BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Nguyễn Công Thành

NGHIÊN CỨU SỰ TÍCH TỤ CADIMI TRONG NGHÊU LỤA (*PAPHIA UNDULATA* BORN, 1778) Ở VÙNG VEN BIỂN TỈNH BÌNH THUẬN

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG
Mã số: 9 52 03 20

Hà Nội - 2023

Công trình được hoàn thành tại: Học viện Khoa học và Công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Người hướng dẫn khoa học:

1. GS.TS. Nguyễn Thị Huệ, Viện Công nghệ Môi trường
2. PGS.TS. Nguyễn Quang Hùng, Cục Kiểm ngư

Phản biện 1: …

Phản biện 2: …

Phản biện 3: ….

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tiến sĩ cấp Học viện, họp tại Học viện Khoa học và Công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam vào hồi … giờ .....', ngày …. tháng … năm 20….

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Học viện Khoa học và Công nghệ
- Thư viện Quốc gia Việt Nam

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Nghêu lụa (*Paphia undulata*, Born 1778) là một trong những loài động vật thân mềm hai mảnh vỏ (ĐVTMHMV) xuất khẩu có giá trị kinh tế cao. Ô nhiễm môi trường ngày tăng do sự của phát triển công nghiệp tạo sức ép lớn đến nuôi trồng thuỷ sản nói chung và nghề nuôi ĐVTMHMV nói riêng, dẫn đến ảnh hưởng đến khả năng xuất khẩu.

Một số KLN như Pb, Hg, Cd có thể gây độc ngay ở nồng độ thấp thường ghi nhận được trong môi trường trầm tích và môi trường nước. Ở dạng vết, chúng được đánh giá là các nguyên tố độc và có thể gây ngộ độc tức thời hoặc ảnh hưởng lâu dài đến đời sống sinh vật và sức khỏe con người, bởi độc tính, tính bền vững và sự tích lũy sinh học của chúng. Trên thế giới, nhiều nước đã xảy ra các vụ ngộ độc do dùng các sản phẩm hải sản tích tụ các chất ô nhiễm, hoặc sản phẩm nuôi không đảm bảo an toàn thực phẩm gây ảnh hưởng đến sức khoẻ cộng đồng và gây thiệt hại kinh tế nặng nề cho người nuôi, như sự kiện nhiễm độc methyl thủy ngân ở vịnh Minamata - Nhật Bản (1932 - 1971); ô nhiễm Cd gây bệnh Itai-Itai ở Toyoma - Nhật Bản; v.v.

Từ những cấu tạo đặc thù và đặc tính sinh học (ăn lọc thụ động, sống đáy,...) của ĐVTMHMV, nên các nhà nghiên cứu đã đánh giá một số đối tượng này có khả năng tích tụ cao các chất ô nhiễm môi trường, và được sử dụng là sinh vật chỉ thị để giám sát, đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường vùng cửa sông ven biển. Qua nhiều nghiên cứu cho thấy khả năng tích tụ KLN của các loài hai mảnh vỏ cao hơn nhiều so với đối tượng thuỷ sản khác. Tích tụ KLN trong cơ thể ĐVTMHMV cao hơn hàng trăm lần thậm chí cả hàng nghìn lần so với kim loại có trong môi trường nước. Khả năng tích lũy Cd trong mô cao gấp 100.000 lần so với trong môi trường nước; sự tích luỹ này sẽ tồn tại lâu dài qua chuỗi thức ăn, là sự đe dọa đến hệ sinh thái, môi trường và sức khỏe con người.

Cd được đánh giá có độc tính cao, có khả năng tích lũy và tích tụ lâu dài trong cơ thể sinh vật, đặc biệt là tích tụ cao trong ĐVTMHMV.

Nghêu lụa là một trong những đối tượng ĐVTMHMV có giá trị kinh tế và xuất khẩu. Thực tiễn ghi nhận nghêu lụa đã từng tích tụ Cd không đảm bảo an toàn thực phẩm ở tỉnh Bình Thuận và Kiên Giang. Vì vậy, cần có nghiên cứu chuyên sâu về tích tụ Cd trên loài này.

2. Mục tiêu nghiên cứu của luận án

- *Mục tiêu tổng quát*: Xác định được sự tích tụ Cd trong cơ thể nghêu lụa phục vụ công tác giám sát môi trường và đảm bảo an toàn thực phẩm.
- *Mục tiêu cụ thể*:

+ Đánh giá được sự biến động hàm lượng Cd trong nước, trầm tích và nguồn thức ăn (trầm tích lơ lửng và sinh vật phù du - TTLL&SVPD) và mối liên quan giữa các thành phần này;

+ Đưa ra được hàm lượng, tỷ lệ các dạng liên kết của Cd trong trầm tích làm cơ sở đánh giá mức độ rủi ro và mối liên quan đến sự tích tụ Cd trong nghêu lụa;

+ Đánh giá được mức độ tích tụ Cd trong cơ thể nghêu lụa theo kích thước, theo các bộ phận (mang, màng áo, chân, hệ tiêu hóa, tổng mô,…) và mối liên quan với hàm lượng Cd trong các hợp phần môi trường và nguồn thức ăn.

3. Các nội dung nghiên cứu chính của luận án

- Nghiên cứu đánh giá sự biến động và mối liên quan giữa hàm lượng Cd trong môi trường nước, nguồn thức ăn (trầm tích lơ lửng và sinh vật phù du) và môi trường trầm tích;
- Nghiên cứu đánh giá mức độ tích tụ kim loại Cd theo một số bộ phận, kích thước, trọng lượng của nghêu lụa và mối liên quan với các hợp phần môi trường và nguồn thức ăn;
- Nghiên cứu thực nghiệm khả năng tích tụ Cd từ môi trường nước và nguồn thức ăn vào cơ thể nghêu lụa ở quy mô phòng thí nghiệm.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

- Góp phần làm sáng tỏ nguồn gây tích tụ Cd vào nghêu lụa ở vùng ven biển tỉnh Bình Thuận; mức độ tích tụ Cd trong các bộ phận và kích thước của nghêu lụa; tác động qua lại giữa môi trường và sinh vật.

- Kết quả có ý nghĩa trong thực tiễn nuôi/khai thác và thu hoạch ĐVTMHMV đảm bảo an toàn thực phẩm, cũng như thực tiễn công tác quan trắc, cảnh báo môi trường.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Giới thiệu về đối tượng nghiên cứu

Nghêu lụa (*Paphia undulata* Born, 1778) là một những loài động vật thân mềm hai mảnh vỏ thuộc ngành Mollusca, lớp Bivalvia, bộ Venerida, họ Veneridae, giống *Paphia* Roding, 1798. Nghêu lụa có đặc điểm hình oval dài, mặt ngoài láng có những vân hình chữ chi ở khắp mặt vỏ. Mặt ngoài vàng nhạt, mặt trong trắng. Mùa vụ khai thác chủ yếu từ tháng 12 đến tháng 6 năm sau. Sinh trưởng không đồng tăng trưởng và có tốc độ tăng trưởng khối lượng nhanh hơn chiều cao.

Đặc điểm sinh học đặc trưng của các loài này là ăn lọc thụ động, thức ăn chủ yếu tìm thấy trong dạ dày là mùn bã hữu cơ, thực vật phù du và động vật nguyên sinh (Quayle & Newkirk, 1989). Do đó, các loài này được đánh giá có vai trò sinh thái rất lớn trong việc làm sạch môi trường nước (Carter, 1980). Chúng khả năng tích tụ các chất ô nhiễm trong cơ thể khá cao, cao hơn cả trăm lần thậm chí cả nghìn lần so với kim loại có trong nước.

1.2. Khái quát về Cadimi trong môi trường

Trong nước các kim loại thường tồn tại ở dạng các ion kim loại tự do, hoặc ở dạng phức chất liên kết kim loại với các thành phần vô cơ và hữu cơ có trong môi trường nước.

Cd thường ít di động hơn các KLN khác. Cd tạo phức với Humic trong môi trường nước. Tính chất hoá học của Cd phụ thuộc vào pH

Trong môi trường nước mặn, ion Cd^{2+} kết hợp với ion clorua tạo thành muối $CdCl_2$ và khi độ mặn giảm, muối $CdCl_2$ có thể phân ly thành ion Cd^{2+} và gây độc cho sinh vật thuỷ sinh. Trong điều kiện khử, Cd tồn tại dạng Cd^{2+}, Cd^0, CdS; dạng CdS ít tan trong nước và tạo thành kết tủa hấp phụ trên mặt trầm tích.

Thông số Cd là một trong 3 thông số kim loại (Cd, Hg, Pb) được quan trắc trong chương trình giám sát chất lượng an toàn thực phẩm ĐVTMHMV cả trên thế giới và ở Việt Nam.

