

XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG TỔNG VÀ DẠNG LIÊN KẾT CỦA NGUYÊN TỐ AS VÀ MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG Hg, Pb, Cd TRONG TRẦM TÍCH TẦNG MẶT CỦA BA LẠT

Nguyễn Thị Huế, Dương Thị Lịm, Lưu Thế Anh,
Nguyễn Hoài Thư Hương, Nguyễn Thị Lan Hương, Nguyễn Đức Thành
Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt

Trong nghiên cứu này, trình bày kết quả phân tích hàm lượng tổng và dạng liên kết kim loại nặng As, Hg, Pb, Cd trong trầm tích tầng mặt cửa Ba Lạt. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Hàm lượng tổng số As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích cửa Ba Lạt tuân theo thứ tự: $Pb > As > Hg > Cd$. Cụ thể, As: 7,09 - 19,10mg/kg, Hg: 0,65 - 0,68mg/kg, Pb: 20,04 - 45,67mg/kg và Cd: 0,21 - 0,46mg/kg, trong đó arsenic tồn tại chủ yếu ở dạng cặn dư hay ở dạng có sẵn trong tự nhiên nằm trong cấu trúc trầm tích (F5: 69,30% - 90,11%), thủy ngân tồn tại chủ yếu ở dạng liên kết với hữu cơ (F4: 66,13 - 85,51%), chì tồn tại chủ yếu ở 3 dạng, đó là dạng liên kết với chất hữu cơ (F4: 31,48 - 39,17%), dạng liên kết với sắt - mangan oxit (F3: 9,71 - 36,60%) và dạng cặn dư (F5: 19,62 - 32,65%), cadmi tồn tại chủ yếu ở 2 dạng, đó là dạng liên kết với cacbonat (F2: 25,54 - 66,56%), dạng liên kết oxit sắt - mangan oxit (F3: 13,58 - 57,85%) so với hàm lượng tổng.

Từ khóa: Cửa Ba Lạt; Trầm tích; Dạng liên kết; Kim loại nặng

Abstract

Determination of total content and chemical forms of As and some heavy metals Hg, Pb and Cd in surface sediments from Ba Lat estuary

In this study, the results of analyzing total content and chemical forms of heavy metals As, Hg, Pb, Cd in Ba Lat estuary's sediments are presented. The results show that the total content of As, Hg, Pb and Cd in Ba Lat estuary's sediment is as follows: $Pb > As > Hg > Cd$. Specifically, As: 7,09 - 19,10 mg/kg, Hg: 0,65 - 0,68 mg/kg, Pb: 20,04 - 45,67 mg/kg and Cd: 0,21 - 0,46 mg/kg, in which arsenic exists mainly in the form of residuals or in natural form in the sedimentary structure (F5: 69,30 - 90,11%); mercury exists mainly in the form associated with organic (F4: 66,13 - 85,51%), lead exists mainly in three forms, they are the forms associated with organic substances (F4: 31.48 - 39.17%), iron - mangan oxid (F3: 9,71 - 36,60%) and excess residue (F5: 19,62 - 32,65%), cadmium exists mainly in two forms, which are linked to carbonate (F2: 25,54 - 66,56%), iron - manganese oxide (F3: 13,58 - 57,85%) compared to the total content.

Keywords: Ba Lat; Sediment; Chemical forms; Heavy metal

1. Mở đầu

Kim loại nặng được biết đến là các chất có độc tính cao, bền vững và khó phân huỷ trong môi trường. Các nguyên tố này ở hàm lượng rất nhỏ đã ảnh hưởng

có hại cho sức khoẻ của sinh vật và con người. Trong đó, As là nguyên nhân gây các bệnh ung thư biểu mô da, phế quản, phổi, Hg được biết đến với độc tính tác động đến thận, hệ thần kinh trung ương,

rối loạn tiêu hoá; độc tính của Pb tác dụng lên hệ thống enzym gây rối loạn cơ thể; Cd xâm nhập vào cơ thể can thiệp vào các quá trình sinh học, các enzym liên quan đến kẽm, magie và canxi, gây tổn thương đến gan, thận, gây nên bệnh loãng xương và bệnh ung thư [2].

