

CHẤT LƯỢNG TRẦM TÍCH VỊNH XUÂN ĐÀI, PHÚ YÊN

NGUYỄN THỊ LAN⁽¹⁾, NGUYỄN PHƯƠNG LIÊN⁽¹⁾,
HOÀNG NGỌC LÂM⁽¹⁾, PHAN TRỌNG HUÂN⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

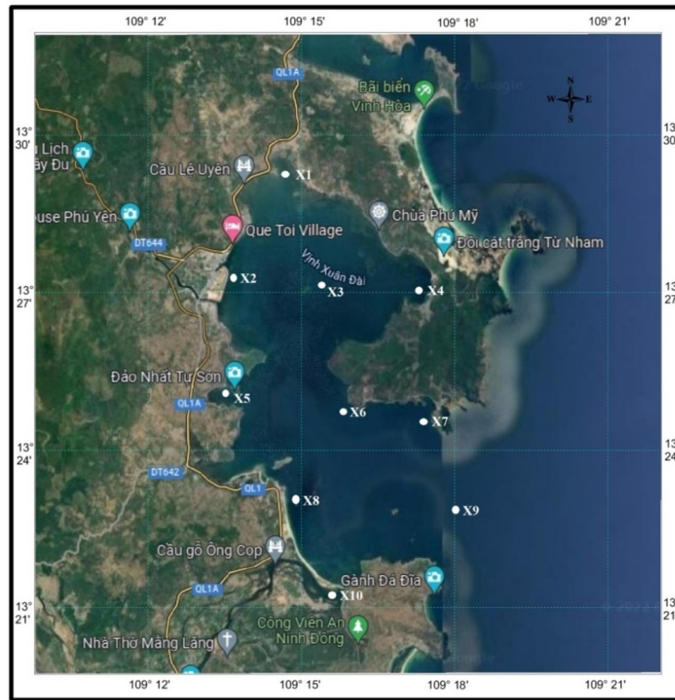
Nước ta có bờ biển dài hơn 3260 km với diện tích biển khoảng 1 triệu km² là điều kiện rất thuận lợi phát triển hoạt động khai thác và nuôi trồng thủy sản. Mặc dù tăng trưởng hàng năm đều mạnh mẽ và ổn định [1], ngành nuôi trồng thủy sản của Việt Nam và thế giới vẫn phải đối mặt với những thách thức nghiêm trọng, một trong số đó là vấn đề ô nhiễm môi trường [2, 3]. Một số hóa chất được sử dụng trong hoạt động nuôi trồng như chất kháng sinh, khử trùng, chất tẩy rửa... có khả năng xâm nhập trực tiếp vào môi trường [4]. Ngoài ra, lượng thức ăn dư thừa, hay một số kim loại được bổ sung trong khẩu phần thức ăn công nghiệp cũng có thể xâm nhập một cách trực tiếp hoặc thông qua bài tiết của thủy sinh vật [5, 6]. Tất cả các chất thải ra môi trường sẽ lắng đọng và tích tụ ở trầm tích gây ô nhiễm trầm tích. Sự ô nhiễm trầm tích đe dọa nghiêm trọng đến sức khỏe, độ đa dạng hay sinh khối của hệ sinh vật đáy. Các chất gây ô nhiễm có khả năng tích tụ sinh học từ đó làm giảm chất lượng thủy sản hoặc gây hại cho thủy sản và các loài ở mắt xích cao hơn trong chuỗi thức ăn thậm chí cho con người [7, 8].

Một trong những khu vực chịu ảnh hưởng mạnh mẽ từ các hoạt động nuôi trồng thủy sản là Vịnh Xuân Đài, tỉnh Phú Yên. Đây là vùng nuôi trồng thủy sản trọng điểm của tỉnh, với nhiều loài hải sản có giá trị cao như: tôm hùm, cá mú, hào sữa, sò lụa... [9]. Do sự phát triển nuôi trồng thủy sản một cách nhanh chóng, không theo quy hoạch, thiếu kiểm soát dẫn đến chất thải từ nuôi trồng thủy sản đóng trở thành chất gây ô nhiễm chính cho môi trường Vịnh Xuân Đài, từ đó làm nảy sinh nhiều vấn đề về dịch bệnh, sinh thái, môi trường [10]. Nghiên cứu này nhằm xác định chất lượng trầm tích Vịnh Xuân Đài làm cơ sở cho việc thực hiện các chiến lược quản lý, hoạch định chính sách phát triển tối ưu cho khu vực.