1.3. Tình hình nghiên cứu trên thế giới về tích tụ kim loại nặng

1.3.1. Về mức độ tích tụ KLN trong ĐVTMHMV

- Đánh giá tích tụ kim loại nặng và cadimi ở thực địa
- Đánh giá tích tụ kim loại nặng và Cd trong quy mô thí nghiệm
- Tích tụ Cd theo bộ phận của ĐVTMHMV
- Tích tụ Cd theo kích thước nghêu lụa

1.3.2. Về mối liên hệ giữa tích tụ KLN trong ĐVTMHMV với các hợp phần môi trường

1.3.3. Nghiên cứu về dạng liên kết của kim loại nặng trong trầm tích

1.3.4. Nguồn và cơ chế gây tích tụ KLN vào cơ thể ĐVTMHMV

Cho đến nay, trên thế giới đã có rất nhiều các nghiên cứu liên quan về tích tụ kim loại trong ĐVTMHMV, cả nghiên cứu ở hiện trường và quy mô phòng thí nghiệm. Các nghiên cứu tập trung từ đánh giá mức độ tích tụ của các loài, trong các bộ phận, khả năng đào thải, mối liên quan với môi trường nước, trầm tích và thức ăn, nguồn và nguyên nhân gây tích tụ, cơ chế tích tụ,... đến giải pháp quản lý và giảm thiểu. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học quan trọng cho chỉ thị để giám sát môi trường, giám sát an toàn thực phẩm, phục vụ thực tiễn sản xuất ĐVTMHMV hiệu quả hơn.

1.4. Tình hình nghiên cứu ở trong nước về tích tụ kim loại nặng

Ở Việt Nam, nghiên cứu về tích tụ kim loại nặng trong ĐVTMHMV mới được thực hiện trong những năm gần đây. Các nghiên cứu chủ yếu đánh giá mức độ tích tụ và một số đánh giá về khả năng đào thải kim loại trong ĐVTMHMV (nghêu Bến Tre, sò lông, vẹm,… chủ yếu là những loài sống ở bãi triều, cửa sông), kết quả chỉ dừng lại ở ghi nhận hàm lượng kim loại trong cơ thể (theo tổng mô và dạ dầy), theo kích thước.

Một số nghiên cứu cũng đề cập đến mối liên quan giữa kim loại nặng tích tụ trong cơ thể với môi trường nước, môi trường trầm tích, nhưng chưa có nghiên cứu nào đề cập đến kim loại Cd trong nguồn thức ăn, dạng tồn tại của chúng, khả năng gây tích tụ từ nguồn này vào nghêu lụa như thế nào. Cho đến nay, chưa có nghiên cứu đồng bộ nào về sự tích tụ kim loại Cd trong nghêu lụa.

Tuy nhiên, cho đến nay chưa có công bố nào về sự tích tụ Cd trên nghêu lụa, theo bộ phận và kích thước, theo các địa điểm. Một số nghiên cứu cũng đề cập đến mối liên quan giữa kim loại nặng tích tụ trong ĐVTMHMV với môi trường nước, môi trường trầm tích, nhưng chủ yếu là loài nghêu Bến Tre sống ở bãi triều, chưa có công bố nào về mối liên hệ với hàm lượng Cd tích tụ trong nghêu lụa và trong môi trường. Chưa có nghiên cứu nào đề cập đến kim loại Cd trong nguồn thức ăn, dạng liên kết của chúng, khả năng gây tích tụ từ nguồn thức ăn vào nghêu lụa như thế nào. Một số nghiên cứu đề cập đến dạng liên kết của KLN nhưng là vùng trong sông và vùng bãi triều, có đặc điểm môi trường, trầm tích khác với vùng nghiên cứu của luận án. Chưa có nghiên cứu nào đưa ra nguồn chính gây tích tụ Cd vào nghêu lụa.

1.5. Khái quát điều kiện tự nhiên và môi trường ở ven biển tỉnh Bình Thuận

Vùng ven biển Bình Thuận được đánh giá là một trong những vùng phân bố và có sản lượng thu hoạch cao các loài ĐVTMHMV (là vùng thu hoạch trọng điểm). Hoạt động phát triển kinh tế - xã hội cũng tiềm tàng phát thải KLN, cùng với hệ thống sông sẽ đưa chất ô nhiễm ra vùng ven biển. Vùng ven biển Bình Thuận cũng có điều kiện tự nhiên, hải văn và môi trường với những đặc trưng riêng, như ảnh hưởng của vùng nước trồi, đa dạng sinh học cao, mật độ SVPD cao. Trong thực tiễn, một số loài ĐVTMHMV ở vùng Bình Thuận đã từng bị nhiễm Cd ở mức không đảm bảo an toàn thực phẩm.

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Sự tích tụ Cd trong nghêu lụa (*Paphia undulata* Born, 1778) ở quy mô hiện trường và phòng thí nghiệm. Cùng với đối tượng nghêu lụa, trong khuôn khổ nội dung của luận án cũng thu thập được thêm đối tượng sò lông, điệp quạt sống trong cùng vùng sinh thái với nghêu để đánh giá mức độ tích tụ Cd.

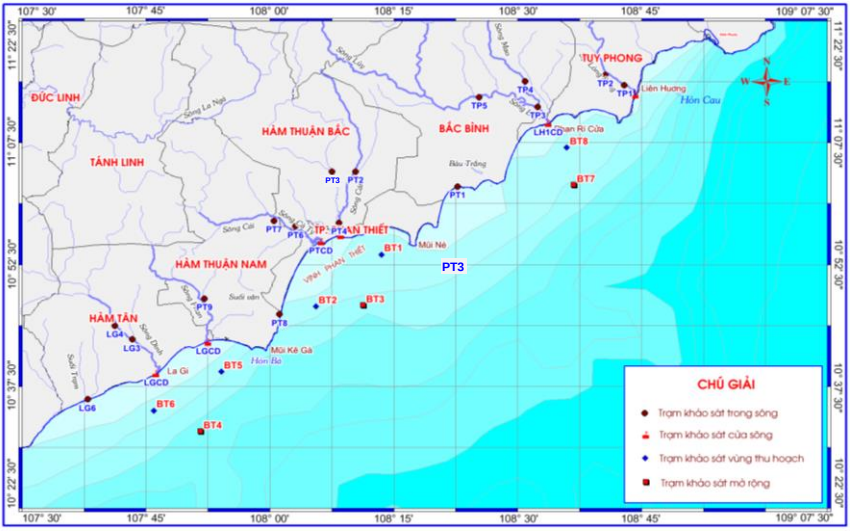
Sự biến động và mối liên quan giữa hàm lượng Cd trong môi trường nước, trầm tích, nguồn thức ăn (trầm tích lơ lửng và sinh vật phù du) và Cd tích tụ trong các bộ phận, kích thước nghêu lụa.

2.1.2. Phạm vi nghiên cứu

- Đối với hệ thống cửa sông: Lựa chọn 06 cửa sông chính (sông Dinh, sông Phan, sông Cà Ty, sông Cái, sông Lũy và sông Lòng Sông) với 22 điểm thu mẫu. Các điểm thu mẫu đại diện ở trong sông, tại vùng cửa sông và phía ngoài cửa sông.

- Đối với vùng ven biển: Khảo sát và thu mẫu tại 08 trạm (BT1 đến BT8) ở vùng thu hoạch ĐVTMHMV trọng điểm: TP. Phan Thiết (02 điểm), TX. La Gi (03 điểm) và huyện Tuy Phong (03 điểm).

Cùng với mẫu vật và số liệu ở Bình Thuận, luận án còn thu thập, kế thừa mẫu và số liệu Cd trong môi trường, trong nghêu lụa ở vùng biển Quảng Ninh (2 điểm) và Kiên Giang (2 điểm).



Hình 2.2. Sơ đồ trạm khảo sát thu mẫu ở tỉnh Bình Thuận

- Trên cơ sở hệ thống điểm thu mẫu ở vùng thu hoạch của tỉnh Bình Thuận, thực hiện 10 đợt thu mẫu trong năm 2015: tháng 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11 và tháng 12/2015); Năm 2016, thực hiện 03 đợt thu mẫu: tháng 02; tháng 4 và tháng 6/2016.

- Kế thừa mẫu vật và số liệu của 04 đợt đánh giá ở trạm trong sông, vùng cửa sông và vùng thu hoạch (phía ngoài cửa sông và ngoài khơi, trạm mở rộng ở vùng thu hoạch) đồng bộ với 04 đợt khảo sát ở vùng thu hoạch: Tháng 10 - 11 năm 2013 đại diện cho mùa mưa; Tháng 04 và tháng 05/2014 đại diện cho mùa khô và 01 đợt vào tháng 11/2014 đại diện lặp lại cho mùa mưa.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập tổng hợp kế thừa thông tin, số liệu

Kế thừa các kết quả nghiên cứu đã có để tổng hợp các số liệu, thông tin của các chương trình, đề tài, dự án điều tra nghiên cứu ở khu vực vùng thu hoạch của 3 tỉnh nghiên cứu (tỉnh Quảng Ninh, Bình Thuận và tỉnh Kiên Giang).

