

**BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO**

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

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Dương Tuấn Mạnh

**Nghiên cứu đánh giá tích tụ vi nhựa trong Vẹm xanh (*Perna canaliculus*)
tại một số khu vực ven biển tỉnh Quảng Ninh**

**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



Dương Tuấn Mạnh

Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số: 8520320

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

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh

TS. Đặng Thị Thơm

Hà Nội, 2022

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi dưới sự hướng dẫn khoa học của PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh và TS. Đặng Thị Thơm. Các số liệu, kết quả nghiên cứu trong luận văn đều đảm bảo tính trung thực, khoa học và chưa được công bố trong bất kì công trình khoa học nào bởi các tác giả khác

Hà Nội, ngày tháng năm 2022

HỌC VIÊN

Dương Tuấn Mạnh

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận văn thạc sĩ với tên đề tài: “**Nghiên cứu đánh giá tích tụ vi nhựa trong Vẹm xanh (*Perna canaliculus*) tại một số khu vực ven biển tỉnh Quảng Ninh**”. Tôi xin chân thành cảm ơn PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh và TS. Đặng Thị Thom đã hướng dẫn và chỉ bảo tận tình trong quá trình tôi thực hiện và hoàn thành luận văn này.

Tôi xin cảm ơn Học viện Khoa học và Công nghệ, những người đã tạo cho tôi nền tảng lý thuyết, phương pháp tiếp cận vấn đề để tôi có thể hoàn thành luận văn.

Tôi cũng xin chân thành cảm ơn các anh chị thuộc Trung tâm Công nghệ môi trường Đà Nẵng - Viện Công nghệ môi trường và các thành viên trong gia đình đã tạo mọi điều kiện tốt nhất, động viên, cổ vũ tôi trong suốt quá trình nghiên cứu để hoàn thành tốt luận văn này.

Hà Nội, ngày tháng năm 2022

Học viên

Dương Tuấn Mạnh

MỤC LỤC

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	3
DANH MỤC BẢNG	5
DANH MỤC HÌNH.....	6
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU	10
1.1. Tổng quan vi nhựa	10
1.2. Nguồn gốc vi nhựa trong môi trường.....	11
1.2.1. Vi nhựa nguyên sinh	11
1.3. Thực trạng vi nhựa trong đại dương	18
1.4. Tình hình nghiên cứu vi nhựa ở Việt Nam.....	20
1.5. Tình hình nghiên cứu vi nhựa trong đối tượng hai mảnh vỏ	21
1.5.1. Tình hình nghiên cứu ô nhiễm vi nhựa trong đối tượng hai mảnh vỏ trên thế giới.....	21
1.5.2. Tình hình nghiên cứu vi nhựa trong đối tượng hai mảnh vỏ tại Việt Nam	25
1.6. Vấn đề ô nhiễm rác thải nhựa tại khu vực nghiên cứu	27
1.6.1. Điều kiện tự nhiên	27
1.6.2. Đặc điểm kinh tế - xã hội.....	27
1.6.3. Ô nhiễm rác thải nhựa tại khu vực nghiên cứu	28
CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	33
2.1. Đối tượng nghiên cứu.....	33
2.2. Phạm vi nghiên cứu.....	33
2.3. Phương pháp nghiên cứu.....	34
2.3.1. Phương pháp tổng quan tài liệu.....	34
2.3.2. Phương pháp kế thừa các nghiên cứu	34
2.3.3. Phương pháp thực nghiệm, lấy mẫu ngoài hiện trường.....	35
2.3.4. Quy trình xử lý vệt trong phòng thí nghiệm	36
2.3.5. Phương pháp phân tích polymer	36
2.3.6. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu	37

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	39
3.1. Kết quả về cải thiện phương pháp phân hủy mẫu Vẹm	39
3.2. Kết quả đánh giá vi nhựa trong vẹm xanh	41
3.2.1. Đánh giá mật độ vi nhựa trong vẹm xanh tại các khu vực nghiên cứu	42
3.2.2. Đánh giá sự phân bố kích cỡ hạt vi nhựa trong vẹm xanh tại các khu vực nghiên cứu	46
3.2.3. Đánh giá hình dạng vi nhựa trong vẹm xanh tại các khu vực nghiên cứu	52
3.2.4. Đánh giá chủng loại vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực nghiên cứu	58
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	66
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ	68

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

ABS	Acrylonitrile butadiene styrene	
CP	Cellophane	
CPP	Cast polypropylene	
EC	European community	Cộng đồng châu Âu
EPPIC	Ending Plastic Pollution Innovation Challenge	Thử thách sáng tạo giảm thiểu ô nhiễm rác thải nhựa
EVA	Ethylene-vinyl acetate	
EVA	Ethylene-vinyl acetate	
EVOH EVAL	Etylen vinyl alcohol	
FTIR	Fourier-transform infrared spectroscopy	Quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier
GI	Gastrointestinal	Tiêu hóa
HDPE	High density polyethylene	
LDPE	Low-density polyethylene	
MCE	Mixed Cellulose Esters	Este cellulose hỗn hợp
MPs	Microplastic	Vi nhựa
OPP	Oriented polypropylene	
PA	Polyamide	
PE	Polyethylene	
PET	Polyethylene terephthalate	
PF	Phenol resin	
PMB	Polymer modified binder	
PMMA	Polymethyl methacrylate	

PP	Polypropylene	
PS	Polystyrene	
PTFE	Polytetrafluoroethylene	
PU	Polyurethane	
PVA	Polyvinyl alcohol	
PVC	Polyvinyl chloride	
SBR	Styrene-butadiene rubber	
SBS	Styrene-butadiene-styrene	
UF	Urea-formaldehyde cond	
UV	Ultraviolet	Tia tử ngoại

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1 Mô hình tính toán rác thải nhựa xả vào đại dương từ các nguồn trên đất liền (tấn/năm)	29
Bảng 3.1 Các thay đổi trong quy trình xử lý, phân hủy mô vẹm xanh....	39
Bảng 3.2 Kích thước và trọng lượng ước trung bình của vẹm từ các vị trí lấy mẫu	42

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1	Quá trình phân hủy nhựa thành vi nhựa trong môi trường biển.....	19
Hình 2.1	Vệem xanh.....	33
Hình 2.2	Khu vực nghiên cứu của đề tài.....	34
Hình 2.3	Một số vị trí lấy mẫu	35
Hình 2.4	Máy quang phổ hồng ngoại μ FTIR	37
Hình 3.1	Sơ đồ quy trình xử lý mẫu vệem hoàn chỉnh	41
Hình 3.2	Mật độ vi nhựa trong mẫu vệem xanh (hạt/ g trọng lượng ướt).....	43
Hình 3.3	Mật độ vi nhựa trong mẫu vệem xanh (hạt/con).....	43
Hình 3.4	Biểu đồ phần trăm lượng hạt vi nhựa dựa theo kích thước tại khu vực Hạ Long.....	47
Hình 3.5	Biểu đồ phần trăm lượng hạt vi nhựa dựa theo kích thước tại khu vực Vân Đồn.....	48
Hình 3.6	Biểu đồ phần trăm lượng hạt vi nhựa dựa theo kích thước tại khu vực Cô Tô	49
Hình 3.7	Biểu đồ phần trăm lượng hạt vi nhựa dựa theo kích thước tại khu vực Móng Cái.....	50
Hình 3.8	Tỷ lệ phần trăm kích thước vi nhựa tại các vị trí nghiên cứu.....	51
Hình 3.9	Biểu đồ tỉ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa tại Hạ Long.....	52
Hình 3.10	Biểu đồ tỉ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa tại Vân Đồn.....	53
Hình 3.11	Biểu đồ tỉ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa tại Cô Tô	54
Hình 3.12	Biểu đồ tỉ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa tại Móng Cái.....	55
Hình 3.13	Tỉ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa xuất hiện trong vệem xanh tại các khu vực nghiên cứu	56
Hình 3.14	Hình dạng vi nhựa được tìm thấy trong các mẫu vi nhựa	58
Hình 3.15	Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vệem xanh tại Hạ Long	59
Hình 3.16	Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vệem xanh tại Vân Đồn.....	60
Hình 3.17	Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vệem xanh tại Cô Tô	61
Hình 3.18	Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vệem xanh tại Móng Cái.....	62
Hình 3.19	Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vệem xanh tại tỉnh Quảng Ninh.....	63
Hình 3.20	Hình ảnh phổ hạt vi nhựa thu được và hình ảnh phổ thu vi nhựa gốc	65

MỞ ĐẦU

Vi nhựa (Microplastics) đã và đang là một mối đe dọa đối với môi trường biển và sinh vật biển. Sinh vật hai mảnh vỏ đang là đối tượng đáng quan tâm hiện nay không chỉ trên toàn thế giới mà còn ở Việt Nam bởi chúng thuộc nhóm có nguy cơ tích tụ nhiều chất ô nhiễm cao do bản chất ăn lọc của chúng. Do đó, nhiều nghiên cứu đánh giá ô nhiễm thông qua tích tụ sinh học và sử dụng các sinh vật hai mảnh vỏ làm chỉ thị sinh học để đánh giá sự tích tụ vi nhựa trong cơ thể chúng là một hướng nghiên cứu có nhiều triển vọng trên thế giới nói chung và tại Việt Nam nói riêng. Vi nhựa là những hạt nhựa kích thước nhỏ, bản chất là các chất polymers cực kỳ bền trong môi trường, theo thời gian, chúng đã xâm nhập qua chuỗi thức ăn, lưới thức ăn và quần xã sinh vật ở các cấp độ dinh dưỡng khác nhau, chẳng hạn như các loài hai mảnh vỏ [1], động vật giáp xác [2], cá và động vật có vú [3,4]. Microplastics (MPs) đã được tìm thấy trong các bộ phận khác nhau của sinh vật như đường tiêu hóa (GI), gan, mang và thịt. Ngoài ra, vi nhựa còn được tìm thấy trong các loài thủy hải sản thương mại tiêu thụ nguyên con như trong các loài cá, ngao, hào, vẹm xanh... Sự xuất hiện vi nhựa trong các loài thủy sinh vật và cụ thể là trong sinh vật hai mảnh vỏ đang trở thành mối đe dọa đến môi trường và sức khỏe con người nếu rác thải nhựa không được quản lý triệt để. Do đó, việc đánh giá sự tích tụ ô nhiễm MPs trong cơ thể các loài sinh vật hai mảnh vỏ là rất quan trọng trong việc kiểm soát an toàn thực phẩm đối với chất lượng xuất nhập khẩu thủy hải sản và con người tiêu thụ chúng.

Quản lý về an toàn thực phẩm đều dựa trên sự đánh giá về các mối nguy hại và phân tích rủi ro, trong đó các mối nguy được phân thành ba loại theo khả năng gây ra ảnh hưởng đến sức khỏe như: sinh học, hóa học và vật lý (EC 2002). Các tác động đến sức khỏe của MPs hiện đang được xem xét bao gồm cả ba loại trên. MPs chứa nhiều hóa chất với khác nhau và tác động của chúng có thể đến từ các thành phần chính của nhựa (polymers), các chất phụ gia được sử dụng để nâng cao các thuộc tính của chúng (chất hóa dẻo), và các chất ô nhiễm hóa học được hấp thụ khi ở trong môi trường ví dụ, hydrocacbon thơm đa vòng và polychlorinated biphenyls hoặc vi sinh vật cư trú trên bề mặt của chúng.

Do đó, MPs có thể được coi là một vec tơ có nguy cơ trực tiếp hoặc gián tiếp dẫn đến ảnh hưởng nguy hại tới sức khỏe con người. Việc ô nhiễm thực phẩm dùng cho con người hàng ngày có thể gây ảnh hưởng đối với sức khỏe con người, đang là mối quan tâm trong cộng đồng khoa học [5,6,7,8] cũng như giữa các bên liên quan và các nhà hoạch định chính sách trên toàn cầu. Hiện nay, cơ sở bằng chứng liên quan đến ảnh hưởng của MPs tới thủy hải sản đang được nghiên cứu và phát triển, nhưng ảnh hưởng đến sức khỏe đối với con người đến nay vẫn chưa rõ ràng.

Tiếp cận từ những thông tin trên, đề tài “Nghiên cứu đánh giá tích tụ vi nhựa trong Vẹm xanh (*Perna canaliculus*) tại một số khu vực ven biển tỉnh Quảng Ninh” được đề xuất nhằm góp phần phát hiện sự hiện diện của vi nhựa (MPs) trong loài Vẹm xanh (*Perna canaliculus*). Đây là một trong những loài hải sản phổ biến tại các tỉnh ven biển của Việt Nam được tiêu thụ hàng ngày. Kết quả của nghiên cứu sẽ góp phần vào đánh giá tích tụ ô nhiễm MPs trong loài vẹm xanh nghiên cứu và có thể làm cơ sở khoa học cho những nghiên cứu chuyên sâu tiếp theo.

Mục tiêu nghiên cứu:

- Hoàn thiện quy trình kỹ thuật phân tích ô nhiễm vi nhựa và các thành phần vi nhựa trong vẹm xanh.
- Đánh giá được ô nhiễm vi nhựa trong vẹm xanh tại một số điểm trong khu vực ven biển Quảng Ninh.

Nội dung nghiên cứu:

- Hoàn thiện quy trình kỹ thuật phân tích ô nhiễm vi nhựa và các thành phần vi nhựa trong vẹm xanh (*Perna canaliculus*).
- Phân tích vi nhựa và thành phần vi nhựa trong vẹm xanh (tổng số hạt vi nhựa, hình dạng, kích cỡ, thành phần chủng loại vi nhựa).
- Đánh giá sự tích tụ trong vẹm xanh và đề xuất một số giải pháp cảnh báo ô nhiễm vi nhựa trong vẹm.

