tắt

Bài báo trình bày kết quả phân tích hàm lượng kim loại và hữu cơ của lớp trầm tích có độ sâu từ 5–10 cm tại các vùng nuôi nghêu bán ngập nước tỉnh Bến Tre. Mẫu kim loại được chiết bằng dung dịch HNO₃ 10% và phân tích bằng phương pháp ICP-MS, hữu cơ(HC) phân tích theo phương pháp đốt ở nhiệt độ 500°C. Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng kim loại Zn dao động từ 22,4–48,1 µg/g. Cu: 3,3–5,1 µg/g, Pb: 7,3–27,8 µg/g, As: 1,1–4,7 µg/g, Cd: 0,1–0,4 µg/g, Ni: 8,3–4,5 µg/g, Co: 7,3–11,9 µg/g, Cr: 5,8–15,3 µg/g, Fe: 0,8–1,74 µg/g. Hàm lượng hữu cơ dao động từ: 1,2–8,4%. Hàm lượng của tất cả các yếu tố khảo sát trong trầm tích ở trong kênh đều cao hơn nhiều vùng bãi nuôi nghêu phía ngoài cửa sông. Chỉ số tích tụ địa chất $I_{geo} < 0$ ở tất cả các trạm. Hàm lượng các kim loại tại các vùng nuôi nghêu đều thấp hơn ngưỡng ảnh hưởng (TEL) theo tiêu chuẩn chất lượng môi trường trầm tích Canada.

Từ khóa: Kim loại nặng, hữu cơ tổng số, ICP-MS.

MỞ ĐẦU

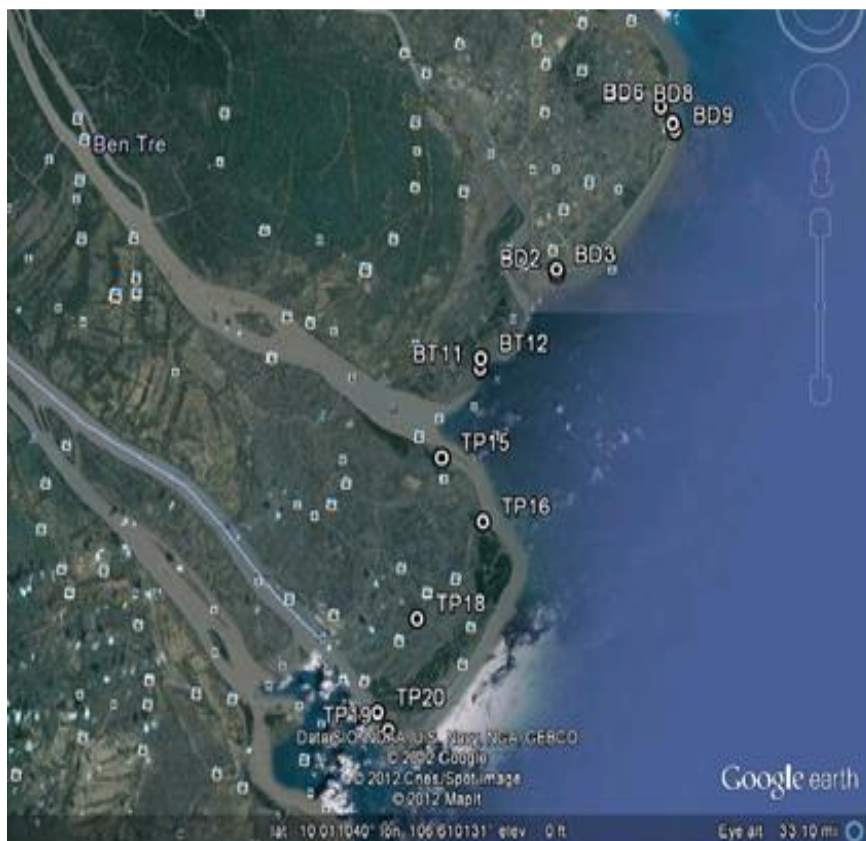
Với đặc tính phức tạp, môi trường cửa sông và ven biển rất dễ bị ảnh hưởng bởi các nguồn phát thải do con người gây ra [1]. Sự tích tụ các kim loại nặng trong trầm tích có thể gây ảnh hưởng không tốt đến đời sống của các sinh vật thủy sinh và có thể gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của con người thông qua chuỗi thức ăn do nhiều loài động vật không xương sống sử dụng trầm tích như nguồn thức ăn, vì thế cơ thể chúng là nơi lưu giữ và tích tụ kim loại nặng [2]. Trong khu vực cửa sông các kim loại nặng thường trải qua các quá trình kết tủa, hấp phụ, lắng đọng và tái hòa tan [3]. Việc đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại trong lớp trầm tích đóng vai trò quan trọng trong việc kiểm soát ô nhiễm môi. Nghêu là đối tượng nuôi chính tại các vùng ven biển và cửa sông của tỉnh Bến Tre, tuy nhiên hiện tượng nghêu chết vẫn thường xảy ra. Để hiểu rõ hơn