2.2.2. Phương pháp khảo sát, thu mẫu tại hiện trường

Phương pháp khảo sát, thu và bảo quản mẫu được thực hiện theo tại Thông tư số 24/2017/TT-BTNMT ngày 01/9/2017 về quy định quy trình kỹ thuật quan trắc môi trường và Thông tư số 31/2011/TT-BTNMT ngày 01/8/2011 về quy định quy trình kỹ thuật quan trắc môi trường nước biển (bao gồm cả trầm tích đáy và sinh vật biển).

2.2.3. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

Phân tích mẫu theo Thông tư số 24/2017/TT-BTNMT ngày 01/9/2017 của Bộ TN&MT về việc Quy định quy trình kỹ thuật quan trắc môi trường và Thông tư số 31/2011/TT-BTNMT ngày 01/8/2011 của Bộ TN&MT; theo quy định trong QCVN 08-MT:2015/BTNMT đối với nước sông, QCVN 10-MT:2015/BTNMT đối với nước biển, QCVN 43:2017/BTNMT đối với trầm tích và theo tài liệu SMEWW.

Phương pháp tách chiết lần lượt để xác định các dạng liên kết (F1, F2, F3, F4, F5) của Cd trong môi trường trầm tích theo Tessier (1979), cải tiến của Davidson & Thomas (1995).

Phân tích hàm lượng tổng Cd trong trầm tích lơ lửng & sinh vật phù du và môi trường trầm tích: sau khi vô cơ hóa mẫu bằng hỗn hợp axít

trong bình phá mẫu Teflon kín với chịu áp suất và nhiệt độ cao theo tài liệu của US EPA, Method 3052.

Xác định các kích thước của ĐVTMHMV bằng thước Panme. Sử dụng bộ giải phẫu để tách các bộ phận mang, màng áo, nội tạng và mô của ĐVTMHMV

Xác định hàm lượng Cd trong ĐVTMHMV: sau khi vô cơ hóa mẫu 0,5 g mẫu bằng hỗn hợp axít HNO_3 và H_2O_2 trong bình phá mẫu chuyên dụng Teflon theo tài liệu FDA Elemental Analysis Manual for Food and Related Products của tác giả Patrick và cộng sự (2015).

2.2.4. Bố trí thử nghiệm trong phòng thí nghiệm

Các thông số kỹ thuật, chỉ tiêu môi trường được thiết kế trong các lô thí nghiệm dựa trên: (1) Kết quả đo, phân tích tại hiện trường các thông số nhiệt độ, độ muối, pH, DO, TSS, Cd trong môi trường nước; hàm lượng Cd trong TTLL & SVPD; kích cỡ và hàm lượng Cd tích tụ trong nghêu; (2) tham khảo ngưỡng ảnh hưởng, gây chết (LC_{50}, LD_{50}) đối với ĐVTMHMV; (3) kết quả các công trình nghiên cứu liên quan.

*Lô đối chứng***:** Lưu giữ đối tượng nuôi trong bể nước biển đã lọc.

*Lô thực nghiệm***:** Các lô thực nghiệm gồm: (1) khả năng tích tụ Cd thông qua sự trao đổi với môi trường nước biển; (2) khả năng tích tụ Cd thông qua sự trao đổi với môi trường nước biển có bổ sung tảo; (3) khả năng tích tụ Cd thông qua con đường thức ăn bằng việc bổ sung thức ăn (ở đây là TTLL và SVPD) đã bị nhiễm Cd.

- Lô thí nghiệm khảo sát tích tụ Cd trên ĐVTMHMV thông qua con đường hòa tan, trao đổi, không bổ sung thức ăn: Trong thí nghiệm này, thiết kế Cd ở các mức nồng độ 5 µg/l, 10 µg/l và 20 µg/l đối với nghêu lụa, sò lông.

- Lô thí nghiệm khảo sát tích tụ Cd trên ĐVTMHMV thông qua con đường hòa tan, trao đổi và có bổ sung tảo: Nghêu lụa và sò lông được nuôi trong bể thí nghiệm với các mức nồng độ Cd là 2 µg/l, 5 µg/l và 10 µg/l. Bổ sung tảo chaetoceros trong quá trình nuôi 2 ngày/lần.

- *Lô thí nghiệm khảo sát tích tụ Cd trên ĐVTMHMV thông qua con đường hấp thu thức ăn đã bị nhiễm Cd*: Trầm tích lơ lửng &SVPD sau khi thu thập từ vùng thu hoạch được ngâm trong dung dịch Cd với các mức nồng độ là 0,2 mg/l và 0,5 mg/l, khuấy đảo liên tục (sục khí). Trong thí nghiệm này lượng trầm tích lơ lửng bị nhiễm cho vào nước biển để đạt TSS với khoảng hàm lượng 50 - 60mg/l.

2.2.5. Phương pháp xử lý, đánh giá và kỹ thuật sử dụng

- Sử dụng GHCP theo QCVN 10-MT:2015/BTNMT, QCVN 08-MT:2015/BTNMT đánh giá chất lượng nước; QCVN 43:2017/BTNMT đối với trầm tích; TCVN 8681:2011 đánh giá Cd trong ĐVTMHMV.

- Sử dụng chỉ số ICF và CF đánh giá mức độ ô nhiễm Cd trong trầm tích (Hakanson, 1980, Zhao và cộng sự, 2012).

- Sử dụng chỉ số đánh giá rủi ro Risk Assessment Code - RAC (Jain, 2004; Baran và Tarnawski, 2015) để đánh giá mức độ rủi ro nhiễm Cd dựa theo thành phần tổng các dạng F1, F2 (trao đổi, hòa tan - F1, các liên kết cacbonat - F2) ở các khu vực nghiên cứu.

+ RAC < 1% ở mức không rủi ro;
+ RAC từ 1 ÷ 10% ở mức độ rủi ro thấp;
+ RAC từ 11 ÷ 30% ở mức độ rủi ro trung bình;
+ RAC từ 31 ÷ 50% ở mức độ rủi ro cao;
+ RAC > 50% ở mức rủi ro rất cao.

- Xác định hệ số tích tụ sinh học (BCF: Bioconcentration Factor) theo USEPA (1997), Landis và cộng sự (2011):

$$BCF = \frac{C_t}{C_w}$$

- Sử dụng hệ số BSAF theo Szefer và cộng sự (1999) và Ziyaadini và cộng sự (2017) để đánh giá mức độ tích tụ Cd từ trầm tích.

- Số liệu nghiên cứu được xử lý theo phương pháp thống kê và vẽ biểu đồ bằng phần mềm Excel, SPSS. Sử dụng phân tích phương sai (Anova), kiểm tra độ sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa, kiểm định t-test. Sử dụng hệ số tương quan (r), hồi quy tuyến tính để đánh giá mối liên hệ.

Thiết bị chính để thực hiện đề tài là hệ thống máy quang phổ hấp thụ nguyên tử Spectr AA 220 Varian của Úc (gồm cả hệ thống hoá hơi VGA 77 và lò graphít GTA 110); máy cực phổ VA 797; thiết bị ICP/MS NexION 2000B; thiết bị vô cơ mẫu Teflon chuyên dụng chịu áp suất và nhiệt độ cao, mẫu chuẩn MESS 3, DOLT-5,…

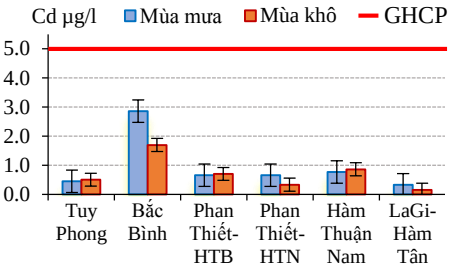
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu sự biến động và mối liên hệ hàm lượng Cd trong các hợp phần môi trường vùng ven biển tỉnh Bình Thuận

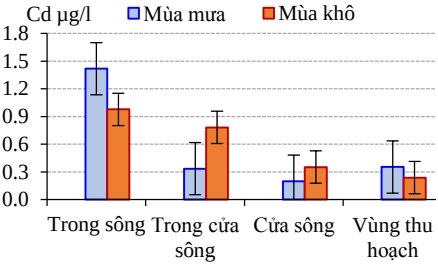
3.1.1. Hàm lượng Cd trong môi trường nước

3.1.1.1. Hàm lượng Cd trong nước sông

Hàm lượng Cd trung bình mùa mưa đạt 0,65µg/l và 0,70µg/l trong mùa khô. So sánh với GHCP cột A1 (5µg/l) theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT, hàm lượng Cd quan trắc được tại các khu vực còn ở mức thấp hơn GHCP (Hình 3.1).