Bố cục của luận văn được trình bày như sau:

Mở đầu: 03 trang;

Chương 1. Tổng quan: 26 trang;

Chương 2. Đối tượng, phương pháp nghiên cứu: 6 trang;

Chương 3: Kết quả và thảo luận: 27 trang;

Kết luận và kiến nghị: 2 trang;

Phần tài liệu tham khảo: 5 trang.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

1.1. Tổng quan vi nhựa

Vi nhựa là những mảnh nhỏ của vật liệu nhựa, thường được định nghĩa là nhỏ hơn những gì có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Sự phụ thuộc ngày càng nhiều của chúng ta vào vô số ứng dụng của nhựa trong đời sống có thể dẫn đến những hậu quả tiêu cực đối với môi trường. Ví dụ, quá trình sản xuất nhựa có liên quan đến ô nhiễm không khí và các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi được thải ra trong thời gian sử dụng của nhựa có những tác động có hại cho sức khỏe con người [9]. Không những thế, rác thải nhựa chiếm không gian đáng kể trong các bãi chôn lấp. Tuy nhiên, vi nhựa trong môi trường nước đang là một mối quan tâm mới xuất hiện trong ý thức cộng đồng.

Đúng với tên gọi của nó vi nhựa là những hạt nhựa rất nhỏ và khó có thể nhìn được bằng mắt thường. Chúng có nhiều loại khác nhau, bao gồm polyethylene (ví dụ: túi nhựa, chai), polystyrene (ví dụ: hộp đựng thực phẩm), nylon hoặc PVC. Những đồ nhựa này có thể bị phân hủy do nhiệt, tia UV, quá trình oxy hóa, tác động cơ học và phân hủy sinh học bởi các sinh vật sống như vi khuẩn. Sự hiện diện của vi nhựa trong đại dương đã được phát hiện vào đầu những năm 1970. Thuật ngữ vi nhựa được định nghĩa là các hạt nhựa rất nhỏ bé, khó có thể quan sát bằng mắt thường bởi kích thước của chúng nhỏ hơn 5 mm [10] với các kiểu hình dạng khác nhau như dạng sợi, dạng mảnh, dạng hạt.

Dựa trên nguồn gốc của chúng mà vi nhựa được chia thành 2 nhóm: vi nhựa nguyên sinh (primary microplastic) và vi nhựa thứ cấp (secondary microplastics). Vi nhựa nguyên sinh là các hạt nhựa được sản xuất và sử dụng trực tiếp như nguyên liệu thô trong quá trình sản xuất nhựa. Những viên nhựa có nguồn gốc từ nguyên sinh cũng được sử dụng trong quá trình sản xuất hàng tiêu dùng có kích thước hạt từ nano đến micro [11]. Chúng được dùng trong các sản phẩm mỹ phẩm, chăm sóc sức khỏe, chất tẩy rửa, ứng dụng trong công nghiệp đóng tàu, công nghệ giảm ma sát trong quá trình đúc khuôn...[12]. Vi nhựa thứ cấp là những mảnh nhựa nhỏ có nguồn gốc từ sự phân hủy của các mảnh vụn nhựa lớn hơn, cả trên biển và trên đất liền. Theo thời gian, dưới tác

động của các quá trình vật lý, sinh học và hóa học, tính toàn vẹn về mặt cấu trúc của các mảnh vụn nhựa có thể bị ảnh hưởng, dẫn đến sự phân mảnh [11].

1.2.Nguồn gốc vi nhựa trong môi trường

Trong thập kỉ qua, rác thải nhựa đã trở thành một vấn đề lớn cả trên đất liền lẫn trên biển. Trong hơn một thế kỉ qua, sản phẩm nhựa từng được ca ngợi như một kỳ quan khoa học nay đã trở thành một mối đe dọa cho môi trường toàn cầu. Nhựa trong đại dương và sông hồ đã được truyền thông nhắc đến rất nhiều trong các năm vừa qua, đặc biệt tập trung vào các vấn đề nghiêm trọng ở châu Á và khối lượng nhựa trôi nổi được tìm thấy ở giữa các đại dương. Ngoài ra, trên các phương tiện truyền thông, các trang mạng xã hội thường xuyên có sự xuất hiện hình ảnh về sinh vật biển bị bao trùm bởi nhựa và túi nilon.

Năm 2015, tổ chức bảo vệ môi trường biển Ocean Conservancy đã thống kê về lượng rác thải đang trôi nổi trên biển, 90% trong số đó là rác thải nhựa bao gồm: vỏ bánh kẹo, chai lọ nhựa, túi nilon và rất nhiều vật dụng được sản xuất từ nhựa khác. Tình huống xấu nhất được tổ chức Ocean Conservancy dự báo tới năm 2025, cứ 3 tấn cá sẽ có 1 tấn rác thải nhựa trong đại dương [13]. Hơn nữa, lượng rác thải nhựa này sẽ còn không ngừng tăng lên trong tương lai và tồn tại rất lâu trong môi trường. Để phân hủy rác thải nhựa trung bình chúng phải mất khoảng 400 năm.

Nguồn phát sinh của rác thải nhựa được quy về hai nguồn chính:

- Nguồn thứ nhất được gọi là nhựa nguyên sinh được thải thẳng ra môi trường
- Nguồn thứ hai được gọi là nhựa thứ cấp do quá trình phân hủy của những mảnh nhựa to diễn ra bên ngoài môi trường dưới sự ảnh hưởng của các yếu tố ngoại vi tác động.

1.2.1. Vi nhựa nguyên sinh

➤ Viên nhựa (nguyên liệu)

Hạt nhựa là loại nhựa dạng hạt, thường có đường kính từ 2–5 mm [14], được sử dụng để sản xuất các sản phẩm nhựa khác nhau. Nói chung, hạt nhựa được lưu trữ, vận chuyển và chế biến dưới dạng bán thành phẩm.

Nhựa chủ yếu được làm từ dầu mỏ và than đá, được sử dụng để sản xuất etylen, propylen, styren, vinyl clorua và các vật liệu khác. Nhựa được chia thành hai nhóm là nhựa nhiệt dẻo và nhựa nhiệt rắn. Hầu hết các loại nhựa nhiệt dẻo được làm từ các hạt nhựa nguyên sinh, còn được gọi là các hạt.

Các hạt nhựa được sử dụng rộng rãi trong cuộc sống hàng ngày của con người, bao gồm trong các thiết bị gia dụng, công nghiệp quần áo, vật liệu xây dựng, công nghiệp hóa chất và nông nghiệp. Chúng cũng được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp điện, công nghiệp viễn thông, sản xuất ô tô và thiết bị y tế. Là một vật liệu khó phân hủy, hạt nhựa phân hủy rất chậm một khi chúng đã đi vào môi trường.

Ngoài ra, do kích thước hạt nhỏ, chúng dễ bị cá hoặc chim nuốt phải và có thể dễ dàng tích tụ theo chuỗi thức ăn, điều này cuối cùng có khả năng gây nguy hiểm cho sức khỏe con người.

➤ Sản phẩm chăm sóc cá nhân

Microbeads là vi nhựa đã được xử lý thành các hạt nhỏ. Microbeads có thể được sử dụng rộng rãi để thay thế các sắc tố tổng hợp được thêm vào các sản phẩm chăm sóc cá nhân để đạt được các hiệu ứng thẩm mỹ như làm sạch, làm trắng và tẩy da chết. Microbeads được sử dụng trong các sản phẩm này chủ yếu được chia thành hai loại: nhựa nhiệt dẻo, bao gồm polyethylene (PE), polypropylene (PP), polystyrene (PS) và polytetrafluoroethylene (PTFE), và nhựa nhiệt rắn, bao gồm polyurethane (PU), polyethylene terephthalate (PET) và polymethyl methacrylate (PMMA). Trong số đó, hạt vi nhựa polyethylene chiếm 93% tổng số hạt vi nhựa [15]. Nhiều loại mỹ phẩm và sản phẩm chăm sóc cá nhân có chứa hạt vi nhựa, chẳng hạn như sữa rửa mặt, kem đánh răng, kem chống nắng, sữa tắm và thuốc nhuộm tóc. Nói chung, vi hạt xâm nhập vào mạng lưới nước thải cùng với nước thải rửa do kích thước nhỏ, không hòa tan trong nước và phân hủy chậm. Hiện tại, các thiết bị xử lý nước thải không thể loại bỏ các hạt nhựa vi sinh một cách hiệu quả. Kết quả là, những hạt vi sinh này xâm nhập vào môi trường qua bùn thải, được sử dụng rộng rãi trong nông nghiệp.

➤ Sơn

Sơn thường bao gồm bột màu, chất độn, dung môi và một lượng nhỏ phụ gia chức năng. Sơn có thể được chia thành lớp phủ kiến trúc, lớp phủ ô tô, lớp phủ máy bay và lớp phủ hàng hải dựa trên cách sử dụng của chúng, trong khi chúng có thể được chia thành sơn nhựa tự nhiên, sơn phenolic, sơn alkyd, sơn amino, sơn nitro, sơn epoxy, sơn cao su clo, sơn acrylic, sơn polyurethane, sơn silicone hữu cơ và sơn silicone dựa trên vật liệu tạo màng của chúng. Nhiều nghiên cứu khác nhau đã chỉ ra rằng việc phủ một lớp sơn lên bề mặt có thể tạo thành các hạt nhựa nhỏ, sau đó có thể thải ra môi trường do mài mòn, lão hóa và xói mòn. Vì vậy, sơn là một trong những nguồn chính của vi nhựa môi trường. Các nguồn vi nhựa môi trường liên quan đến sơn bao gồm sơn phủ kiến trúc (ví dụ, sơn rơi ra trong quá trình sơn các tòa nhà), sơn hàng hải, sơn phủ ô tô và sơn kẻ vạch đường [16].

➤ **Nước thải**

Nước thải giặt tẩy, bao gồm nước thải giặt là từ hộ gia đình và nước thải nhà máy giặt, thải ra môi trường một lượng lớn vi sợi nhựa; những sợi này có nguồn gốc từ các loại vải dệt khác nhau. Điều quan trọng là, sợi tổng hợp bao gồm polyeste và polyamit thường được giải phóng trong quá trình giặt. Người ta ước tính rằng hơn 1.900 sợi nhỏ được thải đến các nhà máy xử lý nước thải theo từng chiếc quần áo trong một chu kỳ giặt.

Đối với các nhà máy xử lý nước thải, MPs không thể được loại bỏ một cách hiệu quả trong quy trình xử lý. Do đó, các sợi vi nhựa được thải ra trong quá trình giặt quần áo sẽ đi vào môi trường cùng với nước thải hoặc cặn bản. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng các vi sợi nhựa được tìm thấy trong đất, sông và đại dương đại diện cho phần lớn các vi nhựa trong môi trường.

➤ **Hệ thống xử lý nước thải**

- Nước thải: Một lượng lớn nước thải đi vào các nhà máy xử lý nước thải bao gồm nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp và nước chảy tràn, tất cả đều có thể chứa các loại vi nhựa khác nhau từ sản xuất nhựa công nghiệp, các sản phẩm chăm sóc cá nhân, các sản phẩm giặt là hóa chất, lớp ô tô, và các hoạt động khác. Nước thải từ các nhà máy xử lý nước thải được coi là một trong những nguồn vi nhựa lớn nhất trong nước tự nhiên, vì một lượng lớn nước thải

được xả trực tiếp vào nước mặt, mặc dù quá trình xử lý nước thải có thể loại bỏ hơn 90% vi nhựa trong nước thải.

- Bùn thải: Sự hiện diện của vi nhựa trong bùn nước thải chủ yếu là do vi nhựa chìm trong bùn trong quá trình xử lý. Do đó, thành phần của vi nhựa được tìm thấy trong bùn tương tự như thành phần có trong nước thải. Một nghiên cứu kết luận rằng hơn 98% vi nhựa ở các dòng chảy có thể chìm vào bùn thải. Hiện tại, không có quy trình cụ thể nào được sử dụng để loại bỏ vi nhựa khỏi bùn thải, và do đó, việc ủ bùn và sử dụng bùn trong nông nghiệp có thể dẫn đến việc giải phóng vi nhựa vào đất.

➤ **Nhựa đường**

Nhựa đường cao su là loại vật liệu tiên tiến mới được phát triển gần đây. Nguyên liệu chính được sử dụng để sản xuất nhựa đường cao su là nhựa đường thông thường và bột cao su sẫm lớp phế thải. Đường nhựa cao su có màu đậm hơn đường nhựa thông thường. Nghiên cứu gần đây cho thấy đường nhựa cao su có ưu điểm vượt trội hơn đường bê tông nhựa thông thường; đặc biệt, nhựa đường cao su chịu được cả nhiệt độ cao và thấp, chống thấm nước, lão hóa chậm, độ ồn thấp và tuổi thọ cao. Vì bột cao su lớp thải là nguyên liệu chính được sử dụng trong sản xuất nhựa đường cao su, việc sử dụng nguyên liệu này làm giảm ô nhiễm do lớp thải gây ra.

Tuy nhiên, trong quá trình sử dụng nhựa đường cao su, các hạt nhựa cao su được giải phóng do ma sát giữa đường và lốp xe, do đó giải phóng MPs ra môi trường. Ngoài ra, các con đường nhựa được sửa đổi khác (tức là những con đường này bao gồm PMB) thường sử dụng styrene-butadiene-styrene (SBS), SBR, PE và nhựa ethylene-vinyl acetate (EVA) làm thành phần phụ gia biến tính. Ví dụ, Na Uy sử dụng đường nhựa được cải tiến bằng chất dẻo đàn hồi nhiệt dẻo SBS. Lượng SBS được sử dụng trong đường nhựa thông thường cải tiến bằng SBS là khoảng 5% [17].