2. ĐỊA ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Vịnh Xuân Đài thuộc thị xã Sông Cầu, nằm phía Bắc tỉnh Phú Yên, có diện tích khoảng 90 km², cửa vịnh rộng 4,4 km [11]. Về mặt hình thái, vịnh có đặc điểm thu hẹp ở giữa, chia vịnh ra làm 2 phần: vùng lõi và vùng ngoài. Để nghiên cứu chất lượng trầm tích Vịnh Xuân Đài, đã tiến hành khảo sát, thu mẫu tại 10 vị trí (Hình 1). Trong đó, vùng lõi nghiên cứu tại 5 vị trí (X1, X2, X3, X4, X5), vùng ngoài nghiên cứu tại 5 vị trí (X6, X7, X8, X9, X10). Vị trí X1 nằm ở đỉnh vịnh có độ sâu khoảng 4m, khu vực xung quanh vị trí X1 tập trung lượng lớn các địa nuôi thủy sản. Các vị trí còn lại đều là khu vực nằm trong khu vực nuôi tôm hùm, cá, và thân mềm hai mảnh vỏ, độ sâu dao động từ 5-10 m.



Hình 1. Sơ đồ các vị trí nghiên cứu tại Vịnh Xuân Đài

Tọa độ các vị trí thu mẫu, hiện trạng nuôi trồng ở từng khu vực và ký hiệu mẫu trầm tích được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm các vị trí thu mẫu

Vị trí thu mẫu	Tọa độ	Hiện trạng nuôi trồng thủy sản	Tên mẫu trầm tích	
			Mùa khô	Mùa mưa
X1	N13°48'73,23", E109°24'48,16"	Các địa nuôi cá, tôm	X1.1	X1.2
X2	N13°45'48,51", E109°22'70,06"	Lồng nuôi dày đặc	X2.1	X2.2
X3	N13°45'23,47", E109°25'74,11"	Lồng nuôi dày đặc	X3.1	X3.2
X4	N13°45'11,78", E109°28'92,54"	Lồng nuôi dày đặc	X4.1	X4.2
X5	N13°41'86,20", E109°22'62,55"	Lồng nuôi dày đặc	X5.1	X5.2
X6	N13°41'31,10", E109°26'52,22"	Lồng nuôi dày đặc	X6.1	X6.2
X7	N13°41'06,05", E109°29'13,14"	Lồng nuôi tôm hùm, cá	X7.1	X7.2
X8	N13°40'97,70", E109°23'20,05"	Lồng bè khá thưa	X8.1	X8.2

Vị trí thu mẫu	Tọa độ	Hiện trạng nuôi trồng thủy sản	Tên mẫu trầm tích	
			Mùa khô	Mùa mưa
X9	N13°38'28,85", E109°29'90,39"	Lồng bè thưa	X9.1	X9.2
X10	N13°35'38,25", E109°26'17,03"	Không nuôi trồng	X10.1	X10.2

2.2. Thu thập và bảo quản mẫu trầm tích

Mẫu trầm tích được thu vào 2 đợt trong năm 2021: đợt 1 (mùa khô) - tháng 5/2021, đợt 2 (mùa mưa) - tháng 11/2021. Đợt thu mẫu mùa khô diễn ra trong điều kiện thời tiết nắng nóng kéo dài, không mưa, nhiệt độ nước tầng mặt dao động từ 33,53 đến 35,10°C. Đợt thu mẫu mùa mưa diễn ra trong điều kiện mưa nhiều, sóng lớn, nhiệt độ nước tầng mặt dao động từ 27,12 đến 28,67 °C.

Mẫu trầm tích được thu thập và bảo quản theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6663-19:2015. Thu mẫu trầm tích bằng gầu thu mẫu kiểu Van-veen, sau đó đựng trong lọ nhựa bọc kín bằng giấy bạc để tránh ánh sáng, vận chuyển về khu lưu trữ bằng thùng lạnh. Tại đây, mẫu trầm tích được cấp đông.

2.3. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

Trong phòng thí nghiệm, tiến hành xác định hàm lượng cacbon hữu cơ tổng số (TOC), sắt, kẽm, chì, cadimi và asen. Xác định Các bon hữu cơ tổng số theo phương pháp Walkley Black (TCVN 8941:2011) [12]. Kim loại nặng được vô cơ hóa theo phương pháp của Bettinelli, sau đó xác định hàm lượng của chúng bằng đo phổ khối lượng plasma cảm ứng cao tần trên máy đo ICP-MS Agilent 7900 [13].