Hình 3.1. Hàm lượng Cd trong nước sông ở khu vực vùng thu hoạch tỉnh Bình Thuận



Hình 3.3. Hàm lượng Cd trong nước sông và nước biển ở các khu vực ven biển Bình Thuận

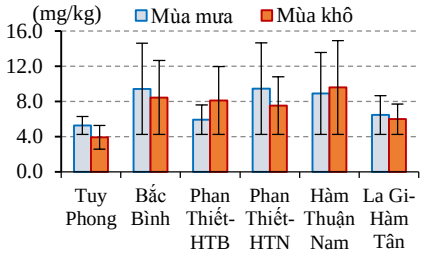
Cd trong nước biển quan trắc được đều thấp hơn GHCP (5µg/l) theo QCVN 10-MT :2015/BTNMT, hàm lượng cao nhất cũng chỉ đạt 2,86 µg/l. Hàm lượng Cd trong nước biển ở vùng thu hoạch thấp hơn nhiều so với trong nước sông; tầng mặt (0,308µg/l) cao hơn tầng đáy (0,283µg/l), mùa mưa (0,354µg/l) cao hơn mùa khô (0,238µg/l).

Hàm lượng Cd trong nước có xu hướng giảm dần từ trong sông ra vùng thu hoạch, đều thể hiện xu hướng này trong cả hai mùa mưa và mùa khô (Hình 3.3); phân bố ngược lại với độ muối và độ pH nước.

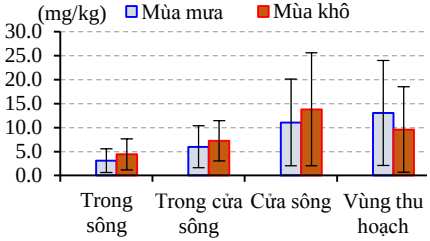
3.1.2. Hàm lượng Cd trong trầm tích lơ lửng và sinh vật phù du

- ***Hàm lượng Cd trong TTLL & SVPD ở các sông***

Hàm lượng Cd chứa trong TTLL&SVPD khá cáo, các giá trị ghi nhận được dao động từ 1,08 đến 26,97 mg/kg. Trong mùa khô, sự tích tụ kim loại Cd trong TTLL&SVPD không khác nhiều so với mùa mưa.



Hình 3.4. Hàm lượng Cd (mg/kg) trong TTLL&SVPD ở các sông theo các huyện ven biển Bình Thuận

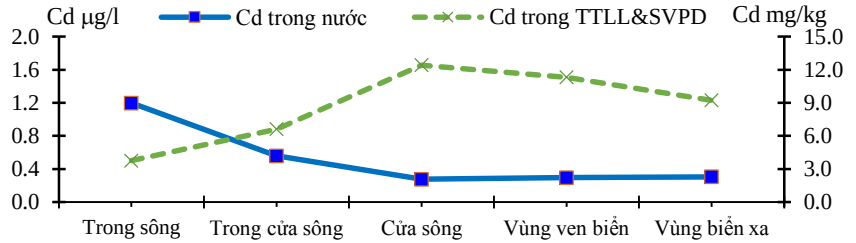


Hình 3.5. Hàm lượng Cd (mg/kg) trong TTLL&SVPD từ trong sông ra vùng thu hoạch

- ***Hàm lượng Cd trong TTLL & SVPD ở vùng thu hoạch***

Kết quả phân tích Cd trong TTLL&SVPD ở vùng nghiên cứu có hàm lượng rất cao, cao gấp 10 nghìn lần so với môi trường nước và khoảng hơn 6 lần so với hàm lượng trong trầm tích. Các giá trị quan trắc được Cd trong TTLL&SVPD phổ biến biến động trong khoảng từ 0,15 - 88,66 mg/kg, trung bình 11,32 mg/kg; mùa mưa cao hơn mùa khô.

Hàm lượng Cd trong TTLL & SVPD có xu hướng phân bố nghịch biến với Cd trong nước. Theo các mặt cắt từ trong sông ra vùng cửa sông và ra vùng thu hoạch, hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD thể hiện rõ xu hướng tăng (Hình 3.7), có xu hướng Cd đồng biến với độ pH và độ muối nước biển, ngược lại với phân bố Cd trong nước.



Hình 3.7. Phân bố hàm lượng Cd trong nước và trong TTLL&SVPD theo mặt cắt từ trong sông ra vùng ven biển tỉnh Bình Thuận

3.1.3. Hàm lượng Cd trong trầm tích

- ***Hàm lượng Cd tổng số trong môi trường trầm tích sông:***

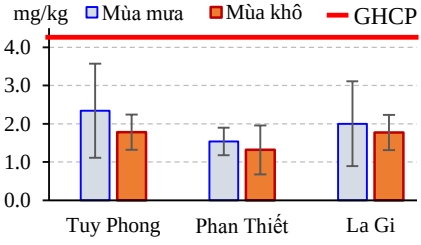
Hàm lượng Cd trong trầm tích có sự khác nhau lớn giữa các sông được khảo sát. Các giá trị quan trắc được dao động từ 0,80 đến 2,22 mg/kg, trung bình 1,24 mg/kg vào mùa mưa; từ 0,22 đến 1,38 mg/kg, trung bình 0,96 mg/kg vào mùa khô. So với QCVN 43:2017/BTNMT, hàm lượng Cd trong trầm tích các sông vẫn trong khoảng GHCP.

Nhìn chung, hàm lượng Cd trong trầm tích vào mùa mưa có xu hướng cao hơn so với mùa khô, ngoại trừ một số khu vực tại Bắc Bình và Phan Thiết- Hàm Thuận Bắc.

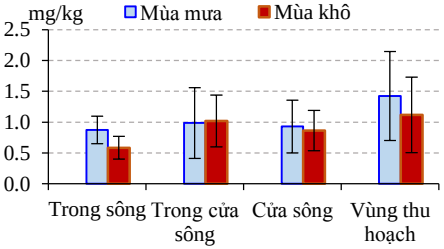
- ***Hàm lượng Cd trong môi trường trầm tích vùng thu hoạch***

Hàm lượng Cd trong trầm tích quan trắc được ở vùng thu hoạch ĐVTMHMV của Bình Thuận cũng ở mức thấp hơn GHCP (4,2mg/kg) theo QCVN 43:2017/BTNMT. Giá trị trung bình đạt 1,79±1,37mg/kg. Theo mùa, nhìn chung hàm lượng Cd trong mùa mưa (trung bình 1,96 ±1,25mg/kg) cao hơn mùa khô (trung bình 1,62 ± 0,82mg/kg), đều thể hiện ở các khu vực nghiên cứu nghiên cứu. Trong các khu vực ở Bình Thuận, hàm lượng Cd tại khu vực Tuy Phong cao nhất (trung bình 2,06 mg/kg), tiếp đến là vùng La Gi (1,89 mg/kg) và thấp nhất là vùng Phan Thiết, với hàm lượng trung bình đạt 1,43 mg/kg (Hình 3.9).

Theo mặt cắt từ trong sông ra vùng thu hoạch, Cd trong trầm tích thể hiện phân bố tăng dần, tương tự Cd trong TTLL&SVPD (Hình 3.10), thể hiện đặc trưng của vùng ven biển là nơi tiếp nhận chất ô nhiễm từ lục địa.



Hình 3.9. Hàm lượng Cd (mg/kg) trong trầm tích theo các khu vực vùng thu hoạch ở Bình Thuận



Hình 3.10. Biến động hàm lượng Cd (mg/kg) trong trầm tích ở khu vực vùng ven biển Bình Thuận

Mức độ ô nhiễm Cd trong trầm tích ở Bình Thuận (CF đạt 3,58 - ở mức ô nhiễm khá cao) cao hơn vùng Kiên Giang (CF đạt 2,58) và Quảng Ninh (CF đạt 1,96) - ở mức ô nhiễm trung bình.

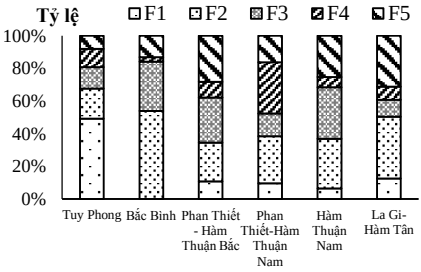
3.2. Nghiên cứu dạng liên kết của Cd trong trầm tích

3.2.1. Dạng liên kết Cd trong trầm tích ở sông và vùng cửa sông

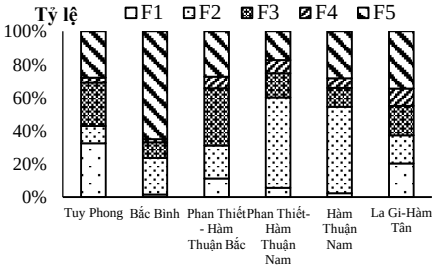
Dạng liên kết của Cd trong trầm tích có sự biến đổi theo mùa, mùa mưa tỷ lệ các dạng theo thứ tự F2 > F3 > F5 > F1 > F4 và mùa khô F5 > F2 > F3 > F1 > F4. Tổng các dạng (F1 + F2 + F3) dao động từ 52,3 đến 84,1% trong mùa mưa, từ 33 đến 74,8% trong mùa khô.

Kết quả phân tích dạng liên kết Cd ở Bình Thuận trong mùa mưa cho thấy, tỷ lệ dạng trao đổi (F1) dao động trong khoảng 6,5 - 49,3%, dạng cacbonat (F2) dao động trong khoảng 18,3 - 53,9%, dạng liên kết sắt-mangan (F3) dao động trong khoảng 10,3 - 31,7 %, dạng liên kết hợp chất hữu cơ (F4) dao động trong khoảng 2,7 - 31,5 %, dạng cặn dư (F5) dao động trong khoảng 9,1 -31,1 % (Hình 3.12).