Trong vài thập niên trở lại đây, ở Việt Nam vấn đề ô nhiễm kim loại nặng được hết sức quan tâm, chú ý. Nguyên nhân là do thực trạng xả thải có chứa kim loại nặng từ các ngành công nghiệp ra môi trường và tích tụ trong trầm tích tại các nguồn nước. Trầm tích vùng cửa sông ven biển chịu nhiều biến động về đặc tính lý hoá của môi trường nước. Vùng cửa sông ven biển là nơi giao nhau giữa nguồn nước từ lục địa đổ ra theo lưu vực sông, mang theo các chất ô nhiễm từ các hoạt động của con người như chất thải công nghiệp, chất thải sinh hoạt, hoạt động khai thác khoáng sản, hoạt động nông nghiệp,... Nguồn nước từ lục địa có môi trường pH thấp (6,5 đến 7,5) và nước ngoài đại dương do sóng đưa vào có môi trường kiềm nhẹ pH cao (7,5 đến 8,5), tại điểm giao nhau này các kim loại nặng kết tủa dạng keo và được hấp phụ trên các hạt vật chất lơ lửng lắng xuống đáy. Do vậy, hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích cửa sông ven biển thường cao hơn so với trầm tích sông và trầm tích đại dương [6].

Cửa Ba Lạt thuộc địa phận hai tỉnh Nam Định và Thái Bình, nằm ở phía Nam vùng châu thổ sông Hồng, là nơi con sông Hồng đổ ra vịnh Bắc Bộ, môi trường nước và trầm tích của cửa sông này chịu tác động mạnh mẽ bởi nguồn thải từ các hoạt động kinh tế - xã hội, khai thác khoáng sản, hoạt động công nghiệp, nông nghiệp, hoạt động vận tải, du lịch,...từ trong lục địa đưa ra. Hàng năm, lượng chất rắn lơ lửng được sông

Hồng đưa ra biển khoảng 130 triệu tấn/năm [1] và sự gia tăng hàm lượng các kim loại nặng trong trầm tích vùng cửa sông ven biển đã được chứng minh là có nguyên nhân từ các hoạt động của con người trong lục địa.

Các nghiên cứu trong nước đã chỉ ra có sự tích lũy hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích vùng cửa sông ven biển [1, 3], tuy nhiên các nghiên cứu chủ yếu đánh giá hàm lượng tổng của các kim loại nặng trong trầm tích. Để làm rõ mức độ ảnh hưởng của các kim loại nặng trong trầm tích đến hệ sinh thái thủy sinh vùng cửa sông ven biển, cần có nghiên cứu về dạng tồn tại của các kim loại trong trầm tích. Trong nghiên cứu này xác định các dạng liên kết của As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích bề mặt cửa Ba Lạt.

2. Dụng cụ và phương pháp nghiên cứu

2.1. Hóa chất, dụng cụ, thiết bị:

Hóa chất: Các hóa chất sử dụng gồm: chất chuẩn As, Hg, Pb, Cd nồng độ 1000 mg/l của Merck, axit HCl, axit HNO₃, nước cất 2 lần. Các hóa chất đều thuộc loại tinh khiết phân tích PA.

Dụng cụ, thiết bị: Thiết bị phân hủy mẫu CEM-Model MARS 6 của Mỹ, máy ICP-MS Agilent Technologies 7693, các dụng cụ thủy tinh phục vụ phân tích và thí nghiệm. Các thiết bị và dụng cụ đều được ngâm rửa kỹ bằng HNO₃ loãng và tráng bằng nước cất hai lần.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Tổng số mẫu trầm tích thu thập là 06, thời gian thu mẫu ngày 10 tháng 4 năm 2017, vị trí lấy mẫu được định vị bằng thiết bị GIS cầm tay, cụ thể được chỉ ra trong bảng 1. Mẫu được lấy ở độ sâu từ 0 - 10cm, được bảo quản lạnh để vận chuyển về phòng thí nghiệm.