ảnh hưởng của một số kim loại và hữu cơ trong trầm tích đến sự phát triển của nghêu ở vùng này chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu này. Bài báo là kết quả khảo sát kim loại và hữu cơ tại ba bãi nuôi nghêu lớn nhất tại các huyện Bình Đại, Ba Tri, Thạnh Phú tỉnh Bến Tre vào tháng 3 năm 2012, thời điểm thường có hiện tượng nghêu chết hàng loạt trong năm.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp thu mẫu trầm tích

Mẫu được thu tại vị trí sẽ bị ngập nước khi thủy triều lên và khô (phơi bãi) khi thủy triều xuống thấp và có nghêu đang nuôi. Sử dụng ống nhựa có đường kính 5 cm chiều dài 20 cm cắm xuống trầm tích đến ngập ống, nắp kín hai đầu (lấy mẫu khi thủy triều xuống). Bảo quản mẫu bằng đá lạnh cho đến khi đem về phòng thí nghiệm (hình 1).



BD2	10,039820
	106,718430
BD3	10,041975
	106,718194
BD5	10,063500
	106,712900
BD6	10,128930
	106,785720
BD8	10,120072
	106,793496
BD9	10,116581
	106,794707
BT11	9,988709
	106,668414
BT12	9,994216
	106,668824
TP15	9,941009
	106,643659
TP16	9,906777
	106,670216
TP18	9,854783
	106,627862
TP19	9,794865
	106,609157
TP20	9,804547
	106,602059

Tọa độ các trạm

Hình 1. Sơ đồ trạm vi thu mẫu: Trạm BD5 và TP18 nằm trong kênh, các trạm còn lại tại các bãi nuôi nghêu

Bảng 1. Mô tả mẫu trầm tích

STT	Kí hiệu mẫu	Địa danh	Đặc điểm mẫu đất
1	BD2	Bãi nghêu Bình Đại	Đất cát mịn, màu xám đen
2	BD3	Bãi nghêu Bình Đại	Đất cát mịn, màu xám đen
3	BD5	Trong kênh Bình Đại	Đất bùn, màu nâu sẫm
4	BD6	Bãi nghêu Bình Đại	Đất cát mịn, màu xám đen
5	BD8	Bãi nghêu Bình Đại	Đất cát, màu đen pha hạt trắng
6	BD9	Bãi nghêu Bình Đại	Đất cát, màu đen
7	BT11	Bãi nghêu BaTri	Đất cát mịn, màu xám
8	BT12	Bãi nghêu BaTri	Đất cát, màu đen
9	TP15	Bãi nghêu Thạnh Phú	Đất cát, màu đen
10	TP16	Bãi nghêu Thạnh Phú	Đất cát, màu xám tro
11	TP18	Trong kênh Thạnh Phú	Đất bùn, màu nâu sẫm
12	TP19	Bãi nghêu Thạnh Phú	Đất cát, màu đen pha hạt trắng

Phương pháp phân tích mẫu

Xử lý mẫu

Mẫu trầm tích được đẩy khỏi ống, cắt bỏ lớp trầm tích bề mặt 0–5 cm, do là vùng bán ngập nước lớp trầm tích bề mặt luôn bị tác động của sóng và dòng chảy nên dễ thay đổi mỗi khi triều lên xuống, sau đó lấy lấy lớp từ

5–10 cm, loại bỏ vỏ, xác nghêu nếu có. Mẫu sẽ được sấy khô ở nhiệt độ 80°C trong 48 h, nghiền nhỏ và giữ trong bình hút ẩm [4, 5].