Vào mùa khô, tỷ lệ dạng F1 dao động trong khoảng 1,7 đến 32,4%, dạng F2 dao động trong khoảng 10,5 đến 54,5%, dạng F3 dao động trong khoảng 9,3 đến 34,6%, dạng F4 dao động trong khoảng 1,9 đến 10,5%, dạng F5 dao động trong khoảng 17,4 - 65,1% (Hình 3.13).



Hình 3.12. Dạng liên kết Cd (%) trong trầm tích sông trong mùa mưa ở các khu vực ven biển của tỉnh Bình Thuận



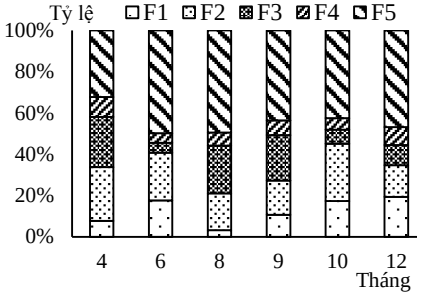
Hình 3.13. Dạng liên kết Cd (%) trong trầm tích sông trong mùa khô ở các khu vực ven biển của tỉnh Bình Thuận

3.2.2. Dạng liên kết của Cd trong trầm tích ở vùng ven biển

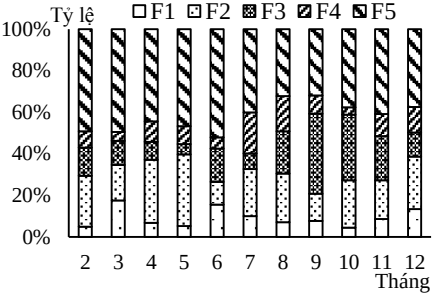
• *Vùng Tuy Phong - Bình Thuận:* Cd ở dạng F1 dao động từ 3 đến 19%, dạng F2 từ 15 đến 28%; dạng F5 dao động từ 32 đến 50%; dạng F4

chiếm tỷ lệ thấp nhất dao động từ 4,6 đến 9,7%; dạng F3 chiếm từ 5 - 24%. Dạng F2 biến đổi mạnh giữa mùa mưa và mùa khô. Tổng dạng F1, F2 chiếm tỷ lệ cao, dao động từ 27,1 đến 44,6%.

Phân bố dạng liên kết của Cd trong trầm tích của khu vực Tuy Phong theo xu hướng F5 > F2 > F3 > F1 > F4 (Hình 3.15).



Hình 3.15. Phân bố các dạng liên kết của Cd trong trầm tích vùng thu hoạch ở vùng Tuy Phong- Bình Thuận



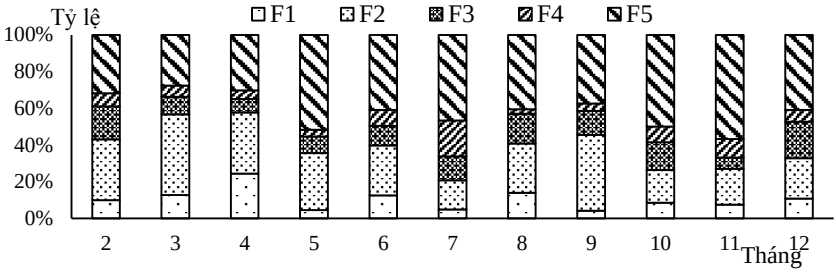
Hình 3.16. Phân bố dạng liên kết của Cd trong trầm tích vùng thu hoạch ở vùng La Gi- Bình Thuận

• *Vùng La Gi - Bình Thuận:* Tỷ lệ Cd tồn tại trong trầm tích ở dạng F1 dao động trong khoảng từ 6 đến 20%, dạng F2 dao động trong khoảng từ 10 đến 34%, dạng F3 dao động trong khoảng từ 5 đến 39%, dạng F4 dao động trong khoảng từ 4 đến 21%, dạng F5 dao động trong khoảng từ 23 đến 46% (Hình 3.16). Tổng dạng F1 và F2 có tỷ lệ khá cao, dao động từ 20,5 đến 39,7%, tuy nhiên giá trị tổng 2 dạng F1 + F2 vẫn thấp hơn so với vùng Tuy Phong.

Nhìn chung, dạng cặn dư F5 là cao và ổn định nhất. Các dạng F2, F3 có sự biến động mạnh theo không gian và thời gian. Sự phân bố các dạng liên kết của Cd trong trầm tích khu vực này theo xu hướng F5 > F2 > F3 > F4 > F1, khác thứ tự F1 và F4 so với vùng Tuy Phong.

• *Vùng Phan Thiết - Bình Thuận:* Tỷ lệ Cd ở dạng F1 chiếm tỷ lệ thấp, dao động trong khoảng từ 4 đến 24%; dạng F2 chiếm tỷ lệ cao, dao động trong khoảng từ 22 đến 50%; dạng F3 dao động trong khoảng từ 7 đến 27%; dạng F4 chiếm tỷ lệ thấp nhất, dao động trong khoảng từ 2 đến 19%, dạng F5 dao động trong khoảng từ 16 đến 52% (Hình 3.17). Xu thế phân bố hàm llượng của các dạng liên kết Cd ở Phan Thiết - Bình Thuận

cũng theo xu hướng F5 > F2 > F3 > F1 > F4 giống với vùng Tuy Phong, nhưng khác thứ tự F4 và F1 so với vùng La Gi.



Hình 3.17. Phân bố dạng liên kết của Cd trong trầm tích vùng thu hoạch ở vùng Phan Thiết - Bình Thuận

• *Vùng Kiên Lương - Kiên Giang:* Tỷ lệ dạng F1 dao động từ 4 đến 24%, dạng F2 dao động từ 21 đến 34%, dạng F3 dao động từ 9 đến 21%, dạng F4 dao động từ 2 đến 28%, dạng F5 dao động từ 28 đến 61%. Các dạng Cd theo xu hướng F5 > F2 > F3 > F4 > F1.

• *Vùng Vân Đồn - Quảng Ninh:* Dạng F1 và F2 chiếm tỷ lệ nhỏ nhất, lần lượt dao động trong khoảng từ 4 đến 19% và từ 8 đến 35%, dạng F3 dao động từ 10 đến 26%, dạng F4 dao động từ 4 đến 31% và dạng F5 dao động từ 27 đến 65% chiếm tỷ lệ cao nhất. Phân bố tỷ lệ các dạng liên kết của Cd theo thứ tự: F5 > F2 > F3 > F4 > F1.

Nhìn chung, phân bố thứ tự các dạng liên kết của Cd ở các vùng ven biển của Bình Thuận, Kiên Giang và Quảng Ninh đều có F5 có hàm lượng cao nhất, tiếp đến là F2 và F3, thấp nhất là F1, F4. Phân bố các dạng liên kết Cd trong trầm tích vùng biển Tuy Phong và Phan Thiết theo thứ tự F5 > F2 > F3 > F1 > F4, có thứ tự F1 và F4 khác với vùng La Gi, Vân Đồn và Kiên Lương (F5 > F2 > F3 > F4 > F1). Tuy nhiên, tổng dạng linh động F1 + F2 ở các vùng Bình Thuận cao hơn nhiều Kien Giang và Quảng Ninh, với xu hướng này thể hiện nguy cơ giải phóng Cd từ trầm tích vào môi trường nước, rủi ro đối với sinh vật.

3.2.3. Mối tương quan giữa các dạng liên kết Cd trong trầm tích

Mối tương quan giữa các dạng Cd và hàm lượng Cd tổng thể hiện tương quan dương. Hệ số tương quan của các dạng F1, F2, F3, F4, F5 với

hàm lượng Cd tổng tương ứng theo thứ tự r = 0,31; r = 0,64; r = 0,41; r = 0,05; r = 0,58, trong đó F1, F2, F3 và F5 có ý nghĩa thống kê.

Kết quả phân tích hồi quy đa biến (y là hàm lượng Cd tổng và x_i là các dạng F1, F2, F3, F4, F5) ghi nhận được hệ số $R^2 = 0,58$, R^2 điều chỉnh = 0,54 và có ý nghĩa thống kê (Sig. < 0,05). Hàm lượng Cd dạng F2 và F5 thể hiện rõ sự tương quan chặt và ảnh hưởng lớn đối với biến phụ thuộc là hàm lượng Cd tổng ($p < 0,05$).

3.2.4. Đánh giá rủi ro của các dạng liên kết Cd trong trầm tích

Kết quả tính chỉ số ICF ở các vùng biển nghiên cứu đều ở mức ô nhiễm trung bình (ICF = 1 - 3). Mức độ ô nhiễm ở Phan Thiết (1,54), Tuy Phong (1,48) và La Gi (1,44) của Bình Thuận cao hơn so với khu vực Kiên Lương - Kiên Giang (1,24) và khu vực Vân Đồn - Quảng Ninh (1,16).