Bảng 1. Tọa độ vị trí các điểm lấy mẫu trầm tích

STT	Ký hiệu mẫu	Tọa độ
1	TT1	20°15'11,5"N; 106°35'25,7"E
2	TT2	20°15'10,8"N; 106°35'26,2"E
3	TT3	20°15'10,1"N; 106°35'37,8"E
4	TT4	20°15'13,2"N; 106°35'45,7"E
5	TT5	20°15'10,7"N; 106°35'43,7"E
6	TT6	20°15'2,9"N; 106°35'32"E

Mẫu được làm khô bằng thiết bị đông khô Labcoco trong môi trường N₂, nghiền mịn qua rây để được kích thước hạt nhỏ hơn 0,05 mm.

Xác định hàm lượng tổng As, Hg, Pb, Cd trong mẫu trầm tích như sau: Cân 1,0000 g mẫu khô đã nghiền mịn, cho vào ống CEM Teflon, thêm vào hỗn hợp HF-HNO₃-HClO₄ theo tỉ lệ (10,0 ml HNO₃, 5,0 ml HClO₄ và 0,5 ml HF để phá triệt để silicat), phân huỷ mẫu bằng thiết bị lò vi sóng CEM - Mỹ Model MARS 6 trong 2 giờ. Mẫu sau khi phân huỷ lọc và định mức đến thể tích xác định.

Xác định các dạng của kim loại được chiết theo quy trình chiết liên tục cải tiến của Tessier [4] theo các bước như sau:

Bước 1: Cân 1,0000 g mẫu trầm tích thêm 10,0 ml dung dịch CH₃COONH₄ 1M, lắc liên tục 1 giờ ở nhiệt độ phòng, ly tâm thu phần dịch chiết xác định dạng trao đổi (F1) của các kim loại, thu phần cặn 1.

Bước 2: Phần cặn 1 thêm 20,0 ml dung dịch CH₃COONH₄ 1M đã được axit hoá đến pH = 5 bằng axit CH₃COOH, lắc 5 giờ ở nhiệt độ phòng. Ly tâm thu phần dịch chiết xác định dạng liên kết với cacbonat (F2), thu phần cặn 2.

Bước 3: Phần cặn 2 thêm 20,0 ml dung dịch NH₂OH.HCl 0,04M trong CH₃COOH 25% (v/v) ở 95°C trong 5 giờ. Ly tâm thu dịch chiết xác định dạng

liên kết với sắt-mangan oxit (F3), thu phần cặn 3.

Bước 4: Phần cặn 3 thêm 10,0 ml CH₃COONH₄ 3,2M trong HNO₃ 20% (v/v), lắc 0,5 giờ nhiệt độ phòng. Thu phần dịch chiết xác định dạng liên kết với hữu cơ (F4), thu phần cặn 4.

Bước 5: Phần cặn 4 thêm 20,0 ml hỗn hợp HCl:HNO₃ (đặc) tỷ lệ 3:1, xác định dạng cặn dư nằm trong cấu trúc (F5).

Dung dịch chiết thu được ở bước 1, 2, 3, 4 sau khi đã được vô cơ hoá bằng HCl:HNO₃ (đặc) tỷ lệ 3:1, dịch phá tổng và dung dịch chiết bước 5 xác định hàm lượng As, Hg, Pb, Cd bằng thiết bị ICP-MS Agilent Technologies 7693.

Để đảm bảo độ tin cậy và chính xác về số liệu phân tích, việc kiểm soát chất lượng và đánh giá chất lượng phòng thí nghiệm được thực hiện bằng cách sử dụng quy trình chất chuẩn kiểm soát, đường chuẩn với các điểm chuẩn, phân tích mẫu trắng thuốc thử, độ thu hồi bởi mẫu thêm chuẩn trong suốt quá trình phân tích. Độ đúng của kết quả phân tích có độ lệch chuẩn nhỏ hơn 10%. Độ chính xác của kết quả phân tích được đánh giá bằng phương pháp sử dụng chất chuẩn so sánh BCR-277R của European Commission. Độ thu hồi của quá trình chiết được tính bằng tổng hàm lượng các nguyên tố trong các bước chiết Tessier chia cho hàm lượng kim loại sử dụng phương pháp phân huỷ mẫu tổng

số, kết quả độ thu hồi nằm trong khoảng 95 đến 105 %.