Phân tích kim loại mẫu trầm tích

Kim loại được phân tích bằng phương pháp khối phổ plasma cảm ứng (ICP-MS). Cân 0,5 g

mỗi mẫu đã xử lý cho vào bình thể tích 125 ml đã được làm sạch sau đó cho 25 ml axit nitric 10%, ngâm trong 24 h. Sau khi ngâm mẫu sẽ được đánh siêu âm trong 15 phút, định mức lại thành 100 ml bằng nước cất 2 lần. Lấy mỗi mẫu 10 ml lọc qua giấy lọc và đem đi phân tích trên máy ICP-MS Agilent 7700 [6].

Xử lý số liệu

Phần mềm Excel được sử dụng để tính toán và xây dựng đồ thị.

Chất lượng môi trường trầm tích được đánh giá theo tiêu chuẩn Canada (TEL và PEL) kết hợp với tính toán chỉ số tích tụ địa chất Igeo (Index of Geoaccumulation - I_{geo}) [7].

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C_n}{1,5B_n} \right)$$

Trong đó: C_n : Hàm lượng KLN trong mẫu phân tích; B_n : Giá trị nền của KLN phân tích trong lớp vỏ trái đất, là hàm lượng kim loại nền địa hóa lấy theo hàm lượng trung trong vỏ trái đất hoặc vùng không bị nhiễm bản kim loại. Trong bài báo này sử dụng giá trị trung bình trong đất [8].

Khi đánh giá ô nhiễm theo I_{geo} , mức độ ô nhiễm các kim loại được chia ra làm 6 nhóm: Không ô nhiễm (≤ 0); từ không ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình (0–1); ô nhiễm trung bình (1–2); từ ô nhiễm trung bình đến ô nhiễm nặng (2–3); ô nhiễm nặng (3–4); ô nhiễm nặng đến ô nhiễm rất nặng (4–5).

Tính toán hệ số tương quan r (tương quan pearson) [9] giữa các yếu tố kim loại để xác định nguồn gốc phát thải theo công thức:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Phân tích hữu cơ trong mẫu trầm tích [4, 5]

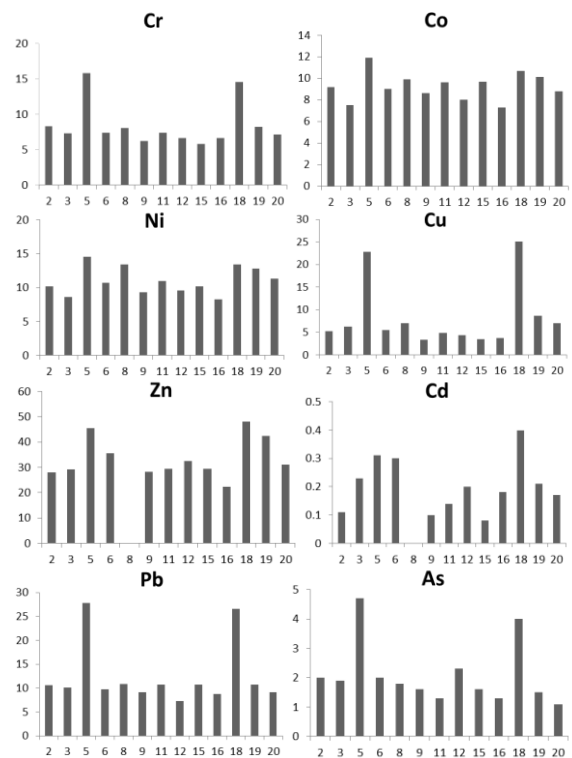
Hàm lượng hữu cơ trong trầm tích được phân tích bằng phương pháp đốt ở nhiệt độ 500° bởi lò nung nhiệt độ cao Lindberg/Blue (1.100°C Box Furnace, models: BF51800 Series).