Chỉ số RAC ở các vùng biển Tuy Phong, Phan Thiết và La Gi (Bình Thuận) và vùng biển Kiên Lương (Kiên Giang) hầu hết ở mức rủi ro cao đối với sinh vật, giá trị trung bình đều ở mức rủi ro cao. Đặc biệt, ở vùng Phan Thiết - Bình Thuận đã bắt gặp những đợt có chỉ số RAC ở mức rủi ro rất cao (RAC > 50%). Vùng Vân Đồn - Quảng Ninh ở mức rủi ro thấp (RAC trung bình < 30%) - (Bảng 3.10). Chỉ số RAC này là cơ sở để đánh giá mức độ rủi ro và làm sáng tỏ thực tiễn ĐVTMHMV đã từng bị tích tụ Cd ở mức vượt GHCP ở vùng này, nhưng chưa ghi nhận ở vùng biển khác.

Bảng 3.10. Chỉ số RAC (%) của Cd trong trầm tích ở các vùng ven biển Bình Thuận, Kiên Giang và Quảng Ninh

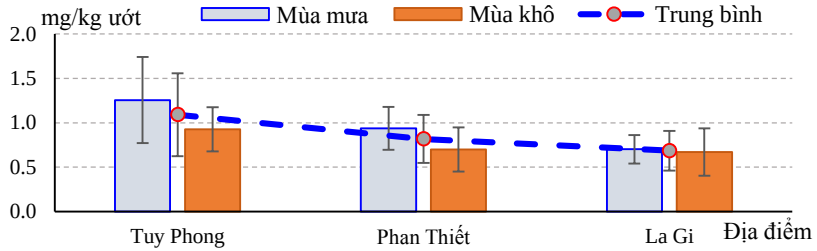
Vùng thu hoạch		Chỉ số RAC % (dạng F1 + F2) của Cd		
		Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình
Bình Thuận	Tuy Phong	27,1	44,6	**33,7** ± 8,7
	Phan Thiết	32,6	58,5	**38,7** ± 11,9
	La Gi	20,5	39,7	**31,3** ± 5,9
Vân Đồn - Quảng Ninh		13,4	36,2	**22,6** ± 8,6
Kiên Lương - Kiên Giang		22,6	38,6	**30,8** ± 5,7

3.3. Nghiên cứu đánh giá sự tích tụ Cd trong nghêu lụa

3.3.1. Mức độ tích tụ Cd trong tổng mô của nghêu lụa

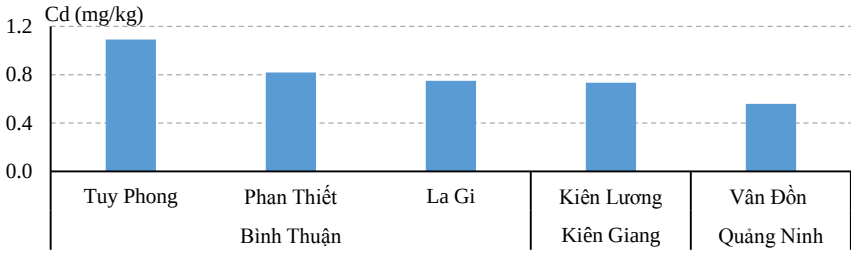
Kết quả phân Cd trong nghêu lụa ở các vùng thu hoạch ở tỉnh Bình Thuận biến động từ 0,64 - 2,58mg/kg, trung bình 0,90 ± 0,40 mg/kg ướt.

Tuy giá trị Cd trung bình thấp hơn GHCP (2,0mg/kg) theo TCVN 8681:2011 và QCVN 8-2:2011/BYT (Hình 3.27), nhưng đã bắt gặp một số mẫu (với tỷ lệ 16,7%) ở vùng Tuy Phong vượt GHCP này. Hàm lượng Cd tích tụ trong nghêu lụa trong mùa mưa (1,024 ± 0,429 mg/k ướt) cao hơn mùa khô (0,728 ± 0,272 mg/kg ướt), có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) ở khu vực Tuy Phong và Phan Thiết - Bình Thuận.



Hình 3.27. Hàm lượng Cd (mg/kg ướt) trong tổng mô của nghêu lụa ở các vùng ven biển của tỉnh Bình Thuận

Theo vùng, hàm lượng Cd trong nghêu lụa ở vùng Tuy Phong cao nhất (trung bình 1,09mg/kg), tiếp đến là vùng Phan Thiết (trung bình 0,82mg/kg) và thấp nhất là vùng La Gi (trung bình 0,69mg/kg), tiếp đến là Kiên Lương và thấp nhất là vùng Vân Đồn (Hình 3.28). Mức độ tích tụ Cd trong nghêu lụa ở muỗi vùng nghiên cứu cũng tương đồng với giá trị chỉ số rủi ro RAC của Cd và phân bố hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD của mỗi vùng nghiên cứu tương ứng.



Hình 3.28. Hàm lượng Cd trong tổng mô nghêu lụa ở các vùng nghiên cứu

So với các ĐVTMHMV khác, Cd tích tụ trong nghêu lụa ở Bình Thuận cũng khá cao. So với cùng đối tượng nghêu lụa, Cd trong nghêu lụa ở vùng Vân Đồn - Quảng Ninh, Kiên Lương - Kiên Giang cũng ở mức

thấp hơn các vùng của Bình Thuận. Tuy nhiên, so với Cd tích tụ trong điệp quạt và sò lông cùng địa điểm nghiên cứu là Bình Thuận, Cd tích trong nghêu lụa ở mức thấp hơn; mức độ tích tụ Cd theo thứ tự điệp quạt > sò lông > nghêu lụa.

Hàm lượng Cd tích tụ trong nghêu có tương quan chặt với kích thước chiều cao vỏ và trọng lượng, hệ số tương quan lần lượt là r = 0,56; r = 0,72, với mức ý nghĩa thống kê p < 0,01. Trong cùng đợt thu mẫu, nghêu lụa được phân theo các nhóm kích thước khác nhau cũng cho thấy tích tụ Cd tăng theo chiều tăng kích thước.

Hệ số tích tụ BCF ở vùng Bình Thuận khá cao, trung bình đạt 3.446. Vùng Tuy Phong có hệ số tích tụ BCF cao nhất (trung bình 3.896), tiếp đến là vùng La Gi (3.410), vùng Phan Thiết thấp hơn (3.031). So với vùng Kiên Giang (2.137) và Quảng Ninh (1.367), hệ số BCF ở các vùng của tỉnh Bình Thuận cao hơn nhiều.

Kết quả tính toán hệ số tích tụ BSAF cho thấy, hệ số tích tụ BSAF ở hầu hết các khu vực ở mức độ tích tụ thấp (BSAF < 1), duy nhất có vùng Tuy Phong - Bình Thuận có mức độ tích tụ trung bình.

3.3.2. Mức độ tích tụ theo kích thước trong nghêu lụa

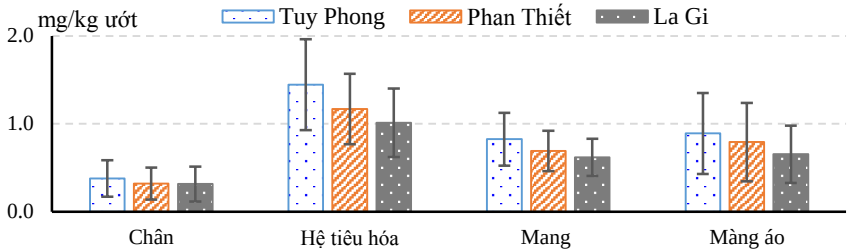
Kết quả đánh giá theo các nhóm kích thước < 20, 20 - 30mm và trên 30mm của nghêu lụa cho thấy, tích tụ Cd theo chiều tăng của kích thước chiều cao vỏ; tương tự đối với sò lông. Trong cùng nhóm kích thước, Cd tích tụ trong nghêu lụa và sò lông ở Bình Thuận cao hơn vùng Kiên Giang và Quảng Ninh (Bảng 3.14). Trong cùng đợt thu mẫu, mức độ tích tụ Cd trong nghêu cũng tăng theo chiều tăng của kích thước chiều cao vỏ.

Bảng 3.14. Tích tụ kim loại Cd (mg/kg) theo kích thước chiều cao vỏ

Loài	**Chiều cao vỏ (mm)**	**Hàm lượng Cd (mg/kg ướt)**		
		Quảng Ninh	Bình Thuận	Kiên Giang
Nghêu lụa	< 20	0,459	0,818	0,677
	từ 20 - 30	0,665	1,072	0,718
	> 30	0,631	1,252	0,926
Sò lông	< 30	0,879	1,057	0,861
	từ 30 - 40	1,329	1,263	1,360
	> 40	1,353	1,915	1,456

3.3.3. Mức độ tích tụ theo bộ phận

Kết quả phân tích Cd theo các bộ phận của nghêu lụa cho thấy, Cd tích tụ trong hệ tiêu hóa cao nhất, tiếp đến màng áo, mang và thấp nhất là chân (đối với nghêu lụa và sò lông) và cồi (đối với điệp). Mức độ tích tụ các bộ phận của nghêu ở vùng Tuy Phong cao nhất, tiếp đến là Phan Thiết, thấp nhất là vùng La Gi (Hình 3.33). Tích tụ Cd trong bộ phận mang và hệ tiêu hóa trong mùa mưa cao hơn mùa khô, tương đồng với phân bố hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD.