Mức độ ảnh hưởng của As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích đến môi trường thủy sinh được so sánh với tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hàm lượng tổng của As, Hg, Pb và Cd trong mẫu trầm tích cửa Ba Lạt

Để đánh giá mức độ tác động của trầm tích đến môi trường sinh thái thủy

Bảng 2. Hàm lượng tổng số của As, Hg, Pb và Cd trong mẫu trầm tích cửa Ba Lạt

Đơn vị: mg/kg

KHM		As	Hg	Pb	Cd
TT1		19,10	0,66	45,67	0,22
TT2		8,17	0,68	26,78	0,31
TT3		7,09	0,66	22,18	0,21
TT4		14,78	0,65	35,47	0,46
TT5		10,44	0,67	25,85	0,28
TT6		7,29	0,67	20,04	0,32
QCVN 43:2012 /BTNMT		41,60	0,7	112	4,2
Tiêu chuẩn trầm tích Ontario	Ít ảnh hưởng	6	0,2	31	0,6
	Ảnh hưởng nghiêm trọng	33	2	250	10

Từ kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, hàm lượng As, Hg, Pb và Cd đều ở dưới ngưỡng tiêu chuẩn QCVN 43:2012/ BTNMT, hàm lượng tương ứng dao động As: 7,09 - 19,10mg/kg; Hg: 0,65 - 0,68mg/kg; Pb: 20,04 - 45,67mg/kg; Cd: 0,21 - 0,46mg/kg. Tuy nhiên, hàm lượng Hg trong các mẫu trầm tích ở cửa Ba Lạt đều ở ngưỡng cao xấp xỉ với tiêu chuẩn Việt Nam và nằm trong khoảng từ mức ít ảnh hưởng đến mức ảnh hưởng nghiêm trọng, hàm lượng As và Pb cũng đã vượt mức ít ảnh hưởng và dưới mức ảnh hưởng nghiêm trọng của tiêu chuẩn Ontario, Cd trong tất cả các mẫu đều ở dưới mức ít ảnh hưởng, kết quả nghiên cứu này phù hợp với công bố của tác giả Eleni G. Farmaki, trầm tích trong các

sinh, kết quả nghiên cứu được so sánh với tiêu chuẩn QCVN 43:2012/BTNMT áp dụng cho cột trầm tích ở vùng nước mặn và nước lợ. Tiêu chuẩn đánh giá trầm tích Ontario được sử dụng đánh giá mức ảnh hưởng chi tiết hơn ở hai mức: Mức ít ảnh hưởng và mức ảnh hưởng nghiêm trọng.

Kết quả hàm lượng As, Hg, Pb và Cd trong 06 mẫu trầm tích cửa Ba Lạt được đưa ra trong bảng 2.

khu vực nuôi thủy sản có hàm lượng Hg cao, thậm chí có vị trí vượt ngưỡng 0,7 mg/kg [5]. Nguyên nhân gây ô nhiễm vùng biển cửa Ba Lạt chủ yếu từ nguồn thải nông nghiệp, công nghiệp, đánh bắt nuôi trồng thủy sản, chế biến hải sản và các hoạt động giao thông thủy. Ngoài ra, các quá trình dùng các chất hóa học tẩy rửa tàu thuyền, sử dụng xăng dầu cùng với nhiều hoạt động khác đã có tác động không nhỏ tới môi trường khu vực này.