Có tương đối ít nghiên cứu về sự giải phóng của các hạt nhựa từ đường cao tốc do ma sát của xe. Lý do cho khoảng trống nghiên cứu này có thể là do sự thay đổi của vật liệu lát được sử dụng và thực tế là mức độ ma sát có liên quan đến lốp xe của xe, cả hai điều này đều cản trở việc ước tính giải phóng vi nhựa.

1.2.2. Vi nhựa thứ cấp

Nguồn vi nhựa thứ cấp là những mảnh nhựa nhỏ có nguồn gốc từ các hạt nhựa lớn hơn chưa được xử lý đúng cách. Theo thời gian, MP dần dần được hình thành do sự suy thoái của cấu trúc dẻo dưới tác dụng của các quá trình vật lý, sinh học và hóa học như lão hóa chiếu xạ ánh sáng, nghiền sinh học, nghiền cơ học. Nguồn vi nhựa thứ cấp là một nguồn vi nhựa môi trường đáng kể. Các nguồn thứ cấp như vậy bao gồm những điều sau đây.

➤ Túi nhựa (túi nilon)

Túi ni lông là loại túi được làm từ nhiều nguyên liệu nhựa khác nhau trộn với các nguyên liệu khác (phụ gia) được xử lý bằng cách hàn hoặc dán nhiệt. Nhiều vật liệu khác nhau được sử dụng trong sản xuất túi nhựa. Túi nilon là vật dụng không thể thiếu trong cuộc sống hàng ngày của con người. Chúng được sử dụng rộng rãi do giá thành rẻ, trọng lượng cực nhẹ, dung lượng lớn và dễ bảo quản. Trên toàn thế giới, có tới 5 nghìn tỷ túi nhựa được sử dụng mỗi năm. Kể từ khi việc sử dụng rộng rãi túi ni lông thương mại xuất hiện vào những năm 1990, một số lượng lớn túi ni lông đã được thải bỏ ra môi trường, bao gồm đường xá, bờ sông và đất xung quanh các thành phố. Do chu kỳ phân hủy cực kỳ dài của chúng, việc sản xuất và sử dụng túi ni lông đang dần bị cấm sản xuất ở một số quốc gia. Phạm vi và nội dung của các can thiệp nhằm giảm thiểu việc sử dụng túi ni lông khác nhau giữa các quốc gia; bao gồm việc cấm bán túi nhẹ, tính phí khách hàng mua túi và đánh thuế các cửa hàng bán túi [18].

➤ Chai nhựa

Chai nhựa là loại hộp đựng được cấu tạo từ các loại nhựa như PET, PE, PP. Những chai này được sản xuất bằng cách kết hợp nhựa thành phần với dung môi hữu cơ tương ứng, hoặc bằng cách nung đến nhiệt độ cao, sau đó khuôn nhựa được hình thành thông qua quá trình đúc thổi, thổi đùn hoặc ép phun. Chai nhựa chủ yếu được sử dụng làm đồ đựng dùng một lần cho chất lỏng hoặc chất rắn, chẳng hạn như đồ uống, dưa chua, mật ong, trái cây khô, dầu ăn. Ở một số khu vực, túi nhựa, và đặc biệt là chai nhựa, được sử dụng để cung cấp nước sạch. Ngoài ra, do tính tiện lợi, vệ sinh, giá thành rẻ và độ trong suốt của chai nhựa, nên hầu hết mọi người chọn mua nước khoáng hoặc các loại nước uống

khác được đóng trong chai nhựa. Người ta ước tính rằng mỗi phút có một triệu chai nhựa được bán trên khắp thế giới.

➤ **Bộ đồ ăn bằng nhựa dùng một lần**

Bộ đồ ăn bằng nhựa dùng một lần đề cập đến đồ dùng dùng một lần được sử dụng trong bữa ăn hoặc các mục đích tương tự được sản xuất bằng cách đúc nhựa nhiệt dẻo của nhựa hoặc các vật liệu nhựa nhiệt dẻo khác. Bộ đồ ăn bằng nhựa dùng một lần bao gồm hộp ăn trưa, đĩa, ống hút, dao, nĩa, thìa, cốc, bát và đồ hộp, nhưng không bao gồm bao bì thực phẩm cho các mục đích dài hạn hoặc các mục đích tương tự. Bộ đồ ăn bằng nhựa được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới do giá thành rẻ, nhẹ, không thấm nước và độ bền cao.

Kết quả của một cuộc khảo sát cho thấy Hoa Kỳ sử dụng tới 500 triệu ống hút nhựa mỗi năm và hơn 100 triệu hộp nhựa, phần lớn trong số đó không được tái chế sau đó. Bộ đồ ăn bằng nhựa chủ yếu được làm từ PP, PE, PS, v.v. Hoa Kỳ tạo ra khoảng ba triệu tấn đồ dùng polystyrene dùng một lần mỗi năm. Polystyrene (thường được gọi là bọt polystyrene) chủ yếu được sử dụng để sản xuất vật liệu đóng gói và các mặt hàng phục vụ thực phẩm, chẳng hạn như cốc xốp, hộp mì ăn liền, hộp thức ăn nhanh, v.v. Nếu không được xử lý đúng cách, bộ đồ ăn bằng nhựa có thể đi vào cống rãnh, đất, đại dương, v.v.; theo thời gian, nó trở nên suy thoái một phần và do đó đại diện cho một nguồn MP môi trường. Trên toàn cầu, người ta ước tính rằng bộ đồ ăn bằng nhựa có thể gây ra 269.000 tấn nhựa vào đường thủy và đại dương mỗi năm.

➤ **Bao bì nhựa**

Bao bì nhựa đề cập đến vật liệu nhựa bao bọc một vật phẩm để nó duy trì chất lượng và giá trị ban đầu của nó trong quá trình vận chuyển, lưu trữ và phân phối. Sản phẩm bao bì bao gồm hộp, túi, màng, v.v. Do chi phí thấp, đặc tính chống oxy, chống ẩm, tính trơ sinh học và nhẹ [19], bao bì nhựa có thiết kế tương đương hoặc cao cấp đang thay thế bao bì làm bằng vật liệu truyền thống (thủy tinh, kim loại và giấy). Tính trên toàn cầu, bao bì nhựa chiếm khoảng 25% nguyên liệu đóng gói, trong khi nguyên liệu bao bì nhựa chiếm khoảng 39,7% tổng sản lượng nhựa.

Bao bì nilon được sử dụng trong mọi mặt của cuộc sống, bao gồm quần áo, thực phẩm, khăn giấy,... Tùy theo chất liệu mà nó được tạo ra, bao bì nhựa có thể được chia thành OPP, CPP, PP, PE, PVA và EVA. Trong những năm gần đây, với sự phát triển mạnh mẽ của thương mại điện tử, bên cạnh việc đóng gói bên ngoài các mặt hàng thông thường, việc sử dụng bao bì nhựa đã phát triển nhanh chóng trong các ngành chuyên phát nhanh và thức ăn nhanh.

➤ **Dụng cụ, thiết bị đánh cá**

Chất thải đánh cá bằng nhựa bao gồm phao, hộp nổi, cần câu, bể cá, lưới đánh cá, dây câu, dây cáp, ... Lượng thiết bị đánh cá thương mại bị vứt bỏ trên toàn cầu mỗi năm ước tính vào khoảng từ 0,13 đến 135.000 tấn. Sự hiện diện của chất thải này chủ yếu là do việc sử dụng trên quy mô lớn các thiết bị nổi bằng xốp trong ngành nuôi trồng thủy sản, vốn đã phát triển nhanh chóng trong những năm gần đây, và một lượng lớn ngư lưới cụ và phao xốp bị bỏ trôi ra biển do mài mòn tự nhiên và hư hỏng sinh học sau thời gian dài sử dụng.

Ngoài ra, việc ngành công nghiệp nuôi trồng thủy sản thải bỏ số lượng lớn bao rác thức ăn chăn nuôi cũng đã làm tăng lượng nhựa trong môi trường biển. Hơn nữa, ngày càng có nhiều tàu đánh cá sử dụng lưới đánh cá bằng nhựa, và việc đổi mới ngư cụ đã dẫn đến một số lượng lớn lưới đánh cá bằng nhựa cũ nát bị bỏ lại trên đại dương. Các thành phần chính của lưới đánh cá và dây câu là PE hoặc LDPE, PA (nylon) và PP monofilament và sự khác biệt giữa lưới hoặc dây thừng làm từ các vật liệu khác nhau này có thể được phân biệt bằng đường kính và độ trong suốt của chúng. Sau khi vào môi trường, lưới đánh cá và dây thừng bị rụng sợi và phát thải nhựa ra tự nhiên. Ngoài ra, các tai nạn vận chuyển hàng hải đôi khi khiến một lượng lớn sản phẩm nhựa đi vào đại dương. Do đó chất thải đánh bắt cá là nguồn thải vi nhựa đáng kể vào trong môi trường.

➤ **Vật liệu tiếp xúc trực tiếp với đại dương**

Các vật liệu nguồn gốc từ nhựa hoặc có nguyên liệu thô từ hạt nhựa nguyên sinh trong quá trình tiếp xúc trực tiếp với đại dương là một trong những nguồn gây ô nhiễm vi nhựa rất lớn. Một số vật liệu rất phổ biến như hiện nay là đệm va đập tàu biển, sơn chống hà của tàu thuyền và bến cảng. Một số tàu thuyền nhỏ và cano được làm bằng vật liệu composit. Các vật liệu, sản phẩm tiếp xúc

lâu với nước biển sẽ bị bào mòn. Qua quá trình phản ứng hóa lý trong nước biển, các vật liệu này trở thành nguồn ô nhiễm vi nhựa rất đáng kể trong đại dương.

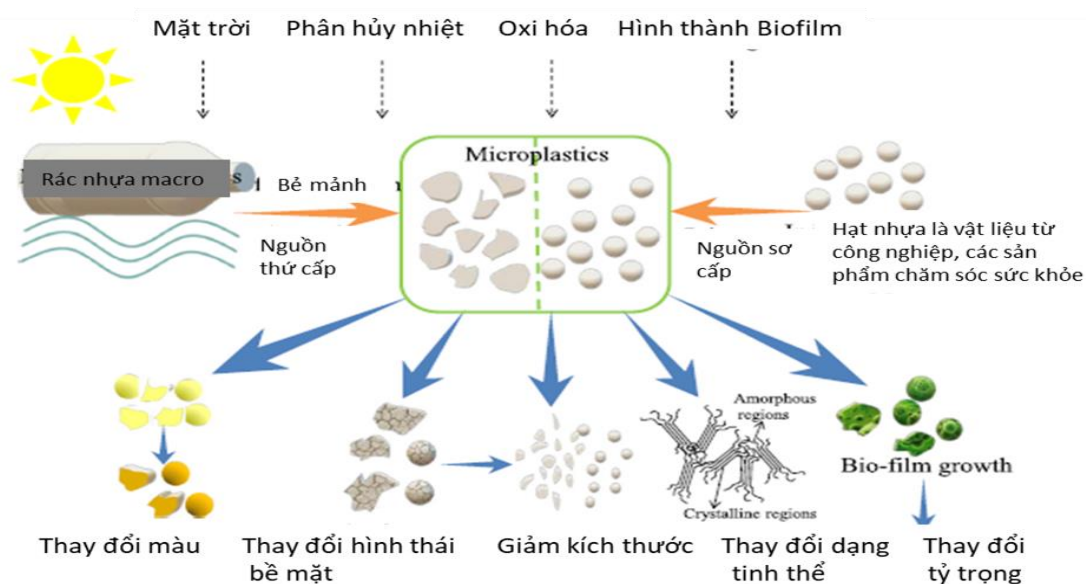
➤ Một số nguồn khác

Ngoài các nguồn kể trên, các ngành xây dựng, hàng không vũ trụ và y tế cũng tiêu thụ một lượng nhựa đáng kể. Một số lượng lớn các sản phẩm nhựa được sử dụng trong các sản phẩm sau: nắp bản lề, nắp trung tâm và các bộ phận ô tô khác, màn hình cảm ứng, đường ống và phụ kiện, nền móng, mái nhà, sàn nhà, bảng điều khiển, đường xá, lớp cách nhiệt, khung cửa sổ, ván sàn, lớp phủ tường, van, con dấu, ... Sản phẩm nhựa được sử dụng rộng rãi ngoài trời do khả năng chống lại các tác nhân của môi trường; chúng không mục nát hay rỉ sét và ít phải bảo dưỡng. Tuy nhiên, nhựa có thể đi vào dòng chất thải rắn. Nhựa không được xử lý đúng cách sẽ xâm nhập vào môi trường và do đó trở thành một nguồn tiềm ẩn gây ô nhiễm môi trường. Sự đóng góp của các sản phẩm nhựa vào ô nhiễm vi nhựa trong môi trường phụ thuộc vào hiệu quả của việc quản lý chất thải rắn.