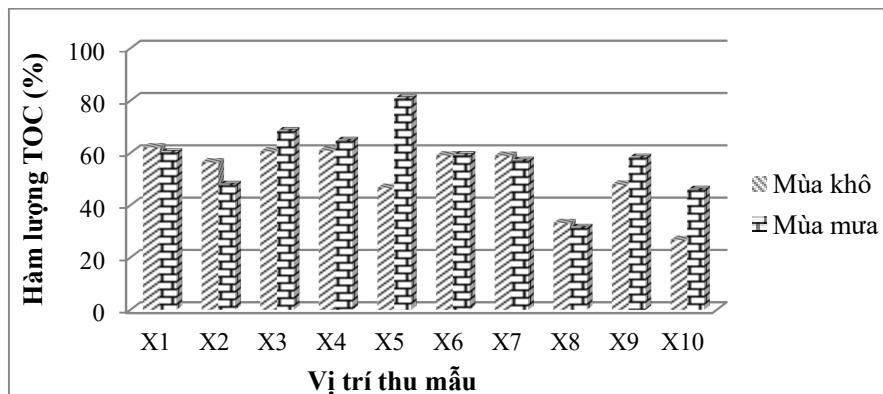
Phân tích số liệu: sử dụng phần mềm Microsoft Excel, sử dụng hàm ANOVA để so sánh sự khác biệt về hàm lượng các chất thu được ở mùa khô và mùa mưa.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả xác định hàm lượng TOC trong trầm tích Vịnh Xuân Đài vào 2 đợt nghiên cứu cho thấy hàm lượng TOC có xu hướng cao ở vùng lõi. Giá trị trung bình hàm lượng TOC trong trầm tích mùa khô ($51,21 \pm 11,85\%$) thấp hơn mùa mưa ($57,23 \pm 12,79\%$). Hàm lượng TOC có sự thay đổi giữa các vị trí và 2 đợt nghiên cứu (Hình 2): vào mùa khô, hàm lượng TOC dao động từ 26,68% đến 62,12%; vào mùa mưa, hàm lượng TOC cao nhất ở khu vực X5 (80,70%), thấp nhất ở khu vực X8 (31,24%). Hàm lượng TOC có xu hướng cao hơn ở vùng lõi có thể được lý giải do khu vực này có mật độ nuôi trồng cao, và do đặc điểm trao đổi nước của phía trong vịnh với khu vực ngoài khơi kém hơn nên chất hữu cơ tích tụ trong trầm tích ít bị rửa trôi hơn, đặc biệt ở khu vực X5, nơi bị che chắn phía ngoài bởi đảo Nhất Tự Sơn.

Trong Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích của Việt Nam (QCVN 43:2017/BTNMT) chưa xác định giá trị giới hạn cho chỉ số này. Đánh giá dựa theo tài liệu của US EPA: môi trường trầm tích bị ô nhiễm hữu cơ thấp có hàm lượng TOC <1%, môi trường trầm tích bị ô nhiễm hữu cơ trung bình có hàm lượng TOC trong khoảng 1%-3% và khi hàm lượng TOC >3% thì môi trường trầm tích bị ô nhiễm hữu cơ nặng và có khả năng làm suy giảm hệ sinh vật đáy [14]. Đối với các

nước ASEAN, quy định hàm lượng TOC trong trầm tích biển có giới hạn từ 0,2-10% [15]. Kết quả phân tích hàm lượng TOC trong trầm tích toàn Vịnh Xuân Đài ở cả 2 lần thu mẫu đều có giá trị rất cao so với giá trị giới hạn của ASEAN.