Cân một khối lượng M_t mẫu trầm tích bằng cân phân tích có độ chính xác 0,1 mg với M_t trong khoảng 10–20 g tùy theo mẫu trầm tích bùn hay cát. Mẫu sẽ gói kín bằng giấy nhôm đã được xác định khối lượng sau đó đốt ở 500°C với chương trình nhiệt độ: Gia nhiệt 15°C/phút tới 500°C, giữ tại nhiệt độ này trong 4 h. Xác định lại khối lượng mẫu (M_s) sau khi đốt. Hàm lượng hữu cơ trong mẫu trầm tích được tính theo công thức:

$$\%HC = (M_t - M_s) / M_t \times 100$$

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN
Hàm lượng kim loại trầm tích

Phân bố các yếu tố kim loại tại các vùng nuôi nghêu được thể hiện trong hình 2. Từ đồ thị cho thấy các trạm trong các kênh (BD5, TP6) có hàm lượng các yếu tố kim loại cao hơn nhiều so với các trạm còn lại tại bãi nuôi nghêu.



Hình 2. Phân bố các yếu tố kim loại tại các trạm (trục tung biểu diễn hàm lượng µg/g, trục hoành ký hiệu các trạm)

Cụ thể hàm lượng tổng Crom (Cr) trung bình là $8,4 \pm 3,0 \mu\text{g/g}$, dao động từ 5,8–15,3

µg/g. Hàm lượng Coban (Co) trung bình $9,3 \pm 1,3$ µg/g, dao động từ 7,3–11,9 µg/g, không có sự khác biệt nhiều giữa các trạm. Hàm lượng Niken (Ni) trung bình $11,0 \pm 2,0$ µg/g, dao động từ 8,3–14,5 µg/g. Hàm lượng kẽm (Zn) trung bình là $33,5 \pm 7,8$ µg/g, dao động từ 22,4–48,1 µg/g. Hàm lượng đồng (Cu) trung bình là $8,3 \pm 7,2$ µg/g, dao động từ 3,3–25,1 µg/g. Trạm TP18 có Zn = 48,1 µg/g, lớn nhất toàn vùng khảo sát, so với phù sa ở đồng bằng sông Cửu Long (36,2 µg/g) thì cao hơn, nhưng lại thấp hơn gần một nửa so với phù sa ở đồng bằng sông Hồng (86,7 µg/g) [10]. Hàm lượng Cu tại BD5 = 22,8 µg/g và TP18 = 21,8 µg/g lớn hơn rất nhiều lần các trạm khác. Hàm lượng Ni và Co chênh lệch nhau không lớn giữa các trạm.

Hàm lượng Cacmi (Cd) trung bình là $0,2 \pm 0,1$ µg/g, dao động từ 0,1–0,4 µg/g. Hàm lượng Cd có sự khác biệt nhiều giữa các trạm, cao nhất ở điểm TP18 với hàm lượng 0,4 µg/g. Hàm lượng Chì (Pb) trung bình là $12,5 \pm 6,6$

µg/g, biến động từ 7,3–27,8 µg/g. Hàm lượng Asen (As) trung bình $2,1 \pm 1,1$ µg/g, dao động từ 1,1–4,7 µg/g. Hàm lượng sắt (Fe) trung bình $1,11\% \pm 0,26\%$, dao động từ 0,81–1,74%. Giống như Cu, hàm lượng Pb tại BD5 và TP18 cao hơn nhiều lần các trạm khác. Cao ở điểm BD5 của kênh Bình Đại với hàm lượng 1,74%. Tiếp theo là điểm TP18 của kênh Thạch Phú với hàm lượng 1,47%. Các điểm còn lại tương tự như các kim loại khác không chênh lệch lớn về hàm lượng, dao động từ 0,81–1,19%.

Theo tiêu chuẩn Canada (bảng 2) về chất lượng môi trường trầm tích, các kết quả nghiên cứu hầu như đều không có tác động có hại quá 10% đến môi trường trầm tích trong khu vực bãi nghêu Bến Tre. Chỉ có Cu, với 2 mẫu ở BD5 và TP18 có tác động quá 10% đối với môi trường trầm tích, 2 mẫu này nằm trong kênh, nên không ảnh hưởng lớn đến nghêu, nhưng cũng là điều đáng được chú tâm. Các giá trị cũng đều thấp hơn nhiều giới hạn an toàn trong trầm tích theo tiêu chuẩn của Việt Nam.

Bảng 2. Tiêu chuẩn đánh giá ảnh hưởng kim loại đến môi trường trầm tích (Đơn vị: µg/g)

STT	Kim loại	Tiêu chuẩn Canada về chất lượng trầm tích biển		QCVN 43:2017/BTNMT	Vùng khảo sát		
		TEL	PEL	Giới hạn an toàn	Min	Max	Trung bình (n=12)
1	Cr	52,3	160	160	5,8	15,8	8,4
2	Ni	15,9	42,8	KQĐ	8,3	14,5	11,0
3	Cu	18,7	108	108	3,3	25,1	8,2
4	Zn	124	271	271	22,4	48,1	33,5
5	Cd	0,676	4,21	4,2	0,08	0,4	0,20
6	Pb	30,2	112	112	7,3	27,8	12,5
7	As	7,24	41,6	41,6	1,1	4,7	2,1

Ghi chú: TEL- Mức tác động có hại đến 10%; PEL- Mức tác động có hại trên 10%; KQĐ: Không có quy định.

Bảng 3. Chỉ số tích tụ địa hoá I_{geo} tại các vị trí trong vùng nuôi nghêu

Kí hiệu	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	As
BD2	-3,66	-0,38	-2,88	-3,11	-1,90	-2,25	-1,43	-2,17
BD3	-3,85	-0,68	-3,12	-2,84	-1,84	-1,19	-1,50	-2,24
BD5	-2,73	-0,01	-2,37	-0,98	-1,21	-0,76	-0,04	-0,94
BD6	-3,83	-0,42	-2,81	-3,03	-1,56	-0,81	-1,55	-2,17
BD8	-3,71	-0,28	-2,48	-2,68			-1,39	-2,32
BD9	-4,08	-0,48	-3,01	-3,77	-1,89	-2,39	-1,65	-2,49
BT11	-3,83	-0,32	-2,77	-3,23	-1,83	-1,91	-1,41	-2,79
BT12	-3,99	-0,58	-2,97	-3,39	-1,69	-1,39	-1,96	-1,97
TP15	-4,18	-0,31	-2,88	-3,73	-1,84	-2,71	-1,41	-2,49
TP16	-3,99	-0,72	-3,18	-3,60	-2,23	-1,54	-1,70	-2,79
TP18	-2,86	-0,17	-2,48	-0,84	-1,13	-0,39	-0,10	-1,17

Chỉ số tích tụ địa chất (I_{geo})

Tính toán chỉ số tích tụ địa chất cho thấy tất cả các giá trị chỉ số tích tụ địa chất I_{geo} đều có giá trị âm (bảng 3). Từ các giá trị này có thể cho rằng môi trường trầm tích tại khu vực đang còn rất tốt phù hợp với việc phát triển nuôi động vật thân mềm nhất là nuôi nghêu.

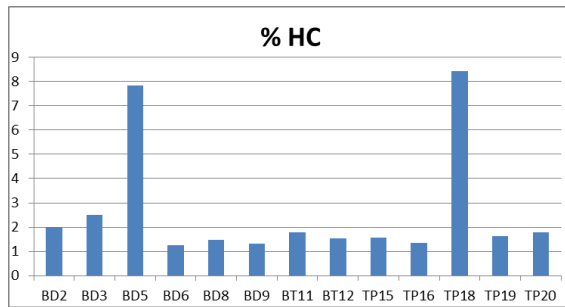
Hệ số tương quan pearson

Hệ số tương quan được thiết lập cho thấy mối liên hệ giữa các nguồn phát thải khác nhau của các KLN khác nhau. Bảng 4 là kết quả tính toán ma trận tương giữa các nguyên tố. Nhóm kim loại Cr, Cu, Pb có mối tương quan chặt chẽ với nhau cho thấy chúng cùng nguồn phát thải. As có hệ số tương quan r rất thấp, gần như không có, cho thấy yếu tố này không có chung nguồn phát thải với các kim loại trong bảng 4.

Bảng 4. Ma trận tương quan hàm lượng kim loại trong các mẫu trầm tích vùng nuôi nghêu Bến Tre

	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	As
Cr	1								
Fe	0,78	1							
Co	0,59	0,86	1						
Ni	0,57	0,65	0,85	1					
Cu	0,95	0,72	0,54	0,56	1				
Zn	0,69	0,64	0,65	0,82	0,76	1			
Cd	0,57	0,31	0,19	0,36	0,67	0,63	1		
Pb	0,93	0,84	0,61	0,51	0,94	0,64	0,52	1	
As	0,11	0,02	0,01	0,01	0,14	0,07	0,25	0,10	1

Hữu cơ trầm tích



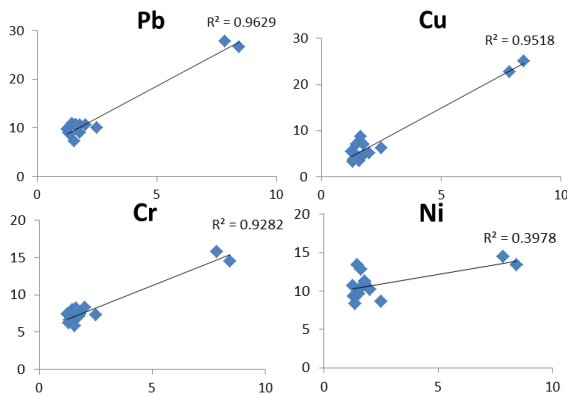
Hình 3. Hàm lượng hữu cơ (%HC) tại các trạm trong các vùng nuôi nghêu

Kết quả phân tích hữu cơ trong trầm tích cho thấy ngoài hai trạm ở trong kênh BD5 có hàm lượng hữu cơ 7,85% và TP8 là 8,43%, các khu vực nuôi nghêu có hàm lượng hữu cơ không cao (hình 3), đều dưới 2%. Theo Hyland et al., (2000) [11] trầm tích có dưới 0,05% và trên 3% chất cacbon hữu cơ - C_{hc} sẽ làm giảm sự phong phú cũng như sinh khối của sinh vật đáy mềm, hàm lượng các C_{hc} trong khoảng 0,18–1,75% sẽ không gây ra những tác động tiêu cực, với giới hạn 2% C_{hc} được quy định trong tiêu chuẩn của Trung Quốc trong trầm

tích [12], có thể nói trầm tích tại các khu vực này rất phù hợp với sự phát triển của nghêu và các loài thân mềm khác.

Theo nghiên cứu của Nga et al., (2005) [13], Tam et al., (1998) [14] cho thấy hàm lượng chất hữu cơ trong rừng ngập mặn thường cao và khả năng hấp thụ kim loại tăng hơn so với các vùng khác, chất hữu cơ có khả năng lưu giữ tốt các kim loại. Mặt khác, theo nghiên cứu của Cenci & Martin (2004) [15] thì vật chất lơ lửng có kích cỡ mịn hơn có khả năng giữ chặt các kim loại nặng và làm chúng lắng đọng tại chỗ. Hầu hết các yếu tố kim loại và hữu cơ tại 2 trạm trong kênh TP18 và BD5 đều cao hơn rất nhiều các trạm ở bãi nuôi nghêu. So sánh cho thấy có sự tương quan cao giữa hữu cơ và kim loại nặng.

Tính toán hệ số tương quan giữa kim loại và hữu cơ cho kết quả Pb có hệ số tương quan $r = 0,981$, Cu: $r = 0,975$, Cr: $r = 0,963$, As: $r = 0,927$, Fe: $r = 0,844$, Co: $r = 0,830$, Zn: $r = 0,781$, Cd: $r = 0,748$, Ni: $r = 0,630$. Hình 4 biểu diễn sự tương quan giữa hàm lượng hữu cơ (%HC) và một số kim loại. Có thể thấy trong khi các kim loại Cu, Pb có mối tương quan rất cao với hàm lượng hữu cơ thì ngược lại Ni gần như rất thấp.



Hình 4. Đồ thị tương quan giữa hữu cơ (%HC-trục tung) và một số kim loại Pb, Cu, Cr và Ni ($\mu\text{g/g}$ - trục hoành)

KẾT LUẬN

Hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích tại các bãi nuôi nghêu được khảo sát tại Bến Tre đều có giá trị thấp hơn mức TEL và chỉ số tích tụ địa chất $I_{geo} < 0$, và có hàm lượng hữu cơ nhỏ hơn 2% cho thấy môi trường trầm tích các vùng này còn rất tốt, chưa có hiện tượng ô nhiễm bản kim loại và hữu cơ, phù hợp với nuôi trồng thủy sản.