1.3. Thực trạng vi nhựa trong đại dương

Hiện nay vi nhựa đã xuất hiện rất phổ biến trong môi trường biển do các quá trình thủy động lực học, quá trình vận chuyển bằng gió, các dòng hải lưu từ các dòng chảy đại dương lớn như Thái Bình Dương, Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương, các vùng cực, đường xích đạo và từ các bờ biển. Người ta ước tính rằng hơn 15 nghìn tỷ hạt vi nhựa đã hiện diện trong đại dương toàn cầu vào năm 2014, nặng hơn 93 nghìn tấn, với khoảng 1,69 nghìn tỷ (94%) mảnh trôi nổi là vi nhựa. Do kích thước siêu nhỏ, vi nhựa có thể bị các loài sinh vật biển vô tình ăn phải, chẳng hạn như cá, trai, động vật phù du, chim biển, rầy cát và sứa. Mối đe dọa sinh thái của vi nhựa đối với môi trường đại dương và nguy cơ ảnh hưởng tới sức khỏe của chúng đối với sinh vật vẫn chưa được làm rõ hoàn toàn, nhưng với số lượng bằng chứng về sự hiện diện và ảnh hưởng của MP trong môi trường biển ngày càng tăng mạnh, ô nhiễm vi nhựa đã trở thành mối quan tâm lớn về môi trường. Một số biện pháp và nỗ lực phải được thực hiện để giải quyết các vấn đề gây ra bởi vi nhựa và cải thiện quản lý chất thải nhựa.

Vi nhựa trong đại dương bắt nguồn từ nhiều nguồn khác nhau và nhìn chung có thể được chia thành ba nguồn chính là từ đất liền, từ biển và từ không khí (Hình 1.1). Các con sông được coi là con đường quan trọng nhất để vi nhựa được vận chuyển từ các khu vực nội địa ra đại dương. Khoảng 80% các mảnh nhựa trong đại dương có nguồn gốc từ môi trường trên cạn. Các mảnh vụn nhựa trong hệ thống thoát nước và nước thải của thành phố, hoặc quản lý không đúng các khu vực nội địa đi ra biển qua các con sông, và rác thải nhựa từ du lịch bãi biển được thải trực tiếp ra môi trường. Nguồn lợi từ biển bắt nguồn từ việc đánh bắt, vận tải biển và các ngành công nghiệp xa bờ. Sự phát thải và rò rỉ của việc vận chuyển lớn được coi là một nguồn quan trọng của vi nhựa. Mất mát và hư hỏng các thiết bị đánh bắt và nuôi trồng thủy sản có thể dễ dàng đưa các hạt nhựa vào đại dương. Tiếp theo là nuôi trồng thủy sản biển, với nguồn vi nhựa chủ yếu ngoài khơi chính là từ đội tàu đánh cá của thế giới, rác thải từ tàu hoặc dàn khoan ngoài khơi bất hợp pháp, và một phần lớn các vật dụng đến từ các thùng chứa bị thất lạc.



Hình 1.1 Quá trình phân hủy nhựa thành vi nhựa trong môi trường biển

Ngoài các nguồn phát thải vi nhựa trên, vi nhựa còn được hình thành từ các mảnh nhựa to trôi nổi trên đại dương. Hình 1.1 thể hiện sự phân hủy của nhựa

trong đại dương trở thành vi nhựa. Quá trình phân hủy nhựa cũng góp phần rất lớn tới việc có sự xuất hiện của vi nhựa trong đại dương.

1.4. Tình hình nghiên cứu vi nhựa ở Việt Nam

Tại Việt Nam có một số nghiên cứu xác định sự phân bố và hàm lượng MPs trong các môi trường nước như: Trên sông Sài Gòn, mật độ MPs dạng sợi tại mỗi điểm được dao động từ 172.000 MPs/m³ đến 519.000 MPs/m³ và mật độ MPs dạng mảnh tại mỗi điểm được dao động từ 10 MPs/m³ đến 223 MPs/m³ [21]. MPs cũng được tìm thấy ở sông Sài Gòn và sông Đồng Nai, các MPs có kích thước từ 0,1–5 mm và có 228.120 sợi/m³ nước đến nhiều nhất 715.124 sợi/m³ nước và 11 đến 222 mảnh/m³ nước [22]. Một nghiên cứu khác trong nước mặt tại Thành phố Hồ Chí Minh cho thấy MPs ở kênh rạch, sông Sài Gòn và biển Cần Giờ có lượng MPs trung bình từ $104,17 \pm 162,44$ mảnh/m³ nước ở kênh rạch, tiếp theo là $2,08 \pm 2,22$ mảnh/m³ ở biển và $0,60 \pm 0,38$ con/m³ ở sông [23]. Theo Dương Thanh Nghị và cs đã chỉ ra sự có mặt MPs trong khu vực cửa sông Bạch Đằng với mật độ trong nước biển dao động là $2,0 \pm 0,90$ n/m³ nước [24]. Một nghiên khác đánh giá MPs trong nước vùng biển Nam Định kết quả cho thấy mức độ ô nhiễm lớn, trung bình 6 đến 8 hạt /m³ với hầu hết các MPs được xác định có bản chất là PP [25]. Kênh thoát nước đô thị nhận chủ yếu nước thải sinh hoạt và nước rỉ rác, bản thân kênh này đang trở thành một điểm nóng ô nhiễm MPs, điển hình như ở thành phố Đà Nẵng, Theo Nguyen Quynh Anh Tran và cs, nồng độ MPs tìm thấy được là $1482,0 \pm 1060,4$ hạt/m³ trong nước ở các con kênh này khiến Vịnh Đà Nẵng có nguy cơ cao về ô nhiễm MPs [26].

Tại Việt Nam gần đây đã có một số nghiên cứu xác định sự phân bố và hàm lượng MPs trong mẫu trầm tích. Nghiên cứu tại bãi triều ven biển huyện Hậu Lộc, Thanh Hóa, hàm lượng hạt MPs trong trầm tích dao động từ $6,41 \pm 1,27$ mg/kg đến $53,05 \pm 5,27$ mg/kg với giá trị trung bình là $22,95 \pm 8,9$ mg/kg. Kết quả phân loại thành phần số lượng MPs dưới kính hiển vi cho thấy có 2.921

- 5.635 mảnh MPs/kg trầm tích với dạng mảnh là chủ yếu (65,09%). Nguồn gốc của các MPs này chủ yếu từ các hoạt động nhân sinh tại khu vực ven biển như nuôi trồng, khai thác thủy sản và rác thải sinh hoạt [27]. MPs trong các mẫu cát bãi biển tại tỉnh Tiền Giang và Bà Rịa - Vũng Tàu với hàm lượng là 0 - 295 mảnh/kg cát khô với sự phân bố chủ yếu ở các khu vực gần cửa sông. MPs phổ biến hơn ở các bãi tắm. Thành phần hóa học của MPs là PP, PE và PS [28]. Nghiên cứu của nhóm tác giả Quỳnh Anh và cs, đã được tiến hành để đánh giá về sự phân bố và đặc điểm của MPs ở các bãi biển tại thành phố Đà Nẵng cho thấy nồng độ MPs trung bình là 9.238 ± 2.097 mảnh/kg trầm tích khô, với xu hướng tập trung nhiều hơn ở tầng bề mặt so với tầng sâu hơn, với dạng sợi tổng hợp là loại MPs chủ yếu, chiếm 99,2% tổng số MPs với màu sắc chủ đạo là xanh lam (59,9%) và trắng (22,9%). [29]. Các nghiên cứu khác tại sông Sài Gòn và sông Đồng Nai cho thấy MPs trong trầm tích dao động từ $21,77 \pm 6,9$ mg/kg [22] và MPs trong khu vực cửa sông Bạch Đằng với mật độ trong trầm tích là $373 \pm 167,5$ n/kg [24].

Nghiên cứu của D.V.Manh và cộng sự tại 3 bãi biển tại Đà Nẵng cho thấy mật độ MPs ở 3 bãi biển Sơn Thủy, T20, Mỹ Khê lần lượt là 1.460 ± 758 , 1.799 ± 370 và 29.232 ± 2.577 mảnh/kg trầm tích khô. Vi nhựa được phân loại theo các kích cỡ khác nhau, trong đó, loại có kích thước nhỏ hơn 150 μm chiếm tỷ lệ lớn nhất: 77,83% ở Sơn Thủy, 87,96% ở T20 và 65,91% ở Mỹ Khê. Thành phần hóa học của vi nhựa với các loại polymer khác nhau đã được xác định chính xác, trong đó 3 loại polymer PTFE [Polytetrafluoroethylene (Teflon)], EVOH (Ethylene vinyl alcohol) và PA [Polyamide (Nylon)] chiếm ưu thế [30]. Kích thước MPs nằm trong phạm vi 300 - 2.600 μm có thể gây ra mối đe dọa đối với hệ sinh vật biển và sức khỏe con người.

1.5. Tình hình nghiên cứu vi nhựa trong đối tượng hai mảnh vỏ

1.5.1. Tình hình nghiên cứu ô nhiễm vi nhựa trong đối tượng hai mảnh vỏ trên thế giới

Tích tụ vi nhựa có thể hiểu đơn giản là vi nhựa bị hấp thu và tích tụ trong các loài sinh vật nhỏ, phù du do bị nhầm tưởng là thức ăn. Dần dần theo chuỗi thức ăn mật độ vi nhựa được tích tụ ngày càng nhiều trong các sinh vật có kích thước lớn. Động vật hai mảnh vỏ hay hải sản là một trong những thực phẩm được con người sử dụng thường xuyên với mức độ tiêu thụ rất lớn. Hơn nữa, con người có xu hướng ăn vi nhựa khi họ tiêu thụ những loài hai mảnh vỏ này, do đó, theo dõi sự tích tụ của vi nhựa ở loài hai mảnh vỏ là rất quan trọng. Cho đến nay, nhiều bằng chứng từ các nghiên cứu đã chứng minh lượng vi nhựa tiêu thụ dồi dào ở hai mảnh vỏ, đặc biệt là ở vẹm, trai và hào. Người ta tạm chấp nhận rằng vi nhựa ở các loài hai mảnh vỏ có thể gây ra nguy cơ sức khỏe tiềm ẩn cho con người mặc dù không có bằng chứng trực tiếp nào được phát hiện.

Theo Emilyn Q. Espiritu và cộng sự đã phát hiện ra khoảng 40 hạt vi nhựa trong mỗi con hào được lấy từ các vùng biển ở Philippines. Trong đó, vi nhựa ở dạng sợi là 39 sợi và chúng khác nhau về màu sắc, kích thước. Ngoài ra, sự suy thoái vật lý được xác định trên các sợi vi nhựa là do các hành động như chuyển động mang cá, hút và quá trình tiêu hóa của cả cá và hào [31].

Liao và cộng sự đã tiến hành một cuộc điều tra đánh giá về vi nhựa trong hào tại 22 vị trí dọc theo bờ biển Đài Loan. Các loại hào được phân tích đánh giá bao gồm: hào nuôi là loại hào Bò Đào Nha (*Crassostrea*) và hào đá (*Saccostrea*) là hào tự nhiên. Khoảng 660 con hào đã được lấy từ 22 vị trí bãi biển khác nhau để tiến hành đánh giá. Khoảng 6630 vật phẩm vi nhựa được trên tổng 660 con hào đã được thí nghiệm, đánh giá. Trung bình cứ 1 gam trọng lượng ướt của hào thì có $3,24 \pm 1,02$ vật phẩm vi nhựa [32].

Sayka Jahan và cộng sự vào năm 2019 đã tiến hành đánh giá sự tương quan về ô nhiễm vi nhựa trong trầm tích và hào tại cảng biển phía đông nước Úc. Số lượng vi nhựa được phát hiện trong hào khá đa dạng và nhiều màu khác nhau. Đặc biệt, số lượng vi nhựa trung bình tìm thấy được trong hào sống tại vị trí bên trong cảng dao động từ 0,15 – 0,83 hạt/g trọng lượng ướt. Và tại vị trí môi trường nền (nơi nằm ngoài bến cảng) thì lượng hạt dao động từ 0,06 – 0,44 hạt/g trọng lượng ướt. Sự chênh lệch này cho thấy mối tương quan giữa các

khu vực biển có hoạt động giao thông biển và nơi không có hoạt động giao thông biển [33].

Khaue Silva Vieira và cộng sự năm 2020 đã điều tra về sự xuất hiện của vi nhựa trong hào bản địa *Crassostrea gasar* ở hệ thống cửa sông Paranagua, Brazil. Tại đây các nhà khoa học đã chọn 10 vị trí đặc trưng để lấy mỗi vị trí 10 cá thể để phân tích sự xuất hiện vi nhựa trong hào. Các nhà khoa học đã tiến hành lấy gan, tụy của hào để đánh giá sự xuất hiện của vi nhựa. Với mỗi vị trí, từ 10 con hào lấy ra được 150 mg gan trọng lượng ướt và sau khi phân tích đánh giá vị trí thấp nhất phát hiện được 5 vật phẩm vi nhựa/ 150 mg gan. Kết quả lớn nhất các nhà khoa học tìm thấy là 18 vật phẩm vi nhựa/ 150 mg gan [34].

Trong một nghiên cứu khác, Convern và cộng sự thực hiện nghiên cứu trên hào Thái Bình Dương và ngao Manila tại các bãi biển ở 6 vùng ven biển British Columbia, Canada. Nhóm nghiên cứu đã tìm thấy trung bình khoảng $0,04 \pm 0,06$ hạt MPs trên 1 gam trọng lượng mô hào Thái Bình Dương khô. Trong ngao Manila hàm lượng trung bình khoảng $0,16 \pm 0,22$ trên 1 cá thể ngao. Cũng theo tác giả nhận xét thì lượng MPs được nhóm nghiên cứu của tác giả phát hiện là thấp hơn so với một số nghiên cứu khác cùng loài. Cùng là loài hào này những ở bờ biển Hà Lan hàm lượng MPs được phát hiện là 30 và 87 hạt trên 1 gam trọng lượng khô từ hai bờ biển khác nhau theo Leslie và cộng sự năm 2017. Ngoài ra đối với ngao Manila, theo Li và cộng sự 2015 thì hàm lượng MPs được phát hiện ở Trung Quốc khoảng 5,7 MPs trên 1 cá thể ngao, cao hơn rất nhiều so với vị trí ở Columbia hay Canada [35].

Trong một nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến sự ô nhiễm vi nhựa trong động vật hai mảnh vỏ ở bờ biển Đại Tây Dương thuộc nước Pháp, Phuong và cộng sự đã chỉ ra không có sự khác biệt quá nhiều liên quan đến 3 yếu tố ảnh hưởng đó là vị trí lấy mẫu, mùa và chế độ sống. Trong 120 mẫu trai đã được đem về phân tích, nhóm nghiên cứu đã phát hiện được 73 hạt MPs trong đó có 7 loại nhựa khác nhau được phát hiện bằng máy FTIR. Phần lớn các polyme được phát hiện là PP (Polypropylene) và PE (Polyethylene) tương ứng với 47% và 38%. Còn lại là một số các loại nhựa như copolyme PE-PP (5,4%), polystyrene (4,1%), polymethyl methacrylate (PMMA; 2,7%), polyester

(1,4%) và acrylonitrile butadiene styrene (ABS; 1,4%). Phương và cộng sự còn chỉ ra rằng giữa các cá thể trai được nuôi và cá thể trai tự nhiên thì lượng MPs xuất hiện trong trai nuôi cao hơn so với trai tự nhiên [36].

Năm 2021, Hewawasam cùng với cộng sự đã nghiên cứu sự tích tụ vi nhựa trên 90 cá thể vẹm xanh được thu thập từ 3 thị trường hải sản khác nhau ở Thái Lan. Trong 90 cá thể vẹm xanh được phân tích, tỷ lệ phát hiện vi nhựa trong các cá thể là 100%. Mật độ vi nhựa trong vẹm xanh được định lượng khoảng $7,32 \pm 8,33$ hạt/con và khoảng $1,53 \pm 2,04$ hạt/g (trọng lượng ướt). Các loại nhựa được tìm thấy bao gồm copolymer PE-PP, LDPE, PP, PET. Dạng mảnh (fragments) là hình thái phổ biến nhất được phát hiện chiếm 75,4%, tiếp theo là dạng sợi (fibers) chiếm 24,6%. Vẹm xanh là thực phẩm rất phổ biến ở Thái Lan nhưng lại chưa có cảnh báo nào về sự ô nhiễm của vi nhựa trong vẹm xanh. Việc tiêu thụ vẹm xanh làm thực phẩm là một trong những con đường phơi nhiễm vi nhựa đối với người sử dụng [37].

Ramli và cộng sự đã thực hiện một nghiên cứu vi nhựa trên vẹm xanh ở Indonesia. Nghiên cứu này nhằm xác định các dạng và mật độ vi nhựa được tìm thấy trong vẹm xanh. Các mẫu vẹm xanh được thu thập tại Maccini Baji Waters, Labakkang District, Pangkejene Kepulauan Regency, Nam Sulawesi. Trong nghiên cứu này, các mẫu vẹm xanh được chia làm 3 nhóm theo chiều dài vỏ từ 2-3,9cm; 4-5,9cm và 6-7,9cm với số lượng cá thể mỗi nhóm là 33 con. Kết quả cho thấy vi nhựa được phát hiện chủ yếu ở dạng sợi và mảnh. Màu sắc của vi nhựa được phát hiện là màu trắng trong, xanh lam, đen, đỏ và tím. Tỷ lệ phơi nhiễm vi nhựa trung bình được chỉ ra là 71,7%. Nhóm đối tượng vẹm có kích thước từ 2-3,9cm có tần suất xuất hiện và tập trung vi nhựa cao nhất trong 3 nhóm [38].

Ở Hồng Kông, nơi mà lượng thủy sản tiêu thụ bình quân đầu người gấp 3 lần so với bình quân đầu người trên thế giới đang dấy lên lo ngại về sự ô nhiễm vi nhựa trong thủy sản. Matthew và các cộng sự năm 2021 đã thực hiện nghiên cứu tập trung vào loài vẹm xanh, một loài hải sản phổ biến có nguy cơ ô nhiễm vi nhựa cao do bản chất ăn lọc của chúng. Các cá thể vẹm xanh được thu thập từ các địa điểm nuôi trồng thủy sản ở Hồng Kông. Nghiên cứu đã phát hiện ra vẹm xanh ở tất cả các địa điểm nuôi trồng thủy sản đều có sự xuất hiện của vi

nhựa. Số lượng vi nhựa được tìm thấy trung bình từ 1,6 đến 14,7 hạt/cá thể hoặc 0,21 đến 1,83 hạt/g trọng lượng ướt. Các loại nhựa được phát hiện chủ yếu là polypropylene (PP), polyethylene (PE), polystyrene (PS) và polyethylene terephthalate (PET). Hình dạng vi nhựa được phát hiện chủ yếu ở dạng sợi và mảnh có kích thước từ 40 - 1000 μm . Người ta ước tính rằng, thông qua lượng tiêu thụ vẹm xanh thì mỗi năm người dân ở Hồng Kông có thể đưa vào cơ thể khoảng 10380 hạt vi nhựa tiềm ẩn nguy cơ đối với sức khỏe con người là rất lớn [39].

1.5.2. Tình hình nghiên cứu vi nhựa trong đối tượng hai mảnh vỏ tại Việt Nam

Phuong và cộng sự năm 2019 đã tiến hành điều tra đánh giá vi nhựa trong động vật hai mảnh vỏ ở Tỉnh Gia, Thanh Hóa, Việt Nam. Quá trình thí nghiệm diễn ra trên con trai. Một số loại nhựa đã được tìm thấy trong con trai là : polypropylene, polystyrene, polyethylene, PVA, polyamide, rubber và polyester. Trong đó % của polypropylene chiếm cao nhất tới 31% trên tổng các loại nhựa được tìm thấy. Nghiên cứu cũng chỉ ra số lượng hạt vi nhựa được phát hiện trung bình khoảng 2,6 hạt/con [40].

Oanh và cộng sự năm 2021 đã làm thí nghiệm đánh giá vi nhựa trên vẹm xanh được nuôi ở vùng Giao Thủy, tỉnh Nam Định, Thị Nại, Quy Nhơn, tỉnh Bình Định và thành phố Huế. Nghiên cứu đã chỉ ra có sự xuất hiện của vi nhựa trong các con vẹm bao gồm polystyrene (PS), polyvinyl chloride (PVC), polyethylene terephthalate (PET), polypropylene (PP), polyethylene mật độ cao (HDPE). Mật độ vi nhựa trung bình được phát hiện trong các mẫu dao động từ 1 hạt/g đến 1,7 hạt/g và đặc biệt vi nhựa dạng sợi nhiều hơn vi nhựa dạng hạt [41].

Mạnh và cộng sự năm 2021 đã tiến hành đánh giá sự ô nhiễm vi nhựa trong hào tại vịnh Đà Nẵng. Các mẫu hào được thu thập tại 8 vị trí, chia làm 2 khu vực và hào được thu thập hoàn toàn là hào tự nhiên. Các mẫu hào nghiên cứu được chia làm 2 nhóm theo kích thước từ 5,5 đến 6,5 cm và 7,5 đến 9 cm. Qua quá trình phân tích và thống kê kết quả, hàm lượng MPs trung bình phát hiện được trong hào tại vịnh Đà Nẵng là $2,36 \pm 2,14$ hạt/g trọng lượng ướt. Trong

các mẫu hào được thu thập, hàm lượng MPs lớn nhất được phát hiện là 87 hạt MPs trên một con hào. Tại một vị trí khác, hàm lượng MPs nhỏ nhất được phát hiện là 6 hạt trên con. Hàm lượng MPs trung bình trong mỗi con hào ở vịnh Đà Nẵng là $33,25 \pm 25,93$ hạt trên một con hào. Nhóm nghiên cứu ngoài việc tính toán hàm lượng MPs còn phát hiện được rằng các loại nhựa tích tụ trong hào khá phong phú. Một số loại nhựa chủ yếu phát hiện được trong hào là nylon với 28,57% và rayon là 23,31%. Các loại nhựa chiếm % nhỏ hơn bao gồm phenol resin (8,65%), ethylene vinyl alcohol (7,14%), polytetrafluoroethylene (6,77%), melamine-urea-formaldehyde resin (6,77%) và polyallyl-amine hydrochloride (6,02%) còn lại là một số loại nhựa khác. Kết quả nghiên cứu chỉ ra hàm lượng MPs phát hiện trong hào là khá cao và loại nhựa phát hiện khá phong phú cho thấy sự ô nhiễm vi nhựa tại vịnh Đà Nẵng [42].

Trong một nghiên cứu về loài hào Thái Bình Dương (*Crassostrea gigas*), Mạnh và cộng sự đã thực hiện nghiên cứu trên 24 cá thể hào nuôi được chọn lựa ngẫu nhiên từ 3 vị trí trên vịnh Đà Nẵng. Kết quả cho thấy sự xuất hiện của vi nhựa trên tất cả các mẫu hào phân tích. Tổng cộng có 15 loại nhựa được phát hiện trong nghiên cứu này. Nylon là loại nhựa được tìm thấy chủ yếu ở các mẫu hào với 50,56% trên tổng số các loại nhựa được phát hiện. Trung bình trên mỗi cá thể hào đã phát hiện ra $1,88 \pm 1,58$ hạt/g (trọng lượng ướt) và $18,54 \pm 10,08$ hạt/con. Hình dạng vi nhựa được phát hiện bao gồm ba dạng chính là dạng mảnh chiếm 73,71%, tiếp đến là dạng sợi chiếm 25,84% và cuối cùng là dạng hạt chiếm 0,45%. Kích thước vi nhựa được phát hiện trong khoảng từ 22,4 – 1318,8 μm . Do đó sự tích tụ vi nhựa và cấu trúc phân tử của chúng có thể là tiền đề đáng tin cậy để tiến hành các nghiên cứu đánh giá sâu hơn về nguy cơ tiềm ẩn của chúng đối với sức khỏe con người [43].

Ngoài ra, nghiên cứu về ô nhiễm MPs trong sinh vật thủy sinh còn được thực hiện với đối tượng là các loài cá, tôm tự nhiên trên sông Lòng Tàu – hạ lưu sông Sài Gòn - Đồng Nai [34] Ở các loài tôm và cá tự nhiên (*Metapenaeus ensis* - tôm đất, *Metapenaeus brevicornis* - tôm bạc, *Cynoglossus puncticeps* - cá lưởi trâu, *Sclanidae* - cá lù đù, *Polynemus melanochir* - cá phèn, *Pseudapocryptes elongatus* - cá kèo, *Clupeoides borneensis* - cá cơm và *Glossogobius sp* - cá bóng cát), MPs có trong tất cả các loài và MPs dạng sợi

chiếm đa số. Cụ thể hơn, mật độ sợi MPs trung bình trong cá, tôm nằm trong khoảng từ 0,33 đến 1,41 sợi trên một gam trọng lượng ướt của sinh vật với mật độ thấp nhất và cao nhất là ở cá kèo và tôm bạc. Bên cạnh đó, mật độ sợi MPs trên mỗi cá thể dao động từ 1,33 đến 9,33 với mật độ thấp nhất và cao nhất là trong cá phèn và cá com [44].

Tuy nhiên, các nghiên cứu về ô nhiễm vi nhựa trong đối tượng hai mảnh vỏ ở Việt Nam còn khá hạn chế. Trong khi đó Việt Nam được cho là nước có tỉ lệ xả rác thải nhựa đứng thứ 4 trên thế giới. Với vùng biển rộng lớn, lợi thế về mặt địa hình mà động vật hai mảnh vỏ cũng là những sản phẩm chính đối với người tiêu dùng Việt Nam và các du khách nước ngoài, ngoài ra còn là mặt hàng xuất khẩu đi các nơi trên thế giới. Bởi vậy các đánh giá về mối quan hệ giữa ô nhiễm vi nhựa và động vật hai mảnh vỏ là rất cần thiết nhất là những nghiên cứu đánh giá cơ bản tạo tiền đề cho việc đưa ra các giải pháp giảm thiểu về ô nhiễm vi nhựa trong loài vẹm nói riêng và động vật hai mảnh vỏ nói chung.

1.6. Vấn đề ô nhiễm rác thải nhựa tại khu vực nghiên cứu

1.6.1. Điều kiện tự nhiên

Quảng Ninh là một tỉnh ven biển thuộc vùng Đông Bắc có tọa độ địa lý khoảng 106°26' đến 108°31' kinh độ đông và từ 20°40' đến 21°40' vĩ độ bắc. Điểm cực bắc là dãy núi cao thuộc thôn Mỏ Toòng, xã Hoàn Mô, huyện Bình Liêu. Điểm cực nam ở đảo Hạ Mai thuộc xã Ngọc Vũng, huyện Vân Đồn. Điểm cực tây là sông Vàng Chua ở xã Bình Dương và xã Nguyễn Huệ, huyện Đông Triều. Điểm cực đông trên đất liền là mũi Gót ở đông bắc xã Trà Cổ, thị xã Móng Cái.

Quảng Ninh có tỉnh duy nhất có đường biên giới trên bộ, trên biển tiếp giáp với tỉnh Quảng Tây (Trung Quốc). Phía bắc của tỉnh (bao gồm các huyện Bình Liêu, Hải Hà và thành phố Móng Cái) giáp huyện Phòng Thành và thị trấn Đông Hưng, tỉnh Quảng Tây với 132,8 km đường biên giới ; phía đông là vịnh Bắc Bộ, phía tây giáp các tỉnh Lạng Sơn, Bắc Giang, Hải Dương, phía nam giáp với thành phố Hải Phòng. Toàn tỉnh có đường bờ biển dài 250 km.

1.6.2. Đặc điểm kinh tế - xã hội

Từ góc độ hành chính, vùng biển vịnh Hạ Long chủ yếu nằm giữa ba huyện Vân Đồn (với dân số 45.700 người), Cẩm Phả (với dân số 190.500 người) và Hạ Long (với dân số 240.800 người) thuộc tỉnh Quảng Ninh. Thành phố Hạ Long là nơi đông dân cư nhất của tỉnh với 14 quận, huyện trong tổng dân số của tỉnh là 1.265.000 người (Cục Thống kê Quảng Ninh, 2017).

Các hoạt động du lịch và đánh bắt thủy sản là những hoạt động nổi bật trong nền kinh tế của vịnh Hạ Long, tuy nhiên, thành phố này cũng phụ thuộc vào một số ngành công nghiệp khác, như khai khoáng.

Du lịch : Du lịch là một trong những hoạt động kinh tế quan trọng nhất ở vịnh Hạ Long. Theo báo cáo của Sở Du lịch Quảng Ninh tại một Hội nghị Đánh giá gần đây, tỉnh Quảng Ninh đã đón khoảng 14 triệu lượt du khách trong năm 2019 - tăng 14% so với năm 2018 - với tổng doanh thu là 29.000 tỷ đồng (1,25 tỷ USD) vượt so với mục tiêu kế hoạch khoảng 2.000 tỷ đồng (86 triệu USD). Phần lớn khách du lịch này ở lại khu vực vịnh Hạ Long.

Đánh bắt thủy sản : Theo báo cáo của VietFish Magazine (2019), năm 2017, tỉnh Quảng Ninh có 20.600 ha ao nuôi và 9.600 lồng nuôi, sản xuất hơn 54.000 tấn, với các loài chủ chốt là tôm (10.603 ha/11.558 tấn), nhuyễn thể hai mảnh vỏ (3.446 ha/23.216 tấn), cá nước ngọt (3.200 ha/10.507 tấn) và cá biển (1.700 ha/5.615 tấn).

Các hoạt động khác : Thành phố Hạ Long có 1.470 cơ sở sản xuất tiểu thủ công nghiệp, bao gồm khai thác và chế biến than, đóng tàu, vật liệu xây dựng, cơ khí, chế biến gỗ, lương thực thực phẩm và may mặc.

1.6.3. Ô nhiễm rác thải nhựa tại khu vực nghiên cứu

Dựa trên dự thảo báo cáo về quản lý rác thải rắn tại tỉnh Quảng Ninh (Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ninh, 2020), một cuộc khảo sát vào cuối năm 2015 cho thấy khối lượng rác thải rắn được thu gom tại Tỉnh Quảng Ninh lên tới 464.040 tấn mỗi năm. Số lượng này không bao gồm lượng rác thải không được kiểm soát, số liệu được ước tính trên tỷ lệ thu gom rác thải do các quận, huyện cung cấp.

Giả sử tỷ lệ phần trăm trung bình rác thải nhựa là 15% (Đức Lương và cộng sự, 2013, Vetter- Gindele và cộng sự, 2019), theo một ước tính hợp lý vào năm 2020, tỉnh Quảng Ninh xả thải nhựa ở mức 28.283 tấn mỗi năm.

Một mô hình thống kê (Hoàng Minh Giang, 2020) đã được xây dựng trong dự án EPPIC để ước tính lượng rác thải nhựa đổ vào đại dương. Mô hình này lấy dữ liệu của dự thảo báo cáo được đề cập ở trên. Kết quả mô hình hóa sơ bộ được trình bày trong Bảng 1.1. Theo mô hình này, thành phố Hạ Long là nơi xả thải nhựa ra đại dương lớn nhất trong tỉnh (3.484 tấn mỗi năm), số lượng rác thải này lớn hơn tổng lượng rác thải đến từ các vùng nông thôn nơi có tỷ lệ thu gom rác thải thấp (2.954 tấn mỗi năm). Huyện Cẩm Phả xả thải nhựa 1.459 tấn mỗi năm, trong khi Vân Đồn xả thải nhựa 329 tấn mỗi năm.

Bảng 1.1 Mô hình tính toán rác thải nhựa xả vào đại dương từ các nguồn trên đất liền (tấn/năm)

TT	Thành phố/ Quận huyện	Đô thị (tấn/năm)	Nông thôn (tấn/năm)	Tổng (tấn/năm)
1	Ba Chẽ	0	102	102
2	Tiên Yên	84	400	485
3	Đầm Hà	76	326	402
4	Bình Liêu	4	8	12
5	Hoành Bồ	147	240	387
6	Hạ Long	3.483	0	3.483
7	Cẩm Phả	1.281	178	1.459
8	Vân Đồn	102	226	329
9	Móng Cái	676	241	917
10	Hải Hà	114	409	523
11	Quảng Yên	39	51	90
12	Uông Bí	0	8	8

13	Cô Tô	92	70	161
14	Đông Triều	449	694	1.143
Tổng		6.548	2.954	9.502

Từ mô hình tính toán lượng rác thải nhựa của các thành phố, quận huyện tỉnh Quảng Ninh cho thấy khối lượng rác thải nhựa đại dương phải tiếp nhận lên đến gần 9502 tấn/năm vào năm 2020. Với sự phát triển kinh tế nhanh chóng của tỉnh Quảng Ninh với thế mạnh đặc biệt là du lịch thì tải lượng rác thải nhựa sẽ còn tăng cao và chưa dừng lại ở con số trên. Sự phát triển mạnh về du lịch đồng nghĩa tải lượng du khách sẽ tăng lên hằng năm. Các hoạt động dịch vụ, sản xuất sẽ cùng với đó phát triển và tăng cao. Đồng nghĩa với đó là tải lượng rác thải cũng sẽ tăng theo. Với tỉ lệ thu gom rác thải thấp như hiện nay nếu không được cải thiện trong quá trình phát triển thì khối lượng rác thải được xả vào đại dương sẽ càng ngày càng cao. Việc lượng rác thải tăng cao vô tình khiến tình hình ô nhiễm nhựa và vi nhựa ngày càng tăng cao. Các chủng loại vi nhựa trong đại dương thu được sẽ ngày càng phong phú sau thời gian dài chúng nằm trong lòng đại dương. Các tác động vật lí, phản ứng hóa học, sinh học sẽ làm rác thải nhựa bị phân mảnh, phá vỡ cấu trúc khiến vi nhựa thâm nhập sâu vào đại dương.

Theo các tính toán này, khoảng 5.272 tấn rác thải nhựa mỗi năm được thải ra đại dương bởi 3 huyện thuộc khu vực vịnh Hạ Long. Tuy nhiên, một lượng rác thải đáng kể cũng được xả ra từ các thành phố khác, mỗi năm tổng cộng có khoảng 9.530 tấn rác thải nhựa được thải ra biển ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh theo tính toán của mô hình trên.

Quan sát sơ bộ này cho thấy khoảng 1.000 tấn rác thải mỗi năm được thu gom từ biển thuộc khu vực vịnh Hạ Long (Truong Giang, 2019), theo một vài nguồn dữ liệu khác, khoảng 7 tấn rác mỗi ngày bị khách du lịch thải xuống biển (Lã Nghĩa Hiếu, 2019), đây là con số khá thực tế.

Một số ước tính về loại hình rác thải nhựa có thể được thực hiện dựa trên khảo sát do Green Hub tiến hành ở một số khu vực của Việt Nam (Fabres, 2019). Cuộc khảo sát bao gồm khảo sát việc thu gom rác thải nhựa tại 10 địa

điểm, trong đó có một số điểm thu gom ở tỉnh Quảng Ninh. Theo khảo sát đó, các loại rác thải nhựa phổ biến nhất là phao xốp, lưới nhỏ, thùng xốp, túi đựng hàng, nhựa cứng và nắp chai.

Dựa trên các báo cáo chính thức được Lã Nghĩa Hiếu (2019) trích dẫn, 70 phần trăm rác được thu gom từ các bãi biển Cọc Chèo và Áng Dù là các loại bọt biển, phần còn lại là túi nilon và vỏ chai nhựa, các loại bao bì thực phẩm, lưới đánh cá và quần áo.

Một cuộc khảo sát sơ bộ được thực hiện trong dự án EPPIC (Carlo Lupi, 2020) sử dụng phương pháp chụp ảnh sáng tạo được thực hiện ở hai bên bờ của một con kênh ở thành phố Hạ Long, đã xác nhận rằng bọt biển và hộp đựng đồ ăn trưa chiếm hơn 70% lượng rác thải nhựa và loại phổ biến thứ hai là túi đi chợ sử dụng một lần (khoảng 20%). Tuy nhiên dữ liệu từ khảo sát này chỉ giới hạn trong một khu vực rất nhỏ (300 m²).

Trong các trường hợp, tầm quan trọng tương đối của hộp xốp, hộp đựng đồ ăn trưa và túi nilon so với các loại rác thải khác là khá rõ ràng. Điều này cũng có thể là do việc tái chế các loại rác thải này là tương đối khó khăn so với các loại khác như chai nhựa là loại có thể dễ bán hơn trên thị trường vật liệu nhựa tái chế.

Sự xuất hiện và ảnh hưởng từ vi nhựa đến môi trường và con người ngày càng được quan tâm và chú ý. Khi chưa có các biện pháp giảm thiểu đồ dùng được sản xuất từ nhựa thì rác thải từ nhựa và vi nhựa ngày càng xuất hiện nhiều trong các môi trường tự nhiên. Các hạt nhựa nguyên sinh hay thứ cấp xuất hiện trong môi trường đều thể hiện sự ảnh hưởng của vi nhựa đến môi trường và con người. Không chỉ đồ dùng sinh hoạt hàng ngày phán tán ra nhựa, vi nhựa mà các đồ dùng phục vụ cho sản xuất nông nghiệp, công nghiệp cũng phát sinh ra vi nhựa. Các đánh giá, nghiên cứu về vi nhựa thông qua các động vật hai mảnh cho thấy sự ảnh hưởng của vi nhựa tới con người. Với chế độ ăn lọc của động vật hai mảnh vỏ, chúng được xem như là một loại chỉ báo về độ an toàn của môi trường nước thông qua việc phân tích và đánh giá chúng. Các loại nhựa xuất hiện trong động vật hai mảnh cũng được xem như là một cảnh báo về sự ảnh hưởng của vi nhựa tới môi trường và ảnh hưởng tới sức khỏe con người.

Vẹm xanh là một trong những loài hai mảnh vỏ rất phổ biến ở các khu vực ven biển tỉnh Quảng Ninh. Vẹm xanh được đánh bắt tự nhiên hoàn toàn tại khu vực tỉnh Quảng Ninh. Vẹm xanh có ý nghĩa quan trọng trong đời sống ngư dân, vừa là nguồn thực phẩm, vừa là mặt hàng xuất khẩu, nguyên liệu sản xuất được phẩm và mỹ nghệ. Bên cạnh đó yếu tố dinh dưỡng trong vẹm xanh cũng rất cao. Vẹm xanh thuộc nhóm sinh vật sống vùi và sống bám đáy. Chúng sinh sống chủ yếu ở vùng triều đáy cát. Động vật hai mảnh vỏ như vẹm xanh có đặc điểm ăn lọc nên chúng có vai trò rất lớn trong việc làm sạch nước và bảo vệ môi trường. Bởi vậy, khi môi trường biển có sự xuất hiện của vi nhựa, chúng ta có thể thông qua phân tích, đánh giá vi nhựa bên trong vẹm để phân nào đó cảnh báo được sự xuất hiện bao trùm của vi nhựa trong môi trường hiện nay. Vẹm xanh trải qua 6 tuần đầu ở dạng ấu trùng và có thể sống nhiều năm sau khi trưởng thành. Thời gian vẹm xanh trưởng thành khoảng 18 tháng, khi đó chiều dài vẹm xanh đạt được khoảng 10 cm. Các mẫu vẹm phục vụ nghiên cứu của đề tài có kích thước chiều dài từ 6 – 9 cm, đây là giai đoạn vẹm xanh đã gần trưởng thành hoàn toàn.

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu được lựa chọn của luận văn là loài Vẹm Xanh có tên khoa học là *Perna canaliculus* và được chỉ ra như trong Hình 2.1.

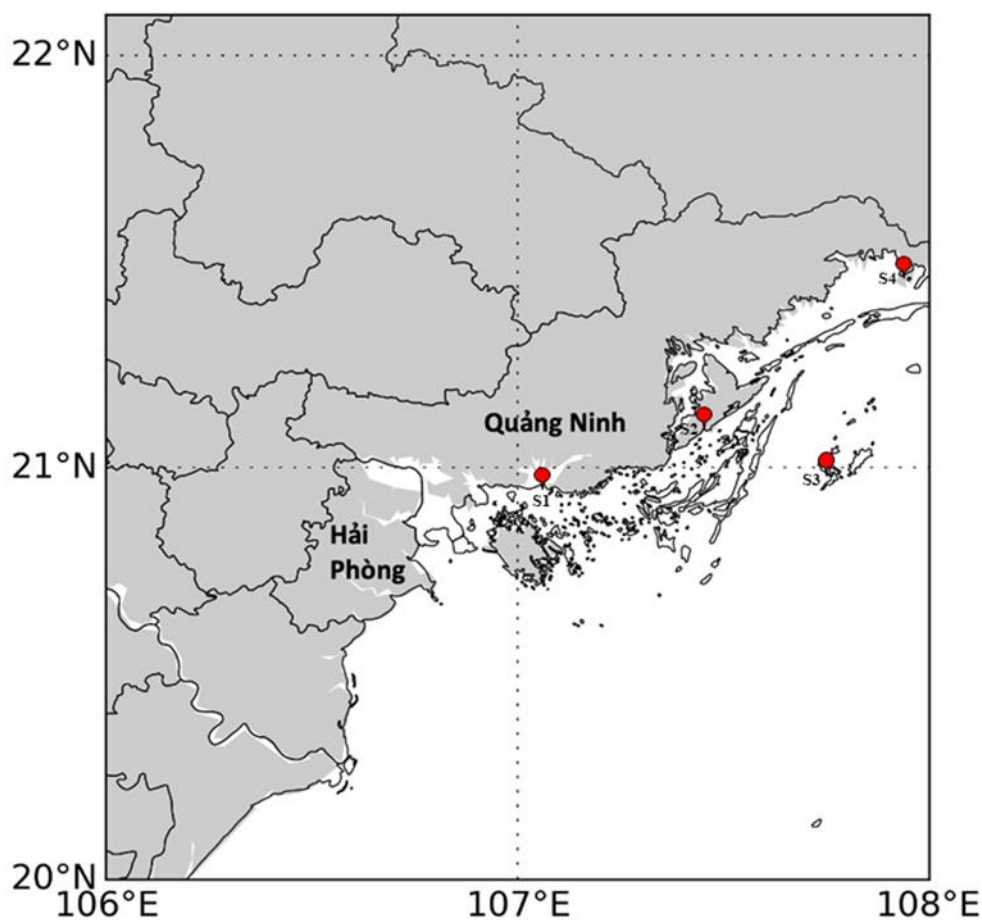


Hình 2.1 Vẹm xanh

Vẹm xanh phân bố từ ven biển Đài Loan, ven biển Nam Trung Quốc đến các nước Đông Nam Á. Ở ven biển Việt Nam từ bắc đến nam đều có sự xuất hiện của loài và đặc biệt là Quảng Ninh là tỉnh có chiều dài ven biển lớn nên điều kiện sinh sống của vẹm xanh rất thuận lợi, nhất là ở các đầm phá, eo vịnh, đáy cứng nơi có độ sâu từ tuyến hạ triều đến 20 mét nước, độ muối 15 - 30‰. Vẹm xanh dùng tơ chân bám lên giá thể trong môi trường như đá, sỏi hay cọc gỗ vv...

2.2. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu được thực hiện lấy mẫu trên khu vực tỉnh Quảng Ninh và được chỉ ra trên Hình 2.2 Các vị trí lấy mẫu bao gồm Hạ Long, Vân Đồn, Cô Tô và Móng Cái được kí hiệu lần lượt S1, S2, S3 và S4. Các địa điểm lấy mẫu là nơi có các thành phố tiếp giáp biển, có các khu đô thị sầm uất, mật độ dân số cao và các hoạt động du lịch phát triển. Ngoài ra, đây là còn là nơi có cảng biển tàu ra vào nên ảnh hưởng từ các hoạt động kinh tế đến môi trường này là rất lớn. Việc đánh giá vẹm ở đây là hoàn toàn hợp lí do đặc tính ăn lọc của vẹm. Nếu môi trường thật sự bị ô nhiễm thì thông qua vẹm chúng ta cũng có thể đánh giá được mức độ ô nhiễm của môi trường biển.



Hình 2.2 Khu vực nghiên cứu của đề tài

Tổng cộng trong nghiên cứu của đề tài có 60 cá thể vẹm xanh được chọn ngẫu nhiên từ các vị trí lấy mẫu ở Hình 2.2.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp tổng quan tài liệu

Dựa trên các công trình nghiên cứu, các bài báo được công bố tại các trang báo uy tín, chọn lọc các thông tin quan trọng và thu thập dữ liệu cần thiết. Ngoài ra một số các luận án nghiên cứu thuộc các trường đại học uy tín trên thế giới cũng được tham khảo, trích xuất dữ liệu.

2.3.2. Phương pháp kế thừa các nghiên cứu

Cập nhật các thông tin từ kết quả nghiên cứu của nhiều chương trình, dự án, đề tài ... có 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, Tài nguyên và môi trường.
- Bên cạnh đó các trường đại học như Đại học QG HN, TPHCM... Bách Khoa...

2.3.3. Phương pháp thực nghiệm, lấy mẫu ngoài hiện trường

- Vẹm được chọn thu thập từ các vị trí Hạ Long, Vân Đồn, Cô Tô, Móng Cái trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh.
- Tại các vị trí thu thập mẫu, vẹm được thu thập là vẹm được nuôi theo mô hình tự nhiên.
- Tại mỗi điểm lấy mẫu, 15 cá thể được lựa chọn, đo kích thước đồng đều và bảo quản bằng thùng bảo ôn và chuyển về phòng thí nghiệm.
- Tất cả các mẫu vẹm được bảo quản bằng giấy nhôm và đặt vào trong thùng bảo ôn sau đó chuyển về phòng thí nghiệm.
- Các mẫu khi được chuyển về phòng thí nghiệm được để trong tủ lạnh sâu - 20°C để phân tích.



Hình 2.3 Một số vị trí lấy mẫu

2.3.4. Quy trình xử lý vệm trong phòng thí nghiệm

Quy trình xử lý vệm được sử dụng dựa theo các phương pháp được đề xuất bởi Teng và cộng sự, 2019 và Munno và cộng sự, 2018 [34,35]. Quy trình xử lý được xử lý theo các bước sau:

- Tách vỏ vệm, cân trọng lượng ướt và cho vào cốc thủy tinh 500ml.
- Thêm 180 ml KOH (10%) và 20 ml (H_2O_2) (30%) vào cốc thủy tinh chứa mẫu vệm.
- Lấy giấy bạc bọc kín miệng cốc thủy tinh, cho lên máy khuấy từ gia nhiệt. Quá trình xử lý mẫu được gia nhiệt ở $60^\circ C$ liên tục trong 48 tiếng.
- Sau 48 giờ, cốc thủy tinh được lấy ra để nguội tự nhiên và thêm dung dịch NaCl ($d = 1,2 \text{ g/ml}$) để tách tỷ trọng bằng phương pháp chênh lệch khối lượng riêng giữa các dung dịch từ 24 đến 48 tiếng.
- Dung dịch sau tách tỷ trọng được cho vào bộ lọc chân không 6 nhánh để lọc vi nhựa thu được sau quá trình xử lý mô vệm. Giấy lọc được sử dụng là giấy lọc thủy tinh GF/A có đường kính 47 mm, kích thước lỗ là $1,6 \mu m$.
- Giấy lọc sau đó được đặt vào đĩa petri thủy tinh đậy nắp và được làm khô ở nhiệt độ phòng.
- Sau khi giấy lọc khô tự nhiên, mẫu được chuyển lên kính hiển vi hồng ngoại ($\mu FTIR$) để phân tích định dạng vi nhựa.

Lưu ý: Trong quá trình xử lý vệm phải kiểm soát chất lượng, tránh lây nhiễm vi nhựa từ môi trường vào mẫu xử lý bằng các cách sau đây:

- Đặt 1 tấm giấy lọc trong đĩa petri mở nắp trong phòng thí nghiệm. Phân tích mẫu trên giấy lọc này song song với quá trình xử lý vệm nhằm đảm bảo không khí trong phòng thí nghiệm không bị lẫn vi nhựa.
- Thường xuyên phân tích mẫu trắng (mẫu không có vệm) để kiểm tra hóa chất không bị nhiễm vi nhựa.
- Dụng cụ thí nghiệm được sử dụng trong quá trình xử lý vệm phải được làm bằng kim loại hoặc thủy tinh.

2.3.5. Phương pháp phân tích polymer

Quy trình phân tích, nhận diện polymer bằng máy $\mu FTIR$:

- Mẫu trên giấy lọc sau khi khô được chuyển lên khay đựng mẫu của máy μ FITR.
- Phân tích polymer được sử dụng phần mềm chuyên dụng Onmic Picta đi kèm theo máy μ FITR.
- Trong quá trình phân tích nhận dạng, máy μ FITR quét phổ các hạt thu được từ quá trình xử lý mẫu. Các phổ hạt được máy so sánh với các phổ gốc trong ngân hàng phổ polymer có sẵn trong phần mềm.
- Kết quả thu được từ máy μ FITR bao gồm chủng loại polymer, kích thước vi nhựa, số lượng vi nhựa.

Sau khi quá trình phân tích, nhận diện polymer bằng máy μ FITR kết thúc, các kết quả tiếp tục được so sánh thủ công, chọn lựa những kết quả đúng nhất, phù hợp nhất (dựa vào độ tin cậy và so sánh phổ hạt và phổ gốc bằng phương pháp thủ công). Các chủng loại polymer được phân loại polymer tự nhiên và polymer tổng hợp.



Hình 2.4 Máy quang phổ hồng ngoại μ FTIR

2.3.6. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu

- Mật độ vi nhựa được biểu thị bằng số lượng vi nhựa trên mỗi cá thể (CIn) và số lượng vi nhựa trên 1 gam trọng lượng thịt ướt (Cw) tương tự như nghiên cứu của Ding và cs, 2021 theo công thức (1) và (2):

$$CIn \text{ (vi nhựa/cá thể)} = \frac{MPi}{ni} \quad (1)$$

$$C_{In} (\text{vi nhựa/gam}) = \frac{MP_i}{W_i} \quad (2)$$

Trong đó: MP_i : là số lượng vi nhựa của các cá thể vẹm ở mỗi vị trí lấy mẫu (vi nhựa);

n_i : là số cá thể vẹm ở mỗi vị trí lấy mẫu (vi nhựa);

W_i là trọng lượng thịt ướt của các cá thể vẹm ở mỗi vị trí lấy mẫu (g).

- Các đặc điểm của vi nhựa về hình dạng, kích thước và loại polyme được biểu diễn dựa trên số lượng và tỷ lệ phân bố % theo công thức (3):

$$Mi (\%) = \frac{M_i}{MP_i} \quad (3)$$

Trong đó: MP_i : là số lượng vi nhựa của các cá thể vẹm ở mỗi vị trí lấy mẫu (vi nhựa);

M_i là số lượng vi nhựa ở mỗi đặc điểm: hình dạng (sợi, mảnh, hạt), loại polymer (nylon, PP, ...) của các cá thể vẹm ở mỗi vị trí lấy mẫu (vi nhựa).

Các số liệu được xử lý bằng phần mềm Onmic picta (phần mềm chuyên dụng của máy μ FTIR). Các dữ liệu, kết quả nghiên cứu sẽ được thực hiện phân tích bằng phần mềm Microsoft Excel 2019.

Nhìn chung, vẹm xanh là một trong những nguồn kinh tế của người dân vùng biển. Ngoài ra, động vật hai mảnh như vẹm cũng được coi là là một loại chỉ báo ô nhiễm môi trường thông qua việc phân tích, đánh giá chúng. Các địa điểm được lựa chọn để thực hiện khảo sát lấy mẫu là những vị trí mà môi trường bị ảnh hưởng bởi rất nhiều các hoạt động như sinh hoạt, giao thông đường biển, phát triển kinh tế. Việc đánh giá vẹm tại các vị trí này có thể tăng thêm các cảnh báo về các nguồn ô nhiễm, phát tán vi nhựa trong đại dương. Các phương pháp thu mẫu, phân tích, xử lý số liệu hỗ trợ cho kết quả phân tích cuối cùng ở Chương 3.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả về cải thiện phương pháp phân hủy mẫu Vẹm

Khi áp dụng phương pháp xử lý mẫu của nhóm nghiên cứu Teng và cộng sự [45] đối chiếu với phương pháp của nhóm nghiên cứu, tác giả đưa ra những nhận xét như sau:

a. Đối với phương pháp được thực hiện bởi Teng và cộng sự

- Trong quá trình thực hiện khi cho khối lượng hóa chất theo phương pháp xảy ra hiện tượng trào bọt ra khỏi cốc thủy tinh.
- Khối lượng mô vẹm khác nhau nhưng vẫn giữ nguyên khối lượng hóa chất làm quá trình phân hủy diễn ra chậm, không hoàn toàn và phải chờ sau 48 giờ mới thêm hóa chất nếu chưa phân hủy hết các chất hữu cơ.
- Sử dụng NaCl để tách tỷ trọng các mẫu. Tuy nhiên, do d của NaCl chỉ pha được khoảng 1,2 g/ml vì vậy quá trình tách tỉ trọng sẽ không thu được các loại nhựa có tỷ trọng d lớn hơn 1,2 g/ml.

b. Phương pháp được cải thiện phân tích vi nhựa trong mẫu vẹm

- Trong quá trình thực nghiệm phá mẫu đã giúp giảm thiểu hiện tượng sủi bọt trào khỏi cốc thủy tinh. Khối lượng hóa chất H_2O_2 thêm vào được định lượng rõ và tỷ lệ thuận với khối lượng mô vẹm giúp quá trình phá mẫu diễn ra nhanh hơn.
- Sử dụng $ZnCl_2$ có d nằm trong khoảng từ 1,5-1,6 g/ml nên kết quả thu được chủng loại và số lượng vi nhựa hơn. Từ đó, kết quả nghiên cứu sẽ đại diện hơn và chính xác hơn.

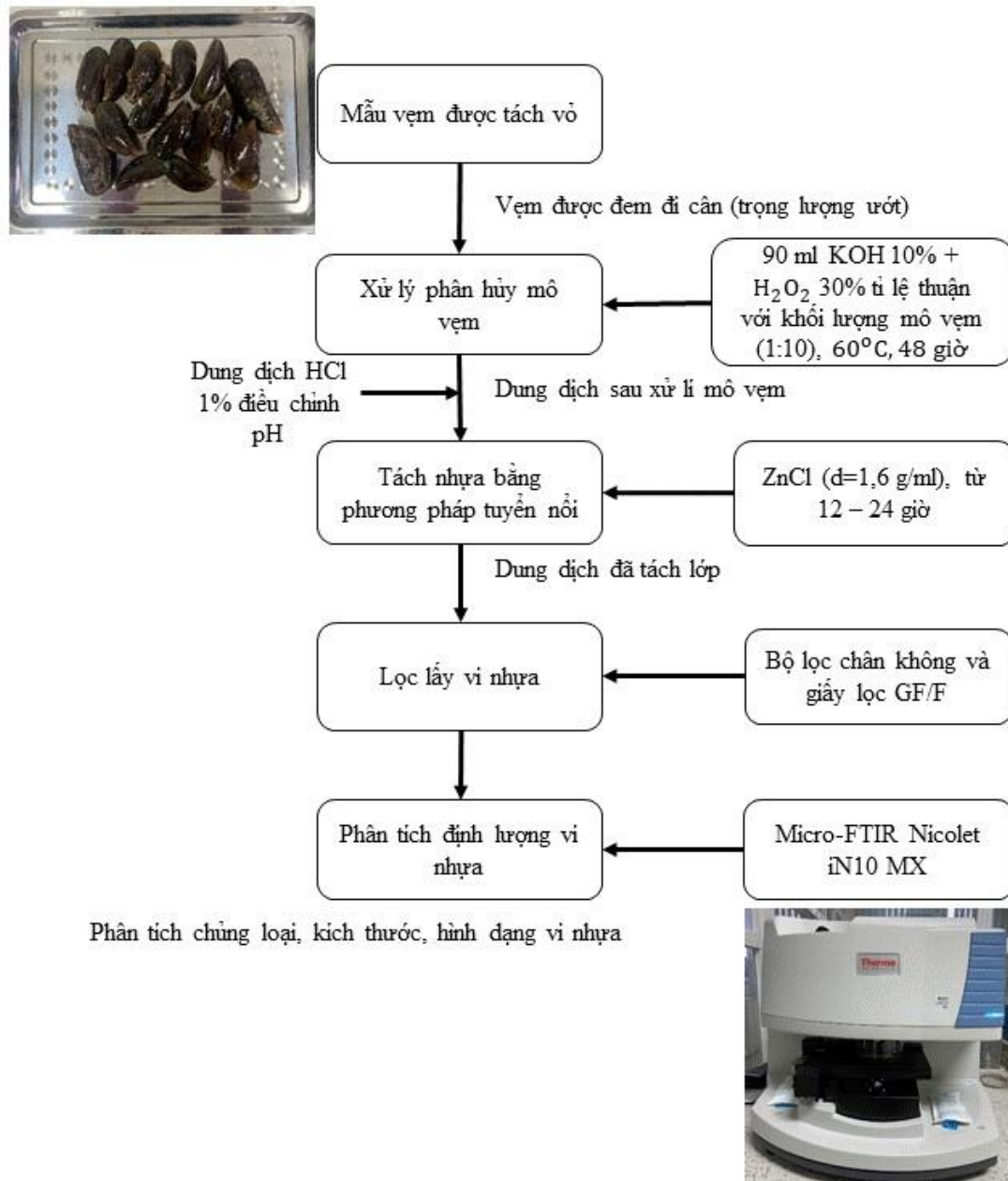
Tổng hợp các kết quả trong quá trình thực hiện nghiên cứu cho nội dung xử lý mẫu vẹm xanh được chỉ ra trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1 Các thay đổi trong quy trình xử lý, phân hủy mô vẹm xanh

Các thông số cũ theo phương pháp của Teng và cộng sự [45]	Các thông số mới được rút ra theo phương pháp nghiên cứu	Điểm cải tiến của phương pháp nghiên cứu
---	--	--

Chủng loại hóa chất		
Sử dụng NaCl (d=1,2 g/ml) để tách tỷ trọng	Sử dụng ZnCl ₂ (d =1,55 g/ml) để tách tỷ trọng	Sử dụng hóa chất có tỷ trọng cao để đáp ứng đối với mẫu vi nhựa có tỷ trọng tương ứng xuất hiện
Khối lượng hóa chất		
KOH (10%): 180 ml và 20 ml H ₂ O ₂ (30%)	KOH (10%): 90 ml và 10 ml H ₂ O ₂ : 1 g trọng lượng ướt. H ₂ O ₂ được thêm vào từng phần (10 ml/lần thêm hóa chất)	Thêm hóa chất tỷ lệ với mẫu
Thời gian phân hủy		
Cố định trong 48 giờ	Thay đổi theo trọng lượng mẫu	Theo tỷ lệ trọng lượng của mẫu
Điều chỉnh pH		
Không có	Dung dịch axit HCl 1%	Tránh kết tủa mẫu dẫn tới không thu được vi nhựa và làm kết quả không chính xác

c. Quy trình xử lý, phân hủy mô vệt xanh hoàn chỉnh sau quá trình cải tiến



Hình 3.1 Sơ đồ quy trình xử lý mẫu vẹm hoàn chỉnh

Quy trình phân hủy mô vẹm trong Hình 3.1 là mô hình hoàn chỉnh sau quá trình thực nghiệm, nghiên cứu thực tiễn và phù hợp với cơ sở vật chất của phòng thí nghiệm. Các quá trình được thực hiện cẩn thận, chính xác đảm bảo tính khách quan để đưa ra các kết quả chính xác nhất cho đề tài nghiên cứu.

3.2. Kết quả đánh giá vi nhựa trong vẹm xanh

Kết quả đánh giá vi nhựa trong vẹm xanh được thực hiện trên các mẫu vẹm có kích thước và trọng lượng trung bình của mẫu vẹm từ các vị trí nghiên cứu được thông kê trong Bảng 3.2 dưới đây.

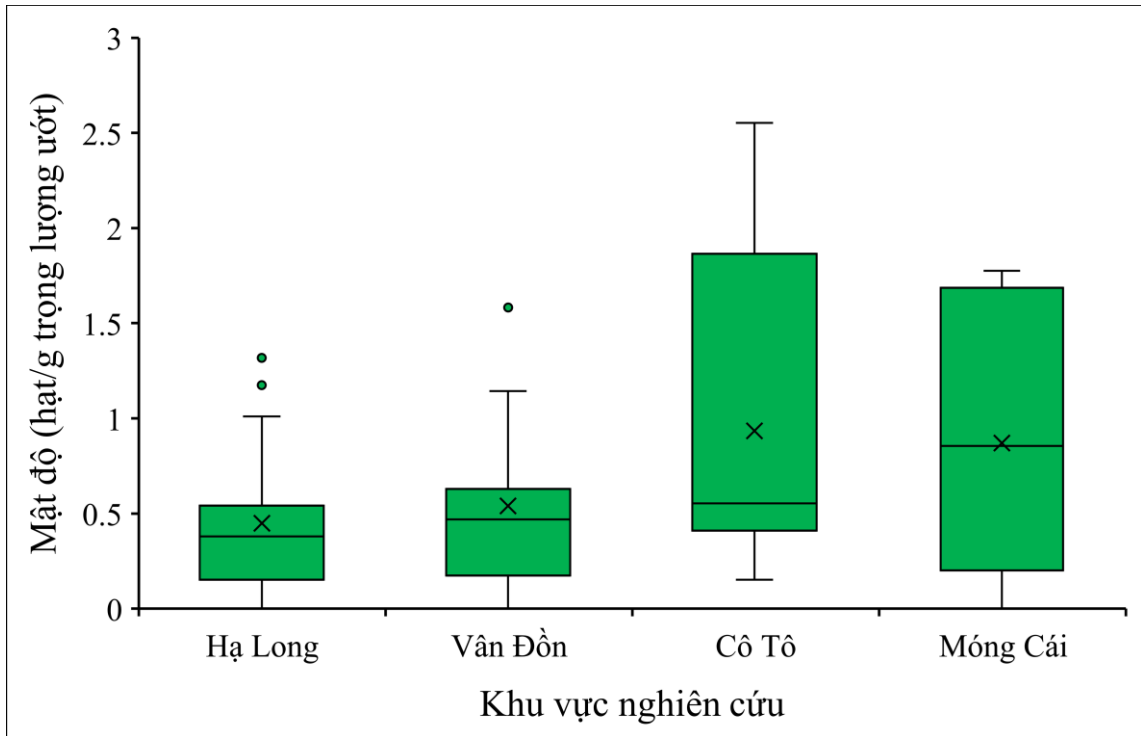
Bảng 3.2 Kích thước và trọng lượng ướ́t trung bình của vẹm từ các vị trí lấy mẫu

Khu vực nghiên cứu	Chiều dài, cm	Chiều rộng, cm	Trọng lượng ướ́t, g
Hạ Long	7,76 ± 0,84	3,42 ± 0,23	6,78 ± 1,37
Vân Đồn	7,27 ± 0,58	3,08 ± 0,24	5,42 ± 1,24
Cô Tô	7,88 ± 0,66	3,61 ± 0,44	5,57 ± 1,22
Móng Cái	6,76 ± 0,31	3,08 ± 0,13	6,13 ± 1,83

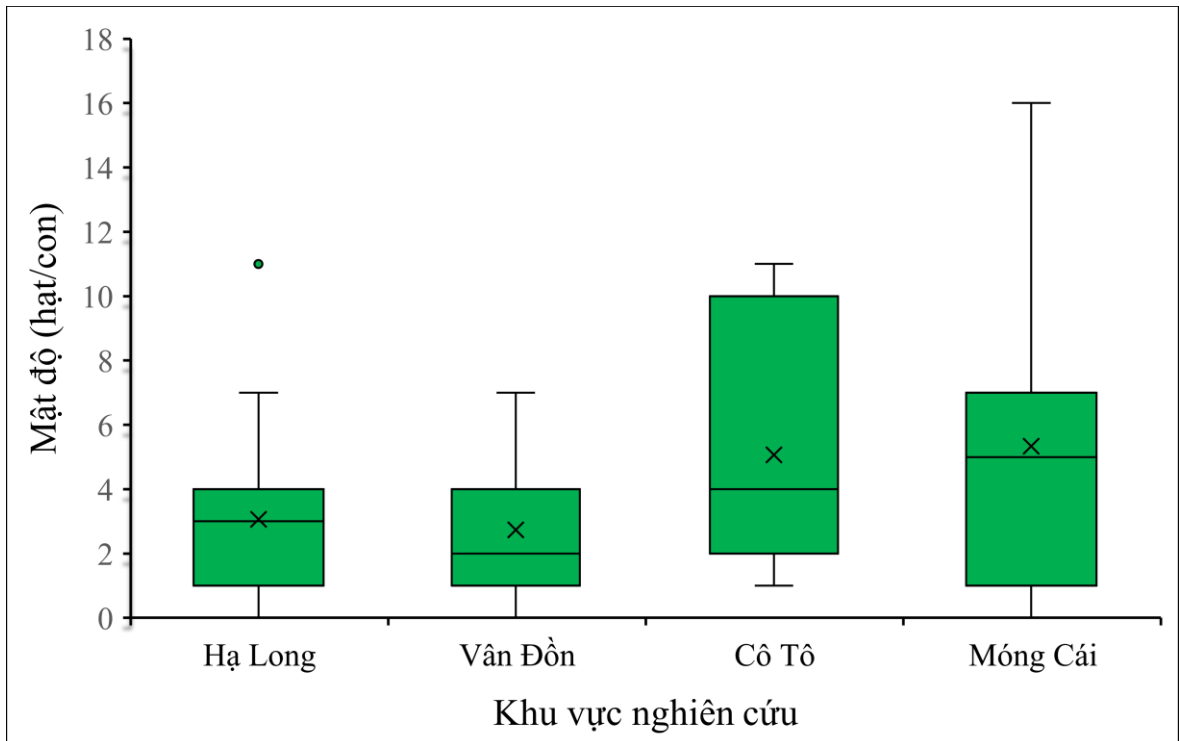
Kết quả phân tích chỉ tiêu liên quan tới kích thước và trọng lượng của đối tượng nghiên cứu được trình bày trong Bảng 1, các số liệu về giá trị trung bình của chiều dài, rộng và trọng lượng ướ́t của mẫu vẹm xanh tương ứng là 6,76 – 7,88 cm; 3,03 – 3,61 cm và 5,42 – 6,78 g (trọng lượng ướ́t). So với số liệu thu được trong nghiên cứu của Teng và cộng sự, 2019 và Munno và cộng sự, 2018 [45,46] chỉ ra cho thấy kích thước và trọng lượng vẹm xanh sử dụng trong nghiên cứu này là phù hợp.

3.2.1. Đánh giá mật độ vi nhựa trong vẹm xanh tại các khu vực nghiên cứu

Kết quả đánh giá số lượng vi nhựa dựa trên tổng số hạt vi nhựa được tìm thấy trong 15 cá thể vẹm xanh được chọn ngẫu nhiên từ các khu vực nghiên cứu được tổng hợp lại trong Hình 3.2 và Hình 3.3.



Hình 3.2 Mật độ vi nhựa trong mẫu vẹm xanh (hạt/ g trọng lượng ướ́t)



Hình 3.3 Mật độ vi nhựa trong mẫu vẹm xanh (hạt/con)

Tại vị trí lấy mẫu thu thập khoảng từ 20 đến 30 mẫu vẹm xanh có kích thước từ 6-9 cm. Sau đó chọn ngẫu nhiên 15 mