

**BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO**

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Phạm Thị Cúc

**NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HỆ SỐ TÍCH LŨY MỘT SỐ KIM LOẠI
NẶNG (Cd, Hg, Pb) TRONG LOÀI NGAO TRẮNG (*Meretrix lyrata*)
TẠI KHU VỰC VEN BIỂN QUẢNG NINH VÀ HẢI PHÒNG**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ NGÀNH
KỸ THUẬT HÓA HỌC, VẬT LIỆU, LUYỆN KIM VÀ MÔI TRƯỜNG**

Hà Nội, 2022

**BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO**

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Phạm Thị Cúc

**NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HỆ SỐ TÍCH LŨY MỘT SỐ KIM LOẠI
NẶNG (Cd, Hg, Pb) TRONG LOÀI NGAO TRẮNG (*Meretrix lyrata*)
TẠI KHU VỰC VEN BIỂN QUẢNG NINH VÀ HẢI PHÒNG**

Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số: 8520320

**LUẬN VĂN THẠC SĨ : KỸ THUẬT HÓA HỌC, VẬT LIỆU, LUYỆN KIM VÀ
MÔI TRƯỜNG**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh

Hà Nội, 2022

LỜI CAM ĐOAN

Các kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận văn này là của học viên. Bên cạnh đó, học viên có sử dụng một phần số liệu tại khu vực Quảng Ninh - Hải Phòng của đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam: “*Đánh giá địa sinh thái vùng ven biển phía Bắc thông qua tích lũy kim loại nặng trong động vật đáy*” (Mã số: QTRU02.01/21-22) do Viện Công nghệ môi trường chủ trì và PGS.TS Đỗ Văn Mạnh làm chủ nhiệm đề tài.

Một số kết quả đã được công bố trên tạp chí khoa học chuyên ngành với sự đồng ý của đồng tác giả phù hợp với các quy định hiện hành. Các số liệu, thông tin tham khảo chứng minh và so sánh từ các nguồn khác đã được trích dẫn theo đúng quy định.

Tôi xin cam đoan các số liệu, kết quả trong luận án là do tôi thực hiện, trung thực và chính xác.

Hà Nội, ngày tháng năm 2022

Tác giả luận văn

Phạm Thị Cúc

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin trân trọng cảm ơn Ban giám hiệu, các thầy giáo, cô giáo khoa Công nghệ môi trường - Học viện Khoa học và Công nghệ đã truyền dạy và tạo điều kiện tốt nhất để tôi hoàn thành khóa học.

Tôi xin tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh - người trực tiếp hướng dẫn và luôn tận tình giúp đỡ tôi trong suốt quá trình thực hiện Luận văn.

Tôi xin chân thành gửi lời cảm ơn các anh chị tại Trung tâm Công nghệ môi trường tại TP. Đà Nẵng thuộc Viện Công nghệ môi trường và các anh chị tại Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã tạo điều kiện và giúp đỡ tôi trong quá trình xử lý mẫu và phân tích số liệu để tôi hoàn thành luận văn.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, bạn bè, đồng nghiệp đã luôn động viên, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn.

Hà Nội, ngày tháng năm 2022

Phạm Thị Cúc

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. 1. Hàm lượng kim loại nặng trong mức cho phép ở động vật 2 mảnh vỏ	19
Bảng 1. 2. Lượng ăn vào hàng tuần có thể chấp nhận được tạm thời.....	20
Bảng 1. 3. Giá trị giới hạn của các thông số chất lượng nước biển	20
Bảng 2. 1. Địa điểm thu mẫu Ngao trên khu vực nghiên cứu.....	28
Bảng 3. 1. Kết quả phân tích mẫu nước nuôi tại.....	35
Bảng 3. 2. Kích thước và khối lượng của mẫu Ngao.....	38
Bảng 3. 3. Kết quả phân tích kim loại nặng.....	39
Bảng 3. 4. Các quy định về hàm lượng kim loại nặng trên thế giới	43
Bảng 3. 5. Mức độ tích lũy kim loại nặng theo hệ số BAF	44
Bảng 3. 6. Hệ số ADI và tiêu chuẩn của độc chất theo quy chuẩn.....	48
Bảng 3. 7. Mức độ sử dụng thực phẩm đảm bảo an toàn tránh tích lũy kim loại nặng trên 1kg thể trọng đối với người.....	49
Bảng 3. 8. Mức độ sử dụng thực phẩm đảm bảo an toàn tránh tích lũy KLN đối với người có thể khối 60kg	50
Bảng 3. 9. Mức độ sử dụng Ngao trắng đảm bảo tránh tích lũy các độc chất đối với người	51

DANH MỤC HÌNH

Hình 1. 1. Ô nhiễm chì và tác hại của ô nhiễm chì đối với con người	14
Hình 1. 2. Một số biểu hiện của ô nhiễm Cadimi (Cd) và thủy ngân (Hg) ở con người.....	12
Hình 1. 3. Mặt bên trong vỏ trái của Ngao	24
Hình 1. 4. Một số bộ phận trong cơ thể của Ngao trắng.....	24
Hình 2. 1. Ngao trắng (Meretrix lyrata).....	26
Hình 2. 2. Địa điểm nghiên cứu	27
Hình 2. 3. Dao tiểu phẫu và máy nghiền mẫu Ngao	30
Hình 2. 4. Thiết bị phá mẫu vi sóng MARS và phân tích kim loại Agilent Technologies 7900 ICP-MS.....	31
Hình 3. 1. Hàm lượng Cd và QCVN đối với mẫu nước	36
Hình 3. 2. Hàm lượng Hg và QCVN đối với mẫu nước	37
Hình 3. 3. Hàm lượng Pb và QCVN đối với mẫu nước.....	38
Hình 3. 4. Hàm lượng Cd và QCVN đối với mẫu Ngao trắng	41
Hình 3. 5. Hàm lượng Hg và QCVN đối với mẫu Ngao trắng	42
Hình 3. 6. Hàm lượng Pb và QCVN đối với mẫu Ngao trắng.....	43
Hình 3. 7. Hệ số tích lũy của Cadimi (Cd).....	45
Hình 3. 8. Hệ số tích lũy của Thủy ngân (Hg).....	46
Hình 3. 9. Hệ số tích lũy của Chì (Pb).....	46

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Viết tắt	Tên tiếng Anh	Tên tiếng Việt
ADI	Acceptable Daily Intake	Hệ số tiêu thụ hàng ngày không ảnh hưởng đến sức khỏe
BAF	Bio Accumulation Factor	Hệ số tích lũy sinh học
ICP-MS	Inductively coupled plasma mass spectroscopy	Quang phổ khối plasma kết hợp cảm ứng
MAL	the Maximum Acceptable Limits	Giới hạn tối đa có thể chấp nhận được
PTWI	Provisional Tolerable Weekly Intake	Lượng ăn vào hàng tuần có thể chấp nhận được tạm thời
KLN		Kim loại nặng
QCVN		Quy chuẩn Việt Nam
TCVN		Tiêu chuẩn Việt Nam

--

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU	4
1.1. Tình hình nghiên cứu tích lũy kim loại nặng trong đối tượng hai mảnh vỏ	4
1.1.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới.....	4
1.1.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam	6
1.2. Kim loại nặng và độc tính	9
1.2.1. Kim loại nặng.....	9
1.2.2. Độc tính của kim loại nặng	10
1.2.3. Quá trình tích lũy sinh học	14
1.3. Các chỉ số đánh giá tích lũy đối với sinh vật	17
1.4. Một số quy định về hàm lượng kim loại nặng trong thực phẩm ở Việt Nam	19
1.5. Khái quát về điều kiện tự nhiên và kinh tế - xã hội khu vực nghiên cứu	21
1.6. Khái quát về đối tượng nghiên cứu – Ngao trắng.....	22
CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	26
2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	26
2.2. Phương pháp nghiên cứu.....	27
2.2.1. Phương pháp kế thừa, tổng hợp tài liệu	27
2.2.2. Phương pháp thu thập và bảo quản mẫu	28
2.2.3. Phương pháp xử lý và phân tích kim loại trong mẫu nước nuôi và trong mẫu Ngao trắng.....	29
2.2.4. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu.....	32
2.2.5. Phương pháp đánh giá mức độ tích lũy sinh học kim loại nặng trong Ngao trắng	33
2.2.6. Phương pháp xác định mức độ tiêu thụ thực phẩm an toàn.....	33
CHƯƠNG III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	35
3.1. Kết quả xác định kim loại nặng Cd, Hg và Pb trong nước khu vực nuôi ngao trắng.....	35
3.2. Kết quả xác định kim loại nặng Cd, Hg và Pb trong ngao trắng	38
3.3. Đánh giá mức độ tích lũy kim loại nặng trong ngao trắng	44

3.4. Đề xuất cảnh báo mức độ tiêu thụ ngao trắng an toàn hàng ngày	48
KẾT LUẬN	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO	54
PHỤ LỤC	58
Phụ lục 1: Kích thước và hàm lượng kim loại nặng trong mẫu Ngao	58
Phụ lục 2: Hệ số tích lũy sinh học và mức độ tiêu thụ	64
Phụ lục 3: Hình ảnh liên quan	70
Phụ lục 4: Dụng cụ, hóa chất và lập đường chuẩn	74

MỞ ĐẦU

I. Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu

Là một thành viên thuộc khu vực Đông Nam Á, Việt Nam với diện tích khu đặc quyền kinh tế lên đến trên 1 triệu km vuông và có đường bờ biển dài 3,260 km, đây là một điều kiện thuận lợi để thúc đẩy ngành nuôi trồng và đánh bắt thủy hải sản phát triển hơn. Sự đa dạng nhiều chủng loại thủy hải sản đặc biệt là các loài sinh vật hai mảnh vỏ đã đóng góp to lớn trong việc phát triển ngành nông nghiệp nói chung và ngành nuôi trồng thủy hải sản nói riêng.

Hội nghị triển khai Nghị quyết số 36-NQ/TW về chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 đã nhận định “Biển Việt Nam được cho là bị ô nhiễm rác thải đứng thứ 4 thế giới”. Lượng chất thải tại các tỉnh kinh tế trọng điểm ven biển đang có xu hướng tăng dần. Một trong những loại ô nhiễm biển đáng quan tâm là ô nhiễm từ các kim loại nặng (KLN) mà nguồn thải có nguồn gốc từ lục địa đổ ra. Với tình hình ô nhiễm hiện nay, việc xác định hàm lượng các chất ô nhiễm trong thực phẩm nói chung và trong thủy hải sản nói riêng là vấn đề rất cần thiết trong việc khuyến cáo về thực phẩm đảm bảo sức khỏe cho con người đặc biệt là sự tích lũy KLN trong các loài động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ ở các khu vực ven biển.

Nhóm động vật nhuyễn thể sống đáy (Ngao, hào, tu hài, sò huyết...) là những sinh vật ít di chuyển, có khả năng tích lũy chất ô nhiễm cao, đặc biệt là các KLN. Do bởi đặc thù theo chế độ ăn lọc (filter feeding) nên chúng thường đảm nhiệm vai trò làm các sinh vật chỉ thị trong môi trường và là đối tượng được nghiên cứu nhiều trong các lĩnh vực độc học liên quan đến môi trường và quản lý thực phẩm khi xét đến các hàm lượng độc tính (KLN, nhóm hữu cơ bền) [1].

Do đó, việc đánh giá mối liên hệ và tương quan giữa hàm lượng KLN trong môi trường nước và tích lũy trong cơ thể nhuyễn thể hai mảnh vỏ trong môi trường là rất quan trọng và cấp thiết để đánh giá mức độ tích lũy sinh học của loài sinh vật nuôi tại khu vực nghiên cứu. Các thông số KLN quan trắc bao

gồm Cd, Pb, Hg...là các thông số quan trọng vì độ độc và khả năng tích lũy sinh học trong động vật đáy. Điều này góp phần đánh giá, giám sát chất lượng thực phẩm hào, Ngao tại khu vực ven biển miền Bắc, góp phần quy hoạch các khu nuôi trồng thủy hải sản sạch để cung cấp thực phẩm đảm bảo cho người dân. Đồng thời, qua đó cảnh báo được mức độ tiêu thụ thực phẩm an toàn có thể chấp nhận được độc chất hàng ngày mà không ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Xuất phát từ tính cấp thiết nêu trên, nhằm đánh giá mức độ tích lũy của một số kim loại nặng KNL như Cd, Hg và Pb trong loài Ngao trắng (*Meretrix lyrata*) tại khu vực ven biển thành phố Hải Phòng và tỉnh Quảng Ninh là cơ sở khoa học cho sự đánh giá tích lũy sinh học và khuyến cáo về những rủi ro có thể gây ảnh hưởng tới sức khỏe con người, học viên đã lựa chọn đề tài: “*Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài Ngao trắng (Meretrix lyrata) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng*” để làm luận văn thạc sỹ chuyên ngành Kỹ thuật môi trường.

2. Mục tiêu và nhiệm vụ nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

- Đánh giá hàm lượng KLN (Cd, Hg, Pb) trong nước nuôi, trong Ngao trắng và mức độ tích lũy một số KLN trong Ngao trắng tại các khu vực nghiên cứu ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng
- Đề xuất cảnh báo mức độ tiêu thụ Ngao trắng hàng ngày góp phần vào việc bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

2.2. Nhiệm vụ nghiên cứu

- Xác định hàm lượng KLN (Cd, Hg, Pb) trong nước nuôi Ngao tại các khu vực nghiên cứu.
- Xác định hàm lượng KLN (Cd, Hg, Pb) trong Ngao trắng tại các khu vực nghiên cứu.
- Đánh giá mức độ tích lũy một số KLN (Cd, Hg, Pb) trong Ngao trắng thông qua hệ số tích lũy (BAF) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng

- Đánh giá mức độ tiêu thụ thực phẩm trong ngày đối với Ngao trắng tại các khu vực nghiên cứu.

3. Cấu trúc luận văn

Ngoài phần mở đầu, kết luận, tài liệu tham khảo và phụ lục, nội dung chính của luận văn được trình bày trong 3 chương:

Chương I: Tổng quan tài liệu

Chương II: Đối tượng, nội dung và phương pháp nghiên cứu

Chương III: Kết quả nghiên cứu và thảo luận

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

1.1. Tình hình nghiên cứu tích lũy kim loại nặng trong đối tượng hai mảnh vỏ

1.1.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Trong những năm gần đây, sự gia tăng dân số thế giới và sự phát triển của công nghiệp đã làm gia tăng đáng kể tình trạng ô nhiễm môi trường biển đặc biệt là ô nhiễm KLN. Tại khu vực cửa sông và vùng trung du ven biển, ô nhiễm KLN đã xuất hiện từ lâu, mức độ độc hại cũng đã được ghi nhận, tình trạng sức khỏe của người dân sống tại các khu vực ô nhiễm giảm xuống, ngoài những tác động đến con người, ô nhiễm KLN cũng để lại những hậu quả nghiêm trọng đối với môi trường sinh thái biển và các sinh vật biển. Trên thế giới ngày nay, có rất nhiều nhà khoa học đã tiến hành nghiên cứu liên quan đến ô nhiễm KLN nói chung, tại khu vực cửa sông và vùng ven biển, đặc biệt là ở hệ động thực vật thủy sinh. Các KLN trong hải sản, đặc biệt là cơ và gan cá, đã được nhiều tác giả châu Á nghiên cứu, đều phát hiện trong giới hạn cho phép của quốc gia. Năm 2013, một công trình nghiên cứu được thực hiện ở Jizan, Biển Đỏ, Ả Rập Xê Út, đã chỉ ra hàm lượng KLN trung bình trong nước vượt quá giá trị khuyến nghị của Tổ chức Y tế thế giới (WHO) Cục bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (USEPA) và tăng dần theo thứ tự $Cd < As < Pb < Cr$. Đến năm 2015, Oteef đã thực hiện xác định hàm lượng chì và cadmium đối với rau cải lông và rau chân vịt ở Ả Rập Saudi. Năm 2020 Husain đã thực hiện nghiên cứu tại Các tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất đã đưa ra xác định hàm lượng Cr có trong rau chân vịt, rau diếp và cà rốt là tương đối cao [2].

Theo Sadar Aslam và cộng sự (2020) đã chỉ ra các chỉ số xác định cho thấy sự đóng góp của từng KLN trong việc gia tăng tải lượng ô nhiễm môi trường và bằng chứng chứng minh mức độ ô nhiễm này được thể hiện rõ ở các chỉ số ô nhiễm tại Đồng bằng sông Hab. Trong nghiên cứu về mức độ ô nhiễm, các tác giả đã phân tích sự tích tụ KLN tại hai loài hào. Mặc dù cả hai loài hào đều tiếp xúc cùng với một điều kiện nước giống nhau (độ mặn, độ pH, nhiệt độ và loại thức ăn), nhưng hào khum có mức độ tích tụ các chất ô nhiễm kim loại

cao hơn so với hầu hết. Từ các báo cáo đã chỉ ra rằng các mô động vật phù du và hầu hết bị nhiễm KLN rất nhiều. Cần có những nghiên cứu sâu hơn, đặc biệt là để đánh giá vai trò của các yếu tố sinh học (giai đoạn sinh sản, giới tính và kích thước cơ thể) của các loài hàu ăn được này đối với sự tích tụ KLN và các dạng hóa học khác của chúng. Những con hàu này thường bám vào các tảng đá ven biển, để đánh giá hàm lượng tích tụ KLN của hàu và cộng đồng liên kết hoặc bất kỳ sự khác biệt nào về di truyền hoặc môi trường cần so sánh hàu nguyên sinh với hàu ở vùng ô nhiễm để có thể chỉ ra rõ hơn mức độ ô nhiễm tại khu vực đó [3].

Abdelbaset S. El-Sorogy (2015) đã chỉ ra tại trung tâm Vịnh Ả Rập hàm lượng KLN ở động vật thân mềm và động vật hai mảnh vỏ đều có hàm lượng thấp hơn so với hàm lượng KLN được ghi nhận ở các đối tượng trên tại khu vực Biển Đỏ, Ấn Độ Dương, Vịnh Oman và Vịnh Arabia. Các loại ốc biển thường có hàm lượng KLN lớn hơn so với các loại động vật nhuyễn thể khác. Nguồn ô nhiễm KLN tại đây được chỉ ra là do sự xả thải từ các khu công nghiệp ven biển và các khu khai thác khí đốt trên biển, ngoài ra nguồn ô nhiễm có thể kể đến sự rò rỉ trong quá trình khai thác khí đốt trên biển [4].

Trong nghiên cứu đánh giá KLN ở động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ tại vùng Apulian, các dữ liệu thu được về hàm lượng KLN trong nhuyễn thể hai mảnh vỏ được so sánh với dữ liệu được tìm thấy trong các nghiên cứu giám sát về tỷ lệ KLN trong năm 1981 ở Biển Tây Bắc Địa Trung Hải, năm 2003 ở Biển Tyrrhenian và năm 2010 ở Thái Bình Dương (Chile). Các bờ biển không làm dấy lên mối bận tâm về sức khỏe, vì trong 3 năm được xem xét, chỉ có một mẫu cho thấy mức Cd gần với giới hạn cho phép ($1,11 \pm 0,21$ mg/kg trọng lượng ướt). Khi đó, hàm lượng Hg không đáng kể so với giới hạn cho phép (0,50 mg/kg), có thể do nhuyễn thể hai mảnh vỏ chiếm vị trí rất thấp dọc theo chuỗi thức ăn nên chúng không thể tích lũy sinh học chất gây ô nhiễm này. Hơn nữa, so sánh với dữ liệu tài liệu cho thấy sự khác biệt đáng kể về mức độ Cd: các bờ biển Trung tâm Tyrrhenian của Ý và các bờ biển Tây Bắc Địa Trung Hải cho thấy mức độ Cd cao hơn bờ biển Apulian. Sự ô nhiễm Pd thấp hơn dọc theo bờ biển Apulian so với 2 địa điểm khác được xem xét [5].

Nghiên cứu hiện tại cho thấy các loài hai mảnh vỏ từ bờ biển phía bắc Trung Java (Indonesia) bị ô nhiễm bởi các KLN (Cd, Pb, Cu, Zn) trong các mô mềm của chúng. Nồng độ của chúng đã vượt quá giới hạn tối đa có thể chấp nhận được (MAL- the Maximum Acceptable Limits). Nội dung của Cd đã vượt xa MAL trong *a. plueronectes* (cá bẹp-một loại cá sống dưới tầng đáy). Trong khi, Pd đã vượt quá giá trị của MAL trong *C. gigas* (hàu Thái Bình Dương) và *A. granosa* (Sò huyết), và hàm lượng Cu trong *c. gigas* cũng đã vượt quá MAL. Những kết quả này đã chứng minh rằng các loài hai mảnh vỏ từ bờ biển phía bắc của Trung Java có thể gây hại cho thực phẩm. Vì vậy, điều quan trọng là phải theo dõi định kỳ nồng độ các KLN trong hai mảnh vỏ mà người dân tiêu thụ vì lý do sức khỏe cộng đồng. Nồng độ các KLN trong mô mềm của động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ được bắt từ bờ biển phía bắc Trung Java tăng theo thứ tự sau: Cd < Pb < Cu < Zn [6].

1.1.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam

Nhiều nghiên cứu ở Việt Nam đã đánh giá về địa sinh thái ven biển. Trong đó, tác giả Lê Thị Trinh [7] đã đánh giá sự tích lũy và rủi ro sinh thái của một số KLN trong trầm tích tại sông Hàn, thành phố Đà Nẵng. Kết quả đã cho thấy hàm lượng trung bình của các kim loại gồm As (9,16 mg/kg), Cd (0,083 mg/kg), Cr (52,5 mg/kg), Cu (45,4 mg/kg), Pb (23,2 mg/kg), Zn (41,1 mg/kg). Với mức độ ô nhiễm rất nhỏ, Cd tại vùng lưu vực cửa sông Hàn chưa có dấu hiệu ô nhiễm. Bên cạnh đó, nghiên cứu này cũng đã tính toán hệ số rủi ro sinh thái tiềm ẩn của các kim loại nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy thấy mức độ rủi ro của các kim loại tại khu vực nghiên cứu tăng dần theo thứ tự Zn < Cd < Cr < As < Pb < Cu. Lê Thị Trinh và cộng sự [8] cũng đã nghiên cứu sự tích lũy và rủi ro sinh thái của một số KLN trong trầm tích mặt khu vực hạ lưu sông Đáy. Nghiên cứu đã tiến hành tại vùng hạ lưu sông Đáy với 22 mẫu trầm tích. Kết quả nghiên cứu đã phát hiện ra sự có mặt của các kim loại với hàm lượng tương ứng như Cu 15,8 ÷ 82,6 mg/kg; Pb 13,1 ÷ 72,1 mg/kg; Cd 0,189 ÷ 2,43 mg/kg; Cr 16,1 ÷ 97,3 mg/kg có trong mẫu trầm tích tại vùng hạ lưu sông Đáy. Chỉ số rủi ro sinh thái tiềm năng của các kim loại dao động từ 11,4 đến 78,7 chứng tỏ khu vực nghiên cứu có mức độ rủi ro kim loại ở mức thấp đến

vừa phải. Một số nghiên cứu khác cũng đánh giá địa sinh thái ven biển về mặt địa chất và địa kiến tạo, chỉ ra sự đa dạng về hệ sinh thái trầm tích. Tuy nhiên còn ít các nghiên cứu chuyên sâu, đánh giá về hàm lượng KLN có trong trầm tích biển cũng như sinh vật đáy tại khu vực biển [8].

Tác giả Lê Quang Dũng và các cộng sự, Viện tài nguyên và môi trường biển thực hiện trong khoảng thời gian 2012 đến 2013 với nhiệm vụ đánh giá hàm lượng một số KLN (As, Cd, Mn, Cr, Co, Cu, Pb, V và Zn) trong hào đá và ngao tại bờ biển Hải Phòng. Nhiệm vụ đã xác định được hàm lượng tích lũy KLN trong 2 loài động vật nhuyễn thể. Dữ liệu thu được trong quá trình thực hiện là những thông tin, dữ liệu có giá trị cao, có thể coi là nguồn tư liệu nền để so sánh, đối chiếu, đưa ra tầm nhìn chung trong các nghiên cứu khác thực tại khu vực nghiên cứu sau này. Nghiên cứu còn chỉ ra một số đặc điểm sinh lý của sinh vật được xác định ảnh hưởng đến khả năng tích lũy KLN trong các mô sinh vật và các mối tương quan giữa khả năng tích lũy hàm lượng KLN trong mô với độ tuổi, kích thước của sinh vật. Đây là những dữ liệu quan trọng cho các nghiên cứu sau này sử dụng sinh vật đánh giá chất lượng môi trường chúng phân bố. Nghiên cứu đã chỉ ra hào đá có ưu thế trong việc lựa chọn loài làm sinh vật chỉ thị để quan trắc ô nhiễm KLN trong môi trường vùng biển ven bờ Hải Phòng. Nghiên cứu đã bước đầu đã xây dựng hướng dẫn sử dụng hào đá làm sinh vật chỉ thị quan trắc môi trường biển ven bờ. Trong tổng số các KLN được đề tài lựa chọn, các kim loại có hàm lượng cao hơn bao gồm: Zn, Cu, Mn và As, trái lại các KLN khác như Cd, Co, Cr, Pb và V lại có hàm lượng thấp hơn. Tuy nhiên, đối với mỗi loài khác nhau thì có khả năng tích lũy KLN khác nhau. Theo như phân tích của đề tài đối với ngao, xu thế hàm lượng KLN tích lũy theo thứ tự như sau $Cd < Pb < Cr < Co < V < As < Cu < Mn < Zn$, đối với hào lại có xu hướng tích lũy như sau $Cr < Pb < Co < V < Mn \approx As < Cu < Zn$ [9].

Hiện nay, trong nước đã có rất nhiều đề tài liên quan đến đánh giá KLN ở thực phẩm nói chung và ở động vật 2 mảnh vỏ nói riêng và địa điểm thực hiện được trải dài từ ven biển phía Bắc đến vùng ven biển phía Nam. Ở các khu vực cửa sông tại khu vực miền Trung cũng đã được phát hiện hiện tượng nhiễm

KLN trong 4 loài nhuyễn thể hai mảnh vỏ bao gồm: vẹm xanh, hến, ngao dầu và hào. Hàm lượng Pb trong các loài hai mảnh vỏ này là điều đáng chú ý bởi vì ở cả 4 loài thì kết quả chỉ ra hàm lượng chì đều cao hơn giới hạn cho phép của Bộ Y tế (QCVN 8-2:2011/BYT). Vì vậy, cần đưa ra những cảnh báo sớm là hết sức cần thiết đối với việc khai thác và tiêu thụ động vật hai mảnh vỏ tại các cửa sông, ven biển khu vực miền Trung nói riêng và toàn bộ khu vực ven biển nước ta nói chung. Môi trường sống, đặc tính của sinh vật và thời gian thu mẫu là các nguyên nhân có thể làm ảnh hưởng đến sự tích lũy thủy ngân, crom, cadimi trong 4 loài động vật nhuyễn thể. Tuy nhiên, hàm lượng chì lại không có sự phụ thuộc nhiều vào các yếu tố trên [10].

Đề tài “*Đánh giá địa sinh thái vùng ven biển phía Bắc thông qua tích lũy kim loại nặng trong động vật đáy*” của Viện Công nghệ môi trường – Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam, năm 2022 đã đề cập vấn đề đánh giá tích lũy KLN trong một số loài động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ. Phân tích một số KLN trong nước trong cơ thể ngao, hào và đánh giá địa sinh thái khu vực biển thông qua tích lũy hàm lượng KLN trong ngao và hào đá cũng được nghiên cứu [11].

Môi trường sống của động vật đáy là một trong những đối tượng thường được nghiên cứu đánh giá và xác định mức độ ảnh hưởng cũng như đánh giá nguồn gây ô nhiễm KLN đối với môi trường nước do có khả năng phản ánh chất lượng môi trường trong thời gian hiện tại. Hàm lượng kim loại trong động vật đáy thường lớn hơn nhiều so với môi trường nước và có mối quan hệ với hàm lượng các ion tan trong nước. Các kim loại trong môi trường nước có khả năng tích lũy vào động vật đáy thông qua các quá trình tiêu hóa thức ăn. Sự tích lũy kim loại vào động vật đáy đến từ hai nguồn là nguồn nhân tạo và nguồn tự nhiên. Nguồn tự nhiên gồm các kim loại nằm trong thành phần của đất đá xâm nhập vào môi trường nước thông qua các quá trình tự nhiên như: phong hóa, xói mòn, rửa trôi. Ngoài ra, các hiện tượng thời tiết và phun trào núi lửa cũng đóng góp làm ô nhiễm kim loại trong môi trường. Mặc dù các kim loại là các nguyên tố tự nhiên xuất hiện trong lớp vỏ Trái đất, hầu hết các ô nhiễm đều do các hoạt động của con người như: khai khoáng, công nghiệp, nông nghiệp, y

tế, đô thị... Các kim loại này sau khi đi vào nước sẽ tích lũy vào các sinh vật thủy sinh.

Việc khu vực nuôi trồng bị ô nhiễm có thể dẫn tới chất lượng thủy sản bị giảm sút. Đặc biệt hàm lượng các KLN thường được xem một trong những yếu tố quan trọng được sử dụng để đánh giá chất lượng thủy sản. Vì vậy, phân tích và đánh giá hàm lượng một số KLN tích lũy trong động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ tại các khu vực ven biển Việt Nam để từ đó đánh giá hệ số tích lũy KLN trong các loài động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ để sớm có cảnh báo ô nhiễm KLN trong nguồn thực phẩm từ thủy hải sản là rất cần thiết [12].

1.2. Kim loại nặng và độc tính

1.2.1. Kim loại nặng

Định nghĩa: Kim loại nặng là kim loại có khối lượng riêng lớn hơn 5g/cm^3 như: Crom (Cr) ($7,15\text{ g/cm}^3$), mangan (Mn) ($7,21\text{ g/cm}^3$), Cadmium (Cd) ($8,65\text{ g/cm}^3$), Chì (Pb) ($11,34\text{ g/cm}^3$), Thủy ngân (Hg) ($15,534\text{ g/cm}^3$), ... được chia thành ba loại.

- Kim loại độc (Hg, Cr, Pb, Zn, Cu, Ni, Cd, Co, Sn, Mn, ..),
- Kim loại quý (Pd, Pt, Au, Ag, Ru),
- Kim loại phóng xạ (U, Th, Ra, Am, ...) [13].

Tồn tại ở dạng nguyên tố tự do KLN không độc, nhưng lại có độc tính cao ở dạng ion vì nó có thể liên kết với các chuỗi cacbon ngắn khó loại bỏ và gây độc. KLN không phân hủy sinh học và không độc ở dạng nguyên tố tự do, nhưng rất nguy hại đối với sinh vật ở dạng cation của nó do khả năng liên kết với các chuỗi carbon ngắn, tích tụ trong sinh vật trong nhiều năm. Một số nguyên tố độc hại đối với con người, bao gồm chì, thủy ngân, nhôm, asen, cadmium và niken. Một số kim loại nặng có trong cơ thể và cần thiết cho sức khỏe con người, chẳng hạn như: sắt, kẽm, magie, coban, mangan, molipden, đồng. Mặc dù với một lượng nhỏ nhưng nó tham gia vào quá trình trao đổi chất. Tuy nhiên, nếu lượng các nguyên tố cần thiết quá nhiều có thể gây nguy hại cho các cơ thể sống. Các nguyên tố kim loại còn lại là các nguyên tố không cần thiết và có thể gây độc cao khi tồn tại trong cơ thể, với độc tính chỉ xuất hiện

sau khi đi vào chuỗi thức ăn ở dạng ion kim loại. Chúng xâm nhập vào cơ thể qua các con đường nội hấp như hô hấp, tiêu hóa, qua da. Đặc biệt cần chú ý đến các kim loại độc hại như Pb, Hg, Cd, Cr và Ni.

Dù biết KLN rất quan trọng đối với con người nhưng KLN có trong nước lại gây ra nhiều tác hại đến sức khỏe của chúng ta như:

+ Sử dụng nước có hàm lượng KLN quá cao gây nguy hiểm cho sức khỏe con người về lâu dài. Sự tích tụ một lượng lớn KLN trong cơ thể có thể dẫn đến nhiều biến chứng nghiêm trọng, bao gồm co rút các bó cơ, tổn thương não, KLN tiếp xúc với màng tế bào và ảnh hưởng đến quá trình phân chia DNA, dẫn đến thai chết lưu, dị dạng và có thể gây quái thai thể hệ.

+ Một số KLN có thể gây ung thư: ung thư da, ung thư vòm họng, ung thư dạ dày ...

+ Khi sử dụng nguồn nước bị nhiễm KLN, thành phần nước bị mất đi và thay vào đó là nguồn nước chứa nhiều độc tố có hại ảnh hưởng đến quá trình chuyển hóa, hấp thụ dinh dưỡng và bài tiết chất dinh dưỡng của cơ thể, kìm hãm sự sinh trưởng và phát triển. Bệnh đường tiêu hóa, bệnh tim mạch, bệnh hệ thần kinh... từ đó mà ra.

+ Ngoài ra, việc sử dụng nước nhiễm KLN gây kích ứng da, tích tụ lâu ngày dẫn đến viêm da, các bệnh ngoài da, mẩn ngứa...

1.2.2. Độc tính của kim loại nặng

Khi liên kết các chuỗi carbon ngắn thì KLN sẽ gây nguy hiểm cho con người và sinh vật dưới dạng cation và có thể tích tụ nhiều năm trong cơ thể sinh vật. Nhưng ở dạng nguyên tố, KLN lại không bị phân hủy hay gây độc hại cho cơ thể sinh vật. Có khoảng chục các nguyên tố kim loại có khả năng gây độc nặng trong cơ thể người, bao gồm chì, asen, thủy ngân, nhôm, cadmium và niken. Một số KLN lại có lợi cho cơ thể là sắt, kẽm, magie, coban, mangan, molybden, đồng. Mặc dù với một lượng nhỏ, nó tham gia vào quá trình trao đổi chất. Tuy nhiên, lượng dư thừa các nguyên tố cần thiết có thể gây nguy hiểm cho các cơ thể sống. Phần dư thừa của các KLN là phần không cần thiết, khi tồn tại trong cơ thể con người chúng có độc tính mạnh, các KLN này có thể kể

đến như cadimi, nhôm, asen, thủy ngân, bạch kim, chì, niken và các hình thái khác của các KLN. KLN có thể đi vào trong cơ thể qua hệ thống hô hấp, hệ thống tiêu hóa, hoặc có thể là hệ thống bài tiết qua da...

Cadimi:

Cadimi là một kim loại được sử dụng nhiều trong công nghiệp luyện kim. Cadimi được ứng dụng mạnh mẽ trong các hoạt động sản xuất hợp kim có điểm nóng chảy thấp, mạ điện, sản xuất vật liệu bán dẫn và chất tạo màu. Nhưng ngay cả ở nồng độ rất thấp, cadmi là một kim loại có độc tính cao đối với sức khỏe con người, và cadmi cực kỳ có hại. Rất có thể tích lũy sinh học. Khi vào cơ thể, nó phá hủy các enzym liên quan đến các quá trình sinh học, kẽm, magiê và canxi, làm tổn thương gan và thận, gây loãng xương và ung thư.

Trong tự nhiên, hàm lượng trung bình của cadimi là khoảng 0,1 ppm là được. Quặng cadimi nguyên tố rất hiếm và chủ yếu tồn tại ở dạng hỗn hợp của CdS và được khai thác cùng với các kim loại như Cu, Zn và Pb.

Trong phần trầm tích sông, nồng độ cadimi thậm chí còn cao hơn so với môi trường nước, hàm lượng có thể lên đến 9 ppm. Con người và bắt nguồn từ nước thải từ các ngành công nghiệp sử dụng Cd, chẳng hạn như: Lớp phủ bảo vệ cho thép, chất ổn định cho PVC (*Polyvinylchloride*), chất tạo màu cho nhựa và thủy tinh, và nhiều chế phẩm hợp kim là các nguồn phát thải ô nhiễm Cd trong trầm tích sông. Một kim loại được sử dụng trong công nghiệp luyện kim để tạo ra các sản phẩm nhựa. Các hợp chất cadimi được sử dụng trong sản xuất pin. Cadmium xâm nhập vào cơ thể con người qua đường hô hấp và thức ăn.

Cd là một kim loại có độc tính cao đối với cơ thể con người và các loài động vật thủy sinh. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra những người hút thuốc lá có nguy cơ tiếp xúc với cadimi cao hơn. Cadimi đi vào cơ thể sẽ tích tụ trong thận và xương. Nó làm suy giảm hoạt động của một số enzym, ung thư phổi, thủng vách ngăn mũi, gây tăng huyết áp, rối loạn ảnh hưởng đến chức năng của thận, hủy hoại tủy xương, ảnh hưởng đến hệ nội tiết, huyết học và tim mạch [13]. Hình 1.1 thể hiện hình ảnh các dấu hiệu nhiễm Cd và Hg đối với sức khỏe con người.



Hình 1. 1. Một số biểu hiện của ô nhiễm Cadimi (Cd) và thủy ngân (Hg) ở con người

Thủy ngân:

Thủy ngân xuất hiện nhiều trong lớp vỏ Trái đất, thủy ngân được đưa vào môi trường bởi hoạt động phun trào của núi lửa, quá trình phong hóa và hoạt động sản xuất của con người. Một số hoạt động của con người là nguyên nhân chính gây ra phát thải thủy ngân, đặc biệt là các nhà máy nhiệt điện than, đốt than trong nước để sưởi ấm và nấu ăn, các quy trình sản xuất công nghiệp, lò đốt chất thải và thủy ngân, vàng, và các kết quả của quá trình khai thác kim loại.

Thủy ngân tồn tại ở nhiều dạng, bao gồm nguyên tố, vô cơ và hữu cơ. Các dạng thủy ngân này có độc tính và tác động khác nhau đối với hệ thần kinh, tiêu hóa và miễn dịch cũng như phổi, thận, da và mắt. Thủy ngân nguyên tố và methylmercury rất độc đối với hệ thần kinh trung ương và ngoại vi. Hít phải hơi thủy ngân có thể có những tác động bất lợi đến hệ thần kinh, hệ tiêu hóa, hệ miễn dịch, phổi và thận và có thể gây tử vong. Muối thủy ngân vô cơ có hại cho da, mắt và đường tiêu hóa, có thể gây ngộ độc thận nếu ăn phải. Thần kinh và rối loạn hành vi có thể xảy ra sau khi hít phải, nuốt phải, hoặc da tiếp xúc với các hợp chất thủy ngân khác nhau. Thủy ngân là một kim loại lỏng tồn tại trong môi trường và tích tụ sinh học trong chuỗi thức ăn. Thủy ngân ở dạng nguyên tố có độc tính thấp, nhưng hơi, hợp chất và muối của nó có độc tính cao và có thể gây hại cho hệ thần kinh, tiêu hóa, hô hấp, miễn dịch và thận. Thủy ngân thoát ra từ chất thải chứa thủy ngân có trong môi trường (đất, nước, không

khí, trầm tích, thực vật, v.v.) hoặc tích tụ trong chuỗi thức ăn và đi vào cơ thể con người trực tiếp qua hải sản hoặc tiêu hóa hơi thủy ngân, đó là hấp thụ bởi tóc của con người.

Thủy ngân rất độc khi hít phải vì nó dễ bay hơi ở nhiệt độ phòng. Thủy ngân phản ứng với các axit amin chứa lưu huỳnh, hemoglobin và albumin. Nó có khả năng liên kết với màng tế bào, làm thay đổi hàm lượng kali, thay đổi cân bằng axit-bazơ trong mô và gây thiếu hụt năng lượng tế bào thần kinh. Thủy ngân (Hg) là một kim loại có độc tính cao, tiếp xúc qua đường hô hấp hoặc nuốt phải. Trẻ em bị nhiễm độc thủy ngân phát triển tâm thần phân liệt, co giật không tự chủ. Trong môi trường nước, methylmercury là dạng độc nhất của thủy ngân, phá vỡ các nhiễm sắc thể và ngăn cản quá trình phân chia tế bào. Nó tấn công hệ thống thần kinh trung ương, hệ thống nội tiết, ảnh hưởng đến miệng, cơ hàm và răng, và có thể gây ra dị tật bẩm sinh [13].

Chì:

Chì là một trong những nguyên tố có độc tính cao đối với con người và động vật. Khi vào cơ thể, chì ở dạng kim loại liên kết với một số enzym và cản trở các hoạt động của cơ thể. Khi lượng chì trong máu trên 50 µg/dl sẽ dẫn đến nguy cơ thiếu máu, thiếu sắc tố da, hồng cầu không ổn định. Khi lượng chì trong máu trên 80 µg/dl sẽ gây ra các bệnh về thần kinh với các biểu hiện như giảm khả năng điều tiết cơ thể, giảm ý thức, khó vận động, hôn mê và co giật.

Ở điều kiện pH cao, chì trở nên ít hòa tan hơn do tạo phức với các hợp chất hữu cơ, kết tủa dưới dạng oxit, hydroxit và liên kết với oxit và silica từ đất sét với oxit và silica do đó ở pH cao chì ở dạng kim loại có khả năng tích lũy sinh học thấp. Tuy nhiên, ở pH thấp hơn, khả năng tích lũy sinh học của chì tăng dần.

Trong vỏ Trái đất, hàm lượng chì trong khoảng 17 ppm. Chì thường được tìm thấy dưới dạng quặng cùng với Zn, Ag và (phổ biến nhất) Cu và được thu hồi cùng với các kim loại này. Trong tự nhiên, khoáng chì chủ yếu là galenit (PbS) ngoài ra còn có các khoáng có chứa chì như cerussite (PbCO₃) và angleite (PbSO₄).

Trong công nghiệp, kim loại chì được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: công nghiệp sản xuất pin, chế tạo ắc quy, sơn, nhựa, luyện kim... Do đó, lượng chì nhân tạo phát thải chủ yếu từ các hoạt động sản xuất công nghiệp và tiêu thụ công nghiệp như: công nghiệp luyện kim, ắc quy, pin, sơn, nhựa và các làng nghề tái chế nhựa, chì, ...[11].

Là một nguyên tố có độc tính cao đối với sức khỏe con người, nó có đặc tính đặc trưng là khó đào thải một khi đã đi vào cơ thể, nhưng sẽ tích tụ theo thời gian và gây độc. Chì là chất độc đối với hệ thần kinh trung ương và ngoại vi và ảnh hưởng đến các enzym có nhóm hydro hoạt động. Người bị nhiễm độc chì có rối loạn hệ thống tạo máu (tủy xương). Tùy theo mức độ ngộ độc mà đau bụng, đau khớp, viêm thận, cao huyết áp, đột quỵ, nặng có thể dẫn đến tử vong. Khi vào cơ thể, chì rất khó đào thải ra ngoài, nhưng nó sẽ tích tụ theo thời gian và có đặc tính thải độc tuyệt vời. Chì xâm nhập vào cơ thể con người qua nước uống, không khí, thực phẩm bị nhiễm chì. Chì tích tụ trong xương và ức chế chuyển hóa canxi bằng cách ức chế chuyển hóa vitamin D [13]. Hình 1.2.



Hình 1. 2. Ô nhiễm chì và tác hại của ô nhiễm chì đối với con người

1.2.3. Quá trình tích lũy sinh học

Sự tồn lưu môi trường đơn độc của hoá chất có thể dẫn đến những mối nguy hiểm tiềm ẩn hay hiện hữu đối với sinh vật. Một khi được hấp thụ, hoá chất phải tích lũy trong cơ thể đến những mức đủ để gây ra độc. Sự tích lũy sinh học hay sinh tích lũy được định nghĩa là quá trình sinh vật tích lũy các hoá chất cả trực tiếp từ môi trường phi sinh học (nghĩa là nước, không khí, đất) và từ các nguồn dinh dưỡng. Các hoá chất môi trường chủ yếu được hấp thụ bởi cơ thể bằng sự khuếch tán thụ động. Các vị trí chủ yếu hấp thụ hoá chất bao

gồm các màng phổi, mang và ống tiêu hoá. Trong khi đó màng lọc (da) và các cấu trúc liên quan (vây, lông, tóc, ...) lại là rào chắn bảo vệ khỏi nhiều thương tổn môi trường, mặc dù vậy một số hoá chất có thể hấp thụ tốt qua da. Môi trường nước là nơi chủ yếu ở đó các hoá chất ưa mỡ đi qua rào chắn giữa môi trường phi sinh học và sinh học. Hồ, sông, biển được xem là bể chứa các hoá chất.

Các sinh vật nước thường cho một lượng nước cực lớn đi qua các màng hô hấp của chúng(mang) và hoá chất được chiết khỏi nước ở đây. Các sinh vật nước có thể tích lũy các hoá chất ưa dầu và đạt tới nồng độ cơ thể cao hơn gấp bội so với nồng độ của hoá chất tìm thấy trong môi trường.

Vì hoá chất phải đi qua lớp kép lipit của các màng để đi vào cơ thể, khả năng sinh tích lũy hoá chất có sự tương quan dương với độ tan lipit (độ ưa dầu). Nói cách khác, độ sinh tích lũy hoá chất từ môi trường của sinh vật nước phụ thuộc vào hàm lượng lipit của cơ thể, vì lipit cơ thể là nơi đầu tiên lưu giữ các hoá chất.

Các hoá chất cũng có thể được vận chuyển dọc theo chuỗi thức ăn từ sinh vật môi đến động vật ăn thịt (sự chuyển đổi dinh dưỡng). Đối với các hoá chất ưa dầu cao, sự chuyển đổi này có thể dẫn đến nồng độ của hoá chất với mỗi vòng tăng dần lũy tiến (sinh khuếch đại). Sự sinh tích lũy có thể dẫn đến sự khởi đầu mãnh liệt chậm của tính độc, vì các chất độc có thể lúc đầu bị cô lập ở nơi dự trữ lipit nhưng có thể được huy động tới vị trí đích gây độc khi kho dự trữ lipit này được sử dụng. Ví dụ: lipit dự trữ thường được huy động trong sự chuẩn bị sinh sản. Sự tiêu lipit có thể gây ra sự giải phóng chất độc ưa lipit dẫn đến tác động độc. Các ảnh hưởng như vậy có thể gây chết các sinh vật trưởng thành khi chúng sắp đến thời kì sinh sản. Các hoá chất ưa lipit cũng có thể được truyền sang hậu bối trong lipit được liên kết với noãn hoàng của sinh vật đẻ trứng hoặc sữa của động vật có vú gây ra độc cho hậu bối mà không hiện diện ở sinh vật mẹ.

Các yếu tố ảnh hưởng đến sinh tích lũy: Sinh tích lũy chịu ảnh hưởng bởi một số yếu tố. Trước hết là tính tồn lưu môi trường. Độ sinh tích lũy hoá chất được biết là nồng độ có mặt trong môi trường. Các hoá chất dễ dàng bị

loại khỏi môi trường nói chung không có khả năng để sinh tích lũy, trừ trường hợp chất ô nhiễm liên tục được đưa vào môi trường. Như đã có đề cập ở trên, độ ưa dầu là yếu tố quyết định chủ yếu của khả năng sinh tích lũy hoá chất. Tuy nhiên, các hoá chất ưa lipit cũng có khuynh hướng lớn đối với sự hấp thụ lên trầm tích, làm cho chúng mất khả năng sinh tích lũy do quá trình loại không phân hủy này. Ví dụ, sự hấp thụ của benzo[a] piren lên các axit humic đã làm giảm khả năng sinh tích lũy của cá thái dương theo hệ số ba. Cá ở các hồ thiếu dinh dưỡng có mức chất rắn lơ lửng thấp tích lũy DDT nhiều hơn so với cá sống ở các hồ phì dinh dưỡng có hàm lượng chất rắn lơ lửng cao

Một khi được hấp thụ bởi sinh vật, số phận của chất ô nhiễm sẽ ảnh hưởng đến sự sinh tích lũy của nó. Các hoá chất dễ bị sinh chuyển hoá thành sản phẩm dễ tan trong nước hơn, ít tan trong lipit và do đó ít bị cô lập trong các phạm vi lipit, dễ được thải loại khỏi cơ thể. các hoá chất nhạy cảm đối với sự sinh chuyển hoá (pentaclophenol, tris (2,3-đibrompropyl) photphat) ít có khả năng dự đoán dựa trên độ ưa lipit hơn so với chất ưa lipit có sự nhạy cảm đối với sự sinh chuyển hoá thấp.

Khi các sinh vật bị nhiễm các kim loại và bán kim loại trong môi trường tương ứng của chúng, các nguyên tố được hấp thụ vào trong hoặc lên trên cơ thể sinh vật một cách chủ động hoặc thụ động, tùy thuộc vào nguyên tố và các điều kiện môi trường. Ở vào thời điểm cân bằng, cơ thể sinh vật thường chứa một nồng độ kim loại cao hơn trong các mô của nó so với môi trường xung quanh của nó (nước, bùn xa lắng, đất, không khí,...). Hiện tượng như vậy được gọi là “sinh tập trung” hay là “sinh tích lũy” (hai danh từ này có sự phân biệt chút ít, sự sinh tập trung có thể dừng, còn sinh tích lũy là sự tập trung liên tục suốt cả đời sống sinh vật). Để đánh giá sự sinh tập trung hoặc sinh tích lũy người ta sử dụng hệ số sinh tập trung hoặc hệ số sinh tích lũy F, là tỉ số nồng độ kim loại ở trong cơ thể với nồng độ kim loại ở trong môi trường sát gần xung quanh. Chẳng hạn, các loại nhuyễn thể hai mảnh vỏ có thể chứa thủy ngân và catmi ở mức lớn gấp hàng trăm nghìn lần so với các mức kim loại này ở trong nước nơi chúng sống ($F=100.000$).

Sự tập trung các kim loại trong cơ thể người chủ yếu là từ nước uống và

thường là thấp không gây ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe, trừ trường hợp nước chứa những kim loại này ở nồng độ cao mà không được xử lý. Cũng giống như trường hợp của các hóa chất hữu cơ độc, lượng các kim loại nhiễm vào cơ thể là qua thức ăn và thường cao hơn nhiều so với nhiễm từ nước uống.

Mức độ chất tích lũy trong cơ thể người hoặc bất cứ một cơ thể nào khác phụ thuộc vào tốc độ R đưa chất vào cơ thể từ nguồn, thí dụ sự cung cấp thức ăn, và cơ chế theo đó chất được đào thải, nghĩa là sự hạ xuống thấp của nó [13].

1.3. Các chỉ số đánh giá tích lũy đối với sinh vật

Hệ số tích lũy sinh học (Bioaccumulation Factor- BAF)

BAF là một giá trị mô tả mức độ mà các chất được hấp thụ hoặc tích lũy vào các mô của sinh vật thủy sinh từ nước trực tiếp và từ thực phẩm hoặc các vật liệu ăn vào khác có chứa các chất tích lũy và thường được đo bằng tỷ lệ nồng độ của chất trong mô sinh vật sống so với nồng độ của nó trong môi trường nước trong các tình huống tiếp xúc với chất xảy ra từ cả nước và chuỗi thức ăn [14].

Thông qua đánh giá hàm lượng một số KLN tích lũy trong động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ và nước, so sánh với các quy chuẩn hiện hành để đánh giá, xác định mức độ ô nhiễm. Các chỉ số về hàm lượng KLN được quy định trong Quy chuẩn Việt Nam 8-2:2011/BYT về giới hạn ô nhiễm KLN trong thực phẩm [15]. Đối với mẫu nước biển sẽ được so sánh theo Quy chuẩn Việt Nam 10-MT:2015/BTNMT về chất lượng nước biển từ đó đánh giá được sự ô nhiễm nước biển trong môi trường biển các khu vực lựa chọn nghiên cứu [17]. Đánh giá rủi ro sinh thái trong nghiên cứu bằng cách tính toán chỉ số chuyển hoá, tích lũy sinh học BAF. Chỉ số này cho phép đánh giá khả năng tích lũy kim loại trong cơ thể sinh vật, trong phần ăn được mà con người sử dụng để làm thực phẩm. Hệ số này nghiên cứu giúp đánh giá sơ bộ tình trạng ô nhiễm kim loại của môi trường sống đến các loài động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ, các loài sinh vật thủy sinh sống trong môi trường. Thông thường ở cùng một loại động vật nghiên cứu tỷ lệ này thường cố định ở một mức nhất định trong môi trường sống tối ưu nhất. Việc xuất hiện các hàm lượng KLN đột biến trong môi trường

sống như trong nước ảnh hưởng tới chất lượng và hàm lượng của ngao.

Hàm lượng kim loại trong các loài động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ thường được xác định trong phần thịt ăn được của ngao sau khi được đồng hóa mẫu và phân tích theo quy trình chuẩn trong phòng thí nghiệm. Hàm lượng kim loại trong nước được tính theo nồng độ từng kim loại trong mẫu nước cùng khu vực thu thập mẫu động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ. Việc đánh giá hệ số BAF phản ánh mối liên hệ giữa nồng độ các chất trong môi trường nước mà sinh vật sinh sống và tích lũy các chất ô nhiễm trong cơ thể sinh vật sống trong môi trường đó. Chỉ số BAF sẽ được so sánh với 1, khi hệ số BAF lớn hơn 1 đơn vị nghĩa là sự tác động hay tích lũy kim loại đối với sinh vật là cao hay môi trường của khu vực nghiên cứu đang bị ô nhiễm. Khi chỉ số này nhỏ hơn 1 đơn vị nghĩa là sinh vật đánh giá ít hấp thụ các loại kim loại này hoặc trong môi trường khu vực nghiên cứu có chứa hàm lượng ô nhiễm cho phép, hoặc thấp hơn [17].

Trong nghiên cứu này, hệ số BAF sẽ được đánh giá đối với một số KLN như Cd, Hg và Pb trong loài ngao trắng (*Meretrix lyrata*) nuôi tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng, đồng thời qua đó đánh giá mức độ và nguy cơ tích lũy KLN trong ngao trắng và đánh giá được mức độ an toàn đối với con người khi sử dụng ngao trắng làm thực phẩm.

Chỉ số I_{GEO}

Chỉ số I geo (Geoaccumulation Index) là chỉ số để đánh giá mức độ ô nhiễm bằng cách so sánh hàm lượng tổng kim loại có trong mẫu với giá trị nền của kim loại đó. Chỉ số này có công thức tính như sau:

$$I = \log\left(\frac{C}{1,5 \times B}\right)$$

trong đó:

C: Hàm lượng kim loại trong mẫu

B: Giá trị hàm lượng kim loại trong vỏ Trái Đất

Khi đánh giá ô nhiễm theo Igeo, mức độ ô nhiễm các kim loại được chia ra làm 7 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) và ô nhiễm rất nặng (> 5) [7].

1.4. Một số quy định về hàm lượng kim loại nặng trong thực phẩm ở Việt Nam

Hiện nay, các vấn đề liên quan đến KLN được Nhà nước và Chính phủ quan tâm, đã có nhiều các QCVN và TCVN liên quan đến KNL được ban hành và được đưa vào thực thi. Chỉ tiêu kiểm nghiệm KLN độc hại trong thực phẩm được điều chỉnh bởi:

- Quyết định 46/2007/QĐ-BYT về việc ban hành “Quy định giới hạn tối đa ô nhiễm sinh học và hóa học trong thực phẩm” [18].

- QCVN 8-2:2011/ BYT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm KLN trong thực phẩm [15] .

QCVN 8-2:2011/BYT do Ban soạn thảo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn ô nhiễm hoá học và sinh học biên soạn, Cục An toàn vệ sinh thực phẩm trình duyệt và được ban hành theo Thông tư số 02/2011/TT-BYT ngày 13 tháng 01 năm 2011 của Bộ trưởng Bộ Y tế là văn bản mới nhất quy định về hàm lượng KLN trong thực phẩm. Theo QCVN 8-2:2011/BYT đưa ra hàm lượng KLN trong mức cho phép ở động vật 2 mảnh vỏ được trình bày trong Bảng 1.1.

Bảng 1.1. Hàm lượng kim loại nặng trong mức cho phép ở động vật 2 mảnh vỏ [15]

Kim loại nặng	Hàm lượng (mg/kg)
Cd	2,0
Pd	1,5
Hg	0,5

Dựa theo QCVN 8-2:2011/BYT đã đưa ra các thông số liên quan đến lượng ăn hàng ngày và hàng tuần có thể chấp nhận được đối với cơ thể của con người. Ảnh hưởng của các nguyên tố kim loại nặng với sức khỏe con người

cũng đã được nghiên cứu từ rất lâu và được khuyến nghị không nên vượt quá mức dung nạp vào hàng ngày (Provisional value for a maximum tolerable daily intake - PMTDI) và hàng tuần (Provisional Tolerable Weekly Intake - PTWI) được chỉ ra trong Bảng 1.2.

Bảng 1.2. Lượng ăn vào hàng tuần có thể chấp nhận được tạm thời [15]

Kim loại nặng	PTWI (mg/kg thể trọng)
Cadmi (Cd)	0,007
Chì (Pb)	0,025
Thủy ngân (Hg)	0,005

Kiểm nghiệm kim loại nặng như vậy nhằm đánh giá tính an toàn của các sản phẩm hàng hóa theo quy định của pháp luật, đồng thời có vai trò quan trọng trong các nghiên cứu khoa học nhằm phân tích nguy cơ và cảnh báo các mối nguy ô nhiễm kim loại nặng trong các lĩnh vực khác nhau như thực phẩm, môi trường.

Theo Thông tư số 67 ngày 21 tháng 12 năm 2015 của Bộ Tài nguyên và môi trường, tổ soạn thảo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển biên soạn QCVN 10 MT:2015/BTNMT đưa ra các thông số kỹ thuật về quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển được chỉ ra trong Bảng 1.3.

Bảng 1.3. Giá trị giới hạn của các thông số chất lượng nước biển vùng biển ven bờ [16]

Kim loại nặng	Giá trị giới hạn (mg/l)
Cadmi (Cd)	0,005
Chì (Pb)	0,05
Thủy ngân (Hg)	0,001

1.5. Khái quát về điều kiện tự nhiên và kinh tế - xã hội khu vực nghiên cứu *Tỉnh Quảng Ninh*

Quảng Ninh là tỉnh có cả đường biên giới trên đất liền lẫn hải phận tiếp giáp với Trung Quốc. Tiếp giáp với huyện Phòng Thành và thị trấn Đông Hưng của tỉnh Quảng Tây là địa phận thuộc huyện Bình Liêu, Hải Hà và TP. Móng Cái với đường biên giới dài 132,8 km; khu vực vịnh Bắc Bộ nằm ở phía Đông của tỉnh Quảng Ninh; phía Tây là các tỉnh Lạng Sơn, Bắc Giang, Hải Dương; phía Nam giáp với tỉnh Hải Phòng. Tổng chiều dài đường bờ biển là 250 km.

Quảng Ninh là một tỉnh trung du miền núi – ven biển, với hơn 80% diện tích đất liền là đồi núi. Hơn 2000 hòn đảo lớn bé trên mặt biển cũng là núi.

Quảng Ninh có trên 250km bờ biển với 2.077 hòn đảo lớn nhỏ, chiếm 2/3 tổng số đảo của cả nước (2077/2779), trong đó có đến 1.030 đảo đã được đặt tên. Tổng diện tích của tất cả các đảo là 619,913 km². Một số hòn đảo phát triển du lịch nổi tiếng là: đảo Trần và quần đảo Cô Tô (thuộc huyện Cô Tô). Tại vùng biển nội thủy gồm 20 đảo chính từ Bắc xuống Nam cùng hàng nghìn đảo nhỏ thuộc vịnh Bái Tử Long và Hạ Long [19].

Thành phố Hải Phòng

Vị trí địa lý: Nằm ở phía tây của vịnh Bắc Bộ, là trung tâm của vùng duyên hải Đông Bắc Việt Nam, cách thủ đô Hà Nội hơn 100 km và biên giới Trung Quốc hơn 200 km. Cửa chính hướng ra biển phục vụ thương mại hàng hải quốc tế của toàn bộ khu vực phía Bắc Việt Nam và phía Tây Nam Trung Quốc. Là đầu mối giao thông quan trọng của khu vực phía Bắc và cả nước, nơi quy tụ đủ 5 loại hình giao thông chính là: đường bộ, đường sắt, đường biển, đường thủy nội địa và đường hàng không.

Địa hình của TP. Hải Phòng thay đổi đa dạng đã phản ánh một quá trình lịch sử địa chất lâu dài và phức tạp. Phía bắc Hải Phòng được xem là một vùng trung du với những đồng bằng xen đồi trong khi đó phần phía nam thành phố lại có địa hình khá thấp và bằng phẳng của một vùng đồng bằng thuần túy nghiêng ra biển. Đường bờ biển của TP. Hải Phòng dài hơn 125 km.

Tài nguyên biển: Một trong những nguồn tài nguyên quý giá của TP. Hải Phòng với gần 1.000 loài tôm, cá, với những hải sản được thị trường thế giới ưa chuộng như tôm rồng, tôm he, cua bể, đồi mồi, sò huyết, cá heo, ngọc trai, tu hải, bào ngư và hàng chục loài rong biển có giá trị kinh tế cao. Biển Hải Phòng có nhiều bãi cá, bãi cá quanh đảo Bạch Long Vĩ là bãi cá lớn nhất với trữ lượng cao và ổn định. Các vùng triều ven bờ, ven đảo và các vùng bãi triều ở các vùng cửa sông rộng có tới 12.000 ha được sử dụng vừa có khả năng khai thác, vừa có khả năng nuôi trồng thủy sản nước lợ và nước mặn có giá trị kinh tế cao [20].

1.6. Khái quát về đối tượng nghiên cứu – Ngao trắng

Động vật thân mềm hai mảnh vỏ hay nhuyễn thể hai mảnh vỏ (danh pháp khoa học: Bivalvia, trước đây gọi là Lamellibranchia hay Pelecypoda) hay lớp Chân riu là một lớp động vật thân mềm. Chúng là loài không có đầu, cũng như dải răng kitin. Lớp này gồm các loài nghêu, hào, sò nứa, trai, điệp, và một số khác; một phần sống ở nước mặn, phần còn lại ở nước ngọt. Đa số chúng là động vật ăn lọc. Mang tiến hóa thành một bộ phận gọi là ctenidium, một cơ quan dùng để ăn và thở. Chúng thường chôn mình trong trầm tích, nơi chúng tương đối an toàn trước kẻ thù.

Vỏ của động vật hai mảnh vỏ được cấu tạo từ calci cacbonat và gồm hai mảnh được dính với nhau. Hai mảnh vỏ thường đối xứng với nhau, kích thước vỏ biến thiên từ dưới một milimet tới hơn một mét, dù đa số không vượt quá 10 cm (4 in).[21]

Ngao (hay còn được gọi là nghêu) là loài động vật thân mềm hai mảnh vỏ (nhuyễn thể) có phân đực cái riêng biệt, thuộc họ Veneridae chuyên sống ở vùng nước ven biển có độ mặn cao, nhiều đất cát sỏi, phân bố khá phổ biến ở vùng biển nhiệt đới hoặc cận nhiệt đới. Ngao có thân hình tròn, màu trắng hoặc vàng nhạt. Đây là loài hải sản có giá trị kinh tế cao, dễ nuôi, không tốn nhiều công chăm sóc. Dù quá trình trưởng thành của Ngao có rất nhiều rủi ro, nhưng với số lượng trứng nhiều, nên loài Ngao hiện đã trở thành vật nuôi khá dễ dàng, ít tốn kém. Thức ăn chủ yếu của Ngao là tảo khuê, các mảnh vụn và chất cặn hữu cơ trong nước [22].

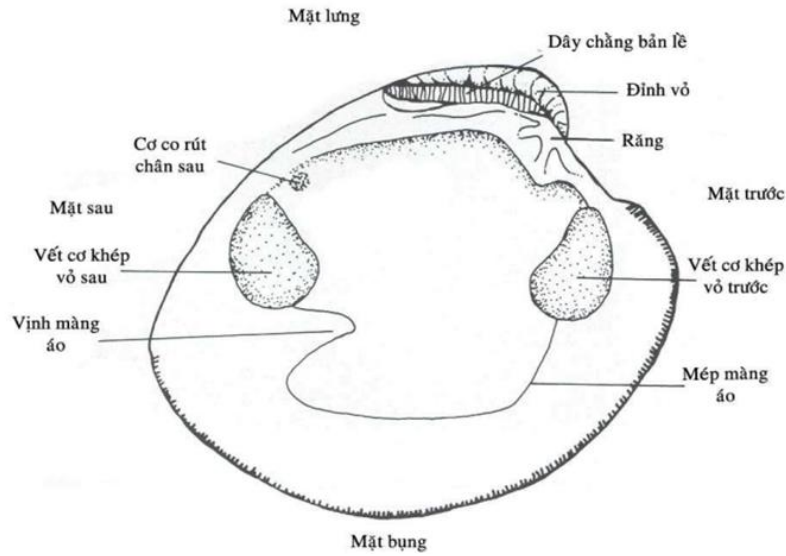
Ngao là loại thực phẩm giàu giá trị dinh dưỡng và được ưu chuộng, giúp cơ thể bổ sung nhiều chất và tăng cường khả năng chống bệnh. Ngao giúp ngăn chặn bệnh Alzheimer và bệnh thiếu máu, chống bệnh viêm khớp, tăng cường hệ miễn dịch, giúp điều tiết hàm lượng đường trong máu, giúp răng lợi khỏe mạnh, tốt cho tuyến giáp, giàu chất riboflavin, giàu kali, tốt cho người ăn kiêng và bệnh tim.

Ngao có cấu tạo ngoài rất đa dạng với những biến đổi về hình dạng, kích thước, bề dày, màu sắc. Ngao được cấu tạo bởi hai vỏ đều nhau. Vỏ chủ yếu được tạo thành từ ba lớp, với thành phần chính là canxi cacbonat. Trong cùng là lớp xà cừ, ở giữa là có hình lăng trụ, tán sắc, là thành phần chính cấu tạo nên vỏ, ngoài cùng là lớp sừng, lớp áo thường xuyên bị biến mất do bị bào mòn hoặc thời tiết [23], [24], [25].

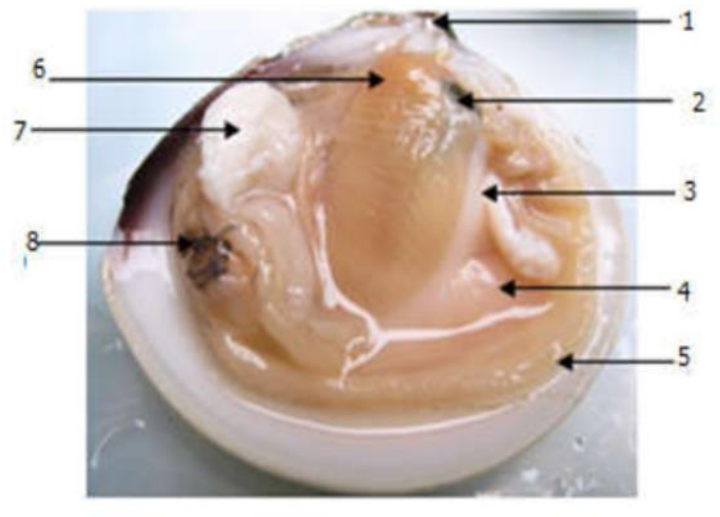
Ngao trắng (*Meretrix lyrata*) vỏ có hình dạng rất giống Ngao dầu. Mặt ngoài vỏ màu trắng sữa, một số cá thể màu nâu. Kích thước nhỏ hơn Ngao dầu, kích thước lớn nhất của cá thể Ngao trắng trưởng thành thu mẫu được với chiều dài 63 mm, chiều cao 48 mm, chiều rộng 28 mm. Gờ sinh trưởng thô, nổi cao rõ ràng, đồng tâm, song song với nhau uốn cong theo miệng vỏ và thưa dần về phía mặt bụng [26], [27], [28].

Ngao cũng như các loài thân mềm hai mảnh vỏ khác về cấu tạo cũng đều có những đặc điểm chung. Cơ thể gồm nhiều bộ phận khác nhau, để đảm nhận các chức năng riêng biệt trong hoạt động sống của chúng. Ngao là động vật bậc thấp, nên các hệ cơ quan phát triển còn đơn giản. Chúng là loài thân mềm hai mảnh vỏ có hai vỏ bằng nhau được gắn với nhau bởi cơ khép vỏ trước và sau, khi những cơ này dẫn ra thì vỏ được mở do sự co giãn của dây chằng. Sự co rút của các cơ khép làm cho vỏ đóng lại. Khi chết thì các cơ này không còn co rút được nữa và dây chằng làm cho vỏ mở. Loài hai mảnh vỏ đã chết vỏ thường có một khe hở [23].

Về hình thái cấu tạo trong của lớp hai mảnh vỏ (*Bivalvia*) về cơ bản giống nhau [29],[23], [24], [25], với các bộ phận chủ yếu như sau (Hình 1.3 và 1.4):



Hình 1. 3. Mặt bên trong vỏ trái của Ngao [21]



Hình 1. 4. Một số bộ phận trong cơ thể của Ngao trắng [21]

Ghi chú: 1- Đỉnh vỏ; 2-Dạ dày; 3- Tuyến sinh dục; 4-Chân

5- Màng áo; 6-Mang; 7-Cơ khép vỏ; 8- Ống siphon (hút và thải)

Đối với Ngao trắng có cấu tạo trong, mặt trong vỏ nhẵn trơn, màu trắng, có các vết của cơ khớp vỏ trước và sau, vết của cơ màng áo và vết của cơ điều khiển ống hút thoát nước. Vết cơ khớp vỏ trước hơi nhỏ hơn vết cơ khớp vỏ sau và có hình bán nguyệt, vết cơ khớp vỏ sau hình bầu dục tròn [26].

Ngao trắng (*Meretrix lyrata*) kích cỡ giống 4 - 4,5 mm có thể sống sót

trong khoảng nhiệt độ 12,2 - 35,6°C, thích hợp nhất cho sự sống sót là 24 - 30°C. Ngao trắng có thể sinh trưởng ở điều kiện nhiệt độ 23,5 -33°C và sinh trưởng thích hợp nhất trong khoảng nhiệt độ 27- 30°C. Ngao trắng có thể sống sót trong khoảng độ muối 4,3 - 40,5‰, thích hợp để sống sót là khoảng độ muối 11 - 31‰, ngưỡng độ muối có thể sinh trưởng là từ 17,1 - 33,4 ‰, sinh trưởng tốt nhất trong khoảng 19 - 22‰ [30]. Ngao trắng giống sinh trưởng nhanh hơn vào mùa hè khi nhiệt độ 24,5 -31,3 °C, mùa đông sinh trưởng chậm khi nhiệt độ nước xuống thấp 15,1 - 18,1 °C và bắt đầu tăng trưởng vào mùa xuân khi nhiệt độ nước đạt 22,5 – 26,8°C[31]. Như vậy, tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của Ngao phụ thuộc lớn vào nhiệt độ, độ muối. Nhiệt độ và độ muối ở các mùa vụ, các vùng khác nhau dẫn ảnh hưởng tới tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của Ngao.

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- *Đối tượng nghiên cứu*

Ngao trắng (*Meretrix lyrata*) được nuôi tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng được lựa chọn là đối tượng nghiên cứu về tích lũy kim loại nặng (Hình 2.1). Ngoài ra, nước nuôi tại các khu vực lấy mẫu cũng là đối tượng nghiên cứu của đề tài.



Hình 2. 1. Ngao trắng (*Meretrix lyrata*)

- *Phạm vi nghiên cứu*

Phạm vi nghiên cứu của luận văn được thực hiện trên khu vực ven biển thuộc hai tỉnh Quảng Ninh và Thành phố Hải Phòng (được chỉ ra tại Hình 2.2).

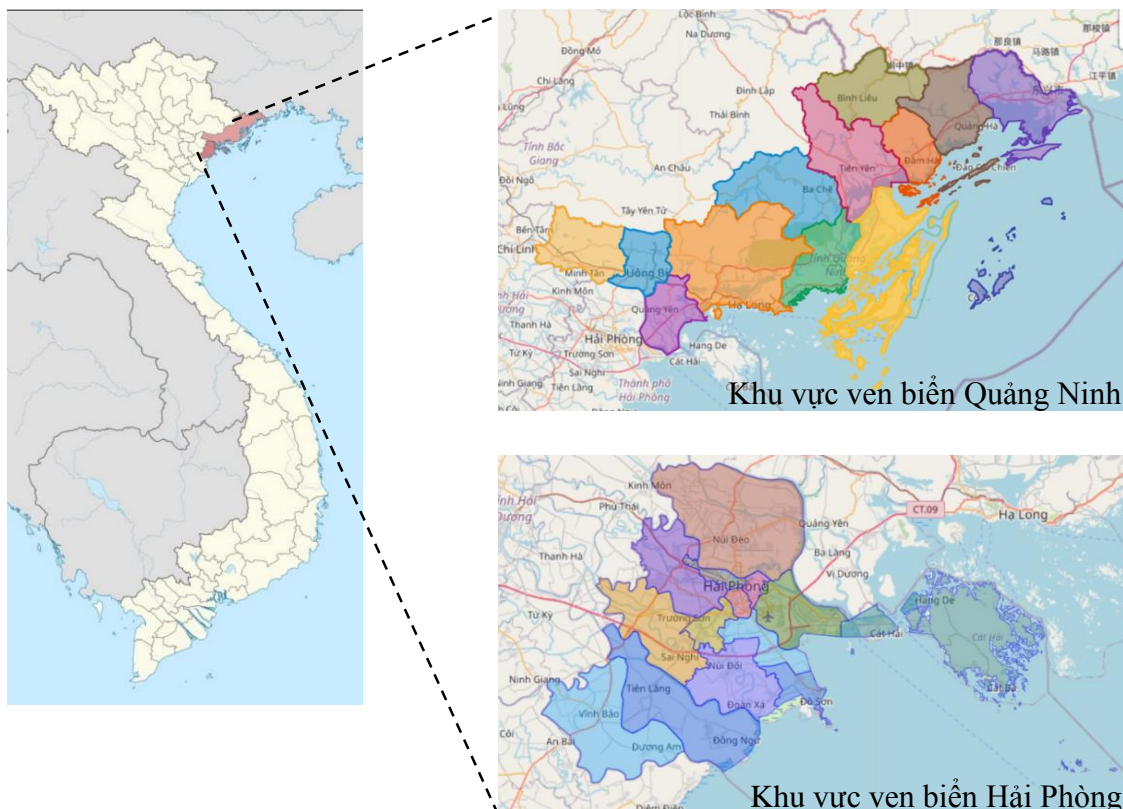
Phạm vi không gian: ven biển khu vực tỉnh Quảng Ninh và Hải Phòng.

Phạm vi thời gian: trong tháng 5 và tháng 12, thời điểm ngao trắng được thu hoạch.

Tổng chiều dài đường bờ biển của Quảng Ninh và Hải Phòng là trên 375 km và cũng là một trong những nơi cung cấp nguồn thủy hải sản lớn cho các tỉnh phía Bắc. Quảng Ninh và Hải Phòng có điều kiện thích hợp để nuôi trồng nhiều loại thủy hải sản nước lợ và nước mặn. Chính vì vậy, việc đánh giá sự tích tụ KLN ở loài Ngao trắng để có cơ sở khoa học đánh giá những yếu tố ảnh hưởng từ môi trường tới sinh vật và có thể gây ảnh hưởng tới con người.

- **Địa điểm nghiên cứu**

Vị trí lấy mẫu Ngao trắng nuôi tại vùng ven biển Quảng Ninh - Hải Phòng. Các khu vực lấy mẫu là: Móng Cái, Cô Tô, Vân Đồn, Hạ Long (Quảng Ninh) và huyện Cát Hải, Tiên Lãng (TP. Hải Phòng).



Hình 2. 2. Địa điểm nghiên cứu

Học viên cao học kết hợp với đề tài “*Đánh giá địa sinh thái vùng ven biển phía Bắc thông qua tích lũy kim loại nặng trong động vật đáy*” của Viện Công nghệ môi trường – Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam đã thực hiện nhiệm vụ lấy mẫu trong 3 đợt khảo sát tại địa bàn nghiên cứu (đợt 1: tháng 06/2021; đợt 2: tháng 12/2021; đợt 3: tháng 05/2022). Tại mỗi điểm đã thu thập 30 mẫu Ngao trắng là Ngao được nuôi theo mô hình tự nhiên có độ tuổi từ 3-6 tháng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp kế thừa, tổng hợp tài liệu

Các thông tin được tra cứu từ kết quả của nhiều chương trình, dự án, đề

tài được lưu trữ trong hệ thống cơ sở dữ liệu của các đơn vị nghiên cứu và quản lý có uy tín tại Việt Nam như: Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Bên cạnh đó, học viên thu thập các tài liệu liên quan đến các công trình công bố trên các tạp chí có uy tín trong nước và quốc tế được đăng trên các website như: Sciencedirect; Springer; Elsevier; WileyBlackwell; Sage. Vietnam Journal of Science and Technology. Ngoài ra, căn cứ vào các luận án và luận văn đã thực hiện tại các trường đại học có uy tín trong nước (Bách Khoa Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, Đại học Quốc gia Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh...).

2.2.2. Phương pháp thu thập và bảo quản mẫu

Ngao trắng (*Meretrix lyrata*) được chọn thu thập từ các khu vực nuôi ở vùng ven biển tỉnh Quảng Ninh và Hải Phòng (Bảng 2.1).

Bảng 2. 1. Địa điểm thu mẫu Ngao trên khu vực nghiên cứu

Tên địa điểm lấy mẫu	Số lượng mẫu
Móng Cái (Quảng Ninh)	30
Cô Tô (Quảng Ninh)	30
Vân Đồn (Quảng Ninh)	30
Hạ Long (Quảng Ninh)	30
Cát Hải (Hải Phòng)	30
Tiên Lãng (Hải Phòng)	30

Mẫu Ngao trắng được thu thập là Ngao được nuôi theo mô hình tự nhiên. 30 cá thể được thu thập có độ tuổi từ 3-6 tháng. Để tránh nhiễm mẫu, tất cả các mẫu Ngao được bảo quản bằng màng bọc thực phẩm và đặt vào trong thùng bảo ôn sau đó chuyển về phòng thí nghiệm. Sau đó mẫu được lưu trong tủ đông sâu -20°C và được xử lý tại Viện Công nghệ môi trường và đưa ra phân tích tại phòng thí nghiệm tại Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Công nghệ - Viện

Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Kết quả đo kích thước và trọng lượng của mẫu Ngao tại 6 điểm lấy mẫu được trình bày trong Phụ lục 1

Đối với các mẫu nước: mẫu nước nuôi được lấy tại khu vực đầm nuôi Ngao và được bảo quản lạnh ở nhiệt độ 3 - 5 °C. Mẫu nước sẽ được gửi phân tích tại Phòng Phân tích Độc chất Môi trường thuộc Viện Công nghệ môi trường với 3 chỉ tiêu kim loại chính là Cd, Pb và Hg.

2.2.3. Phương pháp xử lý và phân tích kim loại trong mẫu nước nuôi và trong mẫu Ngao trắng

Kim loại trong mẫu nước nuôi được xác định theo Method EPA 200.8 [32]. Kim loại trong mẫu thực phẩm được xác định theo Method AOAC 2015.01 [33].

- *Phương pháp EPA 200.8*

Phương pháp này cung cấp quy trình xác định các nguyên tố hòa tan trong nước ngầm, nước mặt, nước uống. Phương pháp này cũng có thể sử dụng để xác định tổng nồng độ các nguyên tố có thể thu hồi trong các vùng nước này cũng như các mẫu nước thải, bùn và đất. Phương pháp này có thể áp dụng cho các yếu tố kim loại nặng như Cadimium (Cd), Thủy ngân (Hg), Chì (Pb) trong nước nuôi Ngao mà luận văn này quan tâm.

Các giới hạn mà thiết bị ước tính nhằm mục đích hướng dẫn các giới hạn thiết bị điển hình của hệ thống được tối ưu hóa các điều kiện vận hành đã chọn, cho phép xác định hàm lượng các kim loại có thể được thu hồi bằng phân tích trực tiếp. Phương pháp này được chấp thuận để xác định một số chất gây ô nhiễm và kim loại trong nước. Các mẫu có thể được phân tích trực tiếp bằng cách phun khí nén mà không cần phân hủy axit, nếu mẫu được bảo quản đúng cách. Để xác định tổng số chất phân tích có thể thu hồi trong các mẫu nước cần phân hủy/chiết xuất trước khi phân tích khi các nguyên tố không có trong dung dịch.

Các mẫu nước nuôi Ngao được lấy tại 6 khu vực khác nhau ở vùng ven

biển Quảng Ninh – Hải Phòng và được phân tích hàm lượng kim loại nặng Cd, Hg, Pb có trong mẫu nước theo phương pháp Methor EPA 200.8 tại Phòng phân tích độc chất Môi trường của Viện Công nghệ môi trường.

- *Phương pháp AOAC 2015.01*

Phương pháp này áp dụng để xác định KLN như Cd, Pb, Hg, As ở mức vi lượng trong các mẫu thực phẩm và đồ uống trên cơ sở sử dụng phương pháp phân hủy bằng vi sóng và khối phổ kết hợp cảm ứng (ICP-MS).

Xác định hàm lượng KLN trong các mẫu Ngao trắng (phân tích mẫu) theo phương pháp AOAC 2015.01 được thực hiện tại Trung tâm Nghiên cứu và chuyển giao công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Sau đây là quá trình thực hiện phân tích mẫu:

Các mẫu Ngao được phân loại theo kích thước (mm) và được cân theo khối lượng trung bình (g)/cá thể với các nhóm theo kích thước đo được và được tiến hành tiểu phẫu lấy phần mô thịt ăn được một cách tỉ mỉ bằng dao tiểu phẫu (Hình 2.3). Phần mô của mẫu Ngao sau đó được xay bằng máy xay nghiền chuyên dụng để đồng nhất mẫu (Hình 2.3). Sau đó, mẫu được bọc vào túi kín có khóa và được bảo quản trong tủ chuyên dụng bảo quản mẫu thực phẩm.



Hình 2. 3. Dao tiểu phẫu và máy nghiền mẫu Ngao

Sau đó, các mẫu phân tích sẽ được xử lý và phá mẫu trên thiết bị vi sóng MARS (Hình 2.4) nhằm loại bỏ các thành phần hữu cơ có trong mẫu phân tích, sau đó sẽ đưa vào máy ICP-MS (model ICP-MS 7900, Agilent Technologies, Inc., USA) để phân tích hàm lượng KLN (Hình 2.4) .



Hình 2. 4. Thiết bị phá mẫu vi sóng MARS và phân tích kim loại Agilent Technologies 7900 ICP-MS

- *Quá trình xử lý và phân tích mẫu cụ thể:*

- Mẫu đã qua xử lý (được tách vỏ và xay nhuyễn) được đưa vào cân tiểu ly điện tử. Đối với các mẫu còn dư sẽ được bảo quản bằng cách cho vào túi zip bảo quản ở nhiệt độ $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (mẫu phải phân tích trong vòng 6 tháng).

- Các ống phá mẫu teflon sau khi được tráng rửa bằng HNO_3 đặc, tráng lại nước cất 1 lần nữa, để khô rồi đi cân ống và mẫu. Mỗi ống cho vào khoảng 0,5 g mẫu (mẫu đã say nhuyễn). Ghi lại số liệu mẫu đã cân, kí hiệu các ống.

- Chất hữu cơ trong mẫu Ngao: Các mẫu cân phá sinh vật sẽ được nhả 5ml HNO_3 đặc và 3ml H_2O_2 . Các mẫu trên đều được để sủi hết bọt khí, thời gian để sủi hết bọt khí dao động từ 8-12 tiếng.

- Sau khi dung dịch bay hơi hết (không còn sủi hết bọt khí), tia nước cất xung quanh thành ống phá để pha loãng dung dịch mẫu và đưa vào máy phá mẫu. Thời gian máy phá mẫu hoạt động dao động khoảng 1-1,5 tiếng.

- Các mẫu sau khi đã được phá xong cần để nguội và lọc sạch các cặn còn sót lại bằng giấy lọc. Sử dụng bình định mức 50ml và tiếp tục pha loãng mẫu bằng nước cất.

- Định mức đến 50ml rồi đem đi phân tích (Trường hợp không phân tích được ngay thì mẫu phải được cho ra ống nhựa 50ml vặn chặt nắp).

- Mẫu phải được lọc lại 1 lần nữa trước khi cho lên khay phân tích (tránh

bị tắc ống hút của máy). Mẫu chưa dùng hết có thể để lại kiểm tra phân tích lại cho lần sau để kiểm tra lại kết quả.

- Trong mỗi đợt phân tích, chọn ngẫu nhiên 2 mẫu tại mỗi điểm để kiểm tra độ lặp. Khi phân tích có thêm các ống mẫu blank nhằm mục đích xác định các tạp chất có trong ống đựng mẫu.

Phương pháp tính toán hàm lượng KLN trong mẫu

$$C = \frac{C_{do} \cdot V_{dm}}{m} \quad \text{Hay } C = \frac{C_{do} \cdot V_{dm}}{m \cdot k} \quad (1)$$

Trong đó: C_{do} : Nồng độ kim loại đo được trên thiết bị (mg/l)

V_{dm} : Thể tích mẫu định mức (ml)

m : Khối lượng mẫu phân tích (g)

k : Hệ số khô kiệt

Nồng độ của 3 KLN (Cd, Hg và Pb) trong các mẫu mô của mẫu ngao tại các vị trí lấy mẫu được xác định bởi ICP-MS (mẫu ICP-MS 7900, Agilent Technologies, Inc., Hoa Kỳ) sau khi đường chuẩn của các kim loại khác nhau được chuẩn bị từ dung dịch chuẩn đa nguyên tố ICP - Merck Germany cho phân tích bằng thiết bị ICP-MS. Độ chính xác của phương pháp được đánh giá bằng vật liệu tham chiếu tiêu chuẩn, DORM-3 (Hội đồng nghiên cứu quốc gia, Ottawa, Canada). Độ thu hồi của Cd, Hg và Pb nằm trong khoảng từ 86% đến 100%.

2.2.4. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu

Các số liệu phân tích môi trường sẽ được xử lý bằng phương pháp xác suất thống kê bằng các phần mềm như Excel, PCA... Một số kỹ thuật loại dữ liệu sai được áp dụng nhằm loại bỏ các sai số quá lớn đến từ các nguồn như lấy mẫu và bảo quản mẫu đảm bảo tính khách quan cũng như tính thống kê cho tập số liệu thu thập được. Phương pháp phân tích thành phần chính, phân tích nhóm góp phần chỉ ra được loại kim loại nào có biến động lớn nhất hay tác động mạnh nhất đối với khu vực nghiên cứu.

2.2.5. Phương pháp đánh giá mức độ tích lũy sinh học kim loại nặng trong Ngao trắng

Trong nghiên cứu này, hệ số BAF được sử dụng để đánh giá tích tụ các KLN Cd, Hg và Pb trong mẫu Ngao trắng được nuôi tại các khu vực ven biển Quảng Ninh - Hải Phòng và được xác định theo công thức sau [7]:

$$BAF = C_t/C_w$$

Trong đó:

C_t : nồng độ chất ô nhiễm (KLN) trong cơ thể mẫu Ngao trắng phân tích

C_w : nồng độ chất ô nhiễm (KLN) trong môi trường nước khu vực nuôi Ngao trắng

BAF: hệ số tích lũy sinh học (hệ số tích lũy một số KLN: Cd, Hg và Pb) trong mẫu Ngao trắng tại các khu vực nghiên cứu.

2.2.6. Phương pháp xác định mức độ tiêu thụ thực phẩm an toàn

Lượng ăn vào hằng ngày chấp nhận được (ADI) là lượng ăn vào hằng ngày của một thực phẩm trong suốt cuộc đời mà không có nguy cơ đáng kể đối với sức khỏe con người, được tính theo đơn vị mg/kg thể trọng.

Theo tài liệu của ASEAN – Canada CPMS – II (1999), hệ số tiêu thụ hàng ngày cho phép mà không ảnh hưởng đến sức khỏe ADI (Acceptable Daily Intake) được tính theo công thức sau:

$$ADI = \text{Mức độ tiêu thụ trong ngày} \times BAF \times EC$$

$$\rightarrow \text{Mức độ tiêu thụ thực phẩm} = ADI / (BAF \times EC)$$

Trong đó: ADI là mức tiêu thụ trong ngày (mg/kg/ngày)

BAF là hệ số tích lũy sinh học

EC là tiêu chuẩn môi trường trong nuôi trồng thủy sản QCVN-10-MT:2015/BTNMT

Phương pháp nhằm xác định mức độ tiêu thụ thực phẩm an toàn đối với sức khỏe của con người, hạn chế các tác hại bệnh tật do KNL gây ra. Phương pháp có thể dùng cho các loại thực phẩm khác nhau.

Theo Quy chuẩn của Bộ Y tế chỉ quy định giá trị PTWI. Do vậy, để tính toán lượng ăn vào hàng ngày chấp nhận được cần thông qua hệ số ADI (Accepted Daily Intake): Lượng ăn vào hàng ngày có thể chấp nhận được.

$$ADI = PTWI/7$$

CHƯƠNG III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định kim loại nặng Cd, Hg và Pb trong nước khu vực nuôi ngao trắng

Mẫu nước nuôi được thu cùng với các mẫu ngao trắng, kết quả phân tích kim loại nặng Cd, Hg và Pb trong nước khu vực nghiên cứu được thể hiện ở dưới bảng 3.1

**Bảng 3. 1. Kết quả phân tích mẫu nước nuôi tại
Quảng Ninh và Hải Phòng**

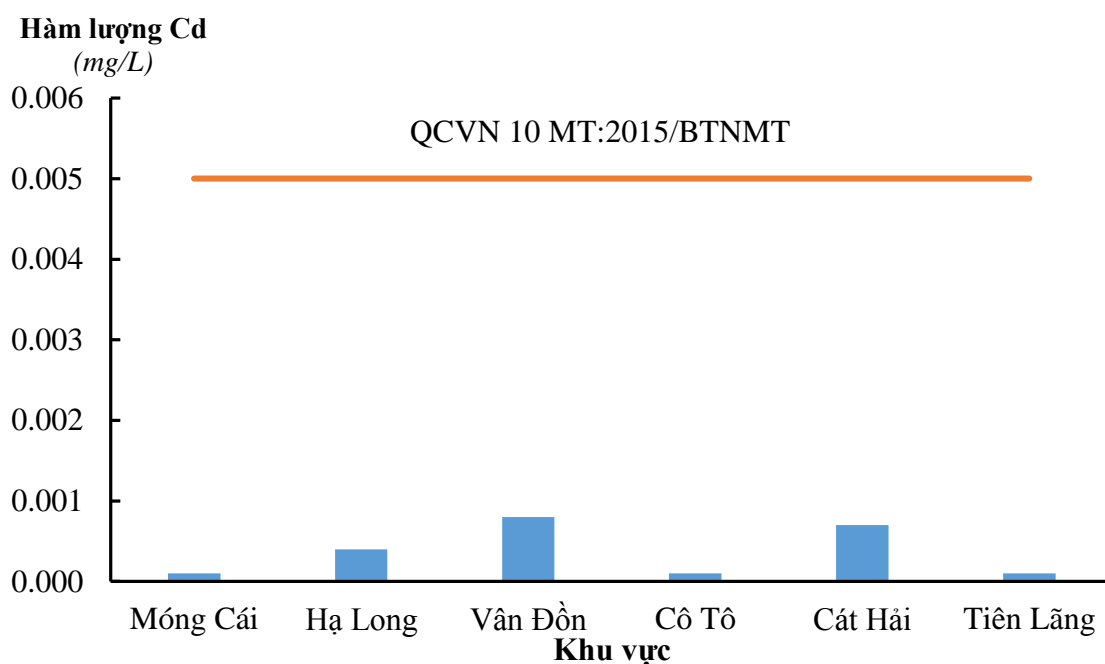
Địa điểm	Cd (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)
Móng Cái	0,0001	0,0002	0,0061
Hạ Long	0,0004	0,0002	0,0075
Vân Đồn	0,0008	<0,0001	0,0326
Cô Tô	0,0001	0,0001	0,0072
Cát Hải	0,0007	0,0003	0,0075
Tiên Lãng	0,0001	0,0002	0,0072

Chú thích: Số liệu được phân tích tại Phòng phân tích độc chất môi trường - Viện Công nghệ Môi trường

+ Cadimi (Cd)

Nồng độ Cadimi (Cd) dao động từ 0,0001 đến 0,0008 mg/l. Nồng độ Cadimi (Cd) trong các mẫu nước thu tại khu vực Vân Đồn là cao nhất, đạt 0,0008 mg/l. Nguyên nhân Cd cao có thể do điểm lấy mẫu gần với cụm công nghiệp Vân Đồn cũng là địa điểm tiếp nhận nguồn nước thải sinh hoạt từ khu vực Cửa Ông. Nồng độ Cd thấp nhất với giá trị 0,0001 mg/l quan trắc thấy ở vùng ven biển phía bắc tỉnh Quảng Ninh (khu vực Móng, Cô Tô) và vùng đông nam của TP. Hải Phòng (khu vực Tiên Lãng).

Tuy nhiên, tại các địa điểm lấy mẫu này thì nồng độ Cd đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 10 MT:2015/BTNMT.



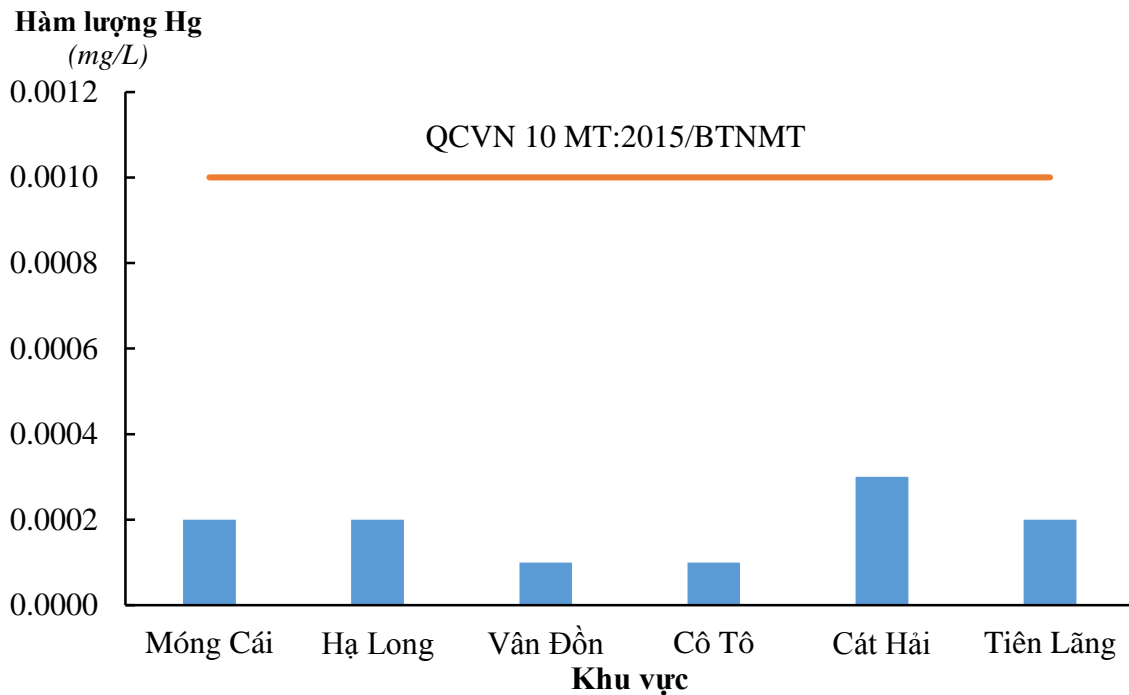
Hình 3. 1. Hàm lượng Cd và QCVN đối với mẫu nước

+ Thủy ngân (Hg)

Hàm lượng Thủy ngân (Hg) tại các điểm thu mẫu không có sự chênh lệch lớn, dao động trong khoảng từ 0,1 đến 0,3 μ g/l. So với QCVN 10 MT:2015/BTNMT thì hàm lượng Hg vẫn nằm trong giới hạn của QCVN.

Tác giả Lê Xuân Sinh (2015) phân tích môi trường nước nuôi của Ngao trắng tại khu vực Đồng Bài, Cát Hải kết quả phân tích cho thấy hàm lượng thủy ngân trong nước đạt giá trị khoảng 0,25 μ g/l. Cũng tại khu vực Cát Hải, năm 2017, tác giả Đinh Thị Nga đã phân tích được hàm lượng thủy ngân trong môi trường nước nuôi ở khu vực, kết quả dao động từ 0,28 đến 0,36 μ g/l. Có thể nhận thấy rằng các kết quả phân tích của tác giả có sự đồng nhất với nghiên cứu có trước, sự chênh lệch của các đề tài là không quá lớn và vẫn nằm trong phạm vi cho phép của QCVN.

Đa số hàm lượng thủy ngân có trong nước là có sẵn trong tự nhiên và hàm lượng thủy ngân được phát hiện trong nước và sinh vật đều thấp hơn so với các kim loại khác.



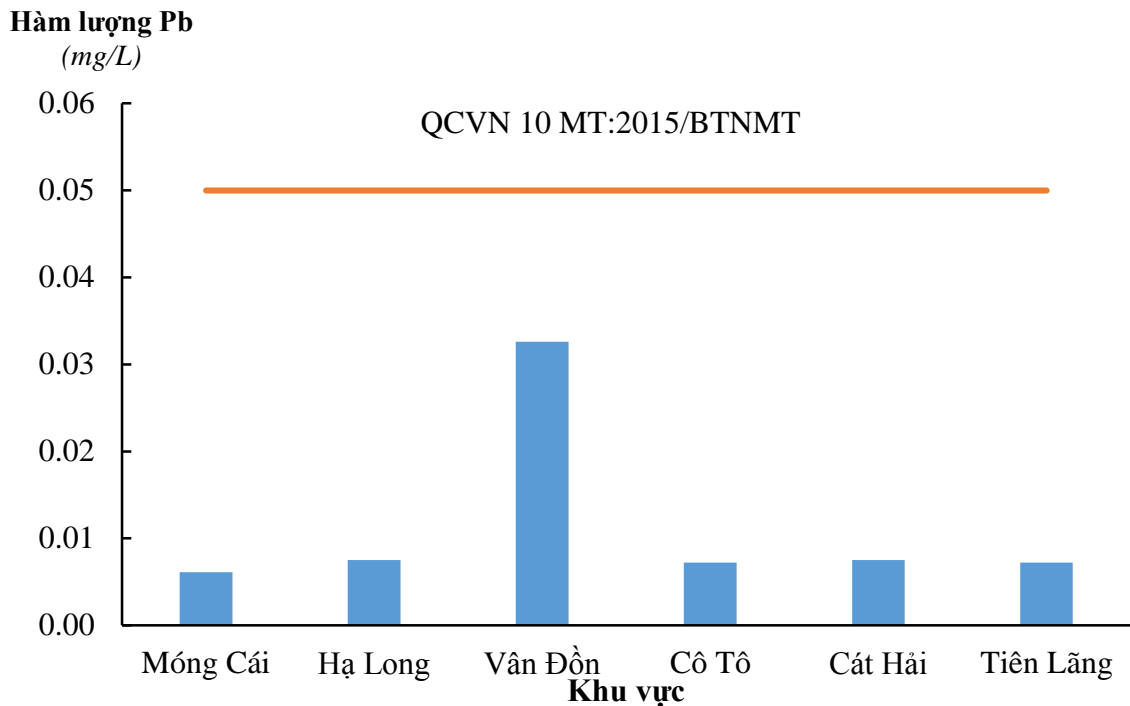
Hình 3. 2. Hàm lượng Hg và QCVN đối với mẫu nước

+ Chì (Pb)

Hàm lượng Chì (Pb) dao động từ 0,0061 đến 0,0326 mg/l (hay từ 6,1 đến 32,6 µg/l). Hàm lượng Chì (Pb) cao nhất quan sát thấy tại Vân Đồn, đạt 0.0326 mg/l, thấp nhất tại Móng Cái đạt 0,0061 mg/l. Tại tất cả các điểm lấy mẫu hàm lượng Pb đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN.

Trong luận án tiến sĩ của tác giả Hoàng Thị Quỳnh Diệu (2015) đã phân tích một số KLN tại khu vực sông và cửa sông Tiên trong đó có Cd và Pb. Hàm lượng chì có trong mẫu nước nuôi dao động trong khoảng từ 4,5 đến 7,3 µg/l thấp hơn so với khu vực nghiên cứu là Hải Phòng và Quảng Ninh.

So sánh với kết quả của tác giả Hoàng Thị Diệu Quỳnh đưa ra, hàm lượng chì thu được tại mẫu nước nuôi tại 2 khu vực nghiên cứu là Hải Phòng và Quảng Ninh là cao hơn so với nghiên cứu trước đó. Nguyên nhân có thể một phần do khu vực có nhiều khu khai thác khoáng sản dẫn đến trong quá trình rửa trôi, bào mòn phong địa hóa dẫn đến hàm lượng chì trong nước tại 2 khu vực này cao hơn.



Hình 3.3. Hàm lượng Pb và QCVN đối với mẫu nước

Trong môi trường nước nuôi tại 6 vị trí thu mẫu, nồng độ các KLN đo được đều thấp hơn quy chuẩn QCVN 10MT:2015/BTNMT.

3.2. Kết quả xác định kim loại nặng Cd, Hg và Pb trong ngao trắng

Kích thước trung bình của 30 mẫu Ngao thu được tại 6 điểm mẫu có chiều dài của vỏ dao động từ 3 đến 4 cm và chiều rộng từ 2 đến 3 cm. Khối lượng thịt (mô) dao động từ 1,5 đến 4g / cá thể. Mẫu Ngao thu được tại Móng Cái có khối lượng mô trung bình cao hơn so với các điểm thu mẫu khác.

Bảng 3. 2. Kích thước và khối lượng của mẫu Ngao

Địa điểm	Chiều dài vỏ (cm)	Chiều rộng vỏ (cm)	Khối lượng mô (g)
Móng Cái	3,90 ± 0,31	3,08 ± 0,20	3,90 ± 1,09
Hạ Long	2,97 ± 0,20	2,41 ± 0,13	1,59 ± 0,27
Vân Đồn	4,05 ± 0,19	2,33 ± 0,15	2,44 ± 0,35
Cô Tô	4,03 ± 0,17	2,51 ± 0,38	2,32 ± 0,19

Cát Hải	4,02 ± 0,19	2,32 ± 0,13	2,49 ± 0,40
Tiên Lãng	3,16 ± 0,21	2,54 ± 0,11	1,57 ± 0,28

Bảng 3.3 trình bày kết quả phân tích KLN với giá trị trung bình tại 6 địa điểm lấy mẫu khu vực ven biển tỉnh Quảng Ninh và TP. Hải Phòng.

Bảng 3.3. Kết quả phân tích kim loại nặng

Địa điểm	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Móng Cái	0,12520 ± 0,02641	0,00139 ± 0,00057	0,00276 ± 0,00115
Hạ Long	0,28887 ± 0,08716	0,00485 ± 0,00259	0,01657 ± 0,01668
Vân Đồn	0,41981 ± 0,07437	0,20076 ± 0,08627	0,55278 ± 0,07400
Cô Tô	0,36305 ± 0,06467	0,02272 ± 0,01462	0,16817 ± 0,07187
Cát Hải	0,17875 ± 0,12251	0,06313 ± 0,02918	0,06326 ± 0,14705
Tiên Lãng	0,22366 ± 0,06450	0,00667 ± 0,00933	0,00525 ± 0,00262

Số liệu trong bảng 3.3 cho thấy: Hàm lượng Cd được xác định giảm dần theo thứ tự sau: Vân Đồn > Cô Tô > Hạ Long > Tiên Lãng > Cát Hải > Móng Cái. Hàm lượng Hg được xác định giảm dần theo thứ tự: Vân Đồn > Cát Hải > Cô Tô > Tiên Lãng > Hạ Long > Móng Cái. Hàm lượng Pb được xác định giảm dần theo thứ tự Vân Đồn > Cô Tô > Cát Hải > Hạ Long > Tiên Lãng > Móng Cái.

Khu vực có hàm lượng KLN cao nhất là Vân Đồn (đối với cả 3 kim loại Cd, Hg và Pb), trong đó hàm lượng Hg và Pb tại Vân Đồn cao hơn hẳn so với các khu vực còn lại. Hàm lượng Cd dao động trong khoảng 0,4 mg/kg với độ lệch chuẩn là 0,07. Hàm lượng Hg dao động trong khoảng 0,2 mg/kg với độ lệch chuẩn là 0,08, Hàm lượng Pb dao động trong khoảng 0,55 mg/kg với độ lệch chuẩn là 0,07.

Khu vực có hàm lượng KLN thấp nhất là Móng Cái, Tiên Lãng. Tại 2 khu vực này hàm lượng Cd khá thấp dao động từ 0,1 đến 0,2 mg/kg với độ lệch

chuẩn dao động từ 0,02 đến 0,06. Đối với Hg, hàm lượng tại đây rất thấp chỉ dao động từ 0,001 đến 0,006 mg/kg với độ lệch chuẩn dao động từ 0,0005 đến 0,093. Đối với Pb, hàm lượng dao động từ 0,001 đến 0,005 mg/kg với độ lệch chuẩn dao động từ 0,0011 đến 0,0026.

Hàm lượng các KLN trong mẫu Ngao trắng tại 6 điểm lấy mẫu được trình bày dưới dạng các biểu đồ (biểu đồ 3.4; 3.5 và 3.6) và được so sánh với QCVN 8-2:2011/BYT. Từ các biểu đồ trên cho thấy Hàm lượng KLN (Cd, Hg, Pb) có trong mẫu Ngao tại khu vực nghiên cứu đều nằm trong phạm vi cho phép của QCVN 8-2:2011/BYT.

Năm 2019, có nghiên cứu ở vùng bờ biển phía bắc của khu vực Trung tâm Java, Indonesia đã chỉ ra, đối với mẫu ngao trắng tại khu vực này hàm lượng Cd dao động từ 0,48 đến 0,66 mg/kg và hàm lượng Pb thu được tại đây dao động từ 1,17 đến 4,86 mg/kg. So sánh về hàm lượng 2 kim loại Cd và Pb của khu vực Quảng Ninh, Hải Phòng có thể nhận thấy hàm lượng 2 KLN này tại khu vực nghiên cứu là khá thấp so với nghiên cứu tại Indonesia[6].

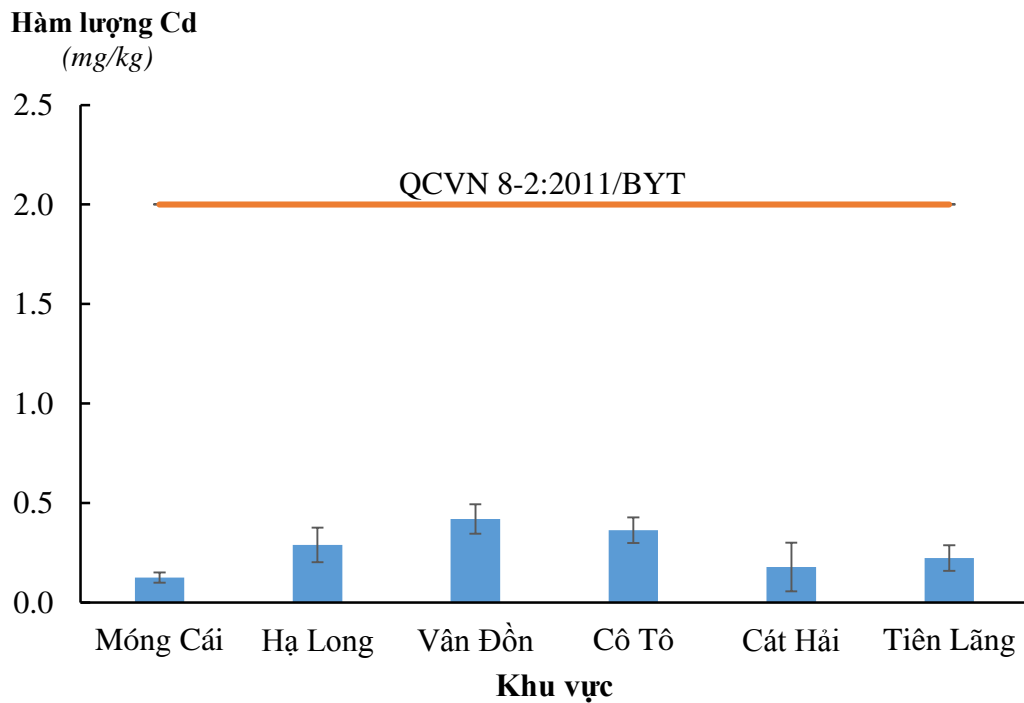
Năm 2021, tác giả Lu-Yan Qin và cộng sự đã nghiên cứu trên 5 loài động vật 2 mảnh vỏ, trong đó có ngao trắng tại 3 thành phố: Bắc Hải, Khâm Châu và Phòng Thành Cảng của tỉnh Quảng Tây, Trung Quốc đã phân tích được hàm lượng của một số các kim loại như: Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Hg và As. Kết quả phân tích được như sau:

- Tại Bắc Hải: hàm lượng Cd dao động từ 0,1 đến 0,14 mg/kg, hàm lượng Hg dao động từ 0,007 đến 0,009 mg/kg, hàm lượng Pb dao động từ 0,15 đến 0,2 mg/kg.
- Tại Khâm Châu: hàm lượng Cd dao động từ 0,13 đến 0,17 mg/kg, hàm lượng Hg dao động từ 0,003 đến 0,01 mg/kg, hàm lượng Pb dao động từ 0,2 đến 0,32 mg/kg.
- Tại Phòng Thành Cảng: hàm lượng Cd dao động từ 0,13 đến 0,17mg/kg, hàm lượng Hg dao động từ 0,003 đến 0,008 mg/kg, hàm lượng Pb dao động từ 0,14 đến 0,38 mg/kg [34].

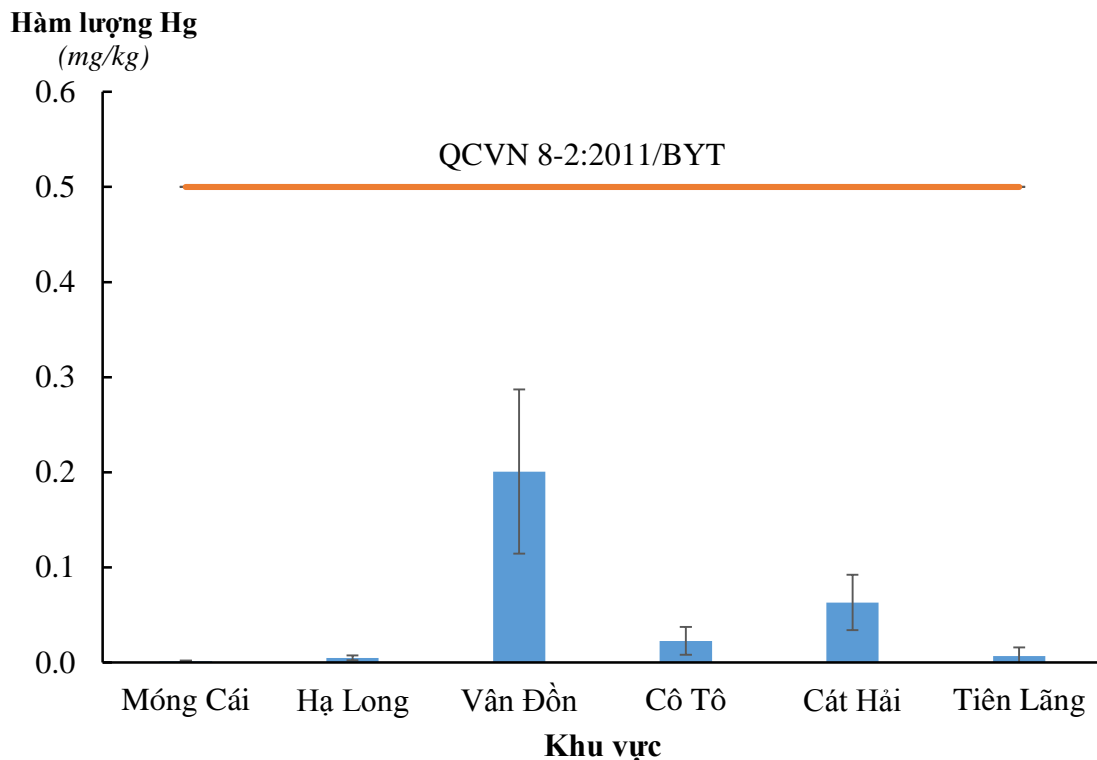
⇒ Hàm lượng Cd: tại 4 địa điểm nghiên cứu của đề tài (Hạ Long, Cô Tô,

Vân Đồn, Tiên Lãng) cao hơn so với 3 khu vực nghiên cứu tại Quảng Tây.

- ⇒ Hàm lượng Hg: tại Móng Cái hàm lượng Hg ở đây thấp hơn so với 3 khu vực nghiên cứu tại Quảng Tây và Vân Đồn có hàm lượng Hg cao hơn. Đối với 4 địa điểm còn lại, hàm lượng Hg tương đương với hàm lượng Hg thu được tại Quảng Tây.
- ⇒ Hàm lượng Pb: Riêng về Pb, đa số các địa điểm nghiên cứu của đề tài đều cho ra kết quả thấp hơn hoặc có giá trị tương đồng với đề tài của Lu-Yan Qin.

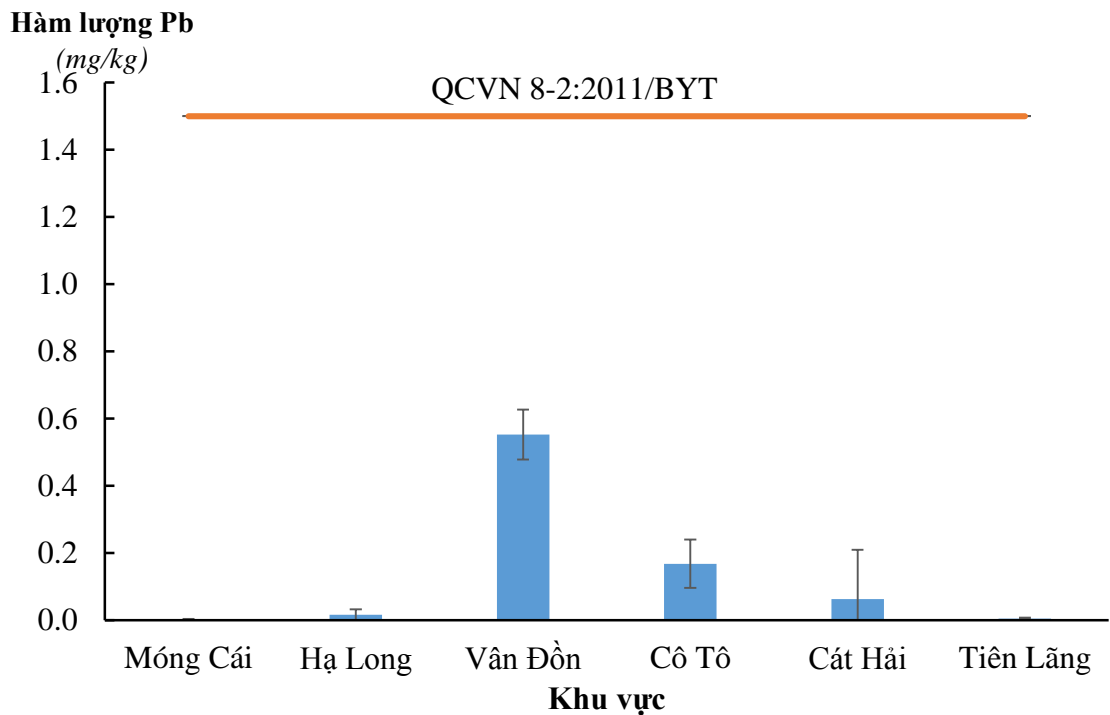


Hình 3.4. Hàm lượng Cd và QCVN đối với mẫu Ngao trắng



Hình 3.5. Hàm lượng Hg và QCVN đối với mẫu Ngao trắng

Năm 2012, tác giả Lê Quang Dũng đã phân tích hàm lượng thủy ngân trong ngao trắng tại Phù Long và Quần Mực (Hải Phòng) xác định được hàm lượng thủy ngân trong mô ngao trắng dao động từ 0,78 đến 1,15 mg/kg. Đến năm 2015, tác giả Lê Xuân Sinh cũng chỉ ra hàm lượng thủy ngân trong mô của ngao trắng tại khu vực Đồng Bài (Hải Phòng) dao động từ 0,8 đến 1,0 mg/kg. Gần đây nhất, năm 2017, tác giả Cao Thị Hảo đã thực hiện phân tích hàm lượng của một số KLN ở ngao trắng tại tỉnh Thái Bình, tại đây hàm lượng thủy ngân trong mẫu ngao được phân tích dao động từ 0,09 đến 1,9 mg/kg. Cùng khoảng thời điểm đó, tác giả Đinh Thị Nga đã đưa ra hàm lượng thủy ngân trong mẫu ngao trắng tại Cát Hải nằm trong khoảng từ 0,09 đến 0,11 mg/kg. Trong luận văn của tác giả cũng chỉ ra hàm lượng thủy ngân có trong mô của ngao trắng tại Hải Phòng nói riêng và của cả 2 khu vực nghiên cứu nói chung, hàm lượng thủy ngân dao động từ 0,01 đến 0,2 mg/kg.



Hình 3.6. Hàm lượng Pb và QCVN đối với mẫu Ngao trắng

Trong bài viết của tác giả Cao Thị Hào phân tích được hàm lượng chì trong mô ngao trắng tại Thái Bình có biên độ dao động rộng từ 0,9 đến 28,9 mg/kg cao hơn rất nhiều so với kết quả hàm lượng chì trong mô ngao trắng tại Hải Phòng và Quảng Ninh

Có thể thấy, các quy định của Việt Nam về hàm lượng KLN cũng có nét tương đồng so với các nước trên thế giới.

Bảng 3.4. Các quy định về hàm lượng kim loại nặng trên thế giới

Đơn vị: mg/kg

Kim loại	EU (EC 466/2001)	FAO	Singapo	Úc	Ma Cao (No. 23/2108)	Việt Nam
Cd	1	1	1	2	2	2
Hg	-	0,5	-	0,5	0,5	0,5
Pb	1,5	1	1	2	1,5	1,5

Đối với hàm lượng KLN trung bình tại các địa điểm lấy mẫu thì đều nằm trong giá trị cho phép của một số nước trên thế giới. Điều này cho thấy rằng, hàm lượng KLN trong ngao trắng không bị ô nhiễm.

Tuy nhiên, trong 30 mẫu thu tại Vân Đồn có 1 mẫu (VĐ2) có hàm lượng Hg lớn hơn mức cho phép của các nước trên thế giới nói chung và của Việt Nam nói riêng. Kết quả phân tích hàm lượng chi tiết tại Phụ lục 1.

3.3. Đánh giá mức độ tích lũy kim loại nặng trong ngao trắng

Để đánh giá mức độ tích lũy KLN trong Ngao trắng chúng tôi đã sử dụng hệ số tích lũy sinh học (*Bioaccumulation Factor- BAF*).

BAF là một giá trị mô tả mức độ mà các chất được hấp thụ hoặc tích lũy vào các mô của sinh vật thủy sinh từ nước trực tiếp và từ thực phẩm hoặc các vật liệu ăn vào khác có chứa các chất tích lũy và thường được đo bằng tỷ lệ hàm lượng của chất trong mô sinh vật sống so với hàm lượng của nó trong môi trường nước trong các tình huống tiếp xúc với chất xảy ra từ cả nước và chuỗi thức ăn [14]. Hệ số BAF cho phép đánh giá khả năng tích lũy kim loại trong cơ thể sinh vật, trong phần ăn được mà con người sử dụng để làm thực phẩm. Hệ số này nghiên cứu giúp đánh giá sơ bộ tình trạng ô nhiễm kim loại của môi trường sống đến các loài động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ, các loài sinh vật thủy sinh sống trong môi trường

Bảng 3.5. Mức độ tích lũy kim loại nặng theo hệ số BAF

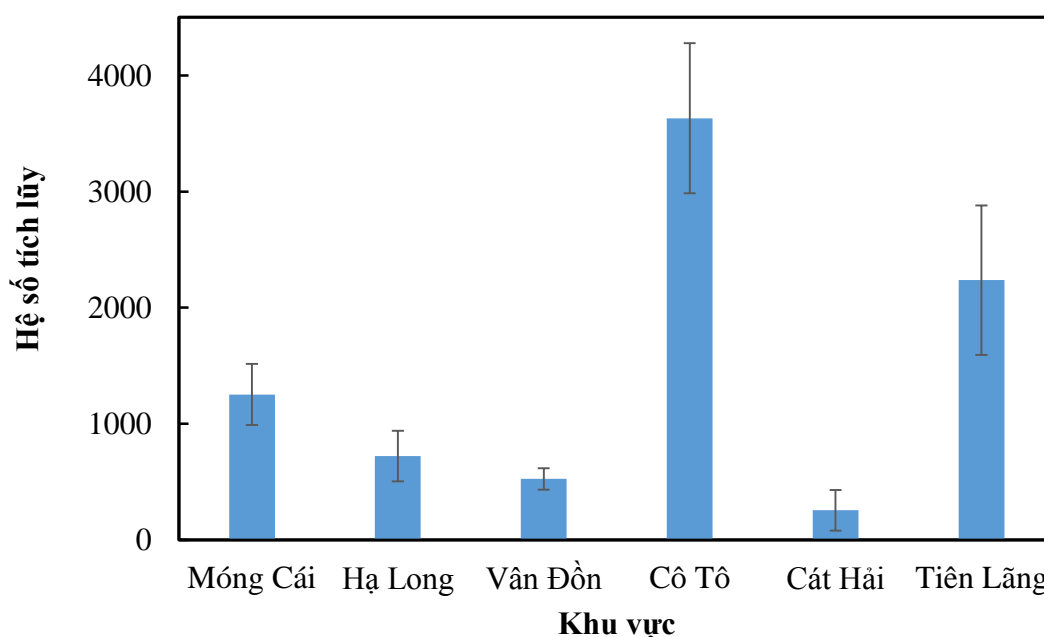
Địa điểm	Cadimi (Cd)	Thủy ngân (Hg)	Chì (Pb)
Móng Cái	1252,0 ± 264,1	7,0 ± 2,8	0,5 ± 0,2
Hạ Long	722,2 ± 217,9	24,3 ± 12,9	2,2 ± 2,2
Vân Đồn	524,8 ± 93,0	2007,6 ± 862,7	17,0 ± 2,3
Cô Tô	3630,5 ± 646,7	227,2 ± 146,2	23,4 ± 10,0
Cát Hải	255,4 ± 175,0	210,4 ± 97,3	8,4 ± 19,6
Tiên Lãng	2236,6 ± 645,0	33,4 ± 46,6	0,7 ± 0,4

Từ bảng 3.5 có thể nhận thấy, mức độ tích lũy Cd cao hơn mức độ tích lũy Hg và Pb. Hàm lượng kim loại Cd tại khu vực nuôi tại Móng Cái, Tiên Lãng và Cô Tô đều rất thấp chỉ có 0,0001mg/l nên khả năng tích lũy KLN trong mô Ngao trắng ở các khu vực này sẽ cao hơn so với 3 khu vực còn lại. Mức độ tích lũy tại 3 khu vực này lần lượt là 1252, 2236 và 3630.

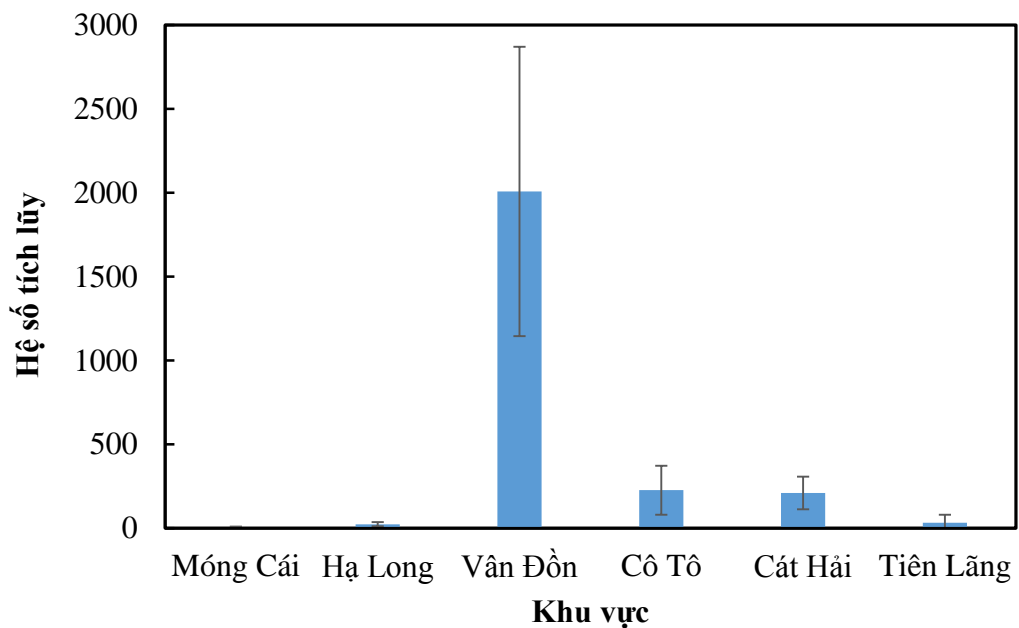
Mức độ tích lũy Hg tại Vân Đồn được phân tích là cao nhất trong các điểm thu mẫu. Mức độ tích lũy của các mẫu thu được tại Vân Đồn có sự dao động lớn dẫn đến độ lệch chuẩn của mức độ tích lũy cũng cao hơn so với các khu vực còn lại. Mức độ tích lũy Hg tại Vân Đồn đạt đến 2007 nên mức độ tích lũy Hg vào cơ thể sinh vật cao mặc dù hàm lượng Hg trong môi trường nước nuôi tại Vân Đồn là rất thấp.

Mức độ tích lũy của Pb trong mô Ngao rất thấp, mặc dù hàm lượng Pb trong mẫu nước nuôi tại các khu vực tiến hành thu mẫu là cao nhất so với 2 kim loại Cd và Hg.

Do hệ số tích lũy chịu ảnh hưởng của hàm lượng KLN nước nuôi và hàm lượng KLN trong mô đối tượng nghiên cứu nên có thể thấy rằng nếu với cùng một hàm lượng KLN trong mô đối tượng nghiên cứu thì hàm lượng KLN trong nước nuôi càng cao thì hệ số tích lũy càng thấp.

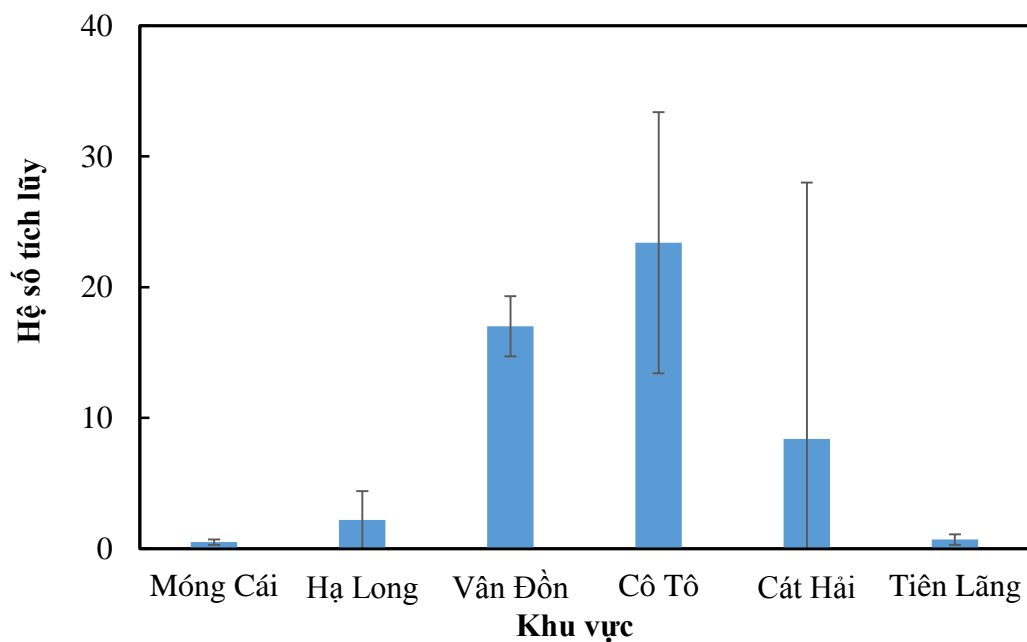


Hình 3.7. Hệ số tích lũy của Cadimi (Cd)



Hình 3.8. Hệ số tích lũy của Thủy ngân (Hg)

Từ biểu đồ hình 3.8 có thể thấy hệ số tích lũy Hg tại khu vực Vân Đồn cao hơn so với các khu vực khác vì hàm lượng Hg có trong mô thịt của ngao trắng cao hơn các khu vực khác từ 10 đến 20 lần.



Hình 3.9. Hệ số tích lũy của Chì (Pb)

Hiện tại ở Việt Nam có một số tác giả đã làm về hệ số tích lũy của Hg trên Ngao trắng. Trong công trình nghiên cứu của tác giả Lê Xuân Sinh đã chỉ

ra hệ số tích lũy Hg rơi vào khoảng 333. Cũng là một đề tài liên quan đế hệ số tích lũy Hg trong Ngao trắng, tác giả Đinh Thị Nga cũng chỉ ra hệ số tích lũy của Ngao trắng tại Cát Hải dao động từ 300 đến 333 mức độ tăng dần theo độ tuổi của ngao. Ngoại trừ hệ số tích lũy của Hg cao hơn so các địa điểm còn lại, thì số liệu thu được trong quá trình phân tích và tính toán khá phù hợp với các nghiên cứu trước đây.

Tuy nhiên, về hệ số tích lũy của Cd và Pb, các công trình nghiên cứu tại Việt Nam ít đề cập đến.

Tại Móng Cái, có 8/30 mẫu có hệ số tích lũy Cd thấp hơn so với mặt bằng chung tại khu vực, hệ số tích lũy dao động từ 700 đến 1000. Đối với hệ số tích lũy Hg có 5/30 mẫu có hệ số tích lũy lớn hơn 10. Và hệ số tích lũy của Pb rất thấp so với Cd, giá trị cao nhất đạt 0,8.

Tại Hạ Long, hệ số tích lũy Cd thấp hơn so với Móng Cái, chỉ có 3/30 mẫu có hệ số tích lũy lớn hơn 1000. Tuy nhiên, hệ số tích lũy Hg ở đây lại cao hơn so với khu vực Móng Cái có 25/30 mẫu có hệ số tích lũy lớn hơn 10 và mẫu có hệ số tích lũy Hg cao nhất là 48,1 (HL12). Hệ số tích lũy Pb cũng nhỉnh hơn so với khu vực Móng Cái, giá trị cao nhất đạt 7,4 (HL26).

Đối với khu vực Vân Đồn, hệ số tích lũy KLN có sự khác biệt so với 2 khu vực trên. Hệ số tích lũy của Hg cao hơn rất nhiều so với Móng Cái và Hạ Long, hệ số tích lũy Pb cũng cao hơn. Tuy nhiên, hệ số tích lũy Cd lại khá thấp so với 2 địa điểm trên.

Tại Cô Tô, hệ số tích lũy của Cd là cao nhất trong các KLN và cũng là khu vực có hệ số tích lũy Cd cao nhất trong 6 địa điểm lấy mẫu. Hệ số tích lũy Hg, Pb có nét tương đồng với khu vực Vân Đồn.

Tại khu vực Cát Hải (Hải Phòng) hệ số tích lũy Cd là khá thấp, bởi vì hàm lượng Cd có trong mô của ngao trắng là thấp so với các địa điểm lấy mẫu khác. Tuy nhiên, hệ số tích lũy Hg ở đây khá cao so với khu vực Móng Cái và Hạ Long nhưng lại khá phù hợp với một số nghiên cứu trước đây. Hệ số tích lũy Pb có sự biến động không đồng đều giữa các mẫu. Vì vậy đã dẫn đến giá trị trung bình có sai số lớn. Hệ số tích lũy Pb cao nhất là 86,7 trong khi đó giá

trị thấp nhất chỉ đạt có 0,03.