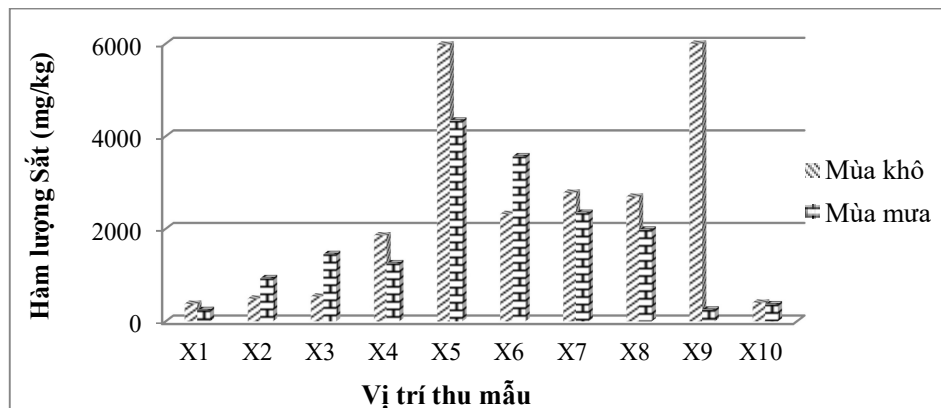


Hình 2. Hàm lượng cacbon hữu cơ tổng số trong trầm tích

Cacbon hữu cơ trong trầm tích có nguồn gốc chủ yếu từ sự phân hủy của động vật, thực vật hoặc sinh vật phù du. Sự làm giàu hữu cơ trong trầm tích có thể làm thay đổi các đặc tính lý hóa của trầm tích, dẫn đến sự suy giảm Oxy, thay đổi chu trình chuyển hóa các chất, ảnh hưởng đến đa dạng sinh học [16]. Theo Pearson và cộng sự, trong quá trình làm giàu chất hữu cơ trong trầm tích, khi bắt đầu đa dạng và sinh khối của quần xã sinh vật đáy sẽ tăng theo độ giàu chất hữu cơ, sau đó khi hàm lượng hữu cơ trong trầm tích tiếp tục tăng thì độ đa dạng của quần xã sinh vật đáy giảm mạnh [17]. Trong một số trường hợp, hàm lượng TOC trong trầm tích đã được sử dụng như một tiêu chuẩn phản ánh chất lượng môi trường, cũng như để đánh giá sức khỏe hệ sinh vật đáy [18]. Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng TOC trong trầm tích Vịnh Xuân Đài đều ở mức rất cao và có nguy cơ gây ảnh hưởng đến sự phong phú loài và sinh khối của hệ động vật đáy và các thủy sản khác trong khu vực. Cần có những biện pháp nhằm giảm thiểu lượng chất thải hữu cơ từ hoạt động nuôi trồng thủy sản, cũng như thúc đẩy quá trình tự phân hủy các chất hữu cơ trong trầm tích Vịnh Xuân Đài.

Nếu như đa số chất thải hữu cơ có thể tự phân hủy thì các kim loại nặng, trong đa số trường hợp đều tồn tại lâu dài, không phân hủy, hầu hết các kim loại nặng đều là chất độc gây hại cho sinh vật, và có khả năng tích lũy sinh học. Vì vậy, vấn đề ô nhiễm kim loại ngày càng được quan tâm nghiên cứu.

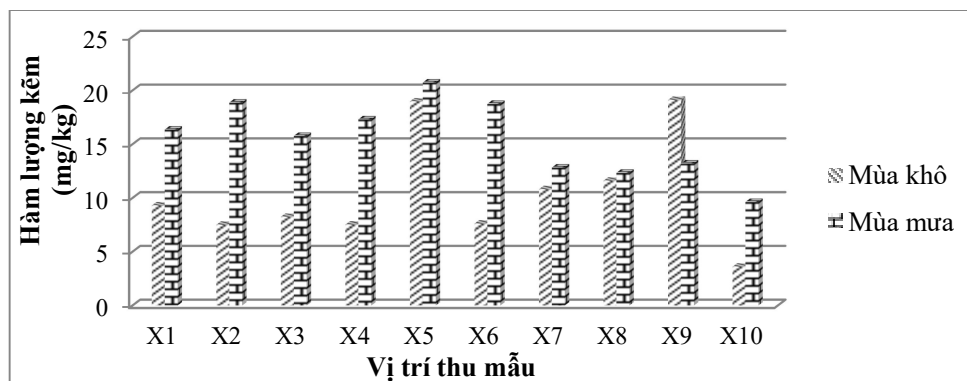
Trong trầm tích Vịnh Xuân Đài, hàm lượng sắt phân bố không đồng đều theo thời gian và không gian (Hình 3): ở các vị trí X5, X6, X7, X8 hàm lượng sắt cao hơn các vị trí còn lại. Giá trị trung bình hàm lượng sắt trong đợt thu mẫu mùa khô bằng $2371,1 \pm 2084,8$ mg/kg, trong mùa mưa bằng $1674,1 \pm 1332,5$ mg/kg. Trong QCVN 43:2017/BTNMT, không quy định về giá trị giới hạn của sắt trong trầm tích nước mặn, nước lợ. Tuy nhiên, đối với các nước ASEAN, giới hạn cho phép hàm lượng Sắt trong trầm tích biển từ 0,5 - 10%, tức 5000 - 100 000 mg/kg. Như vậy, so với quy định chung của khu vực, hàm lượng Sắt trong Vịnh Xuân Đài thấp.



Hình 3. Hàm lượng Sắt trong trầm tích Vịnh Xuân Đài

Hàm lượng sắt tại vịnh thấp là một trong những nguyên nhân làm hạn chế hiện tượng nở hoa của tảo trong khu vực phú dưỡng cao như Vịnh Xuân Đài. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với nghiên cứu của William *et al.* [19].

Hàm lượng kẽm trong trầm tích Vịnh Xuân Đài cũng có giá trị trung bình trong toàn vịnh không cao, có sự dao động mạnh giữa các vị trí thu mẫu (Hình 4). Vào mùa khô, hàm lượng kẽm trong trầm tích vịnh có giá trị trung bình là $10,4 \pm 4,7$ mg/kg, giá trị này đạt $15,5 \pm 3,3$ mg/kg vào mùa mưa.