Trầm tích tại các kênh phía trong kênh chảy ra bãi nghêu đều có hàm lượng kim loại và hữu cơ cao hơn nhiều lần ngoài bãi nuôi nghêu. Hàm kim loại Cu đã vượt ngưỡng tác động 10% (TEL) đối với sinh vật trong trầm tích, trong khi hàm lượng hữu cơ cao hơn nhiều mức 3% cho thấy môi trường trầm tích không tốt, ảnh hưởng tới năng suất nuôi tại các kênh và có nguy cơ tác động xấu tới trầm tích bãi nuôi nghêu.

Để đảm bảo vùng nuôi nghêu an toàn và bền vững cần kiểm soát được việc xả thải các từ các ao nuôi trồng và các hoạt động kinh tế, sinh hoạt vào kênh rạch chảy ra bãi nuôi nghêu. Chúng ta nên quan trắc theo thời gian lớp trầm tích tầng mặt trong các kênh và bãi nuôi nghêu liền kề để có thể đưa ra cảnh báo kịp thời.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả xin cảm ơn đề tài “Nghiên cứu xác định nguyên nhân gây chết nghêu, sò huyết và đề xuất các giải pháp khắc phục nhằm phát triển nghề nuôi nghêu và sò huyết bền vững ở Bến Tre” đã tạo điều kiện cho chúng tôi thu mẫu trầm tích tại các bãi nuôi nghêu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Morris, A. W., Allen, J. I., Howland, R. J. M., and Wood, R. G., 1995. The estuary plume zone: source or sink for land-derived nutrient discharges?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40(4), 387–402.
- [2] Sanchiz, C., M. García-Carrascosa, A., and Pastor, A., 2000. Heavy Metal Contents in Soft-Bottom Marine Macrophytes and Sediments Along the Mediterranean Coast of Spain. *Marine Ecology*, 21(1), 1–16.
- [3] Lê Thị Vinh, Phạm Văn Thơm, Nguyễn Hồng Thu, Dương Trọng Kiểm, Phạm Hữu Tâm, 1999. Hàm lượng kim loại nặng trong vật lơ lửng và trầm tích vịnh Bình Cang, Nha Trang. *Tuyển tập Nghiên cứu biển, viện Hải dương học*.
- [4] Heiri, O., Lotter, A. F., and Lemcke, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25(1), 101–110.
- [5] Dean, W. E., 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition; comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Research*, 44(1), 242–248.
- [6] Hungspreugs, M., Dharmvanij, S., Utoomprookpoom, W., and Windom, H. L., 1991. A comparative study for the trace metals fluxes of the Ban PaKong and the Mae Klong river. In *Thailand-IOC workshop report* (No. 79, pp. 34–44).
- [7] Muller, G., 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal*, 2, 108–118.
- [8] Mai Trọng Nhuận, 2001. Địa hóa môi trường. *Nxb. Đại học Quốc gia Hà Nội*.
- [9] <http://phantichspss.com/he-so-tuong-quan-pearson-cach-thao-tac-phan-tich-tuong-quan-trong-spss.html>
- [10] Trần Công Tấu, Trần Công Khánh, 1998. Hiện trạng môi trường đất ở Việt Nam thông qua việc nghiên cứu các kim loại nặng. *Tạp chí Khoa học đất*, số 10.

- [11] Hyland, J., Karakassis, I., Magni, P., Petrov, A., and Shine, J., 2000. Summary report: Results of initial planning meeting of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 70 p.
- [12] Lê Thị Vinh, Phạm Hữu Tâm, 2016. Chất lượng trầm tích bề mặt đáy ở vùng biển xung quanh quần đảo Thổ Chu, Kiên Giang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 16(3), 235–243
- [13] Nga, B. T., Tinh, H. Q., Tam, D. T., Scheffer, M., and Roijackers, R., 2005. Young mangrove stands produce a large and high quality litter input to aquatic systems. *Wetlands Ecology and Management*, 13(5), 569–576.
- [14] Tam, N. F. Y., Wong, Y. S., Lan, C. Y., and Wang, L. N., 1998. Litter production and decomposition in a subtropical mangrove swamp receiving wastewater. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 226(1), 1–18.
- [15] Cenci, R. M., and Martin, J. M., 2004. Concentration and fate of trace metals in Mekong River Delta. *Science of the total Environment*, 332(1–3), 167–182.