Hình 3.33. Hàm lượng Cd (mg/kg ướt) trong một số bộ phận của nghêu lụa ở vùng biển Bình Thuận

Hàm lượng Cd tổng mô và Cd trong các bộ phận nghêu lụa đều thể hiện mối tương quan dương và có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$ đối với hệ tiêu hóa, mang và màng áo, $p < 0,05$ đối với chân). Điều này thể hiện khi nghêu bị nhiễm Cd đều xảy ra tích tụ ở đa bộ phận, tuy nhiên mức độ tích tụ giữa các bộ phận là khác nhau.

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính cho thấy, hàm lượng Cd ở cả 4 bộ phận đều có ảnh hưởng đến tích tụ Cd tổng mô ($F = 8,513$, Sig. $F < 0,05$). Tuy nhiên, tích tụ Cd trong mang có ảnh hưởng lớn nhất đến tích tụ Cd trong tổng mô nghêu lụa (hệ số là 0,447, Sig. $< 0,05$).

3.3.4. Mối liên hệ giữa Cd trong nghêu lụa và Cd trong môi trường

Để đồng bộ và ít biến động của biến phụ thuộc là Cd tích tụ trong nghêu lụa, nghiên cứu sinh lọc dữ liệu:

- Nghêu lụa có kích thước chiều cao vỏ từ 20 ÷ 30 mm (kích thước thương phẩm) làm biến phụ thuộc

- Hàm lượng Cd trong môi trường nước, trầm tích (tổng và các dạng liên kết, nguồn thức ăn (TTLL&SVPD), chỉ số ICF, RAC là biến độc lập.

Kết quả tính toán, đánh giá mối tương quan hàm lượng Cd tích tụ trong nghêu lụa với Cd trong môi trường cho thấy: **(1)** có mối tương quan có ý nghĩa thống kê (r = 0,601, Sig. < 0,05) với hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD (nguồn thức ăn); **(2)** thể hiện mối tương quan yếu với hàm lượng Cd tổng trong trầm tích (r = 0,341, Sig. > 0,05); **(3)** không thể hiện rõ mối tương quan với hàm lượng Cd trong nước biển.

Hàm lượng Cd tích tụ trong nghêu có mối tương quan với Cd dạng F1 và F2, tương quan yếu với dạng F3, không thể hiện rõ mối tương quan với dạng F4 và F5 trong trầm tích.

Kết quả xây dựng mô hình hồi quy đã lựa chọn được mô hình (với R^2 hiệu chỉnh = 0,56, Sig. F của mô hình < 0,05, VIF < 2) có ảnh hưởng 56,1% đến hàm lượng Cd trong tổng mô nghêu lụa, gồm: (1) hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD; (2) chỉ số RAC (tổng dạng liên kết F1 + F2 của Cd); (3) Cd ở dạng liên kết F3 trong trầm tích.

3.4. Nghiên cứu tích tụ Cd trong nghêu lụa ở quy mô thí nghiệm

Thí nghiệm được triển khai với 02 nguồn có khả năng gây tích tụ:

(1) Đánh giá khả năng tích tụ Cd từ môi trường nước (ion hòa tan):

a) Thí nghiệm không bổ sung thức ăn (tảo) với nồng độ Cd: 5, 10 và 20 µg/l

b) Thí nghiệm có bổ sung thức ăn (tảo) với nồng độ Cd: 2, 5 và 10µg/l

(2) Đánh giá khả tích tụ từ nguồn thức ăn (trầm tích lơ lửng và SVPD):

a) Thí nghiệm thức ăn cộng kết với Cd ở hàm lượng 0,2mg/l (TN21).

b) Thí nghiệm thức ăn cộng kết với Cd ở hàm lượng 0,5mg/l (TN22).

Mục tiêu của các lô thí nghiệm này chỉ dừng lại ở việc đánh giá có hay không có nhiễm Cd từ môi trường nước, trầm tích, từ nguồn thức ăn gây tích tụ Cd trong nghêu lụa.

3.4.1. Thử nghiệm khả năng tích tụ từ ion Cd trong nước

Trong thời gian tích tụ 7 ngày, lượng Cd^{2+} hòa tan trong nước biển có nồng độ 5µg/l khi không bổ sung thức ăn chưa xảy ra hiện tượng nhiễm Cd trên mô của nghêu lụa. Bắt đầu có sự tích tụ Cd trên mô nghêu lụa tại

hai mức nồng độ khảo sát là 10µg/l và 20µg/l, tích tụ Cd được thể hiện rõ nhất ở nồng độ Cd là 20µg/l (Bảng 3.24).

Bảng 3.24. Hàm lượng Cd tổng (mg/kg) trên nghêu lụa thí nghiệm khảo sát tích tụ Cd thông qua sự trao đổi ion kim loại môi trường nước bị nhiễm.

Thời gian (ngày)	Nghêu lụa TN5	Nghêu lụa TN10	Nghêu lụa TN20	Mẫu đối chứng
1	kph	kph	0,226	kph
2	kph	kph	0,322	kph
3	kph	kph	0,335	kph
4	kph	0,096	0,443	kph
5	kph	0,101	0,508	Kph
6	kph	0,105	0,494	Kph

3.4.2. Thử nghiệm khả năng tích tụ Cd trong nước và bổ sung tảo

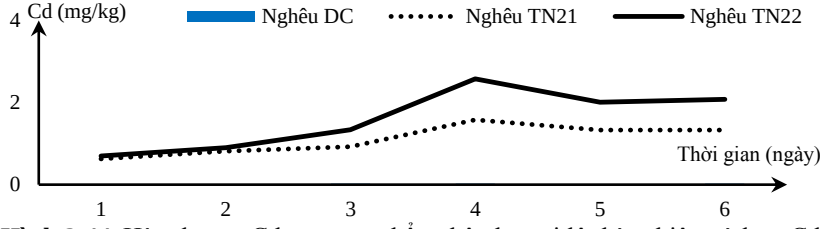
Kết quả phân tích hàm lượng Cd^{2+} trên mô của nghêu lụa và sò lông nhận thấy, có sự tích tụ Cd trên cơ thể hai loài này ở nồng độ Cd^{2+} 5µg/l và 10 µg/l (Bảng 3.26). Trong đó, mức độ tích tụ Cd trên cơ thể nghêu lụa ở mức cao hơn so với sò lông. Theo kết quả phân tích Cd trên mô thịt của nghêu lụa cho thấy Cd tăng theo thời gian khảo sát.

Bảng 3.26. Kết quả phân tích Cd (mg/kg) trên sò lông và nghêu lụa thí nghiệm tích tụ Cd thông qua trao đổi môi trường nước, bổ sung tảo chaetoceros

Thời gian (ngày)	**Sò lông TN**				**Nghêu lụa TN**			
	Sò ĐC	Sò TN11 (2µ/l)	Sò TN12 (5µ/l)	Sò TN13 (10µ/l)	Nghêu ĐC	Nghêu TN11 (2µ/l)	Nghêu TN12 (5µ/l)	Nghêu TN13 (10µ/l)
1	1,977	1,908	1,97	2,194	0,012	0,481	0,387	0,401
2	2,073	2,021	2,079	2,209	0,018	0,762	0,859	1,133
3	2,050	2,164	2,393	2,477	0,013	0,554	0,714	1,169
4	1,966	2,192	2,466	2,675	0,010	0,601	0,865	1,482
5	1,972	2,104	2,453	2,621	0,015	0,656	1,187	1,534
6	1,955	2,203	2,495	2,704	0,019	0,892	1,089	1,814

3.4.3. Thử nghiệm khả năng tích tụ Cd từ nguồn thức ăn bị nhiễm Cd

Kết quả phân tích cho thấy có sự tích tụ Cd trên nghêu lụa khi bổ sung nguồn thức ăn nhiễm Cd (Hình 3.44).



Hình 3.44. Hàm lượng Cd trong cơ thể nghêu lụa tại lô thí nghiệm tích tụ Cd thông qua hấp thu thức ăn

So sánh anova (α=0,05) tại các lô thí nghiệm TN21 và TN22 nhận thấy không có sự sai khác trên tất cả các mô của nghêu lụa, sò lông, điệp quạt. Điều này góp phần chứng tỏ nguồn gây tích tụ Cd trên nghêu lụa, sò lông và điệp quạt chủ yếu qua con đường thức ăn - những loài ĐVTMHMV ăn lọc thụ động.

3.4.4. Nguồn gây tích tụ Cd trong nghêu lụa

Từ những kết quả phân tích, đánh giá nguồn số liệu thực địa và quy mô thí nghiệm cho thấy:

(1) Nguyên nhân nhiễm Cd từ môi trường nước vào cơ thể nghêu lụa được loại trừ, không phải là nguồn chính;

(2) Nguyên nhân nhiễm Cd từ nguồn thức ăn: Đây được xác định là nguồn và nguyên nhân chính gây nhiễm Cd trên nghêu lụa.

3.4.5. Đề xuất một số giải pháp giảm thiểu tích tụ Cd trong nghêu lụa

- Cần có những giải pháp sau thu hoạch như nuôi lưu;
- Bổ sung giám sát nguồn thức ăn là TTLL&SVPD ở vùng thu hoạch;
- Tăng cường kiểm soát nguồn thải các huyện vùng ven biển;
- Về kích cỡ thu hoạch, lượng sử dụng an toàn thực phẩm.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Từ nghiên cứu tổng quan và kết quả nghiên cứu thực nghiệm, luận án đã đưa ra được một số kết quả chính như sau:

- Biến động hàm lượng Cd trong môi trường nước sông và nước biển ở vùng thu hoạch ĐVTMHMV của Bình Thuận thấp hơn GHCP. Phân bố hàm lượng Cd trong nước giảm dần từ trong sông ra vùng thu hoạch. Theo mùa, hàm lượng Cd trong các tháng mùa mưa cao hơn các tháng mùa khô, thể hiện đặc trưng của vùng biển ven bờ;
- Trong TTLL&SVPD, hàm lượng Cd biến động rất lớn, từ 0,15 mg/kg đến 88,66 mg/kg, trung bình 11,32mg/kg, mùa mưa cao hơn nhiều so với mùa khô. Trong cả hai mùa, phân bố hàm lượng Cd thể hiện rất rõ xu hướng tăng dần từ trong sông ra vùng ven biển và giảm ở vùng biển xa bờ. Ở vùng thu hoạch, hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD rất cao,

cao gấp khoảng hơn 10 nghìn lần so với hàm lượng trong môi trường nước và gấp khoảng hơn 6 lần Cd trong trầm tích;

- Hàm lượng Cd trong trầm tích ở các vùng ven biển Bình Thuận đạt 1,79 mg/kg, cao hơn so với nhiều vùng biển khác. Theo mặt cắt từ trong sông ra vùng thu hoạch, Cd trong trầm tích thể hiện xu hướng phân bố tăng dần. Biến động hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD và Cd trong trầm tích từ trong sông ra vùng thu hoạch có xu hướng nghịch biến với hàm lượng Cd trong nước, cùng xu hướng phân bố tăng dần của độ muối và pH của nước. Mức độ gia tăng hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD từ trong sông ra cửa sông và vùng thu hoạch lớn hơn mức độ gia tăng của Cd trong trầm tích;
- Phân bố dạng liên kết của Cd trong trầm tích ở vùng ven biển Bình Thuận theo xu hướng F5 > F2 > F3 > F1 > F4, khác với vùng Kiên Giang và Quảng Ninh về thứ tự F1, F4. Cd ở dạng F2, F3, F5 có tương quan với hàm lượng Cd tổng trong trầm tích. Dạng liên kết F2 luôn có hàm lượng cao ở các khu vực được nghiên cứu và có mối tương quan dương cao hơn các dạng khác, sự thay đổi hàm lượng Cd tổng sẽ kéo theo sự thay đổi lớn của dạng F2. Chỉ số ICF của Cd trong trầm tích vùng ven biển Bình Thuận ở mức ô nhiễm trung bình, tuy nhiên phân bố của Cd dạng linh động F1 + F2 chiếm tỷ lệ lớn. Chỉ số rủi ro RAC của Cd ở mức rủi ro cao đến rất cao; RAC ở vùng Phan Thiết đạt 38,7%, vùng Tuy Phong đạt 33,7%, 31,3% ở La Gi, cao hơn vùng Quảng Ninh và Kiên Giang, thể hiện nguy cơ rủi ro tích tụ Cd đối với sinh vật;
- Hàm lượng Cd tích tụ trong nghêu lụa ở các vùng ven biển tỉnh Bình Thuận biến động từ 0,64 - 2,58 mg/kg ướt, trung bình 0,90 ± 0,40 mg/kg ướt. Theo bộ phận nghêu lụa, mức độ tích tụ Cd theo thứ tự sau: Hệ tiêu hóa > màng áo > mang > chân. Cd trong bộ phận màng áo và hệ tiêu hóa có sự khác nhau giữa mùa mưa và mùa khô. Cd tích tụ trong các bộ phận có mối tương quan dương với Cd trong tổng mô nghêu lụa. Theo kích thước, mức độ tích tụ Cd tăng theo chiều tăng của chiều cao vỏ và trọng lượng của nghêu lụa. Trong cùng khoảng kích thước, mức độ tích tụ Cd trong mùa mưa cao hơn mùa khô;

- Mức độ tích tụ Cd trong nghêu lụa ở ven biển Bình Thuận có mối tương quan chặt với hàm lượng Cd trong TTLL&SVPD và chỉ số RAC - tương ứng với tổng hàm lượng Cd ở dạng liên kết linh động F1 + F2 trong trầm tích. Từ những kết quả nghiên cứu ở thực địa và quy mô phòng thí nghiệm, đã bước đầu xác định nguồn gây tích tụ Cd trong nghêu lụa ở Bình Thuận chủ yếu từ nguồn thức ăn là Cd trong trầm tích lơ lửng và sinh vật phù du.

Kiến nghị

- Nghiên cứu thời gian nuôi lưu nghêu lụa sau thu hoạch, kết hợp bổ sung thức ăn để giảm thiểu Cd;
- Nghiên cứu chuyên sâu hơn về dạng tồn tại, liên kết của Cd trong trầm tích lơ lửng và sinh vật phù du, tác động đến thủy sinh vật;
- Bổ sung hợp phần môi trường cần giám sát vùng thu hoạch ĐVTMHMV là kim loại Cd, Pb, Hg trong trầm tích lơ lửng và sinh vật phù du, đây chính là nguồn thức ăn của ĐVTMHMV;

NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

1. Luận án đã xác định được mức độ và biến động hàm lượng Cadimi (Cd) trong trầm tích lơ lửng và sinh vật phù du ở vùng ven biển Bình Thuận. Lần đầu tiên công bố về dạng liên kết của Cd trong trầm tích biển ở vùng nuôi, thu hoạch động vật thân mềm hai mảnh vỏ;
2. Đã xác định được mức độ, hệ số tích tụ Cd trong tổng mô, theo kích thước chiều cao vỏ và theo bộ phận (hệ tiêu hóa, màng áo, mang, chân) của nghêu lụa (*Paphia undulata*); mối liên hệ với Cd trong các hợp phần môi trường. Trong thời gian nghiên cứu, mức độ tích tụ Cd trong nghêu lụa vẫn nằm trong giới hạn an toàn thực phẩm;
3. Nghiên cứu đã bước đầu xác định được sự tích tụ Cd trong nghêu lụa ở vùng ven biển Bình Thuận chủ yếu từ nguồn thức ăn.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

Trong quá trình nghiên cứu thực hiện luận án, tác giả đã công bố 5 bài báo. Trong đó:

01 bài báo đăng trên tạp chí quốc tế;

04 bài đăng trên tạp chí trong nước, với 02 bài báo đăng tải bằng tiếng Anh.

1. Lưu Ngọc Thiện, **Nguyễn Công Thành**, 2017, Nghiên cứu sơ bộ tích tụ Cadimi trên nghêu lụa, điệp quạt trong điều kiện phòng thí nghiệm, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, số 1/2017, tr. 60-67.
2. Luu Ngoc Thien, **Nguyen Cong Thanh**, 2018, Distribution of Cadmium in Seawater, Sediment and Soft Tissue of Bivalve in Van Don Coastal on Quang Ninh, Vietnam, *Asian Journal of Chemistry*, 30(7), pp. 1487-1490. https://doi.org/10.14233/aichem.2018.21189.
3. **Nguyễn Công Thành**, Lưu Ngọc Thiện, Nguyễn Thị Huệ, 2018, Biến động cadimi (Cd) trong môi trường vùng thu hoạch nhuyễn thể hai mảnh vỏ ở tỉnh Bình Thuận, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, Chuyên đề Nghiên cứu nghề cá biển - Bộ NN&PTNT, tháng 12/2018, tr. 180-187.
4. **Nguyen Cong Thanh,** Nguyen Thi Hue, 2022, Initial assessment of Cadimi accumulation in soft tisue of *Mimachlamys nobils* clams collected from coastal areas of Binh Thuan, *Vietnam Journal of Science and Technology*, 60(5B), pp. 31-38.
5. **Nguyen Cong Thanh**, Luu Ngoc Thien, Nguyen Thi Hue, Nguyen Quang Hung, 2023, Fraction distribution of Cadimi in surface sediment collected from bivalve species harvesting areas in Binh Thuan province (Tuy Phong, Phan Thiet, La Gi). *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 23(1), pp. 93-102.