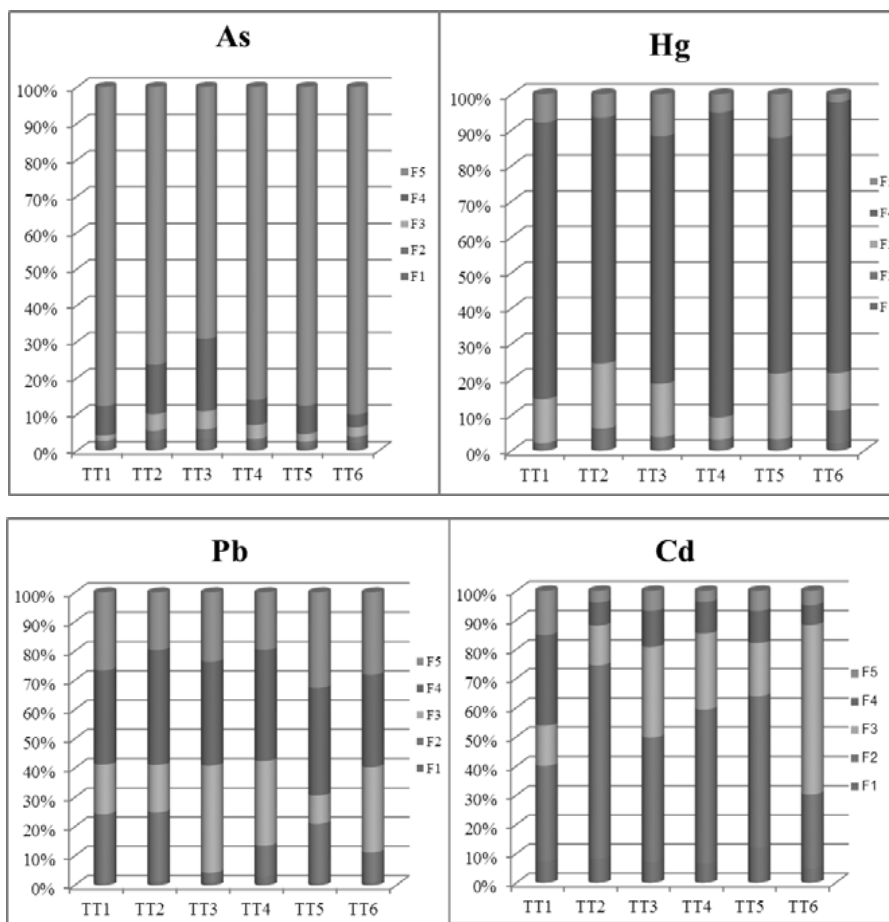
3.2. Sự phân bố các dạng liên kết của As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích cửa Ba Lạt

Sự phân bố các dạng liên kết của As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích mặt tại cửa Ba Lạt được chỉ ra ở hình 1. Dạng trao đổi (F1) của các nguyên tố dao

Nghiên cứu

động trong khoảng như sau As: 1,10 - 2,87%, Hg: 0 - 2%, Pb: 0,39 - 2,73% và Cd: 4,62 - 11,68%; đây là dạng kim loại có độ linh động cao nhất, dễ dàng trao đổi với môi trường nước. Dạng liên kết cacbonat (F2) lần lượt As: 0,92 - 2,93%, Hg: 2,21 - 9,16%, Pb: 3,37 - 23,92% và Cd: 25,54 - 66,56%; ở dạng này có thể phân ly ra môi trường nước khi pH giảm xuống; Dạng liên kết sắt - mangan oxit (F3) đối với As: 1,39 - 4,94%, Hg:

6,23 - 18,39%, Pb: 9,71 - 36,60% và Cd: 13,58 - 57,85%, đây là dạng liên kết không bền vững khi thể oxy hóa khử Eh thay đổi [7, 8]. Dạng liên kết với hữu cơ (F4) thứ tự As: 3,44 - 19,96%, Hg: 66,13 - 85,51%, Pb: 31,48 - 39,17% và Cd: 6,77 - 31,11%, dạng cặn dư nằm trong cấu trúc (F5) là dạng liên kết chặt chẽ nhất của kim loại dao động với As: 69,30 - 90,11%; Hg: 2,15 - 11,79%, Pb: 19,62 - 32,65% và Cd: 3,82 - 15,11%.



Hình 1: Sự phân bố các dạng liên kết của kim loại nặng trong trầm tích cửa Ba Lạt

Từ kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, hàm lượng As tổng số trong các mẫu nằm trong ngưỡng từ mức ít ảnh hưởng đến ảnh hưởng nghiêm trọng. Tuy nhiên, kết quả phân tích dạng chỉ ra rằng đối với As tồn tại trong trầm tích chủ yếu là dạng cặn dư nằm trong cấu trúc (F5), đây là dạng khó hòa tan

và đi vào trong nước, đồng thời sinh vật cũng không hấp thụ được. Điều này hoàn toàn phù hợp với các công bố về nguồn gốc As của các vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng là do nguồn gốc tự nhiên chứa trong các khoáng chất tự nhiên của vỏ trái đất [1]. Vì vậy, dù hàm lượng tổng As có cao trong trầm tích thì

cũng không ảnh hưởng nhiều đến môi trường thủy sinh.

Dạng liên kết của Hg chiếm phần trăm lớn vượt trội so với các dạng khác là dạng liên kết hữu cơ (F4: 66,13 - 85,51%), ở dạng liên kết này thủy ngân sẽ không bền trong điều kiện oxi hóa. Khi bị oxi hóa các hợp chất hữu cơ sẽ phân hủy và kim loại sẽ được giải phóng vào pha nước, dạng cặn dư nằm trong cấu trúc chiếm tỷ lệ rất nhỏ. Vì vậy, từ kết quả phân tích hàm lượng tổng cho thấy hàm lượng Hg trong trầm tích nghiên cứu rất cao gần chạm ngưỡng cho phép của quy chuẩn Việt Nam, dẫn đến khả năng ảnh hưởng đến môi trường nước và hệ thống thủy sinh vật sẽ rất lớn, hay nguy cơ ô nhiễm Hg trong môi trường của Ba Lạt là đáng báo động, cần phải quan tâm theo dõi và kiểm soát.

Chỉ được phân bố tương đối đồng đều ở các dạng cacbonat (F2), dạng liên kết sắt - mangan oxit (F3), dạng liên kết hữu cơ (F4) và dạng cặn dư nằm trong cấu trúc (F5). Điều này cho thấy nguồn gốc tích lũy Pb trong trầm tích của Ba Lạt bao gồm cả yếu tố tự nhiên và tác động của con người. Kết quả nghiên cứu cho thấy dạng trao đổi của Pb là rất nhỏ, điều này có thể giải thích do tích số tan các muối của Pb với các anion như CO_3^{2-} , SO_4^{2-} (có hàm lượng lớn trong nước biển) là rất nhỏ nên Pb bị kết tủa ở dạng cacbonat.

Hàm lượng Cd tổng số trong trầm tích của sông Ba Lạt đang ở ngưỡng rất thấp. Tuy nhiên, khi nghiên cứu dạng liên kết cho thấy Cd có mặt trong trầm tích của Ba Lạt có xu hướng tích lũy khá lớn ở dạng kém bền vững hay dạng liên kết với cacbonat và dạng liên kết với sắt - mangan oxit. Dạng liên kết này rất

nhạy cảm với pH, Eh của nước, đây là dạng không ổn định, dễ bị hòa tan vào nước cũng như dễ bị hấp thu bởi sinh vật. Do vậy, khi hàm lượng Cd trong trầm tích cao thì nguy cơ gây ra ô nhiễm môi trường nước và ảnh hưởng đến các sinh vật thủy sinh là rất lớn.

Như vậy, có sự tương đồng về tỉ lệ các dạng liên kết của kim loại As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích mặt tại cửa Ba Lạt giữa các vị trí lấy mẫu. Căn cứ vào hàm lượng tổng kim loại và sự tồn tại các dạng kim loại Hg, Pb, Cd chỉ ra trầm tích mặt tại cửa Ba Lạt chịu nhiều tác động từ hoạt động của con người, đặc biệt các nguồn thải có hàm lượng Hg cao. Điều này có thể giải thích nguyên nhân là do con người sử dụng lượng lớn hóa chất bảo vệ thực vật trong sản xuất nông nghiệp, hóa chất tẩy trùng, diệt nấm mốc trong hoạt động nuôi trồng thủy sản. Đồng thời, dọc theo dòng chảy sông Hồng, từ Trung Quốc vào Việt Nam tại Lào Cai rồi chảy qua các tỉnh Yên Bái, Phú Thọ, Hà Nội, Hưng Yên, Thái Bình đổ ra vịnh Bắc Bộ ở cửa Ba Lạt có rất nhiều khu công nghiệp tập trung (Sông Trà, Cầu Ngàn, Tiền Hải, Gia Lễ, Nguyễn Đức Cảnh, Phúc Khánh,...), một số khu công nghiệp đã có hệ thống xử lý nước thải tập trung nhưng vẫn chưa đủ công suất xử lý, đặc biệt khu công nghiệp Tiền Hải đến nay còn chưa có chủ đầu tư cơ sở hạ tầng, nên chưa có hệ thống thu gom và xử lý nước thải. Bên cạnh đó, tại Thái Bình cũng là nơi tập trung nhiều làng nghề truyền thống (chạm bạc, thêu, dệt, chiếu cói, thảm len, mây tre đan, gỗ mỹ nghệ,...) do đó phát sinh nguồn thải công nghiệp, các chất thải nguy hại, trong đó có các kim loại nặng.

4. Kết luận

Hàm lượng tổng số As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích cửa Ba Lạt tuân theo thứ tự: Pb>As>Hg>Cd. Hàm lượng As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích cửa Ba Lạt đều ở dưới ngưỡng TCVN. Tuy nhiên, As, Hg, Pb nằm trong khoảng ít ảnh hưởng đến mức ảnh hưởng nghiêm trọng của tiêu chuẩn trầm tích Ontario.

Kết quả phân tích dạng liên kết của kim loại As, Hg, Pb và Cd trong trầm tích mặt tại cửa Ba Lạt cho thấy: As tồn tại chủ yếu ở dạng cặn dư; Hg, Pb nằm chủ yếu ở dạng hữu cơ và dạng liên kết với sắt - mangan oxit, Cd nằm chủ yếu ở 2 dạng, đó là dạng liên kết với cacbonat, dạng liên kết oxit sắt - mangan oxit. Dù hàm lượng tổng Hg, Pb, Cd dưới ngưỡng TCVN nhưng có tác động lớn đến môi trường nước và đến các thủy sinh vật. Dọc bờ biển tỉnh Thái Bình vấn đề nuôi ngao (hai mảnh vỏ) đang phát triển rất mạnh, vì vậy môi trường khu vực trong đó có trầm tích cần được quan tâm nghiên cứu thường xuyên, đồng thời quan trắc kiểm soát chất lượng môi trường dọc theo sông Hồng, cảng biển và ven biển để có thể cảnh báo và khuyến cáo các cấp có thẩm quyền can thiệp khi có biểu hiện ô nhiễm hay có sự cố môi trường.

Lời cảm ơn. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Viện Địa lý, Viện Hàn lâm KH&CNVN đã tài trợ cho nghiên cứu này thông qua nhiệm vụ KHCN cấp Cơ sở, nhiệm vụ cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam Vast 06.01/17-18

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Hoài Nhơn và các cộng sự (2011). *Tốc độ lắng đọng trầm tích và tích lũy một số kim loại nặng trong trầm tích đới gian triều ven bờ châu thổ Sông Hồng*. Hội

nhị khoa học và công nghệ toàn quốc lần thứ I. Tr 544-555.

[2]. Trịnh Thị Thanh (2007). *Độc học môi trường và sức khỏe con người*. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.

[3]. Hoàng Thị Thanh Thủy, Từ Thị Cẩm Loan, Nguyễn Như Hà Vy (2006). *Nghiên cứu địa hóa môi trường một số kim loại nặng trong trầm tích sông rạch Thành Phố Hồ Chí Minh*. Tạp chí phát triển KH và CN, tập 10, số 1 năm 2007.

[4]. A. Tessier, P. G. C. Campbell, and M. Bisson, (1979). *Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals*. Analytical chemistry, vol. 51, 7.

[5]. Eleni G. Farmaki and coworkers (2014). *Environmental impact of intensive aquaculture: Investigation on the accumulation of metals and nutrients in marine sediments of Greece*. Science of the Total Environment 485-486, 554-562.

[6]. P. Alvarez-Iglesias, B. Rubio, F. Vilas, (2003). *Pollution in intertidal sediments of San Simón Bay (Inner Ría de, Vigo, NW of Spain): total heavy metal concentrations and speciation*. Marine Pollution Bulletin 46 491-521.

[7]. Sangjoon Lee, Ji-Won Moon and Hi-Soo Moon (2003). *Heavy metals in the bed and suspended sediments of anyang River, Korea: Implication for water quality*. Environmental Geochemistry and Health, vol. 25, pp. 433-452.

[8]. Rafael Pardo, Enrique Barrado, Lourdes Perez and Marisol Vega (1990). *Determination and speciation of heavy metals in sediments of the Pisuerga River*. Water Research, vol. 24(3), pp. 373-379.

BBT nhận bài: 25/01/2018; Phản biện
xong: 02/02/2018