Đối với khu vực Tiên Lãng, các hệ số tích lũy lại có nét tương đồng với khu vực Móng Cái và Hạ Long. Hệ số tích lũy Cd là cao nhất. Hệ số tích lũy Hg thì có sự chênh lệch giữa các mẫu, giá trị cao nhất là 255 nhưng giá trị thấp nhất lại chỉ có 0,6. Hệ số tích lũy Pb cũng khá thấp.

3.4. Đề xuất cảnh báo mức độ tiêu thụ ngao trắng an toàn hàng ngày

Hàm lượng KLN tích lũy theo thời gian, chính vì vậy việc tiêu thụ thực phẩm một cách an toàn là biện pháp hàng đầu để giảm thiểu sự tích tụ hóa chất độc hại nói chung và tích tụ KLN trong cơ thể con người nói riêng.

Từ hệ số tích lũy KLN trong Ngao được xác định có thể dễ dàng tính ra được mức độ tiêu thụ an toàn hàng ngày để phù hợp với con người.

Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm QCVN 8-2:2011/BYT quy định lượng ăn vào hàng tuần có thể chấp nhận được tạm thời PTWI (đơn vị tính: mg/kg thể trọng).

Bảng 3.6. Hệ số ADI và tiêu chuẩn của độc chất theo quy chuẩn an toàn thực phẩm

Kim loại	PTWI QCVN 8-2:2011/BYT (mg/kg thể khối/ tuần)	ADI (mg/kg thể khối/ ngày)	Quy chuẩn QCVN 10- MT:2015/BTNMT (mg/l)
Cd	0,007	0,001	0,005
Hg	0,005	0,000714	0,001
Pb	0,025	0,003751	0,05

Tại bảng 3.4 có thể thấy quy định của Úc về hàm lượng KLN trong thực phẩm có phần nới lỏng hơn so với các nước khác. Tuy nhiên, tại Úc chỉ số PTWI lại được thắt chặt hơn so với Việt Nam. Lượng ăn hàng tuần có thể chấp nhận được tại Úc được quy định như sau: Cd 0,005 mg/kg thể trọng, Hg 0,002 mg/kg thể trọng, Pb 0,01 mg/kg thể trọng.

Bảng 3.7. Mức độ sử dụng thực phẩm đảm bảo an toàn tránh tích lũy kim loại nặng trên 1kg thể trọng đối với người

Đơn vị: mg/kg/ngày

Địa điểm	Cd	Hg	Pb
Móng Cái	0,0084 ± 0,0021	0,6444 ± 0,4122	1,5153 ± 0,7304
Hạ Long	0,0038 ± 0,0012	0,2645 ± 0,3583	0,4324 ± 0,2775
Vân Đồn	0,0025 ± 0,0005	0,0040 ± 0,0013	0,0066 ± 0,0009
Cô Tô	0,0028 ± 0,0005	0,0612 ± 0,0842	0,0248 ± 0,0099
Cát Hải	0,0106 ± 0,0126	0,0136 ± 0,0060	2,9179 ± 5,5592
Tiên Lãng	0,0049 ± 0,0017	0,4478 ± 1,0551	1,0057 ± 0,8347

Bảng 3.7 cho thấy trong các kim loại được thực hiện nghiên cứu của đề tài thì mức độ sử dụng thực phẩm đảm bảo an toàn tránh tích lũy kim loại nặng trong cơ thể con người của Cadimi là thấp nhất. Để đảm bảo an toàn khi sử dụng và tránh tích lũy kim loại nặng nên sử dụng chỉ số an toàn của Cd làm tiêu chuẩn.

Theo số liệu tính toán mới đây nhất tại 3 thành phố (Bắc Hải, Khâm Châu, Phòng Thành Cảng) thuộc tỉnh Quảng Tây (Trung Quốc), tác giả Lu-yan Qin đã chỉ ra lượng ăn hàng ngày đối với loài ngao trắng nhằm đảm bảo tránh tích KLN (trên 1 kg thể trọng con người) đối với cả 3 kim loại Cd, Hg và Pb lần lượt tại các thành phố là: Bắc Hải Cd 0,078 mg/kg/ngày, Hg 0,005 mg/kg/ngày, Pb 0,113 mg/kg/ngày; Khâm Châu Cd 0,099 mg/kg/ngày, Hg 0,005 mg/kg/ngày, Pb 0,178 mg/kg/ngày; Phòng Thành Cảng Cd 0,103 mg/kg/ngày, Hg 0,004 mg/kg/ngày, Pb 0,146 mg/kg/ngày [34].

Có thể nhận thấy, so với số liệu tại khu vực Quảng Tây (Trung Quốc) thì mức độ tiêu thụ an toàn của Cd tại khu vực Quảng Ninh và Hải Phòng đều cho giá trị thấp hơn hoặc xấp xỉ bằng với 3 thành phố của Quảng Tây, điều đó chứng ngao trắng tại các khu vực nghiên cứu trong đề tài có hàm lượng Cd cao hơn so với Quảng Tây. Tuy nhiên, thay vào đó thì mức độ tiêu thụ an toàn dựa trên

hàm lượng của Hg và Pb lại cao hơn so với khu vực Quảng Tây.

Các nghiên cứu về mức độ sử dụng an toàn thực phẩm thường tính cho người trưởng thành có khối lượng trung bình 60kg [35]. Đối với người có khối lượng cao hoặc thấp hơn thì nhân lượng thực phẩm nên tiêu thụ với hệ số α (với $\alpha = 60/\text{số cân nặng của người cụ thể}$). Mức tính toán mức độ sử dụng thực phẩm an toàn bao giờ cũng có hệ số dư so với thực tế vì trong đời sống hàng ngày mỗi cơ thể tiếp nhận nhiều độc chất qua hệ hô hấp, hệ tiêu hóa và tiếp xúc qua da.

Bảng 3.8. Mức độ sử dụng thực phẩm đảm bảo an toàn tránh tích lũy KLN đối với người có thể khối 60kg

Đơn vị: kg/ngày

Địa điểm	Cd	Hg	Pb	Đối với cả Cd, Hg, Pb
Móng Cái	0,504	38,664	90,918	0,504
Hạ Long	0,228	15,87	25,944	0,228
Vân Đồn	0,15	0,24	0,396	0,15
Cô Tô	0,168	3,672	1,488	0,168
Cát Hải	0,636	0,816	175,074	0,636
Tiên Lãng	0,294	26,868	60,342	0,294

Năm 2019, có nghiên cứu ở vùng bờ biển phía bắc của khu vực Trung tâm Java, Indonesia đã đưa ra hàm lượng tiêu thụ trung bình một tuần đối với loài ngao trắng tại khu vực này là 0,16kg/tuần. Có thể nhận thấy, so với mức độ tiêu thụ an toàn tại Indonesia thì mức độ tiêu thụ ngao trắng tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng là khá tốt.

Số liệu đưa ra ở bảng 3.7 là số liệu được tính theo thể trọng trung bình của con người là 60kg. Do khả năng tích lũy của Hg và Pb đều không quá cao và tỷ lệ nghịch với mức độ sử dụng nên mức độ sử dụng thực phẩm đảm bảo an toàn tránh tích lũy kim loại cao hơn so với Cd.

Bảng 3.9. Mức độ sử dụng Ngao trắng đảm bảo tránh tích lũy các độc chất đối với người

Đơn vị: Cá thể/ngày

Địa điểm	Khối lượng mô tb (g)/cá thể	Mức tiêu thụ an toàn (g)	Số cá thể tiêu thụ trong ngày
Móng Cái	3,90	504	129
Hạ Long	1,59	228	143
Vân Đồn	2,44	150	62
Cô Tô	2,32	168	73
Cát Hải	2,49	636	255
Tiên Lãng	1,57	294	187

Từ bảng 3.8 có thể nhận xét rằng, để đảm bảo tránh tích lũy các độc chất đối với cơ thể người khi sử dụng Ngao trắng ở độ tuổi thu hoạch với kích thước chiều dài dao động từ 3- 4cm và chiều rộng từ 2,3-3cm tại các khu vực Móng Cái, Hạ Long, Cát Hải và Tiên Lãng có thể sử dụng tối đa từ 130 đến hơn 200 cá thể/ngày vì hàm lượng các KLN (Cd, Hg, Pb) trong mô của Ngao trắng là thấp (Bảng 3.8). Đối với các khu vực như Vân Đồn và Cô Tô do hàm lượng KLN trong Ngao trắng cao (Bảng 3.8) nên chỉ có thể sử dụng từ 60 đến 70 cá thể Ngao/ngày.

Đối với các khu vực như Vân Đồn và Cô Tô, người dân nên hạn chế sử dụng ngao trắng thường xuyên nhằm tránh khả năng tích lũy KNL trong cơ thể dẫn đến nhiễm độc KNL.

Để có thể đánh giá tốt hơn về mức độ tiêu thụ an toàn thực phẩm đối với ngao trắng, cần xét thêm một số các KLN khác như As, Cr, Fe, Zn, Cu... giúp đánh giá ở mức toàn diện của thực phẩm khi con người sử dụng.

KẾT LUẬN

1. Kết luận

Qua các kết quả phân tích các mẫu môi trường nước nuôi và mẫu Ngao tại 2 khu vực nghiên cứu ở vùng ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng trong luận văn, tác giả đưa ra một số kết luận như sau:

- Hàm lượng Cd (mẫu nước) cao nhất tại Vân Đồn và thấp nhất ở vùng ven biển phía bắc tỉnh Quảng Ninh (khu vực Móng Cái, Cô Tô) và vùng Đông Nam của TP. Hải Phòng.

- Hàm lượng Hg (mẫu nước) tại các điểm thu mẫu không có sự chênh lệch lớn.

- Hàm lượng Pb (mẫu nước) cao nhất tại Vân Đồn, thấp nhất tại Móng Cái.

- Hàm lượng Cd, Hg và Pb cao nhất trong mẫu Ngao trắng tại Vân Đồn, giá trị thấp nhất được ghi nhận tại Móng Cái, Tiên Lãng.

Mức độ tích lũy Cd, Hg, Pb trong Ngao trắng thông qua hệ số tích lũy tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng như sau:

- Mức độ tích lũy Cd cao hơn Hg và Pb. Tại các khu vực Móng Cái, Tiên Lãng, Cô Tô mức độ tích lũy cao hơn so với 3 khu vực còn lại.

- Mức độ tích lũy Hg tại Vân Đồn được phân tích là cao nhất trong các điểm thu mẫu.

- Mức độ tích lũy của Pb là rất thấp.

Phụ thuộc vào hàm lượng KLN có trong mô của Ngao trắng, mức độ sử dụng Ngao trắng trong thực phẩm hàng ngày mà không gây nguy cơ tích lũy các độc chất Cd, Hg, Pb tại Cô Tô, Vân Đồn là 60 đến 70 cá thể/ngày, tại Móng Cái, Hạ Long, Cát Hải, Tiên Lãng từ 130 đến 200 cá thể/ngày.

2. Kiến nghị

Nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở việc xác định hàm lượng Cadimi, thủy ngân và chì trong loài Ngao trắng tại 6 điểm thu mẫu. Trên thực tế, ngoài

Cadimi, thủy ngân, chì, các loài sinh vật trên còn có thể tích lũy nhiều loại độc chất khác như các hợp chất hữu cơ bền vững trong môi trường POPs hay các kim loại nặng khác như As, Cr, Sn... Để khẳng định lượng cá thể Ngao trắng sử dụng đảm bảo an toàn thực phẩm, cần có thêm các nghiên cứu về các độc chất khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Văn, 2020, Hiệu quả nuôi Ngao ở khu vực Đông Bắc Bộ, *Diễn đàn Thủy sản Việt Nam*.
- [2] EMEP, 1997, *Hội thảo EMEP-WMO về các chiến lược giám sát ô nhiễm không khí khu vực liên quan đến nhu cầu của EMEP, GAW và các tổ chức quốc tế khác*. Viện Nghiên cứu Hàng không Na Uy (EMEP / CCC-Báo cáo 10/97).
- [3] Sadar Aslam, 2020, A comprehensive assessment of environmental pollution by means of heavy metal analysis for oysters' reefs at Hab River Delta, Balochistan, Pakistan, *Marine Pollution Bulletin* 153, 110970.
- [4] Abdelbaset S. El-Sorogy, 2015, Assessment of heavy metal contamination in intertidal gastropod and bivalve shells from central Arabian Gulf coastline, Saudi Arabia. *Journal of African Earth Sciences* 111, 41-53.
- [5] O. Miedico, C. Pompa, M. Tarallo and A. E. Chiaravalle, 2013, Assessment of Heavy Metals in Bivalves Molluscs of Apulian Region: a 3-years control activity of an EU Laboratory, *E3S Web of Conferences* 11006 DOI: 10.1051/e3sconf/20130111006, Owned by the authors, published by EDP Sciences.
- [6] B Yulianto, P S Oetari, S Februhardi, T W C Putranto and A Soegianto, 2019, Heavy metals (Cd, Pb, Cu, Zn) concentrations in edible bivalves harvested from Northern Coast of Central Java, Indonesia. *IOP conference Series: Earth and Environmental Science* 259 doi:10.1088/1755-1315/259/1/012005. International Conference on Science and Technology for Environmental.
- [7] Lê Thị Trinh, 2017, Đánh giá sự tích lũy và rủi ro sinh thái một số kim loại nặng trong trầm tích cửa sông Hàn, Thành phố Đà Nẵng, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 33, Số 3 (2017) 112-119*
- [8] Lê Thị Trinh, Kiều Thị Thu Trang, Nguyễn Thành Trung, Nguyễn Khánh Linh, Trịnh Thị Thắm, 2018, Đánh giá sự tích lũy và rủi ro sinh thái một

- số kim loại nặng trong trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy. *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 34, số 4(2018) 140-147
- [9] Lê Quang Dũng, Nguyễn Việt Linh và Vũ Văn Tú, 2013, Tích lũy kim loại nặng trong hào đá và Ngao vùng ven biển Hải Phòng, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*.
- [10] Vũ Văn Minh và nnk, 2014, Hàm lượng Cd, Pb, Cr và Hg trong trầm tích và trong loài hến (*Corbicula subsulcata*) ở một số cửa sông khu vực miền trung, *Việt Nam*, tr. 378-384.
- [11] Đỗ Văn Mạnh và nnk, 2021, đề tài “Đánh giá địa sinh thái vùng ven biển phía Bắc thông qua tích lũy kim loại nặng trong động vật đáy”. Báo cáo Tổng kết đề tài. Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
- [12] Lê Xuân Sinh, 2013, Cơ chế tích tụ thủy ngân của loài nghêu trắng (*meretrix lyrata*) phân bố vùng cửa sông Bạch Đằng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ* 51 (5) (2013) 573-585 51(5), tr. 573-585
- [13] Lê Bá Huy, 2008, *Giáo trình Độc học môi trường cơ bản*, NXB Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.
- [14] Law insider, <https://www.lawinsider.com/dictionary/bioaccumulation-factor-baf>.
- [15] Bộ Y tế, 2011, *QCVN8-2:2011/BYT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm*.
- [16] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2015, *QCVN 10MT:2015/BTNMT: Quy chuẩn quốc gia về kỹ thuật nước biển*.
- [17] Lê Xuân Sinh, Nguyễn Thị Huyền, 2016, Xác định hệ số tích tụ thủy ngân của một số loài động vật hai mảnh vỏ ở khu vực Đông Bắc Bộ, Việt Nam, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, tập 16, số 3, 2016.
- [18] Bộ Y tế, 2007, *Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT, Quyết định về việc ban hành “Quy định giới hạn tối đa ô nhiễm sinh học và hóa học ở thực phẩm”*

- [19] Mai Trọng Thông và nnk, 2015. *Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tai biến tự nhiên và một số lĩnh vực kinh tế xã hội ở tỉnh Quảng Ninh. Những giải pháp ứng phó với Biến đổi khí hậu nhằm đảm bảo phát triển bền vững*. Đề tài cấp Liên hiệp các Hội khoa học kỹ thuật Việt Nam
- [20] Ủy ban nhân dân thành phố Hải Phòng, 2017, *Điều kiện tự nhiên*. <http://hppc.gov.vn/>
- [21] Nguyễn Xuân Thành, 2016, “*Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ nuôi, bảo tồn và phát triển nguồn lợi hai loài Ngao (Meretrix meretrix Linnaeus, 1758 và Meretrix lyrata Sowerby, 1851) tại vùng ven biển tỉnh Nam Định*”
- [22] Bách khoa toàn thư mở Wikipedia, <https://vi.wikipedia.org/>
- [23] Gosling E.M, 2003, *Bivalve Molluscs – Biology, Ecology and Culture*, Blackwell Publishing, USA pp 439.
- [24] Michael Helm. M. and Neil Bourne, 2004, *Hatchery culture of bivalves, a practical manual*, FAO fisheries technical p 471.
- [25] Quayle. D.B & G.F. Newkirk, 1989, *Farming Bivalve Mollusc Methods Study and Development Advances in World Aquaculture, Published by the World Aquaculture Society Association with International Development Research Center*. Volume I, 294 p
- [26] Nguyễn Chính, 1996, *Một số loài động vật thân mềm (Mollusca) có giá trị kinh tế ở biển Việt Nam*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội, 96tr
- [27] Trương Quốc Phú, 1999, *Nghiên cứu một số đặc điểm sinh học, sinh hoá và kỹ thuật nuôi nghêu (Meretrix lyrata) đạt năng suất cao*, Luận án tiến sĩ khoa học nông nghiệp, Đại học thuỷ sản, Nha Trang.
- [28] Nguyễn Hữu Phụng, 1996, *Đặc điểm sinh học và kỹ thuật ương nuôi ấu trùng Ngao Bến Tre (Meretrix lyrata Sowerby)*, *Tạp chí Khoa học và công nghệ số 7 và 8*, tr 13-21 và 14 – 18
- [29] Nguyễn Thị Xuân Thu, 2003, *Sinh học và kỹ thuật nuôi động vật thân mềm*, Giáo trình dành cho Cao học NTTS, Nha Trang 2003, 114tr.

- [30] Li zhimin, Liu zhigang, Yao ru, Luo chengjin, Yan Junfei, 2010, Effect of temperature and salinity on the survival and growth of *Meretrix lyrata* juveniles, *Acta Ecologica Sinica* -Volume: 30, Issue 13, P 3406-3413 (Abstract in English, full paper in Chinese)
- [31] Liu Zhi-gang, Liu Jian-yong , Liu fu, Shao-mei, 2011, Effects of tide level, culture density and season on growth and survival of wrinkled clam, *Meretrix lyrata* juveniles, *Journal Marine Sciences*, 2011, Issue 10, p 34 – 41 (Abstract in English, full paper in Chinese).
- [32] Method EPA 200.8, Revision 5.4: Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
- [33] Method 2015.01 Heavy Metal in Food.
- [34] Lu-yan Qin, Rong-cang Zhang, Yi-dan Liang, Li-chuan Wu, Ya-jing Zhang, Zhen-lin Mu, Ping Deng, Ling-ling Yang, Zhou Zhou, Zheng-ping Yu, 2021, Concentrations and health risks of heavy metals in five major marketed marine bivalves from three coastal cities in Guangxi, China, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 223(2021) 112562
- [35] Dương Thanh Nghị (2009) *Đánh giá khả năng tích tụ các chất ô nhiễm hữu cơ bền và kim loại nặng trong môi trường nước, trầm tích, sinh vật ven biển Hải Phòng*. Báo cáo đề tài cấp thành phố Hải Phòng, Thư viện Viện Tài nguyên và Môi trường biển

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Kích thước và hàm lượng kim loại nặng trong mẫu Ngao

1. Tại Móng Cái

Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Chiều rộng (cm)	Khối lượng nhân (g)	Khối lượng phân tích (g)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
MC1	3,90	3,20	3,85	0,5371	0,13813	0,00222	0,00256
MC2	4,70	3,60	6,02	0,6865	0,13025	0,00281	0,00503
MC3	3,80	3,10	4,28	0,5665	0,13462	0,00163	0,00278
MC4	3,60	2,70	2,72	0,5028	0,12452	0,00135	0,00546
MC5	4,00	3,10	3,02	0,5047	0,18677	0,00038	0,00199
MC6	3,50	2,80	3,60	0,5206	0,16821	0,00045	0,00273
MC7	3,90	3,10	3,37	0,5084	0,12997	0,00133	0,00115
MC8	3,70	2,85	3,64	0,6209	0,07963	0,00083	0,00200
MC9	3,90	3,25	4,35	0,5222	0,06929	0,00107	0,00404
MC10	4,00	3,10	4,19	0,5034	0,07550	0,00128	0,00354
MC11	3,55	3,19	3,37	0,5927	0,13929	0,00158	0,00270
MC12	4,53	2,95	5,81	0,5461	0,13325	0,00175	0,00109
MC13	3,65	3,50	3,69	0,5009	0,12847	0,00139	0,00413
MC14	3,72	3,21	4,07	0,6126	0,09927	0,00128	0,00398
MC15	3,84	3,12	2,89	0,5514	0,13923	0,00140	0,00512
MC16	3,95	3,25	4,52	0,5319	0,09812	0,00098	0,00125
MC17	4,55	2,95	6,05	0,5024	0,12972	0,00113	0,00253
MC18	3,65	2,75	3,04	0,5467	0,09812	0,00096	0,00238
MC19	3,55	2,71	2,78	0,5682	0,09983	0,00220	0,00128
MC20	3,87	3,05	3,12	0,5316	0,12283	0,00198	0,00219
MC21	3,92	3,1	2,91	0,5492	0,09813	0,00038	0,00124
MC22	4,05	2,93	3,54	0,5639	0,12961	0,00239	0,00273
MC23	3,65	3,15	2,87	0,5596	0,14851	0,00128	0,00281
MC24	4,35	3,19	5,87	0,5629	0,13098	0,00114	0,00250
MC25	4,25	3,05	5,65	0,5825	0,12981	0,00137	0,00256
MC26	3,68	2,96	3,5	0,5387	0,12926	0,00119	0,00298
MC27	3,92	3,17	3,94	0,5164	0,13857	0,00201	0,00341
MC28	3,85	3,03	3,48	0,5439	0,12984	0,00120	0,00298
MC29	3,72	3,2	3,03	0,5844	0,16698	0,00129	0,00280
MC30	3,77	3,25	3,9	0,5411	0,12938	0,00149	0,00280
Trung bình	3,90	3,08	3,90	0,5500	0,12520	0,00139	0,00283

2. Tại Hạ Long

Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Chiều rộng (cm)	Khối lượng nhân (g)	Khối lượng phân tích (g)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
HL1	3,00	2,55	1,66	0,5309	0,26265	0,00943	0,00528
HL2	2,90	2,25	1,31	0,5019	0,32758	0,00755	0,01193
HL3	3,14	2,41	1,92	0,5200	0,15818	0,00236	0,00575
HL4	3,10	2,40	2,03	0,5237	0,12351	0,00417	0,00451
HL5	3,00	2,50	1,67	0,6258	0,25169	0,00320	0,00822
HL6	3,70	2,50	1,64	0,5172	0,38684	0,00110	0,01319
HL7	2,71	2,20	1,32	0,6223	0,20603	0,00036	0,01008
HL8	3,02	2,60	1,43	0,5071	0,50397	0,00937	0,05212
HL9	3,00	2,40	1,70	0,5052	0,20804	0,00593	0,00763
HL10	2,90	2,37	1,18	0,5401	0,24667	0,00121	0,01220
HL11	2,65	2,34	1,65	0,5098	0,25470	0,00376	0,05141
HL12	3,05	2,21	1,32	0,5742	0,32475	0,00962	0,00639
HL13	2,72	2,43	1,62	0,5198	0,23847	0,00753	0,03916
HL14	3,12	2,15	1,74	0,5431	0,42264	0,00532	0,00652
HL15	3,09	2,32	1,91	0,5504	0,37955	0,00125	0,00832
HL16	2,87	2,51	1,56	0,5672	0,26154	0,00237	0,01216
HL17	2,69	2,32	1,49	0,5029	0,50201	0,00754	0,00531
HL18	3,02	2,21	1,45	0,5426	0,24653	0,00452	0,00361
HL19	2,98	2,43	1,50	0,5472	0,27353	0,00353	0,01623
HL20	2,76	2,54	1,21	0,5792	0,30592	0,00764	0,00512
HL21	3,05	2,61	1,45	0,5072	0,28645	0,00644	0,03764
HL22	2,98	2,43	1,45	0,5312	0,26344	0,00442	0,00856
HL23	2,86	2,54	1,40	0,5678	0,24344	0,00634	0,03841
HL24	3,15	2,41	2,05	0,5457	0,23421	0,00645	0,00674
HL25	3,05	2,46	1,92	0,5641	0,35454	0,00554	0,00965
HL26	2,65	2,57	1,15	0,5509	0,31562	0,00435	0,05528
HL27	2,90	2,45	1,45	0,5571	0,25056	0,00161	0,00471
HL28	2,90	2,36	1,65	0,5641	0,25142	0,00443	0,04224
HL29	3,05	2,28	1,95	0,5401	0,35437	0,00423	0,00525
HL30	3,15	2,54	2,01	0,5213	0,22729	0,00399	0,00346
Trung bình	2,97	2,41	1,59	0,5427	0,28887	0,00485	0,01657

3. Tại Vân Đồn

Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Chiều rộng (cm)	Khối lượng nhân (g)	Khối lượng phân tích (g)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
VĐ1	4,00	2,29	2,16	0,5349	0,25413	0,30622	0,50500
VĐ2	4,21	2,41	2,94	0,5053	0,33931	0,58125	0,40820
VĐ3	3,85	2,25	2,36	0,5180	0,50937	0,24731	0,56148
VĐ4	4,15	2,41	2,45	0,5237	0,39214	0,11946	0,56578
VĐ5	4,15	2,35	2,19	0,5361	0,35792	0,23551	0,53148
VĐ6	3,80	2,25	2,14	0,6947	0,31827	0,18472	0,53972
VĐ7	4,05	2,31	2,23	0,5318	0,41827	0,23875	0,61579
VĐ8	3,98	2,24	2,08	0,4579	0,31282	0,22183	0,46823
VĐ9	4,42	2,62	3,17	0,5292	0,38721	0,24312	0,52775
VĐ10	3,92	2,16	2,17	0,5086	0,42121	0,18696	0,53963
VĐ11	3,90	2,25	2,14	0,5538	0,39182	0,19848	0,64473
VĐ12	3,75	2,04	2,12	0,5358	0,43129	0,12938	0,51162
VĐ13	4,30	2,53	2,96	0,5514	0,38127	0,15026	0,57985
VĐ14	3,80	2,17	2,18	0,5629	0,43962	0,13273	0,46164
VĐ15	4,21	2,46	2,69	0,5825	0,39654	0,17255	0,69487
VĐ16	3,80	2,15	2,01	0,5387	0,41272	0,15242	0,48158
VĐ17	4,05	2,24	2,63	0,5015	0,43551	0,13425	0,69299
VĐ18	3,97	2,22	2,14	0,5072	0,54128	0,18683	0,53598
VĐ19	3,80	2,19	2,06	0,5192	0,54273	0,19577	0,55957
VĐ20	4,09	2,29	2,45	0,5203	0,43911	0,21964	0,49190
VĐ21	4,24	2,43	2,76	0,5195	0,39129	0,18432	0,47874
VĐ22	3,83	2,19	2,15	0,5483	0,45313	0,19325	0,57662
VĐ23	4,16	2,33	2,59	0,5001	0,37327	0,21432	0,68752
VĐ24	4,35	2,57	2,87	0,5204	0,46712	0,10982	0,47593
VĐ25	3,96	2,25	2,21	0,5492	0,54823	0,21425	0,59364
VĐ26	3,86	2,16	2,13	0,4921	0,43251	0,24697	0,66387
VĐ27	4,19	2,47	2,81	0,5482	0,38128	0,12842	0,49564
VĐ28	4,21	2,55	2,90	0,5273	0,58013	0,18634	0,49679
VĐ29	4,17	2,47	2,75	0,5739	0,36320	0,10664	0,59790
VĐ30	4,22	2,59	2,83	0,5283	0,48148	0,20089	0,59893
Trung bình	4,05	2,33	2,44	0,5340	0,41981	0,20076	0,55278

4. Tại Cô Tô

Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Chiều rộng (cm)	Khối lượng nhân (g)	Khối lượng phân tích (g)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
CT1	3,70	2,11	2,36	0,5402	0,32990	0,00528	0,08030
CT2	4,11	2,56	2,46	0,6041	0,46590	0,00525	0,09785
CT3	3,78	2,14	1,73	0,6412	0,39183	0,00164	0,08895
CT4	3,90	2,20	2,47	0,7208	0,46618	0,06953	0,30819
CT5	4,25	3,41	2,57	0,5776	0,35750	0,01973	0,13073
CT6	4,10	2,38	2,20	0,5174	0,28599	0,03881	0,40486
CT7	4,11	2,55	2,74	0,5136	0,39771	0,01347	0,13482
CT8	4,10	2,38	2,28	0,5178	0,28019	0,00306	0,16587
CT9	4,08	2,02	2,16	0,5167	0,34252	0,01644	0,10198
CT10	4,15	2,35	2,24	0,5523	0,31280	0,03449	0,16817
CT11	4,03	2,51	2,32	0,5702	0,36305	0,02272	0,16817
CT12	3,97	2,14	2,19	0,5482	0,34623	0,01238	0,08712
CT13	3,58	2,05	2,29	0,5291	0,41862	0,04382	0,08235
CT14	3,84	2,12	2,43	0,5962	0,37152	0,02344	0,18472
CT15	4,01	2,75	2,19	0,4859	0,41162	0,01285	0,28354
CT16	3,98	2,19	2,33	0,6927	0,36975	0,02853	0,13826
CT17	3,85	2,11	2,27	0,5837	0,38705	0,01947	0,12536
CT18	4,18	2,86	2,25	0,5692	0,49758	0,01293	0,18792
CT19	4,17	2,75	2,26	0,4985	0,46559	0,02178	0,09826
CT20	3,90	2,13	2,11	0,5968	0,39674	0,01355	0,18172
CT21	4,05	2,77	2,57	0,6846	0,47597	0,01267	0,18279
CT22	4,00	2,90	2,58	0,5193	0,32822	0,02273	0,20361
CT23	4,21	3,04	2,45	0,5258	0,31056	0,02146	0,23172
CT24	3,98	2,18	2,16	0,5839	0,29836	0,02853	0,09824
CT25	4,15	2,86	2,45	0,5986	0,30219	0,03775	0,19492
CT26	4,25	3,05	2,50	0,5753	0,27390	0,02413	0,19835
CT27	4,18	2,95	2,31	0,5098	0,28593	0,03237	0,18628
CT28	3,89	2,14	2,14	0,5769	0,30416	0,04717	0,17492
CT29	4,29	2,70	2,37	0,5967	0,31289	0,01246	0,17263
CT30	4,03	2,89	2,24	0,5638	0,34092	0,02328	0,18254
Trung bình	4,03	2,51	2,32	0,5702	0,36305	0,02272	0,16817

5. Tại Cát Hải

Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Chiều rộng (cm)	Khối lượng nhân (g)	Khối lượng phân tích (g)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
CH1	3,90	2,39	2,67	0,7340	0,18476	0,13122	0,00101
CH2	3,75	2,20	2,32	0,5143	0,13649	0,04973	0,13237
CH3	4,30	2,39	2,57	0,5289	0,08908	0,07713	0,00125
CH4	3,80	2,11	1,88	0,5136	0,15862	0,03126	0,00513
CH5	4,21	2,51	3,02	0,5265	0,09964	0,06816	0,00186
CH6	3,80	2,20	1,96	0,6140	0,10861	0,05816	0,03751
CH7	4,20	2,45	2,85	0,5096	0,12641	0,03121	0,00185
CH8	4,02	2,32	2,21	0,5682	0,18935	0,05765	0,00124
CH9	4,35	2,36	3,03	0,5328	0,27875	0,09813	0,65009
CH10	3,91	2,29	2,35	0,5220	0,27987	0,05875	0,51013
CH11	3,85	2,15	2,20	0,5866	0,03937	0,05082	0,00088
CH12	4,01	2,34	2,71	0,5456	0,11924	0,13624	0,00013
CH13	3,94	2,31	2,25	0,5180	0,02471	0,05385	0,00129
CH14	4,12	2,45	2,73	0,5570	0,03926	0,12871	0,00024
CH15	4,24	2,47	2,91	0,5436	0,22525	0,02735	0,00147
CH16	3,93	2,38	2,15	0,5363	0,01626	0,05913	0,00129
CH17	3,82	2,24	2,12	0,5172	0,16310	0,04812	0,00101
CH18	4,17	2,32	2,89	0,5409	0,12549	0,03481	0,00102
CH19	3,79	2,05	1,95	0,5300	0,18029	0,09127	0,00398
CH20	4,25	2,40	2,97	0,5341	0,12237	0,05724	0,00551
CH21	4,30	2,55	3,08	0,5278	0,10348	0,02374	0,00462
CH22	3,95	2,24	2,15	0,5892	0,06739	0,03788	0,00396
CH23	4,05	2,31	2,69	0,5239	0,16702	0,05846	0,01384
CH24	4,20	2,43	2,95	0,5471	0,24114	0,06872	0,00043
CH25	3,98	2,24	2,15	0,5538	0,47358	0,05277	0,08030
CH26	3,82	2,10	1,95	0,5358	0,17423	0,05252	0,09785
CH27	4,30	2,47	3,01	0,5514	0,48917	0,04638	0,08895
CH28	4,00	2,38	2,65	0,5759	0,42709	0,08504	0,09074
CH29	3,90	2,29	2,23	0,5795	0,18325	0,06441	0,09274
CH30	3,87	2,15	1,95	0,5412	0,32921	0,05513	0,06513
Trung bình	4,02	2,32	2,49	0,5500	0,17875	0,06313	0,06326

6. Tại Tiên Lãng

Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Chiều rộng (cm)	Khối lượng nhân (g)	Khối lượng phân tích (g)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
TL1	3,00	2,50	1,30	0,7629	0,16759	0,00513	0,00183
TL2	3,20	2,60	1,55	0,6391	0,30149	0,00212	0,00278
TL3	3,30	2,65	1,78	0,5135	0,25449	0,00183	0,00961
TL4	2,90	2,45	1,27	0,5174	0,20192	0,00478	0,00686
TL5	3,20	2,55	1,96	0,6372	0,21754	0,00123	0,00207
TL6	3,45	2,70	2,17	0,7762	0,21604	0,05104	0,00093
TL7	3,00	2,40	1,28	0,5015	0,17946	0,00209	0,00796
TL8	3,20	2,60	1,53	0,5252	0,21413	0,00178	0,00776
TL9	3,10	2,40	1,46	0,5763	0,20788	0,00114	0,00444
TL10	3,20	2,50	1,41	0,5194	0,24603	0,00045	0,00406
TL11	2,94	2,40	1,29	0,5766	0,12746	0,00012	0,00923
TL12	3,13	2,48	1,35	0,5456	0,25372	0,00179	0,00946
TL13	3,50	2,71	2,01	0,5780	0,12990	0,00541	0,00107
TL14	3,18	2,54	1,97	0,6550	0,26590	0,00202	0,00222
TL15	3,21	2,55	1,46	0,5456	0,31843	0,00969	0,00329
TL16	2,90	2,35	1,25	0,5314	0,14564	0,00895	0,00846
TL17	3,20	2,49	1,45	0,6343	0,31662	0,00695	0,00819
TL18	3,30	2,56	1,55	0,5404	0,32575	0,01973	0,00307
TL19	2,85	2,41	1,36	0,5971	0,25190	0,00388	0,00466
TL20	2,96	2,44	1,35	0,7342	0,30771	0,00235	0,00348
TL21	3,14	2,55	1,50	0,5979	0,28019	0,00329	0,00657
TL22	3,39	2,60	1,92	0,6594	0,23435	0,00164	0,00198
TL23	2,87	2,41	1,28	0,5879	0,21240	0,00634	0,00682
TL24	3,24	2,67	1,73	0,5671	0,12762	0,00687	0,00652
TL25	3,30	2,68	1,81	0,6538	0,22415	0,00691	0,00563
TL26	2,90	2,45	1,31	0,5658	0,23912	0,00703	0,00487
TL27	2,85	2,46	1,27	0,5584	0,31438	0,00869	0,00772
TL28	3,40	2,65	1,91	0,5699	0,19133	0,00986	0,00525
TL29	3,35	2,60	1,75	0,5765	0,11358	0,00781	0,00445
TL30	3,60	2,75	1,95	0,7549	0,12300	0,00923	0,00635
Trung bình	3,16	2,54	1,57	0,6000	0,22366	0,00667	0,00525

Phụ lục 2: Hệ số tích lũy sinh học và mức độ tiêu thụ

1. Tại Móng Cái

Số hiệu mẫu	BAF			Mức độ tiêu thụ an toàn đối với 1kg thể trọng (mg/kg thể trọng)		
	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb
MC1	1381,3	11,1	0,4	0,0072	0,3223	1,3929
MC2	1302,5	14,0	0,8	0,0077	0,2544	0,7097
MC3	1346,2	8,1	0,5	0,0074	0,4383	1,2867
MC4	1245,2	6,8	0,9	0,0080	0,5282	0,6541
MC5	1867,7	1,9	0,3	0,0054	1,9020	1,7947
MC6	1682,1	2,2	0,4	0,0059	1,5877	1,3070
MC7	1299,7	6,6	0,2	0,0077	0,5386	3,1062
MC8	796,3	4,2	0,3	0,0126	0,8569	1,7837
MC9	692,9	5,4	0,7	0,0144	0,6666	0,8832
MC10	755,0	6,4	0,6	0,0132	0,5566	1,0078
MC11	1392,9	7,9	0,4	0,0072	0,4520	1,3227
MC12	1332,5	8,8	0,2	0,0075	0,4078	3,2829
MC13	1284,7	7,0	0,7	0,0078	0,5139	0,8652
MC14	992,7	6,4	0,7	0,0101	0,5576	0,8969
MC15	1392,3	7,0	0,8	0,0072	0,5109	0,6971
MC16	981,2	4,9	0,2	0,0102	0,7274	2,8617
MC17	1297,2	5,6	0,4	0,0077	0,6332	1,4105
MC18	981,2	4,8	0,4	0,0102	0,7464	1,4993
MC19	998,3	11,0	0,2	0,0100	0,3250	2,7880
MC20	1228,3	9,9	0,4	0,0081	0,3604	1,6286
MC21	981,3	1,9	0,2	0,0102	1,8601	2,8848
MC22	1296,1	11,9	0,4	0,0077	0,2992	1,3063
MC23	1485,1	6,4	0,5	0,0067	0,5572	1,2701
MC24	1309,8	5,7	0,4	0,0076	0,6251	1,4297
MC25	1298,1	6,9	0,4	0,0077	0,5206	1,3940
MC26	1292,6	6,0	0,5	0,0077	0,5982	1,1973
MC27	1385,7	10,1	0,6	0,0072	0,3547	1,0467
MC28	1298,4	6,0	0,5	0,0077	0,5962	1,1981
MC29	1669,8	6,4	0,5	0,0060	0,5550	1,2773
MC30	1293,8	7,5	0,5	0,0077	0,4784	1,2751
Trung bình	1252,0	7,0	0,5	0,0084	0,6444	1,5153
Độ lệch chuẩn	264,1	2,8	0,2	0,0021	0,4122	0,7304

2. Tại Hạ Long

Số hiệu mẫu	BAF			Mức độ tiêu thụ an toàn đối với 1kg thể trọng (mg/kg thể trọng)		
	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb
HL1	656,6	47,1	0,7	0,0038	0,0758	0,6770
HL2	819,0	37,8	1,6	0,0031	0,0946	0,2993
HL3	395,4	11,8	0,8	0,0063	0,3028	0,6216
HL4	308,8	20,9	0,6	0,0081	0,1711	0,7923
HL5	629,2	16,0	1,1	0,0040	0,2233	0,4345
HL6	967,1	5,5	1,8	0,0026	0,6486	0,2707
HL7	515,1	1,8	1,3	0,0049	1,9703	0,3544
HL8	1259,9	46,9	6,9	0,0020	0,0762	0,0685
HL9	520,1	29,6	1,0	0,0048	0,1205	0,4680
HL10	616,7	6,0	1,6	0,0041	0,5911	0,2928
HL11	636,7	18,8	6,9	0,0039	0,1902	0,0695
HL12	811,9	48,1	0,9	0,0031	0,0742	0,5593
HL13	596,2	37,7	5,2	0,0042	0,0948	0,0912
HL14	1056,6	26,6	0,9	0,0024	0,1342	0,5475
HL15	948,9	6,2	1,1	0,0026	0,5737	0,4292
HL16	653,9	11,9	1,6	0,0038	0,3011	0,2936
HL17	1255,0	37,7	0,7	0,0020	0,0947	0,6722
HL18	616,3	22,6	0,5	0,0041	0,1579	0,9882
HL19	683,8	17,7	2,2	0,0037	0,2023	0,2200
HL20	764,8	38,2	0,7	0,0033	0,0935	0,6972
HL21	716,1	32,2	5,0	0,0035	0,1109	0,0949
HL22	658,6	22,1	1,1	0,0038	0,1615	0,4171
HL23	608,6	31,7	5,1	0,0041	0,1126	0,0930
HL24	585,5	32,3	0,9	0,0043	0,1107	0,5303
HL25	886,4	27,7	1,3	0,0028	0,1289	0,3700
HL26	789,1	21,8	7,4	0,0032	0,1641	0,0646
HL27	626,4	8,0	0,6	0,0040	0,4450	0,7576
HL28	628,6	22,1	5,6	0,0040	0,1614	0,0846
HL29	885,9	21,1	0,7	0,0028	0,1689	0,6809
HL30	568,2	19,9	0,5	0,0044	0,1792	1,0325
Trung bình	722,2	24,3	2,2	0,0038	0,2645	0,4324
Độ lệch chuẩn	217,9	12,9	2,2	0,0012	0,3583	0,2775

3. Tại Vân Đồn

Số hiệu mẫu	BAF			Mức độ tiêu thụ an toàn đối với 1kg thể trọng (mg/kg thể trọng)		
	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb
VĐ1	317,7	3062,2	15,5	0,0039	0,0023	0,0071
VĐ2	424,1	5812,5	12,5	0,0029	0,0012	0,0087
VĐ3	636,7	2473,1	17,2	0,0020	0,0029	0,0064
VĐ4	490,2	1194,6	17,4	0,0026	0,0060	0,0063
VĐ5	447,4	2355,1	16,3	0,0028	0,0030	0,0067
VĐ6	397,8	1847,2	16,6	0,0031	0,0039	0,0066
VĐ7	522,8	2387,5	18,9	0,0024	0,0030	0,0058
VĐ8	391,0	2218,3	14,4	0,0032	0,0032	0,0076
VĐ9	484,0	2431,2	16,2	0,0026	0,0029	0,0068
VĐ10	526,5	1869,6	16,6	0,0024	0,0038	0,0066
VĐ11	489,8	1984,8	19,8	0,0026	0,0036	0,0055
VĐ12	539,1	1293,8	15,7	0,0023	0,0055	0,0070
VĐ13	476,6	1502,6	17,8	0,0026	0,0048	0,0062
VĐ14	549,5	1327,3	14,2	0,0023	0,0054	0,0077
VĐ15	495,7	1725,5	21,3	0,0025	0,0041	0,0051
VĐ16	515,9	1524,2	14,8	0,0024	0,0047	0,0074
VĐ17	544,4	1342,5	21,3	0,0023	0,0053	0,0052
VĐ18	676,6	1868,3	16,4	0,0018	0,0038	0,0067
VĐ19	678,4	1957,7	17,2	0,0018	0,0036	0,0064
VĐ20	548,9	2196,4	15,1	0,0023	0,0033	0,0073
VĐ21	489,1	1843,2	14,7	0,0026	0,0039	0,0075
VĐ22	566,4	1932,5	17,7	0,0022	0,0037	0,0062
VĐ23	466,6	2143,2	21,1	0,0027	0,0033	0,0052
VĐ24	583,9	1098,2	14,6	0,0021	0,0065	0,0075
VĐ25	685,3	2142,5	18,2	0,0018	0,0033	0,0060
VĐ26	540,6	2469,7	20,4	0,0023	0,0029	0,0054
VĐ27	476,6	1284,2	15,2	0,0026	0,0056	0,0072
VĐ28	725,2	1863,4	15,2	0,0017	0,0038	0,0072
VĐ29	454,0	1066,4	18,3	0,0028	0,0067	0,0060
VĐ30	601,8	2008,9	18,4	0,0021	0,0036	0,0060
Trung bình	524,8	2007,6	17,0	0,0025	0,0040	0,0066
Độ lệch chuẩn	93,0	862,7	2,3	0,0005	0,0013	0,0009

4. Tại Cô Tô

Số hiệu mẫu	BAF			Mức độ tiêu thụ an toàn đối với 1kg thể trọng (mg/kg thể trọng)		
	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb
CT1	3299,0	52,8	11,2	0,0030	0,1354	0,0445
CT2	4659,0	52,5	13,6	0,0021	0,1360	0,0365
CT3	3918,3	16,4	12,4	0,0026	0,4361	0,0401
CT4	4661,8	695,3	42,8	0,0021	0,0103	0,0116
CT5	3575,0	197,3	18,2	0,0028	0,0362	0,0273
CT6	2859,9	388,1	56,2	0,0035	0,0184	0,0088
CT7	3977,1	134,7	18,7	0,0025	0,0530	0,0265
CT8	2801,9	30,6	23,0	0,0036	0,2335	0,0215
CT9	3425,2	164,4	14,2	0,0029	0,0435	0,0350
CT10	3128,0	344,9	23,4	0,0032	0,0207	0,0212
CT11	3630,5	227,2	23,4	0,0028	0,0314	0,0212
CT12	3462,3	123,8	12,1	0,0029	0,0577	0,0410
CT13	4186,2	438,2	11,4	0,0024	0,0163	0,0434
CT14	3715,2	234,4	25,7	0,0027	0,0305	0,0193
CT15	4116,2	128,5	39,4	0,0024	0,0556	0,0126
CT16	3697,5	285,3	19,2	0,0027	0,0250	0,0258
CT17	3870,5	194,7	17,4	0,0026	0,0367	0,0285
CT18	4975,8	129,3	26,1	0,0020	0,0552	0,0190
CT19	4655,9	217,8	13,6	0,0021	0,0328	0,0363
CT20	3967,4	135,5	25,2	0,0025	0,0527	0,0197
CT21	4759,7	126,7	25,4	0,0021	0,0564	0,0195
CT22	3282,2	227,3	28,3	0,0030	0,0314	0,0175
CT23	3105,6	214,6	32,2	0,0032	0,0333	0,0154
CT24	2983,6	285,3	13,6	0,0034	0,0250	0,0364
CT25	3021,9	377,5	27,1	0,0033	0,0189	0,0183
CT26	2739,0	241,3	27,5	0,0037	0,0296	0,0180
CT27	2859,3	323,7	25,9	0,0035	0,0221	0,0192
CT28	3041,6	471,7	24,3	0,0033	0,0151	0,0204
CT29	3128,9	124,6	24,0	0,0032	0,0573	0,0207
CT30	3409,2	232,8	25,4	0,0029	0,0307	0,0196
Trung bình	3630,5	227,2	23,4	0,0028	0,0612	0,0248
Độ lệch chuẩn	646,7	146,2	10,0	0,0005	0,0842	0,0099

5. Tại Cát Hải

Số hiệu mẫu	BAF			Mức độ tiêu thụ an toàn đối với 1kg thể trọng (mg/kg thể trọng)		
	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb
CH1	263,9	437,4	0,1	0,0054	0,0054	3,5291
CH2	195,0	165,8	17,6	0,0073	0,0144	0,0270
CH3	127,3	257,1	0,2	0,0112	0,0093	2,8617
CH4	226,6	104,2	0,7	0,0063	0,0228	0,6965
CH5	142,3	227,2	0,2	0,0100	0,0105	1,9160
CH6	155,2	193,9	5,0	0,0092	0,0123	0,0952
CH7	180,6	104,0	0,2	0,0079	0,0229	1,9347
CH8	270,5	192,2	0,2	0,0053	0,0124	2,8732
CH9	398,2	327,1	86,7	0,0036	0,0073	0,0055
CH10	399,8	195,8	68,0	0,0036	0,0122	0,0070
CH11	56,2	169,4	0,1	0,0254	0,0141	4,0688
CH12	170,3	454,1	0,0	0,0084	0,0052	27,4601
CH13	35,3	179,5	0,2	0,0405	0,0133	2,7737
CH14	56,1	429,0	0,0	0,0255	0,0055	15,0932
CH15	321,8	91,2	0,2	0,0044	0,0261	2,4268
CH16	23,2	197,1	0,2	0,0615	0,0121	2,7760
CH17	233,0	160,4	0,1	0,0061	0,0148	3,5297
CH18	179,3	116,0	0,1	0,0080	0,0205	3,5020
CH19	257,6	304,2	0,5	0,0055	0,0078	0,8983
CH20	174,8	190,8	0,7	0,0082	0,0125	0,6478
CH21	147,8	79,1	0,6	0,0097	0,0301	0,7738
CH22	96,3	126,3	0,5	0,0148	0,0189	0,9010
CH23	238,6	194,9	1,8	0,0060	0,0122	0,2581
CH24	344,5	229,1	0,1	0,0041	0,0104	8,2283
CH25	676,5	175,9	10,7	0,0021	0,0135	0,0445
CH26	248,9	175,1	13,0	0,0057	0,0136	0,0365
CH27	698,8	154,6	11,9	0,0020	0,0154	0,0401
CH28	610,1	283,5	12,1	0,0023	0,0084	0,0394
CH29	261,8	214,7	12,4	0,0055	0,0111	0,0385
CH30	470,3	183,8	8,7	0,0030	0,0130	0,0548
Trung bình	255,4	210,4	8,4	0,0106	0,0136	2,9179
Độ lệch chuẩn	175,0	97,3	19,6	0,0126	0,0060	5,5592

6. Tại Tiên Lãng

Số hiệu mẫu	BAF			Mức độ tiêu thụ an toàn đối với 1kg thể trọng (mg/kg thể trọng)		
	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb
TL1	1675,9	25,7	0,3	0,0060	0,1392	1,9555
TL2	3014,9	10,6	0,4	0,0033	0,3376	1,2828
TL3	2544,9	9,2	1,3	0,0039	0,3898	0,3718
TL4	2019,2	23,9	1,0	0,0050	0,1494	0,5204
TL5	2175,4	6,2	0,3	0,0046	0,5805	1,7220
TL6	2160,4	255,2	0,1	0,0046	0,0140	3,8276
TL7	1794,6	10,4	1,1	0,0056	0,3418	0,4485
TL8	2141,3	8,9	1,1	0,0047	0,4019	0,4602
TL9	2078,8	5,7	0,6	0,0048	0,6293	0,8038
TL10	2460,3	2,3	0,6	0,0041	1,5808	0,8787
TL11	1274,6	0,6	1,3	0,0078	5,8072	0,3868
TL12	2537,2	8,9	1,3	0,0039	0,3993	0,3775
TL13	1299,0	27,0	0,1	0,0077	0,1321	3,3308
TL14	2659,0	10,1	0,3	0,0038	0,3534	1,6121
TL15	3184,3	48,4	0,5	0,0031	0,0737	1,0850
TL16	1456,4	44,7	1,2	0,0069	0,0798	0,4222
TL17	3166,2	34,8	1,1	0,0032	0,1027	0,4362
TL18	3257,5	98,7	0,4	0,0031	0,0362	1,1621
TL19	2519,0	19,4	0,6	0,0040	0,1840	0,7669
TL20	3077,1	11,7	0,5	0,0032	0,3044	1,0257
TL21	2801,9	16,4	0,9	0,0036	0,2174	0,5434
TL22	2343,5	8,2	0,3	0,0043	0,4346	1,8037
TL23	2124,0	31,7	0,9	0,0047	0,1126	0,5239
TL24	1276,2	34,4	0,9	0,0078	0,1040	0,5478
TL25	2241,5	34,6	0,8	0,0045	0,1034	0,6344
TL26	2391,2	35,2	0,7	0,0042	0,1016	0,7334
TL27	3143,8	43,5	1,1	0,0032	0,0822	0,4626
TL28	1913,3	49,3	0,7	0,0052	0,0724	0,6803
TL29	1135,8	39,1	0,6	0,0088	0,0915	0,8026
TL30	1230,0	46,2	0,9	0,0081	0,0774	0,5624
Trung bình	2236,6	33,4	0,7	0,0049	0,4478	1,0057
Độ lệch chuẩn	645,0	46,6	0,4	0,0017	1,0551	0,8347

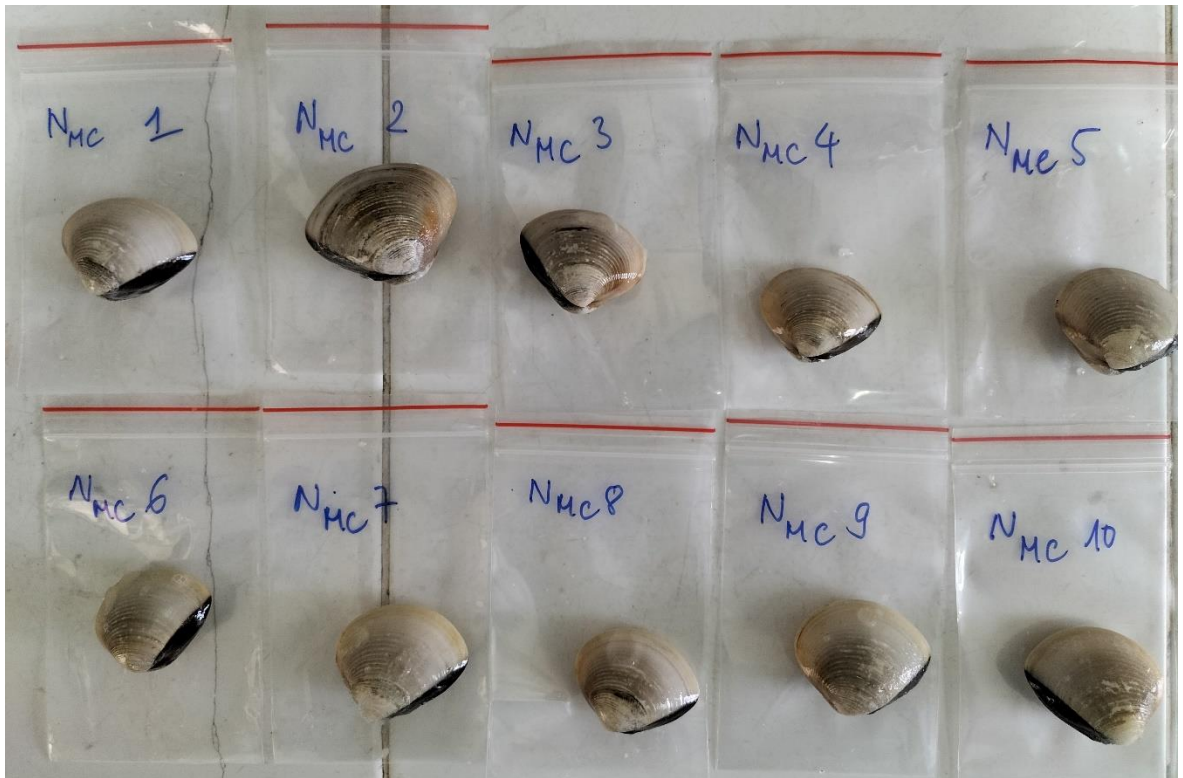
Phụ lục 3: Hình ảnh liên quan



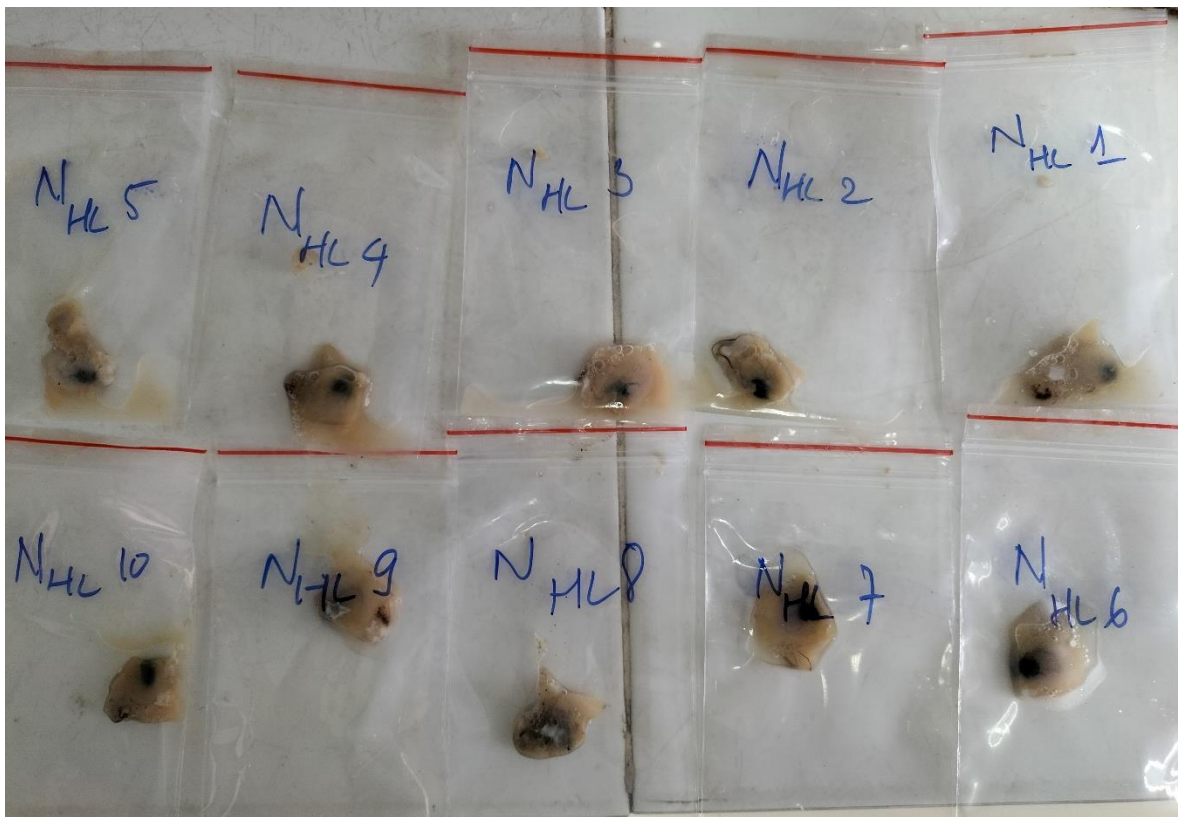
Bãi ngao tại Tiên Lãng, Hải Phòng



Quá trình đo kích thước của ngao trắng tại phòng thí nghiệm



Mẫu ngao trước quá trình tách mô



Mẫu Ngao sau khi đã tách mô ra khỏi vỏ

Một số dụng cụ bảo quản mẫu và phân tích trong phòng thí nghiệm



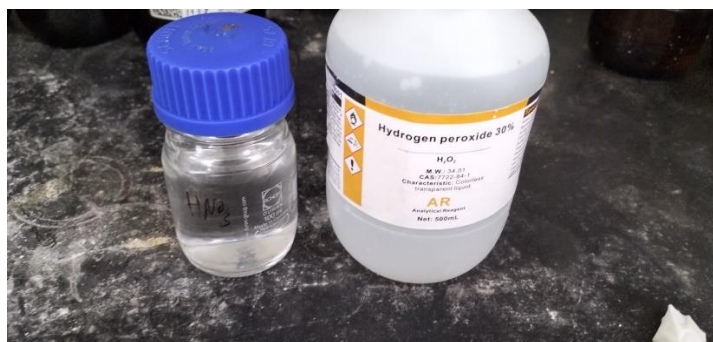
Màng bao mẫu và thùng bảo quản mẫu tại hiện trường



Tủ đông sâu bảo quản mẫu



Ống phá sinh mẫu vật được sử dụng cho máy phá mẫu vi sóng MARS 6



Hóa chất được sử dụng trong quá trình phá hủy cơ trong mẫu

Phụ lục 4: Dụng cụ, hóa chất và lập đường chuẩn

Hóa chất được sử dụng trong quá trình xử lý và phân tích mẫu được liệt kê dưới Bảng 1.

Bảng 1. Danh mục hóa chất sử dụng

STT	Tên hóa chất	Độ tinh khiết
1	Hydrogen peroxide H ₂ O ₂ , 30%	99,9%
2	Axit Nitric HNO ₃ đặc, 65%	99,9%
3	Axit Nitric HNO ₃ , 1%	
4	Axit Nitric HNO ₃ 0,5%	
5	Dung dịch chuẩn gốc mix kim loại Cd, As, Pb 100 ppm	100%
6	Dung dịch gốc Hg 500 ppb	100%
7	Dung dịch tune máy: 10 mg/mL Li, Co, In, Tl trong 1% HNO ₃	

Bảng 2 liệt kê các dụng cụ và thiết bị, máy móc được sử dụng trong quá trình xử lý và phân tích mẫu.

Bảng 2. Danh mục dụng cụ và thiết bị sử dụng

STT	Loại	Tên dụng cụ, thiết bị
1		Ống phá mẫu sinh vật
2		Cốc thủy tinh (50 ml và 100 ml)
3		Bình định mức (25 ml và 50 ml)
4		Pipet (5 ml và 10 ml)
5		Bình tia nước cất
6	Dụng cụ	Ống nhựa đựng mẫu sinh vật sau khi phá mẫu (50 ml)
7		Giấy lọc
8		Thước kẹp
9		Túi zipper polyethylene
10		Dao thớt hoặc máy say
11	Thiết bị	Tủ hút

12	Cân phân tích (chính xác đến 10^{-4} g)
13	Máy phân tích kim loại nặng Agilent Technologies 7900 ICP-MS
14	Máy phá mẫu vi sóng MARS 6
15	Khí Argon độ tinh khiết 99,9% (Messer)
16	Khí Heli độ tinh khiết 99,9% (Messer)

- *Lập đường chuẩn*

Đường chuẩn được pha từ dung dịch gốc chuẩn làm việc ra các nồng độ 1, 5, 10, 25, 50, 70 và 100 ppb

Dung dịch chuẩn đơn Cd: 1 ppm

Dung dịch chuẩn đơn As, Pb: 1000 ppm

Dung dịch chuẩn đơn Hg: 1000 ppm

Các dung dịch chuẩn đơn này tùy vào dung dịch chuẩn của nhà sản xuất cung cấp

Bước 1: Pha dung dịch hỗn hợp các chất chuẩn có nồng độ 500 ppb từ các dung dịch chất chuẩn do nhà sản xuất cung cấp

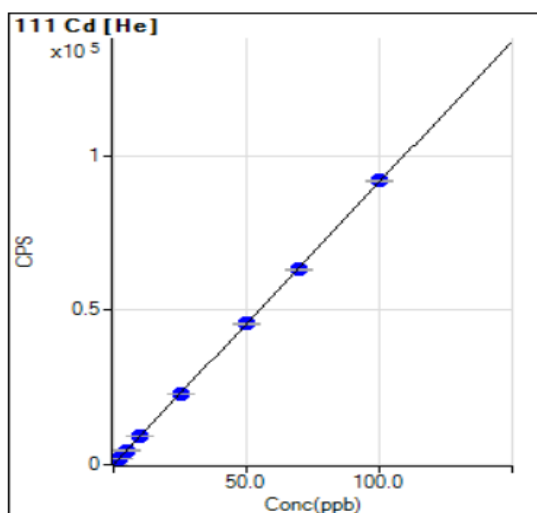
Chất chuẩn	Pb	Cd	Hg
V hút (ml)	0,025	25	0,025
V định mức (ml)	50		

Bước 2: Pha dung dịch chuẩn có nồng độ từ 1 – 100 ppb. Từ dung dịch hỗn hợp các chất chuẩn ở bước 1 pha ra các nồng độ 1ppb, 10ppb, 25ppb, 50 ppb, 70 ppb và 100 ppb.

Nồng độ (ppb)	0	1	10	25	50	70	100
V hút (ml)	0	0,04	0,4	1	2	2,8	4
	Tất cả phải được định mức bằng HNO ₃ 1%						
V định mức (ml)	20	20	20	20	20	20	20

Dung dịch đường chuẩn phải được định mức bằng axit HNO₃ 1%. Đường chuẩn phải được chuyển bị lại mỗi đợt phân tích

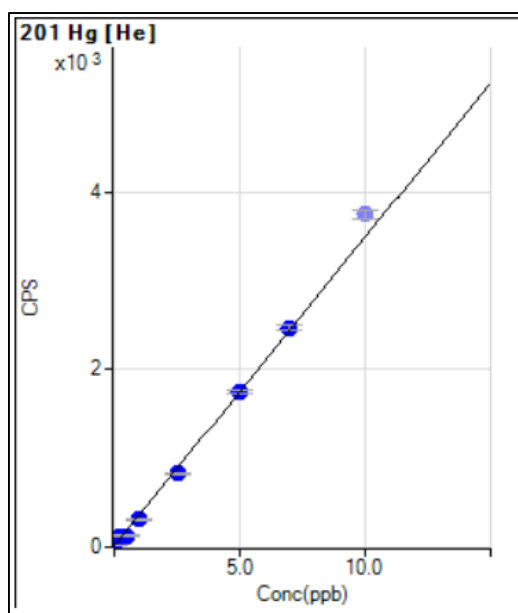
- *Đường chuẩn các kim loại đang thực hiện phân tích*



$$y = 913.0477 * x + 1.1110$$

$$R = 1.0000$$

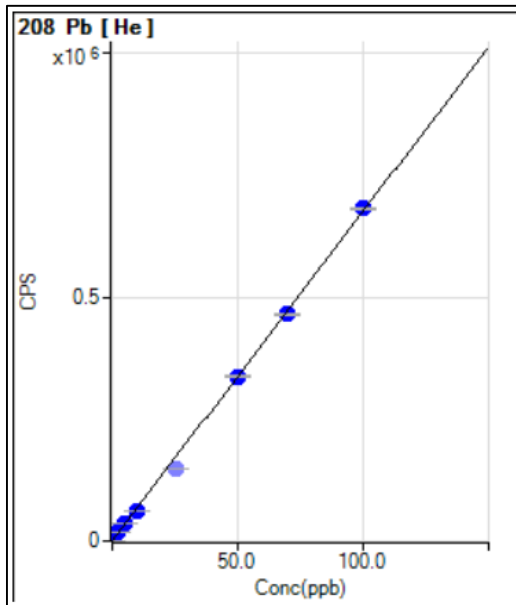
Đường chuẩn kim loại nặng Cd



$$y = 347.8013 * x + 12.0190$$

$$R = 0.9992$$

Đường chuẩn kim loại nặng Hg



$$y = 6747.7642 * x + 357.8870$$

$$R = 0.9998$$

Đường chuẩn kim loại Pb

Nguyên lý hệ thống phân tích vết kim loại ICP-MS:

Inductively coupled plasma mass spectroscopy (viết tắt là: ICP-MS) là một kỹ thuật phân tích để xác định dấu vết nồng độ đa nguyên tố và đồng vị trong các mẫu chất lỏng, rắn hoặc khí. Nó kết hợp nguồn plasma argon tạo ion với giới hạn phát hiện nhạy cảm của phát hiện khối phổ. Mặc dù ICP-MS được sử dụng cho nhiều loại phân tích nguyên tố khác nhau, bao gồm thử nghiệm dược phẩm và sản xuất thuốc thử, mô-đun này sẽ tập trung vào các ứng dụng của nó trong nghiên cứu khoáng sản và nước.

DANH MỤC CÁC SẢN PHẨM LIÊN QUAN

1. Investigation of heavy metal pollution on cultured clams and oysters in VanDon – Quangninh, North Vietnam

Manh Van Do, Thu Anh Vo, Manh Tuan Duong, Thao Xuan Thanh Le, Long Duc Huynh,
Tuan Minh Pham, Thom Thi Dang

*Institute of Environmental Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18
Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam.*

Manh Van Do, **Cuc Thi Pham**, Thom Thi Dang

*Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and
Technology, 18 Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam.*

Huong Quang Le, Minh Quang Bui

*Center for Research and Technology Transfer, Vietnam Academy of Science and
Technology, 18 Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam.*

Hà Nội, ngày 16 tháng 11 năm 2022

GIẤY XÁC NHẬN

Hội đồng Biên tập Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học xác nhận

Bài báo:

INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION ON CULTURED CLAMS AND OYSTERS IN VANDON - QUANGNINH, NORTH VIETNAM

Tên tác giả:

Manh Van Do, Thu Anh Vo, Manh Tuan Duong, Thao Xuan Thanh Le, Long Duc Huynh, Tuan Minh Pham, Thom Thi Dang

1. Institute of Environmental Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam. Institute of Applied Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology, Ho Chi Minh City, Viet Nam

Manh Van Do, Cuc Thi Pham, Thom Thi Dang

2. Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam.

Huong Quang Le, Minh Quang Bui

3. Center for Research and Technology Transfer, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam.

Điện thoại/Email: dovanmanh@yahoo.com

Tình trạng: Bài báo đã được phản biện, chấp nhận đăng. Dự kiến sẽ đăng trong tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học Việt Nam số 3 hoặc 4 năm 2022.

TM. HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP



GS.TS. TRẦN TỬ HIẾU

INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION ON CULTURED CLAMS AND OYSTERS IN VANDON - QUANGNINH, NORTH VIETNAM

Đến tòa soạn 31 -03 - 2022

Manh Van Do, Thu Anh Vo, Manh Tuan Duong, Thao Xuan Thanh Le, Long Duc Huynh, Tuan Minh Pham, Thom Thi Dang

Institute of Environmental Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam.

Manh Van Do, Cuc Thi Pham, Thom Thi Dang

Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam.

Huong Quang Le, Minh Quang Bui

Center for Research and Technology Transfer, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoangquocviet Road, Caugiay District, Hanoi, Vietnam.

TÓM TẮT

KHẢO SÁT Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG TRONG CÁC LOÀI NGAO VÀ HÀU NUÔI TẠI VÂN ĐỒN - QUẢNG NINH, MIỀN BẮC VIỆT NAM

Nghiên cứu này nhằm khảo sát ô nhiễm kim loại nặng (As, Cd, Hg, and Pb) trong hai loài động vật hai mảnh vỏ ngao trắng (*Meretrix lyrata*) and loài hào (*Saccostrea glomerata*) được nuôi ở Vân Đồn - Quảng Ninh. Các kết quả minh chứng rằng các loài khác nhau tích lũy kim loại ở các mức khác nhau. Các nồng độ kim loại nặng nghiên cứu được theo thứ tự là $As > Hg > Cd > Pb$ đối với loài ngao, và $As > Cd > Hg > Pb$ đối với loài hào đã được phát hiện. Nhìn chung, các mẫu hào và ngao bị ô nhiễm nhiều nhất với nồng độ As trong 4 kim loại nặng đánh giá và nồng độ As trung bình trong 3 vị trí lấy mẫu là 3.72 ± 1.89 và 1.56 ± 0.41 mg/kg w.w trong hào và ngao nuôi tại Vân Đồn - Quảng Ninh.

Từ khóa: kim loại nặng, ngao, hào, tích tụ, Vân Đồn – Quảng Ninh.

1. INTRODUCTION

Naturally, potentially harmful heavy metals and metalloids could be present in all environments [1]. All heavy metals could become toxic to humans at certain concentrations, but the accumulation at even small amount of some metals such as arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg), and lead (Pb), could be a potential threat to wildlife in interact with these elements [2–4]. Since humans are now at the top trophic level in numerous habitats, by bioaccumulating through the food chain, these metals maybe

eventually transferred to us at risky concentrations.

Bivalves are globally widespread benthic species that mostly inhabit coastal and estuarine regions [5]. For examples, oysters and clams as sessile organisms in the water-sediment interface are continuously and directly exposed to aquatic pollutants from seawater and sediment [6]. Since oysters have high nutritional and economic values, consuming these mollusks with high levels of heavy metals is dangerous and could pose a risk to human health [7]. In addition, it is nearly impossible to degrade heavy metals into harmless metabolites through biological ways so it is of particular significance to known of

their concentrations in tissues of bivalve species [4].

In Vietnam, most of the polluted sources in the coastal area originated from untreated or poorly treated wastewater from urban cities. The wastewater may come through the sewer system, thus eventually ending up in the oceans. Particularly, the coastal zone of Quang Ninh province is one of the important sea areas with a main aquaculture purpose. However, they are facing the possibility of being polluted by many factors, including heavy metals. On the other hand, data on heavy metal contents in bivalves in Vietnam in general and Quang Ninh province, in particular, are still quite scarce and inconsistent. Typical studies [8] also reported the high accumulation of As and lower contents of Cd and Pb in mollusk species inhabited along the Northern coastal region. Other studies [9] using oysters *Saccostrea glomerata* inhabited along the Haiphong-Halong coastal regions also announced the particularly high level of heavy metals found in the oyster samples.

Therefore, investigation of the bioaccumulation of heavy metals in two commercial benthic bivalve species: the oyster *Saccostrea glomerata* and the white clam *Meretrix lyrata* collected from the cultured areas of Van Don - Quang Ninh province was studied. The concentrations of four heavy metals (As, Cd, Hg, and Pb) in the soft tissues of these bivalves were studied to achieve the following objectives: 1) determination of heavy metals in tissues of the two studied species; 2) assessment of the risk level of heavy metals in the bivalves' tissues to human health.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Sampling sites

Situated in Bai Tu Long Bay, Van Don District belongs to Quang Ninh province which is in the Northeast region of Vietnam.

Van Don District is one of the important tourist centers of Quang Ninh province and it is also a general economic zone including both a high-quality island tourism center and an international trade hub. Moreover, Van Don is also developed with aquacultures of bivalves. The samples of white clams *Meretrix lyrata* and the oyster *Saccostrea glomerata* were collected from three cultured sites (Oy 1, Oy 2 and Oy 3 for oysters in the coastal areas of Van Don District, Quang Ninh province in May 2021 (Figure 1) with geographical coordinate points (X, Y) on the Table 1. At each site, 30 individuals of each species were collected along the cultured areas. Afterward, the organism samples were stored in an iced boxes and transferred to the laboratory for analysis.

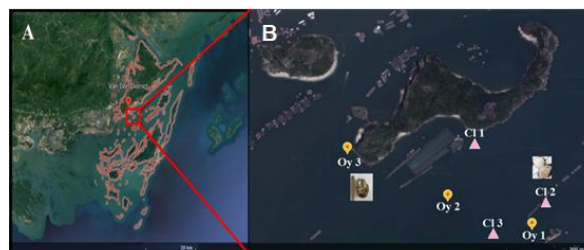


Figure 1. A) Van Don sampling area, B) sampling sites for oysters and clams.

Table 1. Geographical coordinate points (X, Y) of the sampling sites for oysters and clams

Oyster sampling sites		Clam sampling sites	
Oy 1	21.05056, 107.43747	Cl 1	21.05333, 107.43546
Oy 2	21.05151, 107.43444	Cl 2	21.05139, 107.43772
Oy 3	21.0531, 107.43083	Cl 3	21.05021, 107.43635

2.2. Analytical methods

The sample preparing methods were according to Dang et al. [10]. Following samples collection, the mud and other debris attached on the shells surface were thoroughly removed with a stainless-steel brush and the samples were then defrosted prior to analysis. Thirty individuals of each species with similar size were sampled. The shell lengths and weights of each individual were measured and recorded carefully. The bivalves were dissected, and their tissues were collected, weighed, and reported. For each species, the soft tissues of one individual were homogenized as a single sample to analyse. Five homogenized samples were analyzed for each species of oyster and clam at each sampling site.

Standard solutions, blank and replicate samples were prepared and used in analysis. The tissues samples of the heavy metals were treated by HNO₃ (Merck, Germany) in Teflon bombs. Heavy metals such as As, Cd, Hg, and

Pb in the tissues of the oysters and clams were determined using the coupled plasma mass spectrometry [11]. Briefly, heavy metals (As, Cd, Hg, and Pb) in the bivalve tissues were analyzed using ICP-MS 7900, Agilent Technologies, Inc., USA.

All reagents used during the analysis were of analytical grade and de-ionized water was used throughout the study. All the plastics and glassware were washed in nitric acid for 15 min and rinsed with deionized water before use. All samples were triplicated in analysis method.

Analyzing the significance of the variation in heavy metals concentrations in 3 sampling sites for oysters and clams was performed by using STATISTICA v.7. Afterward, two-way ANOVA was used to check for the significant difference of the heavy metal concentration in two bivalves in terms of species (oyster and clam) in sampling sites of Van Don - Quang Ninh province.

Heavy metal concentrations in the oysters and clams from sampling sites were showed on the table 2.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Heavy metal concentrations in the oysters and clams

Table 2. Concentrations of heavy metals in the oysters and clams from different sampling sites.

Species	Sampling sites	Length (cm)	Heavy metals (mg/kg wet weight)			
			As	Cd	Hg	Pb
Oyster	Oy 1	8.96 ± 1.14	1.69 ± 0.38	0.48 ± 0.13	0.11 ± 0.07	0.12 ± 0.02
	Oy 2	9.48 ± 1.70	1.42 ± 0.14	0.47 ± 0.14	0.18 ± 0.11	0.12 ± 0.07
	Oy 3	9.10 ± 1.36	1.58 ± 0.62	0.41 ± 0.10	0.22 ± 0.05	0.11 ± 0.06
Clam	Cl 1	6.16 ± 1.37	3.50 ± 0.93	0.14 ± 0.04	0.44 ± 0.06	0.07 ± 0.05
	Cl 2	5.44 ± 0.28	3.14 ± 1.65	0.16 ± 0.09	0.44 ± 0.11	0.15 ± 0.12
	Cl 3	5.40 ± 0.14	4.53 ± 2.75	0.14 ± 0.08	0.03 ± 0.02	0.10 ± 0.02

As described in Table 2 and Figure 2, the mean levels (n = 30, 5 samples per site with 3 sampling sites of oyster and clam species) were presented. Four heavy metals in edible tissues of two target bivalves collected from three sampling sites in Van Don district, Vietnam were determined in the order of As > Cd > Hg > Pb concentrations for oysters and

As > Hg > Cd > Pb concentrations for clams. Those results showed that the accumulation of metals in clams and oysters was different with each heavy metal detected. Moreover, there was a significant variation of heavy metal accumulation between two species. For instance, the highest concentrations of As and Hg were found in clams (7.83 and 0.53

mg/kg w.w, respectively) while oysters contained the highest concentration of Cd and Pb (0.68 and 0.19 mg/kg w.w. respectively).

The concentration of As in two bivalves of clams and oysters ranged from 1.01 to 7.83 mg/kg w.w., with an average level of 1.56 ± 0.41 mg/kg w.w for oysters and 3.72 ± 1.89 mg/kg w.w.

Among three sampling sites, oysters were the most polluted in site 1, with As concentration of 1.69 ± 0.38 mg/kg w.w.

Besides, the highest level of As concentration in clams was 4.53 ± 2.75 mg/kg w.w found in site 3 and average level of 3.72 ± 1.89 mg/kg w.w. Comparing two species, clams had significantly higher concentration of As accumulated than oysters ($3.72 \pm 1.89 > 1.56 \pm 0.41$ mg/kg w.w., $p < 0.05$, ANOVA).

Compared with As, Cd accumulated less in all sampling sites. Comparing two species, there were no significant differences between the average level of Cd accumulated in both bivalves, though oysters tended to accumulate higher concentration of Cd than clams with the average level of 0.46 ± 0.12 and 0.14 ± 0.07 mg/kg w.w, respectively. In detail, for oysters, the highest concentration of Cd was reported in site 2 (0.68 mg/kg w.w.) while the highest average Cd concentration was found in site 1 with concentration of 0.48 ± 0.13 mg/kg w.w.

However, clams had lower Cd accumulation, as the maximum Cd concentration found in clam tissues was only 0.16 ± 0.09 mg/kg w.w. and the highest concentration was 0.25 mg/kg w.w in site 2. Since Cd is a highly toxic metal to humans and has a long biological half-life, thus this element is considered as being suitable for bioaccumulation [11, 12]

The accumulation of Hg varied between sampling sites and species. Hg values ranged between 0.01 – 0.30 mg/kg w.w. for oysters and between 0.01 – 0.53 mg/kg w.w. for clams. Moreover, Hg concentration reported in clams was significantly higher than that in oysters ($0.30 \pm 0.21 > 0.17 \pm 0.09$, ANOVA, $p < 0.05$). Among oyster samples, the highest

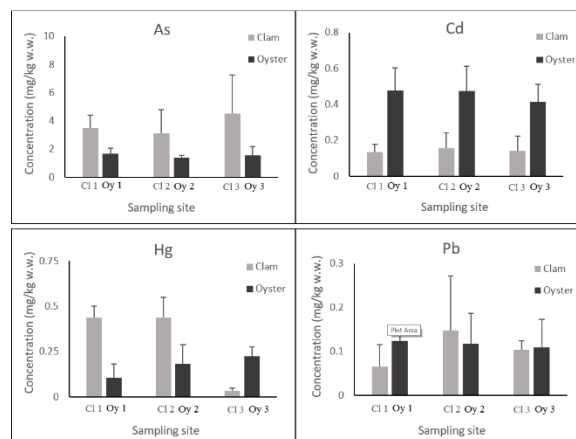


Figure 2. The concentration of heavy metals in bivalve tissue (mean \pm SD, mg/kg w.w.) in sampling sites in Van Don district

concentration of Hg was found in site 3 (0.22 ± 0.05 mg/kg w.w.) and the lowest one was recorded in site 1 (0.11 ± 0.07 mg/kg w.w.). As for clams, those sampled in sites 1 and 2 seemed to be under the most affected by Hg as they were higher than the other site (0.44 ± 0.06 , 0.44 ± 0.11 , and 0.32 ± 0.02 mg/kg w.w. for sites 1, 2 and 3 respectively). Additionally, there was a significant difference between Hg concentration found in samples of site 2 and 3 ($p < 0.05$, ANOVA). Hg concentration is both a toxicant to humans and a non-essential element for aquatic organisms, thus more attention should be considered even at low concentrations due to its rapid biomagnification in fishes and other seafood [13–15].

Compared with three previous heavy metals, Pb concentration seemed to be the one of the least accumulated in mollusk tissues in all sampling sites. For the oysters, they were accumulated Pb more in site 1 and site 2 (0.12 ± 0.02 and 0.12 ± 0.07 mg/kg w.w, respectively) compared to 0.11 ± 0.06 mg/kg w.w in site 3. A similar trend also happened with clams, Pb concentration was found the most popular in in site 2 (0.15 ± 0.12 mg/kg w.w), lower Pb concentration was reported in site 3 (0.10 ± 0.02 mg/kg w.w.) and the lowest Pb level was calculated in site 1 (0.07 ± 0.05 mg/kg w.w).

The variation of heavy metal concentration accumulated in individuals of the same species between different sampling sites could be due to numerous factors. The less concentration of heavy metals in bivalves could be attributed to appropriate

recycling of water by ocean waters since they are in Bai Tu Long Bay. Hence, they are under the affected of the total flow which is in the south-west, and south-southeast direction with a speed of 50 to 80 cm/s [17], less anthropogenic activities such as mining, industrial activities, discharge of urban wastes, etc. Not only that, since some of the metals could occur in bioavailable forms, they could be accumulated by bivalves [18]. Lying in the second trophic level in the aquatic ecosystem, bivalves such as oysters have long been known to accumulate both essential and nonessential trace elements in aquatic ecosystems [19]. Their sedentary way of life combined with their ability to accumulate a wide range of pollutants in proportion to the degree of environmental contamination [20] is one of the main causes for a high concentration of heavy metals. Among four heavy metals analyzed, As had the highest concentration accumulated in bivalves sampled. It is a typical metal contaminant in aquatic environment due to its ability to occur in either

organic or inorganic form as a metalloid element [5]. Furthermore, the source of As could come from the metallurgy (e.g., copper and aluminium) and mining activities [5, 10]. Not only that, many studies also agreed that As is a characteristic metal contaminant in various aquatic environments and is most efficiently bioaccumulated by bivalves species [5, 21, 22].

In Table 3, heavy metal concentrations measured based on wet weight in mollusk, crustaceans, and fish in this study are compared with the concentrations reported in other literature. Data from the literature showed that heavy metal concentrations in those mollusks varied largely depending on species and sampling areas (Table 3). In general, as for oysters *S. glomerata*, the concentrations of As, Cd, Hg, and Pb in our study were lower than those reported in other studies. However, as for clams *M. lyrata*, it did not follow the same trend.

Table 3. Comparison of heavy metal concentrations (mg/kg, w.w.) in oysters (*Saccostrea glomerata*) and clams (*Meretrix lyrata*) collected from other areas.

Species	Region	As	Cd	Hg	Pb	References
<i>Saccostrea glomerata</i>	Van Don – Quang Ninh province, Vietnam	1.56± 0.41	0.46 ± 0.12	0.17 ± 0.09	0.12 ± 0.05	This study
<i>Saccostrea glomerata</i>	Phu Long beach, Hai Phong coast, Vietnam	28.58 ±2.44	4.58 ± 0.86	-	1.23 ± 0.09	[8]
<i>Saccostrea glomerata</i>	Quan Muc beach, Hai Phong coast, Vietnam	11.98 ±1.02	5.85 ± 1.49	-	1.36 ± 0.62	
<i>Meretrix lyrata</i>	Van Don - Quang Ninh province, Vietnam	3.72 ± 1.89	0.14 ± 0.07	0.3 ± 0.21	0.11 ± 0.08	This study
<i>Meretrix lyrata</i>	Can Gio Coastline in Ho Chi Minh City, Vietnam	0.05 ±0.01	0.09 ± 0.01	-	0.21 ±0.03	[23]
<i>Meretrix lyrata</i>	Phu Long beach, Hai Phong coast, Vietnam	10.65 ± 2.65	0.78 ± 0.25	-	1.31 ± 0.53	[8]
<i>Meretrix lyrata</i>	Quan Muc beach, Hai Phong coast, Vietnam	11,54 ± 4,71	1.15 ± 0.24	-	1.08 ± 0.71	
<i>Meretrix lyrata</i>	East Java Coast, Indonesia	-	0.67 ± 0.07	0.05 ± 0.01	0.94 ± 0.28	[24]

3.2. Risk assessment of heavy metal level in bivalve tissues of oysters and clams

As described in Table 4, many regulations were established to limit the heavy metal concentrations in bivalves in Vietnam and international organizations. According to different organizations and countries, there can be differences between limits. For instance, Table 4 showed that the European Commission (EC) in the Commission of the European Communities (EU) suggested a guideline level of 1 mg/ kg for Pb and Cd in bivalves, while Vietnam's National technical regulation on the limits of heavy metals contamination in food (*QCVN 8-2:2011/BYT*) set a more lenient limit of 1.5 and 2 mg/kg, respectively. However, certain limitations are similar between different organizations and countries. For example, the limit of Hg concentration in bivalves is 0.5 mg/kg proposed by both EU regulation and Vietnam's national technical regulation. Regarding the concentration of metals accumulated in oysters and clams, among all evaluated metals, the concentrations of three

4. CONCLUSION

This study provided a detailed and updating report about the heavy metal concentrations (As, Cd, Hg, and Pb) accumulated in clam *Meretrix lyrata* and oyster *Saccostrea glomerata* cultured in Van Don - Quang Ninh province. Our study showed that though both species were exposed to similar habitat conditions, clams and oysters accumulated heavy metals of As, Cd, Hg, and Pb at a different level. It was revealed that among four metals analyzed, bivalves accumulated As the most with concentration ranged from 3.14 ± 1.65 to 4.53 ± 2.75 and 1.42 ± 0.14 to 1.69 ± 0.38 for clams and oysters, respectively. These results of this study have contributed to the overall data about heavy metal pollution accumulated in clams and oysters cultured in

metals in the bivalves (Cd: 0.14 - 0.46, Hg: 0.17 - 0.30, Pb: 0.11-0.12 mg/kg.w.w) fell within the safe and permissible limits of both the national or international guidelines (Cd: 1 - 2, Hg: 0.5 - 1.0, Pb: 1.0 - 1.5 mg/kg.w.w).

Table 4. Risk assessments of the heavy metals in clams and oysters collected from Van Don district in terms of relative permissible limits set by Vietnam and international organizations

Heavy metal	Concentrations in wet weight (mg/kg)		Safety guidelines (mg/kg w.w.)
	Oyster	Clam	
As	1.56	3.72	-
Cd	0.46	0.14	1 ^{a,c} , 2 ^b
Hg	0.17	0.30	0.5 ^{a,b,c}
Pb	0.12	0.11	1 ^c , 1.5 ^{a,b}

^a Ministry of Health of Vietnam, Regulation 46/2007/QĐ-BYT [25]

^b Ministry of Health of Vietnam, National technical regulation on the limits of heavy metal contamination in food, *QCVN 8-2:2011/BYT* [26]

^c The Commission of the European Regulation (EC), No 466/2001 [27]

the coastal area of Van Don - Quang Ninh province and preliminarily assess about risk level in permissible limits of the As, Cd, Hg, and Pb in clams and oysters when using them as sea foods.

Acknowledgements: This research is funded by Vietnam Academy of Science and Technology under project number QTR02.01/21-22 and project number TLTB05.02/21-23.

REFERENCES

- [1] D. A. N. Ross, H. M. Guzmán, C. Potvin, and V. J. van Hinsberg, "A review of toxic metal contamination in marine turtle tissues and its implications for human health," *Reg. Stud. Mar. Sci.*, vol. 15, pp. 1–9, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.rsma.2017.06.003.

- [2] H. B. Bradl, *Heavy metals in the environment: origin, interaction and remediation*, 1st ed. Amsterdam Boston: Elsevier Academic Press, 2005.
- [3] A. Jakimska, P. Konieczka, K. Skóra, and J. Namieśnik, “Bioaccumulation of Metals in Tissues of Marine Animals, Part I: the Role and Impact of Heavy Metals on Organisms,” p. 10, 2011.
- [4] M. Jović and S. Stanković, “Human exposure to trace metals and possible public health risks via consumption of mussels *Mytilus galloprovincialis* from the Adriatic coastal area,” *Food Chem. Toxicol.*, vol. 70, pp. 241–251, Aug. 2014, doi: 10.1016/j.fct.2014.05.012.
- [5] J. Liu, L. Cao, and S. Dou, “Bioaccumulation of heavy metals and health risk assessment in three benthic bivalves along the coast of Laizhou Bay, China,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 117, no. 1–2, pp. 98–110, Apr. 2017, doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.062.
- [6] T. P. O’Connor, “National distribution of chemical concentrations in mussels and oysters in the USA,” *Mar. Environ. Res.*, vol. 53, no. 2, pp. 117–143, Mar. 2002, doi: 10.1016/S0141-1136(01)00116-7.
- [7] A. Shakouri and H. Gheytasi, “Bioaccumulation of heavy metals in oyster (*Saccostrea cucullata*) from Chabahar bay coast in Oman Sea: Regional, seasonal and size-dependent variations,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 126, pp. 323–329, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.11.012.
- [8] Q. D. Le, “Concentration of trace metals in rocky oyster (*Saccostrea glomerata*) and hard clam (*Meretrix lyrata*) in Haiphong coast,” *J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 13, no. 3, pp. 268–275, 2013.
- [9] Q. D. Le, L. G. Bach, and T. Arai, “Monitoring Heavy Metal Contamination Using Rocky Oyster (*Saccostrea glomerata*) in Haiphong-Halong Coastal Area, North Vietnam,” *Int J Env. Res.*, vol. 9, no. 4, pp. 1373–1378, 2015.
- [10] T. T. Dang *et al.*, “Heavy metals in cultured oysters (*Saccostrea glomerata*) and clams (*Meretrix lyrata*) from the northern coastal area of Vietnam,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 184, p. 114140, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.marpolbul.2022.114140.
- [11] L. García-Rico, R. E. Ramos Ruiz, and J. Vivian Jiménez, “Determination of Total Metals in Cultivated Oysters (*Crassostrea gigas*) from the Northwest Coast of Mexico by Microwave Digestion and Atomic Absorption Spectrometry,” *J. AOAC Int.*, vol. 84, no. 6, pp. 1909–1913, 2001.
- [12] C. P. Erasmus, “The Concentration of Ten Heavy Metals in the Tissues of Shark Species *Squalus megalops* and *Mustelus mustelus* (Chondrichthyes) Occuring along the Southeastern Coast of South Africa,” University of Port Elizabeth, 2004.
- [13] European Food Safety Authority (EFSA), “Cadmium in food - Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain,” *EFSA J.*, vol. 7, no. 3, Mar. 2009, doi: 10.2903/j.efsa.2009.980.
- [14] L.-A. Dehn *et al.*, “Trophic relationships in an Arctic food web and implications for trace metal transfer,” *Sci. Total Environ.*, vol. 362, no. 1–3, pp. 103–123, Jun. 2006, doi: 10.1016/j.scitotenv.2005.11.012.
- [15] A. K. Hobson and E. H. Welch, “Determination of trophic relationship within a high arctic marine food web using d13C and d15N analysis,” *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, vol. 84, pp. 9–18, 1992.
- [16] B. Niane *et al.*, “Human exposure to mercury in artisanal small-scale gold mining areas of Kedougou region, Senegal, as a function of occupational activity and fish consumption,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 22, no. 9, pp. 7101–7111, May 2015, doi: 10.1007/s11356-014-3913-5.
- [17] T. T. Mai, L. D. Nguyen, T. T. Hoang Luu, and T. H. Phan Thi, “Natural conditions of two key bays Bai Tu Long and Chan May - Climate characteristics – Hydrology,” 2005.
- [18] T. Q. D. Huynh, Nguyen, and Nguyen, “Bioaccumulation of copper and lead by bivalves *Meretrix lyrata* cultured in water - sediment environment,” *J. Anal. Sci.*, vol. 22, no. 2, p. 7, 2017.
- [19] D. J. H. Phillips, “The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments—a review,” *Environ. Pollut.* 1970, vol. 13, no. 4, pp. 281–317, Aug. 1977, doi: 10.1016/0013-9327(77)90047-7.

- [20] N. Ruangwises and S. Ruangwises, “Heavy Metals in Green Mussels (*Perna viridis*) from the Gulf of Thailand,” *J. Food Prot.*, vol. 61, no. 1, pp. 94–97, Jan. 1998, doi: 10.4315/0362-028X-61.1.94.
- [21] K. J. Whaley-Martin, I. Koch, M. Moriarty, and K. J. Reimer, “Arsenic Speciation in Blue Mussels (*Mytilus edulis*) Along a Highly Contaminated Arsenic Gradient,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 46, no. 6, pp. 3110–3118, Mar. 2012, doi: 10.1021/es203812u.
- [22] S. Hong *et al.*, “Species- and tissue-specific bioaccumulation of arsenicals in various aquatic organisms from a highly industrialized area in the Pohang City, Korea,” *Environ. Pollut.*, vol. 192, pp. 27–35, Sep. 2014, doi: 10.1016/j.envpol.2014.05.004.
- [23] T. K. P. Nguyen and C. K. Nguyen, “Evaluation of Heavy Metals in Tissue of Shellfish from Can Gio Coastline in Ho Chi Minh City, Vietnam,” *Asian J. Chem.*, vol. 25, no. 15, pp. 8552–8556, 2013, doi: 10.14233/ajchem.2013.14838.
- [24] A. Soegianto *et al.*, “Metal concentrations and potential health risk in clam (*Meretrix lyrata* Sowerby 1851) tissues from East Java Coast, Indonesia,” *Environ. Monit. Assess.*, vol. 193, no. 11, p. 753, Nov. 2021, doi: 10.1007/s10661-021-09542-9.
- [25] Ministry of Health of Vietnam, “Regulation about maximum limits of biological and chemical contaminants in food - Regulation no 46/2007/QĐ-BYT.” 2007.
- [26] Ministry of Health of Vietnam, “National technical regulation on the limits of heavy metals contamination in food QCVN 8-2:2011/BYT.” 2011.
- [27] CEC, “Commission Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.” 2001. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2001R0466:20060701:EN:PDF>

Hà Nội, ngày 02 tháng 11 năm 2022

Số: 1801/QĐ-HVKHCN

QUYẾT ĐỊNH
Về việc thành lập Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ

GIÁM ĐỐC
HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Căn cứ Quyết định số 2051/QĐ-VHL ngày 29/12/2014 của Chủ tịch Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam về việc ban hành Quy chế tổ chức và hoạt động của Học viện Khoa học và Công nghệ;

Căn cứ Thông tư số 15/2014/TT-BGDĐT ngày 15/5/2014 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ;

Căn cứ Quyết định số 775/QĐ-HVKHCN ngày 21/11/2016 của Giám đốc Học viện Khoa học và Công nghệ ban hành Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ;

Căn cứ Quyết định số 1982/QĐ-HVKHCN ngày 07/12/2020 của Giám đốc Học viện Khoa học và Công nghệ về việc công nhận học viên cao học trúng tuyển đợt 2 năm 2020;

Căn cứ Quyết định số 395/QĐ-HVKHCN ngày 04/04/2022 của Giám đốc Học viện Khoa học và Công nghệ về việc công nhận đề tài và cử người hướng dẫn luận văn thạc sĩ;

Xét đề nghị của Trưởng khoa Công nghệ môi trường, Trưởng phòng Đào tạo.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Thành lập Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ cho học viên Phạm Thị Cúc với đề tài: “Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy một số kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài ngao trắng (*Meretrix lyrata*) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng”.

Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường, Mã số: 8 52 03 20

Danh sách thành viên Hội đồng đánh giá luận văn kèm theo Quyết định này.

Điều 2. Hội đồng có trách nhiệm đánh giá luận văn thạc sĩ theo đúng quy chế hiện hành của Bộ Giáo dục và Đào tạo, Học viện Khoa học và Công nghệ. Quyết định này có hiệu lực trong thời hạn tối đa 60 ngày làm việc kể từ ngày ký.

Hội đồng tự giải thể sau khi hoàn thành nhiệm vụ.

Điều 3. Trưởng phòng Tổ chức – Hành chính và Truyền thông, Trưởng phòng Đào tạo, Trưởng phòng Kế toán, Trưởng khoa Công nghệ môi trường, các thành viên có tên trong danh sách Hội đồng và học viên cao học có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này. /.

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- Lưu hồ sơ học viên;
- Lưu: VT, ĐT, HK.14.

GIÁM ĐỐC

GS.TS. Vũ Đình Lãm

DANH SÁCH HỘI ĐỒNG ĐÁNH GIÁ LUẬN VĂN THẠC SĨ

(Kèm theo Quyết định số 1802/QĐ-HVKHCN ngày 02/11/2022
của Giám đốc Học viện Khoa học và Công nghệ)



Cho luận văn của học viên: Phạm Thị Cúc

Tên đề tài: "Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy một số kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài ngao trắng (*Meretrix lyrata*) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng".

Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số: 8 52 03 20

Người hướng dẫn: PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh, Viện Công nghệ môi trường,
Viện Hàn lâm KHCNVN

TT	Họ và tên, học hàm, học vị	Chuyên ngành	Cơ quan công tác	Trách nhiệm trong Hội đồng
1.	GS.TS. Nguyễn Thị Huệ	Hoá phân tích	Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm KHCNVN	Chủ tịch
2.	PGS.TS. Lưu Thế Anh	Địa lý tài nguyên và môi trường	Viện Tài nguyên và môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội	Phản biện 1
3.	TS. Võ Thành Phong	Hoá hữu cơ, hoá vật liệu	Vụ Khoa học công nghệ, Ban Tuyên giáo Trung ương	Phản biện 2
4.	TS. Nguyễn Thị Thu Trang	Kỹ thuật môi trường	Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm KHCNVN	Ủy viên- Thư ký
5.	TS. Nguyễn Tuấn Minh	Kỹ thuật môi trường	Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm KHCNVN	Ủy viên

Hội đồng gồm 05 thành viên./.

Hà Nội, ngày tháng năm 2022

BIÊN BẢN HỌP HỘI ĐỒNG ĐÁNH GIÁ LUẬN VĂN THẠC SĨ

Thực hiện Quyết định số 1802/QĐ-HVKHCN ngày 02/11/2022 của Giám đốc Học viện Khoa học và Công nghệ về việc thành lập Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ của học viên Phạm Thị Cúc

Tên đề tài: “Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy một số kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài ngao trắng (*Meretrix lyrata*) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng”.

Ngành/Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số: 8 52 03 20

Hôm nay, ngày 17/11/2022 Hội đồng đã họp tại Phòng 1707 nhà A28 Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội vào lúc 14g00, Hội đồng gồm 05 thành viên:

TT	Họ và tên	Chức danh
1.	GS. TS. Nguyễn Thị Huệ	Chủ tịch Hội đồng
2.	PGS.TS. Lưu Thế Anh	Phản biện 1
3.	TS. Võ Thành Phong	Phản biện 2
4.	TS. Nguyễn Tuấn Minh	Ủy viên
5.	TS. Nguyễn Thị Thu Trang	Ủy viên, Thư ký

Thành viên vắng mặt: 0

NỘI DUNG LÀM VIỆC

- Đại diện cơ sở đào tạo đọc quyết định thành lập Hội đồng đánh giá luận văn
- Chủ tịch Hội đồng, điều khiển phiên họp
- Thư ký HĐ, đọc lí lịch khoa học và bảng điểm của học viên
- Học viên trình bày luận văn trước Hội đồng
- Phản biện 1, PGS.TS. Lưu Thế Anh đọc bản nhận xét luận văn, đặt câu hỏi

Nhận xét chung:

- Việc thực hiện đề tài nghiên cứu “Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy một số kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài ngao trắng (*Meretrix lyrata*) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng” có tính cấp thiết, tính thời sự, ý nghĩa khoa học và thực tiễn.



- Luận văn của học viên cao học không trùng lặp với các công trình khoa học, luận văn đã công bố trong và ngoài nước.

- Luận văn đã tham khảo 34 tài liệu (trong đó có 20 tài liệu tiếng Việt, 11 tài liệu tiếng Anh và 3 tài liệu từ công thông tin điện tử). Nhìn chung, các tài liệu tham khảo được trích dẫn đầy đủ và rõ ràng trong các nội dung của luận văn.

- Nội dung nghiên cứu phù hợp với tên đề tài và chuyên ngành đào tạo mã số 8520302.

- Luận văn đã sử dụng các phương pháp gồm: phương pháp kế thừa, tổng hợp tài liệu; phương pháp thu thập và bảo quản mẫu, phương pháp xử lý và phân tích kim loại trong mẫu nước và trong mẫu ngao trắng; phương pháp thống kê và xử lý số liệu; phương pháp đánh giá mức độ tích lũy sinh học kim loại nặng trong Ngao trắng; phương pháp xác định mức độ tiêu thụ thực phẩm an toàn. Các phương pháp tác giả đã vận dụng là phù hợp, đảm bảo độ tin cậy và tính hiện đại để thực hiện được các nội dung nghiên cứu của luận văn đặt ra.

- Kết quả nghiên cứu của luận văn:

+ Luận văn đã phân tích và xác định được hàm lượng kim loại nặng Cd, Hg và Pb trong nước nuôi và ngao nuôi tự nhiên tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng.

+ Đã tính toán và xác định được mức độ tích lũy kim loại nặng trong ngao so với hàm lượng kim loại nặng trong nước nuôi tại các khu vực nghiên cứu.

+ Đã xác định được mức độ tiêu thụ ngao trong ngày để đảm bảo an toàn đối với sức khỏe con người.

Các kết quả nghiên cứu của luận văn làm phong phú và bổ sung dữ liệu khoa học về thực trạng ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường nuôi và trồng thủy sản ở Việt Nam hiện nay. Đồng thời, cung cấp cơ sở cho địa phương và người nuôi trồng thủy sản ở tỉnh Quảng Ninh và Hải Phòng có những giải pháp quản lý môi trường, đảm bảo an toàn thực phẩm.

Các kết quả đảm bảo độ tin cậy và hoàn toàn có thể công bố trong các tạp chí khoa học trong nước và hội nghị khoa học.

Một số hạn chế, thiếu sót của luận văn về nội dung và hình thức:

- Tên và nội dung Mục 2 ở phần mở đầu cần cấu trúc lại để tránh trùng lặp với nội dung trình bày ở Chương 2 (Mục này nên trình bày mục tiêu, nội dung nghiên cứu và kết quả chính).

- Ở phần tổng quan nghiên cứu trong nước (Chương 1) nên bổ sung một số công trình nghiên cứu liên quan. Mục 1.5 (Chương 1) trình bày khái quát về khu vực nghiên cứu nên chuyển sang Chương 2. Đồng thời bổ sung thêm thông tin về tình hình nuôi, sản lượng và tiêu thụ ngao ở khu vực nghiên cứu.

- Bổ sung đối tượng nghiên cứu là kim loại nặng trong nước nuôi ngao. Phạm vi nghiên cứu nên cấu trúc rõ: Phạm vi không gian, phạm vi thời gian và phạm vi khoa học.

- Trong phương pháp nghiên cứu (Chương 2), làm rõ số lượng mẫu nước đã lấy phân tích; mẫu nước và mẫu ngao được lấy vào thời điểm nào và lấy bao nhiêu đợt. Độ lặp lại số lần phân tích như thế nào. Chuyển Bảng 2.2. về kích thước và khối lượng ngao xuống Chương 3.

- Trong phần phương pháp phân tích ghi xác định KLN trong các mẫu ngao được thực hiện tại Trung tâm NC và chuyển giao công nghệ nhưng Bảng 3.1 lại ghi là Viện Công nghệ MT.

- Dung lượng Chương 3 còn khiêm tốn do các kết quả nghiên cứu chưa được thảo luận, so sánh và mối liên hệ với các nguồn thải KLN ở các điểm nghiên cứu khác nhau. Hàm lượng KLN trong Bảng 3.1, 3.2, 3.4 là giá trị trung bình hay như thế nào cần được ghi rõ trong tên của Bảng.

- rà soát một số lỗi chính tả, trích dẫn TLTK.

Kết luận chung:

Nội dung của luận văn đáp ứng được yêu cầu của một luận văn thạc sĩ chuyên ngành Kỹ thuật môi trường. Luận văn hoàn toàn có thể đưa ra bảo vệ trước Hội đồng để nhận học vị thạc sĩ.

6. Phản biện 2, TS. Võ Thành Phong đọc bản nhận xét luận văn, đặt câu hỏi

Nhận xét chung:

- Luận văn có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

- Đề tài luận văn không trùng lặp với các công trình đã công bố ở trong và ngoài nước. Luận văn trình bày rõ ràng, trích dẫn tài liệu tham khảo đầy đủ.

- Giữa tên đề tài luận văn và nội dung hoàn toàn phù hợp với mã số chuyên ngành Kỹ thuật môi trường có mã số 8 52 03 20.

- Tác giả đã sử dụng thiết bị phá mẫu vi sóng MARS, khối phổ kết hợp cảm ứng (ICP-MS) có độ tin cậy và phù hợp với các nội dung nghiên cứu.

- Kim loại trong mẫu nước nuôi được xác định theo Method EPA 2008. Kim loại trong mẫu thực phẩm được xác định theo Method AOAC 2015.01.

- Kết quả nghiên cứu của luận văn:

+ Đã phân tích các mẫu môi trường nước nuôi Ngao tại hai khu vực nghiên cứu ở vùng ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng.

+ Đã chỉ ra được mối quan hệ giữa hàm lượng độc chất Cd, Hg, Pb trong mô thịt các loài nghiên cứu và trong môi trường thể hiện qua hệ số tích lũy sinh học BAF.

+ Từ mức độ tích lũy Cd, Hg, Pb trong Ngao trắng thông qua hệ số tích lũy (BAF) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng đã cho thấy mức độ tiêu thụ thực phẩm (ADI) hàng ngày mà không gây nguy cơ tích lũy các độc chất Cd, Hg, Pb tại Cô Tô, Vân Đồn là 60 đến 70 cá thể/ngày, tại Móng Cái, Hạ Long, Cát Hải, Tiên Lãng từ 130 đến 200 cá thể/ngày.

Một số hạn chế, thiếu sót của luận văn về nội dung và hình thức:

- Danh mục chữ viết tắt nên để thành 3 cột (chữ viết tắt, tiếng Anh, tiếng Việt). Bổ sung thêm các từ viết tắt còn thiếu và sắp xếp theo vần.

/A
VI
HC
: N
*

- Đề thêm tính khoa học cho luận văn, ở phần tổng quan nên bổ sung thêm cơ chế gây độc của các kim loại nặng mà tác giả đã khảo sát (cơ chế sinh học hoặc hoá học).

- Trong phần 2.1. *Đối tượng và phạm vi nghiên cứu* (trang 26, 27) cần biện luận thêm các kết quả với nguồn khoáng, trầm tích, nước thải... tại các nơi lấy mẫu.

- Kết quả nghiên cứu mục 3.1 (trang 38) nên luận giải thêm về hàm lượng các kim loại nặng ở vùng này thấp do điều kiện tự nhiên và công nghiệp thế nào, đồng thời nêu rõ lý do hàm lượng Pb tại Vân Đồn cao hơn hẳn các vùng khác.

- Kết quả nghiên cứu về mức độ tích lũy kim loại nặng theo hệ số BAF (bảng 3.4, trang 34) cho thấy “Mức độ tích lũy Hg tại Vân Đồn đạt đến 2007 nên mức độ tích lũy Hg vào cơ thể sinh vật cao mặc dù hàm lượng Hg trong môi trường nước nuôi tại Vân Đồn là rất thấp”. Luận giải về mặt khoa học thế nào?

- Kết luận nên viết ngắn gọn, tập trung vào hai vấn đề chính là kết quả về mặt khoa học và ứng dụng các kết quả đã nghiên cứu.

Nội dung của luận văn có thể viết thành bài báo để gửi đăng trên tạp chí chuyên ngành trong nước.

Câu hỏi:

Trang 50 tác giả có viết “Để có thể đánh giá tốt hơn về mức độ tiêu thụ an toàn thực phẩm đối với ngao trắng, cần xét thêm một số KLN khác như As, Cr, Fe, Zn, Cu... giúp đánh giá ở mức toàn diện của thực phẩm khi con người sử dụng”. Ở đây tác giả có đưa hệ số an toàn không, tức nên sử dụng giảm đi một nửa hay 1/3 so với kết quả đã khảo sát về Cd, Hg, Pb.

Kết luận chung:

Nội dung của luận văn đáp ứng được yêu cầu về nội dung, hình thức và khối lượng của một luận văn thạc sĩ. Đề nghị học viên Phạm Thị Cúc được bảo vệ luận văn trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ và nhận học vị Thạc sĩ môi trường.

7. Các thành viên HĐ và những người tham dự nêu câu hỏi (*các ý kiến trùng với ý kiến của phản biện đã được lược bỏ*)

TS. Nguyễn Tuấn Minh

Tổng quan cần sắp xếp lại các mục.

Lược bỏ một số phần trong phương pháp nghiên cứu.

Kết quả nên bình luận mối tương quan giữa sự tích lũy KLN với địa điểm nghiên cứu.

TS. Nguyễn Thị Thu Trang

Phân kết quả thảo luận cần tăng tính bình luận của các kết quả nghiên cứu thu được.

Kết quả của luận văn cần được lý giải cụ thể, chặt chẽ hơn.

Nhiều hình vẽ còn thiếu tên trục tọa độ.

GS. TS. Nguyễn Thị Huệ

Rà soát lại bố cục luận văn.

Bổ sung thêm đối tượng, phạm vi nghiên cứu.

Thêm bình luận các kết quả nghiên cứu.

Bổ sung đơn vị, tên trong các trục tọa độ (Hình 3.1 đến hình 3.6).

8. Học viên trả lời câu hỏi:

9. Hội đồng họp kín và cho điểm

- Hội đồng bầu ban kiểm phiếu gồm 3 thành viên:

Trưởng ban: TS. Võ Thành Phong

Ủy viên: TS. Nguyễn Tuần Minh

Ủy viên: TS. Nguyễn Thị Thu Trang

- Kết quả kiểm phiếu như sau:

Số phiếu phát ra: 5

Số phiếu thu về: 5

Tổng số điểm: 42,2

Điểm trung bình: 8,4

Điểm thưởng công trình công bố: 0,8

Tổng điểm đánh giá luận văn và thưởng công trình công bố: 9,2

- Kết luận của Hội đồng:

+ Luận văn đáp ứng đầy đủ nội dung của luận văn thạc sĩ.

+ Luận văn không trùng lặp về nội dung và tên đề tài với các công bố trước đó

10. Chủ tịch Hội đồng, công bố kết quả, yêu cầu học viên chỉnh sửa luận văn với các nội dung sau:

Hình thức:

- Rà soát lại bố cục luận văn.

- Bổ sung thêm đối tượng, phạm vi nghiên cứu.

- Rà soát một số lỗi chính tả, trích dẫn TLTK.

- Danh mục chữ viết tắt nên để thành 3 cột (chữ viết tắt, tiếng Anh, tiếng Việt).
Bổ sung thêm các từ viết tắt còn thiếu và sắp xếp theo vần.

- Bổ sung đơn vị, tên trong các trục tọa độ (Hình 3.1 đến hình 3.6).

Nội dung:

- Phần tổng quan nên bổ sung thêm cơ chế gây độc của các kim loại nặng mà tác giả đã khảo sát (cơ chế sinh học hoặc hoá học). Bổ sung thêm các công trình nghiên cứu liên quan

- Bổ sung đối tượng nghiên cứu là kim loại nặng trong nước nuôi ngao.



- Phương pháp nghiên cứu: làm rõ số lượng mẫu nước đã lấy phân tích; mẫu nước và mẫu ngao được lấy vào thời điểm nào và lấy bao nhiêu đợt. Độ lặp lại số lần phân tích như thế nào.
- Chương 3 bổ sung luận giải các kết quả nghiên cứu thu được để làm tăng tính bình luận của luận văn.
- Kết luận nên viết ngắn gọn, tập trung vào hai vấn đề chính là kết quả về mặt khoa học và ứng dụng các kết quả đã nghiên cứu.

Buổi họp đã kết thúc vào 16 giờ 00 phút ngày 17/11/2022

Hà Nội, ngày 17 tháng 11 năm 2022

THƯ KÝ HỘI ĐỒNG



TS. Nguyễn Thị Thu Trang

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG



GS.TS. Nguyễn Thị Huệ

XÁC NHẬN CỦA CƠ SỞ ĐÀO TẠO

**KT. GIÁM ĐỐC
PHÓ GIÁM ĐỐC**



Nguyễn Thị Trung

BẢN NHẬN XÉT LUẬN VĂN THẠC SĨ

Họ và tên người nhận xét: Võ Thành Phong

Học hàm, học vị: Tiến sĩ

Chuyên ngành: Hóa học hữu cơ

Cơ quan công tác: Vụ Khoa học và Công nghệ, Ban Tuyên giáo Trung ương

Họ và tên học viên: Phạm Thị Cúc

Tên đề tài: “Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy một số kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài Ngao trắng (*Meretrix lyrata*) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng”

Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường Mã số: 8520320

NỘI DUNG NHẬN XÉT

1. Tính cấp thiết, tính thời sự, ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài luận văn:

Việt Nam với diện tích khu đặc quyền kinh tế lên đến trên 1 triệu km vuông và có đường bờ biển dài 3,260 km, đây là một điều kiện thuận lợi để thúc đẩy ngành nuôi trồng và đánh bắt thủy hải sản phát triển. Sự đa dạng nhiều chủng loại thủy hải sản đặc biệt là các loài sinh vật hai mảnh vỏ đã đóng góp to lớn trong việc phát triển ngành nông nghiệp nói chung và ngành nuôi trồng thủy hải sản nói riêng. Nhóm động vật nhuyễn thể sống đáy (Ngao, hào, tu hài, sò huyết...) là những sinh vật ít di chuyển, có khả năng tích lũy chất ô nhiễm cao, đặc biệt là các kim loại nặng.

Lượng chất thải tại các tỉnh kinh tế trọng điểm ven biển đang có xu hướng tăng dần. Trong đó đáng quan tâm là ô nhiễm từ các kim loại nặng mà nguồn thải có nguồn gốc từ lục địa đổ ra. Với tình hình ô nhiễm hiện nay, việc xác định hàm lượng các chất ô nhiễm trong thực phẩm nói chung và trong thủy hải sản nói riêng là vấn đề rất cần thiết trong việc khuyến cáo về thực phẩm đảm bảo sức khỏe cho con người đặc biệt là sự tích lũy kim loại nặng trong các loài động vật nhuyễn thể hai mảnh vỏ ở các khu vực ven biển.

Luận văn *Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài Ngao trắng (Meretrix lyrata) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng* có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Sự không trùng lặp của đề tài nghiên cứu so với các công trình khoa học, luận văn đã công bố ở trong và ngoài nước; tính trung thực, rõ ràng và đầy đủ trong trích dẫn tài liệu tham khảo:

- Đề tài luận văn không trùng lặp với các công trình đã công bố ở trong và ngoài nước.

- Luận văn trình bày rõ ràng, trích dẫn tài liệu tham khảo đầy đủ.

3. Sự phù hợp giữa tên đề tài với nội dung nghiên cứu cũng như với chuyên ngành và mã số đào tạo:

Luận văn có các nội dung nghiên cứu:

- Xác định hàm lượng KLN (Cd, Hg, Pb) trong nước nuôi Ngao tại các khu vực nghiên cứu.

- Xác định hàm lượng KLN (Cd, Hg, Pb) trong Ngao trắng tại các khu vực nghiên cứu.

- Đánh giá mức độ tích lũy một số KLN (Cd, Hg, Pb) trong Ngao trắng thông qua hệ số tích lũy (BAF) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng

- Đánh giá mức độ tiêu thụ thực phẩm trong ngày đối với Ngao trắng tại các khu vực nghiên cứu.

Giữa tên đề tài luận văn và nội dung hoàn toàn phù hợp với mã số chuyên ngành là Kỹ thuật môi trường có mã số: 8 52 03 20

4. Độ tin cậy và tính hiện đại của phương pháp nghiên cứu đã sử dụng để hoàn thành luận văn:

Tác giả đã sử dụng thiết bị phá mẫu vi sóng MARS, khối phổ kết hợp cảm ứng (ICP-MS) có độ tin cậy và phù hợp với các nội dung nghiên cứu.

Kim loại trong mẫu nước nuôi được xác định theo Method EPA 200.8. Kim loại trong mẫu thực phẩm được xác định theo Method AOAC 2015.01.

5. Kết quả nghiên cứu của luận văn:

- Đã phân tích các mẫu môi trường nước nuôi Ngao tại 2 khu vực nghiên cứu ở vùng ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng.

- Đã chỉ ra được mối quan hệ giữa hàm lượng độc chất Cd, Hg, Pb trong mô thịt các loài nghiên cứu và trong môi trường thể hiện qua hệ số tích lũy sinh học BAF.

- Từ mức độ tích Cd, Hg, Pb trong Ngao trắng thông qua hệ số tích lũy (BAF) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng đã cho thấy mức độ tiêu thụ thực phẩm (ADI) hàng ngày mà không gây nguy cơ tích lũy các độc chất Cd, Hg, Pb tại Cô Tô, Vân Đồn là 60 đến 70 cá thể/ngày, tại Móng Cái, Hạ Long, Cát Hải, Tiên Lãng từ 130 đến 200 cá thể/ngày.

6. Những hạn chế, thiếu sót của luận văn về nội dung và hình thức:

- Danh mục chữ viết tắt nên để thành 3 cột (chữ viết tắt, tiếng Anh, tiếng Việt). Bổ sung thêm các từ viết tắt còn thiếu và sắp xếp theo vần.

- Đề thêm tính khoa học cho luận văn, ở phần tổng quan nên bổ sung thêm cơ chế gây độc của các kim loại nặng mà tác giả đã khảo sát (cơ chế sinh học hoặc hóa học).

- Trong phần 2.1. *Đối tượng và phạm vi nghiên cứu* (trang 26, 27) cần biện luận thêm các kết quả với nguồn khoáng, trầm tích, nước thải... tại các nơi lấy mẫu.

- Kết quả nghiên cứu mục 3.1 (trang 38) nên luận giải thêm về hàm lượng các kim loại nặng ở các vùng này thấp do điều kiện tự nhiên và công nghiệp thế nào, đồng thời nêu rõ lý do hàm lượng Pb tại Vân Đồn cao hơn hẳn các vùng khác.

- Kết quả nghiên cứu về mức độ tích lũy kim loại nặng theo hệ số BAF (bảng 3.4, trang 44) cho thấy “Mức độ tích lũy Hg tại Vân Đồn đạt đến 2007 nên mức độ tích lũy Hg vào cơ thể sinh vật cao mặc dù hàm lượng Hg trong môi trường nước nuôi tại Vân Đồn là rất thấp”. Luận giải về mặt khoa học thế nào ?

- Kết luận nên viết ngắn gọn, tập trung vào hai vấn đề chính là kết quả về mặt khoa học và ứng dụng các kết quả đã nghiên cứu.

*** Câu hỏi thêm:**

Trang 50 tác giả có viết “Để có thể đánh giá tốt hơn về mức độ tiêu thụ an toàn thực phẩm đối với ngao trắng, cần xét thêm một số các KLN khác như As, Cr, Fe, Zn, Cu... giúp đánh giá ở mức toàn diện của thực phẩm khi con người sử dụng”. Ở đây tác giả có đưa ra hệ số an toàn không, tức nên sử dụng giảm đi một nửa hay 1/3 so với kết quả đã khảo sát về Cd, Hg, Pb

7. Nếu tác giả chưa viết bài báo khoa học thì nội dung của luận văn có thể được viết thành các bài báo để gửi đăng trên tạp chí khoa học, sách chuyên ngành hoặc tuyển tập công trình hội nghị khoa học cấp quốc gia, quốc tế hay không?

Nội dung của luận văn có thể viết thành bài báo để gửi đăng trên tạp chí chuyên ngành trong nước.

8. Kết luận chung

Luận văn đáp ứng được yêu cầu về nội dung, hình thức và khối lượng của luận văn thạc sĩ.

Đề nghị học viên Phạm Thị Cúc được bảo vệ luận văn trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ và nhận học vị Thạc sĩ môi trường.

Hà Nội, ngày 15 tháng 11 năm 2022

Xác nhận của cơ quan công tác



Phạm Thanh Cẩm

Người phản biện

TS. Võ Thành Phong

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

BẢN NHẬN XÉT PHẢN BIỆN LUẬN VĂN THẠC SĨ

Họ và tên người phản biện: Lưu Thế Anh Học vị, học vị: Phó Giáo sư, Tiến sĩ
Chuyên ngành: Địa lý Tài nguyên và Môi trường
Cơ quan công tác: Viện Tài nguyên và Môi trường, ĐHQGHN
Họ và tên học viên cao học: Phạm Thị Cúc
Tên đề tài luận văn nhận xét: Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy một số kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài Ngao trắng (*Meretrix lyrata*) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng.
Chuyên ngành: Kỹ thuật hóa học, vật liệu, luyện kim và môi trường; mã số: 8520302

1. Tính cấp thiết, tính thời sự, ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài luận văn:

Hiện nay, cùng với sự phát triển của kinh tế - xã hội đã làm gia tăng các nguồn thải gây ra sức ép và tình trạng ô nhiễm môi trường ở Việt Nam. Đặc biệt, tình trạng ô nhiễm môi trường đất, nước, trầm tích do kim loại nặng từ các nguồn thải của hoạt động sản xuất công nghiệp, khai khoáng, làng nghề, nông nghiệp, sinh hoạt, ... đã ảnh hưởng đến vấn đề an toàn vệ sinh thực phẩm, tiềm ẩn rủi ro và tác động nghiêm trọng đến sức khỏe con người. Vì vậy, đề tài luận văn "*Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy một số kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài Ngao trắng (Meretrix lyrata) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng*" của học viên Phạm Thị Cúc lựa chọn nghiên cứu có tính cấp thiết, tính thời sự, ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Sự không trùng lặp của đề tài nghiên cứu so với các công trình khoa học, luận văn đã công bố ở trong và ngoài nước; tính trung thực, rõ ràng và đầy đủ trong trích dẫn tài liệu tham khảo:

Theo sự hiểu biết của người đọc, luận văn của học viên cao học không trùng lặp với các công trình khoa học, luận văn đã công bố trong và ngoài nước.

Luận văn đã tham khảo 34 tài liệu (trong đó có 20 tài liệu tiếng Việt, 11 tài liệu tiếng Anh và 3 tài liệu từ cổng thông tin điện tử). Nhìn chung, các tài liệu tham khảo được trích dẫn đầy đủ và rõ ràng trong các nội dung của luận văn.

3. Sự phù hợp giữa tên đề tài với nội dung nghiên cứu, cũng như với chuyên ngành và mã số đào tạo

Nội dung nghiên cứu của luận văn phù hợp với tên đề tài và chuyên ngành đào tạo: Kỹ thuật hóa học, vật liệu, luyện kim và môi trường; mã số: 8520302

4. Độ tin cậy và tính hiện đại của phương pháp nghiên cứu đã sử dụng để hoàn thành luận văn:

Luận văn đã sử dụng các phương pháp gồm: Phương pháp kế thừa, tổng hợp tài liệu; phương pháp thu thập và bảo quản mẫu; phương pháp xử lý và phân tích kim loại trong mẫu nước và trong mẫu Ngao trắng (phương pháp EPA 200.8, phương pháp AOAC 2015.01); phương pháp thống kê và xử lý số liệu; phương pháp đánh giá mức độ tích lũy sinh học kim loại nặng trong Ngao trắng; phương pháp xác định mức độ tiêu thụ thực phẩm an toàn. Các phương pháp tác giả đã vận dụng là phù hợp, đảm bảo độ tin cậy và tính hiện đại để thực hiện được các nội dung nghiên cứu của luận văn đặt ra.

5. Kết quả đạt được của luận văn:

- Luận văn đã phân tích và xác định được hàm lượng kim loại nặng Cd, Hg và Pb trong nước nuôi và ngao nuôi tự nhiên tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng.

- Đã tính toán và xác định được mức độ tích lũy kim loại nặng trong ngao so với hàm lượng kim loại nặng trong nước nuôi tại các khu vực nghiên cứu.

- Đã xác định được mức độ tiêu thụ ngao trong ngày để đảm bảo an toàn đối với sức khỏe con người.

Các kết quả nghiên cứu của luận văn làm phong phú và bổ sung dữ liệu khoa học về thực trạng ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường nuôi và trong thủy sản ở Việt Nam hiện nay. Đồng thời, cung cấp cơ sở cho địa phương và người nuôi trồng thủy sản ở tỉnh Quảng Ninh và Hải Phòng có những giải pháp quản lý môi trường, đảm bảo an toàn thực phẩm.

6. Những hạn chế, thiếu sót của luận văn về nội dung và hình thức:

- Tên và nội dung Mục 2 ở phần mở đầu cần cấu trúc lại để tránh trùng lặp với nội dung trình bày ở Chương 2 (Mục này nên trình bày mục tiêu, nội dung nghiên cứu và kết quả chính).

- Ở phần tổng quan nghiên cứu trong nước (Chương 1), nên bổ sung một số công trình nghiên cứu liên quan, trong đó có nghiên cứu của Viện Địa lý đã thực hiện ở khu vực này. Mục 1.5 (Chương 1) trình bày khái quát về khu vực nghiên cứu nên chuyển sang Chương 2. Đồng thời bổ sung thêm thông tin về tình hình nuôi, sản lượng và tiêu thụ ngao ở khu vực nghiên cứu.

- Bổ sung đối tượng nghiên cứu là kim loại nặng trong nước nuôi ngao. Phạm vi nghiên cứu nên cấu trúc rõ: Phạm vi không gian, phạm vi thời gian và phạm vi khoa học.

- Trong phương pháp nghiên cứu (Chương 2), làm rõ số lượng mẫu nước đã lấy phân tích; mẫu nước và mẫu ngao được lấy vào thời điểm nào và lấy bao nhiêu đợt. Độ lặp lại số lần phân tích như thế nào. Chuyển Bảng 2.2 về kích thước và khối lượng ngao xuống Chương 3.

- Trong phần phương pháp phân tích ghi xác định KLN trong các mẫu ngao được thực hiện tại Trung tâm NC và Chuyển giao CN nhưng ở Bảng 3.1 lại ghi là Viện Công nghệ MT.

- Dung lượng Chương 3 còn khiêm tốn do các kết quả nghiên cứu chưa được thảo luận, so sánh và mối liên hệ với các nguồn thải KLN ở các điểm nghiên cứu khác nhau. Hàm lượng KLN trong Bảng 3.1, 3.2, 3.4 là giá trị trung bình hay như thế nào cần được ghi rõ trong tên của Bảng.

- rà soát một số lỗi chính tả, trích dẫn tài liệu tham khảo.

7. Nếu tác giả chưa viết bài báo khoa học thì nội dung của luận văn có thể được viết thành bài báo để gửi đăng trên tạp chí khoa học, sách chuyên ngành hoặc tuyển tập công trình hội nghị khoa học cấp quốc gia, quốc tế hay không?

Các kết quả nghiên cứu của đề tài luận văn đã cung cấp dẫn liệu về thực trạng ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường nước nuôi ngao và mức độ tích lũy kim loại nặng trong ngao nuôi tại 6 khu vực nghiên cứu ở vùng ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng, cảnh báo mức độ tiêu thụ ngao trong ngưỡng an toàn. Các kết quả đảm bảo độ tin cậy và hoàn toàn có thể công bố trong các tạp chí khoa học trong nước và hội nghị khoa học.

8. Kết luận:

Các nội dung nghiên cứu và kết quả đã đạt được của luận văn đáp ứng yêu cầu đối với một luận văn thạc sĩ chuyên ngành: Kỹ thuật hóa học, vật liệu, luyện kim và môi trường; mã số: 8520302. Luận văn hoàn toàn có thể đưa ra bảo vệ trước Hội đồng để nhận học vị thạc sĩ/.

XÁC NHẬN CỦA CƠ QUAN CÔNG TÁC

Hà Nội, ngày 14 tháng 11 năm 2022

NGƯỜI ĐỌC PHẢN BIỆN



Luru Thế Anh

**BẢN GIẢI TRÌNH CHỈNH SỬA LUẬN VĂN
THEO KẾT LUẬN CỦA HỘI ĐỒNG ĐÁNH GIÁ LUẬN VĂN THẠC SĨ**

Họ tên học viên: Phạm Thị Cúc

Lớp: Cao học Kỹ thuật môi trường – 2020B

Tên đề tài luận văn: *Nghiên cứu đánh giá hệ số tích lũy kim loại nặng (Cd, Hg, Pb) trong loài Ngao trắng (Meretrix lyrata) tại khu vực ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng.*

Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số: 8520320

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh

Ngày bảo vệ luận văn: 17/11/2022.

Căn cứ Biên bản họp Hội đồng đánh giá luận văn Thạc sĩ, học viên đã chỉnh sửa luận văn như sau:

STT	Nội dung đề nghị bổ sung, chỉnh sửa	Nội dung đã bổ sung, chỉnh sửa
1	Bổ sung và sắp xếp lại danh mục chữ viết tắt.	Đã chỉnh sửa và bổ sung danh mục chữ viết tắt
2	Chỉnh sửa lại cách viết tổng quan.	Đã chỉnh sửa lại phần tổng quan, bổ sung thông tin về cơ chế tích lũy sinh học. <i>Tiểu mục 1.2.3, Trang 14.</i>
3	Phương pháp kế thừa	Bỏ tên trang web
4	Đối tượng nghiên cứu	Bổ sung thêm môi trường nước nuôi ngao trắng
5	Phạm vi nghiên cứu	Bổ sung phạm vi không gian và phạm vi thời gian
6	Bảng 2.2	Chuyển xuống mục 3.2
7	Tổng quan về khu vực và đối tượng nghiên cứu	Đã rút gọn theo ý kiến của Hội đồng



8	Phương pháp phân tích	Đưa ra độ lặp đôi với từng đợt phân tích
9	Địa điểm phân tích	Thống nhất địa điểm phân tích mẫu nước, địa điểm xử lý mẫu ngao và địa điểm phân tích mẫu ngao
10	Chỉ số ADI tại trang 47	Chuyển vào phần phương pháp nghiên cứu
11	Kết quả nghiên cứu	So sánh với các nghiên cứu đã có (trong nước và quốc tế) trước đây Trang: 40, 41, 50, 51.

Hà Nội, ngày 06... tháng 01... năm 2023

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN

HỌC VIÊN

GS.TS. Nguyễn Thị Huệ

PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh

Phạm Thị Cúc

XÁC NHẬN CỦA CƠ SỞ ĐÀO TẠO

KT. GIÁM ĐỐC
PHÓ GIÁM ĐỐC



Nguyễn Thị Trung