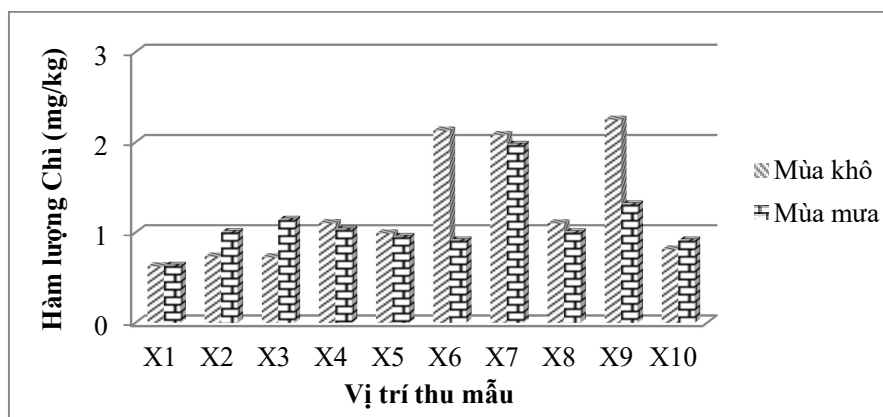


Hình 4. Hàm lượng kẽm trong trầm tích Vịnh Xuân Đài

Trong môi trường tự nhiên, hợp chất của kẽm thường có tính bền vững cao, nên nó có thể tồn tại rất lâu, từ đó tham gia tích tụ sinh học qua chuỗi thức ăn. Ở một hàm lượng nhất định, Kẽm là nguyên tố vi lượng có lợi, tham gia vào thành phần cấu trúc của tế bào, thúc đẩy quá trình trao đổi chất trong cơ thể, tuy nhiên ở hàm lượng lớn, kẽm gây độc cho cơ thể... Giá trị giới hạn của kẽm trong trầm tích nước mặn, nước lợ được quy định trong QCVN 43:2017/BTNMT là 271 mg/kg, đối với các nước ASEAN, giá trị cho phép trong khoảng 20 - 1500 mg/kg. So sánh các giá trị cho thấy, hàm lượng kẽm trong trầm tích Vịnh Xuân Đài có giá trị thấp hơn giá trị giới hạn quy định, điều đó chứng tỏ, tại thời điểm nghiên cứu, hàm lượng Kẽm trong trầm tích Vịnh Xuân Đài không gây rủi ro cho sinh vật.

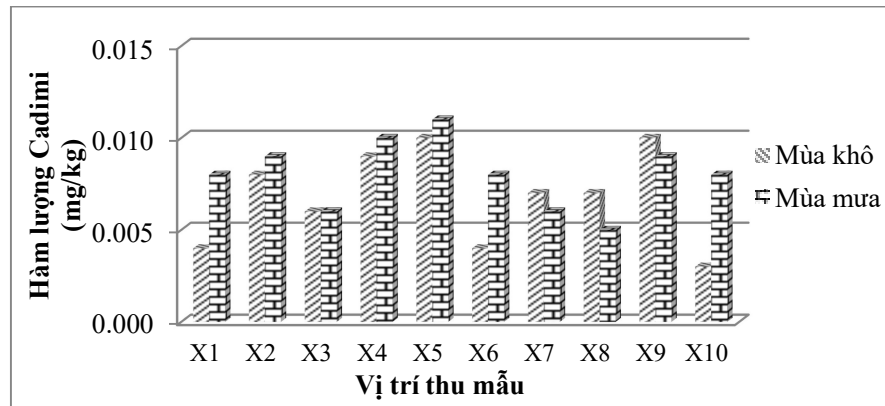
Trên biểu đồ cũng cho thấy, vào mùa khô, hàm lượng kẽm trong trầm tích Vịnh Xuân Đài có xu hướng tăng dần khi ra cửa vịnh, nhưng hiện tượng này ngược lại vào mùa mưa, cụ thể là hàm lượng kẽm ở các vị trí phía ngoài gần cửa vịnh thấp hơn hẳn khu vực vùng lõi. So sánh giá trị hàm lượng kẽm trong trầm tích Vịnh Xuân Đài trong 2 đợt thu mẫu cho thấy hàm lượng kẽm thu được vào mùa mưa cao hơn so với mùa khô, sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ($\alpha=0,05$). Trong khẩu phần ăn của thủy sản thường được bổ sung kẽm. Do kẽm có khả năng tích tụ cao trong trầm tích, nên có thể ở giai đoạn cuối vụ nuôi trồng (mùa mưa), hàm lượng kẽm sẽ được tích tụ cao hơn so với giai đoạn đầu vụ (mùa khô).

Cả 3 kim loại nặng là chì, cadimi và asen đều được xếp vào danh sách các chất có độc tính cao đối với sinh vật và con người. Hàm lượng chì trong trầm tích Vịnh Xuân Đài không có sự khác biệt nhiều giữa 2 đợt thu mẫu (Hình 5). Giá trị trung bình toàn vịnh của chì vào mùa khô là $1,2 \pm 0,6$ mg/kg, vào mùa mưa là $1,1 \pm 0,3$ mg/kg. Hàm lượng chì cao bất gặp ở vị trí thu mẫu X6, X7, X9, trong đó giá trị cao nhất vào mùa khô là 2,2 mg/kg tại X9 và vào mùa mưa là 1,9 mg/kg tại vị trí X7. Hàm lượng chì thấp nhất bất gặp ở vị trí X1 ở cả 2 đợt thu mẫu, với giá trị lần lượt là 0,6 mg/kg vào mùa khô và 0,6 mg/kg vào mùa mưa. So sánh với giá trị giới hạn được quy định tại QCVN 43:2017/BTNMT và các nước ASEAN, hàm lượng chì trong trầm tích Vịnh Xuân Đài thấp hơn rất nhiều lần giá trị cho phép.



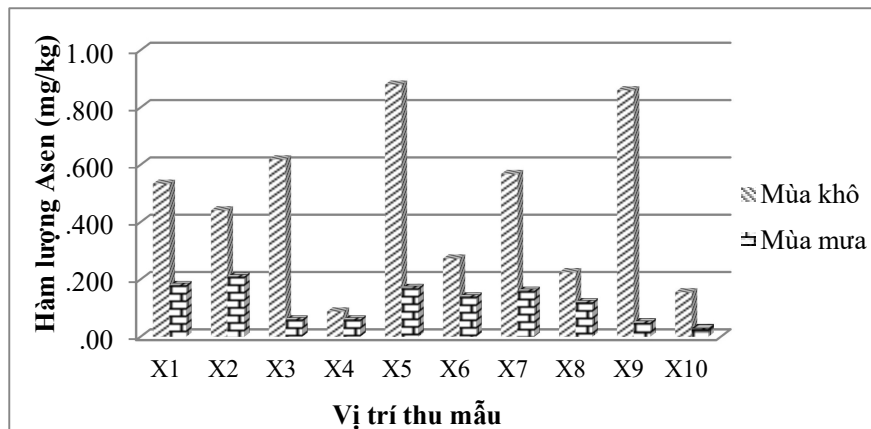
Hình 5. Hàm lượng chì trong trầm tích Vịnh Xuân Đài

Hàm lượng cadimi trong trầm tích Vịnh Xuân Đài vào mùa mưa và mùa khô không có sự khác biệt lớn, lần lượt là $0,007 \pm 0,002$ mg/kg và $0,008 \pm 0,002$, nhưng có sự phân bố không đồng đều giữa các vị trí thu mẫu (Hình 6). Vào mùa khô, hàm lượng cadimi cao nhất ở vị trí X5 (0,010 mg/kg), thấp nhất ở vị trí X10 (0,003 mg/kg). Vào mùa mưa, giá trị hàm lượng cadimi dao động từ 0,005 mg/kg đến 0,011 mg/kg. Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng cadimi trong trầm tích có giá trị ở tất cả các điểm thu mẫu trong cả hai mùa đều nằm trong giới hạn cho phép trong QCVN 43:2017/BTNMT và của các nước ASEAN.



Hình 6. Hàm lượng cadimi trong trầm tích Vịnh Xuân Đài

Liên minh Châu Âu và Cơ quan nghiên cứu ung thư quốc tế (IARC) công nhận asen là một trong những chất gây ung thư hàng đầu. Nó nằm trong lớp trầm tích của vỏ Trái đất, nên có thể xuất hiện trong các mạch nước ngầm. Chính vì vậy, hàm lượng của nó trong môi trường nước và hải sản khá cao do quá trình tích lũy sinh học trong hệ sinh thái. Trong QCVN 43:2017/BTNMT quy định giá trị giới hạn của asen trong trầm tích nước mặn, nước lợ là 41,6 mg/kg. Kết quả phân tích hàm lượng asen trong trầm tích Vịnh Xuân Đài cho thấy hàm lượng asen trong toàn vịnh ở cả 2 đợt thu mẫu đều nằm trong giới hạn cho phép của Quy chuẩn Việt Nam cũng như của các nước ASEAN. Hàm lượng asen trong trầm tích Vịnh Xuân Đài có giá trị trung bình vào mùa khô cao hơn mùa mưa, sự khác biệt này mang ý nghĩa thống kê ($\alpha = 0,05$). Hàm lượng asen cũng rất khác biệt giữa các vị trí thu mẫu (Hình 7).



Hình 7. Hàm lượng asen trong trầm tích Vịnh Xuân Đài

Trong đợt thu mẫu mùa khô, hàm lượng asen trong trầm tích có giá trị trung bình toàn vùng là $0,464 \pm 0,265$ mg/kg, dao động từ 0,088 mg/kg ở vị trí X4 đến 0,619 mg/kg tại vị trí X3. Vào mùa mưa, hàm lượng asen có sự suy giảm mạnh, giá trị cao nhất đạt 0,210 mg/kg tại vị trí X2 và thấp nhất tại vị trí X10 với giá trị bằng 0,030 mg/kg. Giá trị trung bình trong toàn vịnh vào mùa mưa là $0,118 \pm 0,060$ mg/kg.

Hàm lượng cả 5 kim loại trên đều có giá trị thấp hơn ở đợt thu mẫu mùa mưa tại vị trí X9, điều này có thể giải thích một phần do vị trí X9 nằm ở cửa vịnh, có sự trao đổi mạnh mẽ với vùng biển, đặc biệt vào mùa mưa.

Mặc dù hàm lượng của cả 3 kim loại nặng là chì, cadimi và asen đều nằm trong giá trị cho phép của QCVN 43:2017/BTNMT và các nước ASEAN, tuy nhiên do đặc tính tích tụ trong môi trường cũng như cơ thể sinh vật, nên khi giá trị tích tụ đạt ngưỡng, các chất độc này vẫn có khả năng gây độc cho thủy sinh vật trong khu vực và tích tụ theo chuỗi thức ăn sẽ gây hại cho các loài sinh vật ở mắt xích cao hơn trong chuỗi thức ăn.

4. KẾT LUẬN

- Đã xác định hàm lượng cacbon tổng số TOC, sắt, kẽm, chì, asen và cadimi trong trầm tích Vịnh Xuân Đài vào mùa mưa và mùa khô. Cụ thể, vào mùa khô, hàm lượng TOC, Sắt, Kẽm, Chì, Cadimi và Asen có giá trị trung bình lần lượt là $51,2 \pm 11,8\%$, $2371,1 \pm 2084,8$ mg/kg, $10,4 \pm 4,7$ mg/kg, $1,2 \pm 0,6$ mg/kg, $0,007 \pm 0,002$ mg/kg, $0,464 \pm 0,265$ mg/kg; vào mùa mưa, giá trị trung bình của chúng lần lượt là $57,23 \pm 12,79\%$, $1674,1 \pm 1332,5$ mg/kg, $15,5 \pm 3,3$ mg/kg, $1,1 \pm 0,3$ mg/kg, $0,008 \pm 0,002$ mg/kg, $0,118 \pm 0,060$ mg/kg. Hàm lượng của mỗi chất có sự dao động giữa các vị trí thu mẫu và giữa 2 đợt thu mẫu. Nhìn chung, hàm lượng các chất trong trầm tích vịnh chịu ảnh hưởng của các hoạt động nuôi trồng (mùa vụ), và ảnh hưởng của thủy văn, sự trao đổi với vùng biển theo mùa.

- Hàm lượng cacbon tổng số TOC trong trầm tích Vịnh Xuân Đài rất cao, dao động từ 51,21% (mùa khô) đến 57,23% (mùa mưa) nên gây ảnh hưởng đến đa dạng loài và sinh khối của hệ động vật đáy của toàn vịnh. Vì vậy, cần có giải pháp để giảm thiểu lượng chất thải hữu cơ từ hoạt động nuôi trồng thủy sản cũng như áp dụng các biện pháp thúc đẩy nhanh quá trình tự phân hủy chất hữu cơ trong trầm tích của vịnh. Hàm lượng các kim loại nặng đều nằm trong giới hạn cho phép của Việt Nam và các nước ASEAN. Tuy nhiên, do khả năng tích tụ sinh học, nên cần tiếp tục quan trắc chất lượng môi trường trong những năm tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Báo cáo tổng hợp quy hoạch bảo vệ và khai thác nguồn lợi thủy sản thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050*, Liên doanh Viện Kinh tế và Quy hoạch Thủy sản - Viện Nghiên cứu Hải sản, 2021, 472 tr.
2. Ling Cao, Weimin Wang, Yi Yang, Chengtai Yang, Zonghui Yuan, Shanbo Xiong, James Diana, *Environmental impact of aquaculture and countermeasures to aquaculture pollution in China*, Environmental Science and Pollution Research International, 2007, **14**:452-462.
3. Claude E. B., Aaron A. M., *Aquaculture, resource use, and the environment*, Wiley Blackwell, 2015, 368 pp.
4. Burrige L., Weis J. S., Cabello F., Pizarro J., Bostick K., *Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects*, Aquaculture, 2010, **306**:7-23.

5. Belias C. V., Bikas V. G., Dassenakis M. J., Scoullos M. J., *Environmental impacts of coastal aquaculture in eastern Mediterranean bays. The case of Asakos Gulf, Greece*, Environmental Science and Pollution Research, 2003, **10**:287-295.
6. Farmaki E. G., Thomaidis N. S., Pasias I. N., Baulard C., Papaharisis L., Efsthathiou C. E., *Environmental impact of intensive aquaculture: investigation on the accumulation of metals and nutrients in marine sediments of Greece*, Science of the Total Environment, 2014, **485**:554-562.
7. Diepens N. J., Arts G. H. P., Brock T. C. M., Smidt H., Van Den Brink P. J., Van Den Heuvel-Greve M. J., Koelmans A. A., *Sediment toxicity testing of organic chemicals in the context of prospective risk assessment: A review*, Crit. Rev. Env. Sci. Tec., 2014, **44**:255-302.
8. Lobos M. G., Sáez C., Chavarria A., Sepúlveda M., Díaz P., Gaete H., *Distribution of Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn in liver, gills and muscle of early life stages of Atlantic salmon (Salmo salar)*, Bull. Environ. Contam. Toxicol, 2019, **102**:419-424.
9. Cục Thống kê Phú Yên, *Niên giám thống kê Phú Yên 2020*, 2021, 567tr.
10. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Phú Yên, *Báo cáo hiện trạng môi trường giai đoạn 2016-2020*, 2020, 309tr.
11. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Phú Yên, *Báo cáo tổng kết đánh giá khí hậu tỉnh Phú Yên*, 2019, 86 tr.
12. Brian A. S., *Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments*, National ESD, 2002, 23 pp.
13. Bettinelli M., Beone G. M., Speziaa S., Baffi C., *Determination of heavy metals in soils and sediments by microwave-assisted digestion and inductively coupled plasma optical emission spectrometry analysis*, Analytica Chimica Acta, 2000, **424**:289-296.
14. US EPA (United States Environmental Protection Agency), *National coastal condition report IV*, Office of Research and Development and Office of Water, 2012, 334 pp.
15. *ASEAN marine water quality management guidelines and monitoring manual*, New Millennium Pty Ltd, 2008, 444 pp.
16. Carroll M. L., Cochrane S., Fieler R., Velvin R., White P., *Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques*, Aquaculture, 2003, **226**:165-180.
17. Pearson T., Rosenberg R., *Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment*, Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev, 1978, **16**:229-311.

18. McArthur M., Brooke B., Przeslawski R., Ryan D., Lucieer V., Nichol S., McCallum A., Mellin C., Cresswell I., Radke L. C., *On the use of abiotic surrogates to describe marine benthic biodiversity*, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2010, **88**:21-32.
19. William G. S., Susan A. H., *Iron uptake and growth limitation in oceanic and coastal phytoplankton*, Marine Chemistry, 1995, **50**:189-206.

SUMMARY

QUALITY OF SEDIMENT IN XUAN DAI BAY, PHU YEN

The article publishes the results of the survey and analysis of the total content of total organic carbon, Iron, Zinc, Lead, Cadmium and Arsenic in the sediment of Xuan Dai Bay, located in Song Cau Town, Phu Yen Province in 2021. In dry season the total content of each element including total organic carbon, Iron, Zinc, Lead, Cadmium, and Arsenic has an average of $51.21 \pm 11.85\%$, 2371.165 ± 2084.850 mg/kg, 10440 ± 4770 mg/kg, 1255 ± 0.608 mg/kg, 0.007 ± 0.002 mg/kg, and 0.464 ± 0.265 mg/kg respectively; in rainy season the average values are $57.23 \pm 12.79\%$, 16741.178 ± 1332.540 mg/kg, 15591 ± 3320 mg/kg, 1085 ± 0.338 mg/kg, 0.008 ± 0.002 mg/kg, and 0.118 ± 0.060 mg/kg. In more detail, the figure for the total organic carbon in the bay sediments is high, which is potentially harmful to benthic fauna. Additionally, the content of heavy metals is quite low and fluctuates significantly among sampling locations.

Keywords: *Xuan Dai Bay, quality of sediment, TOC, heavy metals, Vịnh Xuân Đài, chất lượng trầm tích, hàm lượng cacbon hữu cơ tổng số, kim loại nặng.*

Nhận bài ngày 30 tháng 7 năm 2022

Phản biện xong ngày 03 tháng 10 năm 2022

Hoàn thiện ngày 24 tháng 10 năm 2022

⁽¹⁾ *Chi nhánh Ven Biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*

Liên hệ: Nguyễn Thị Lan

Chi nhánh Ven Biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

Số 30 đường Nguyễn Thiện Thuật, phường Tân Lập, thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa

Điện thoại: 0942665823; Email: nguyenlanst1805@gmail.com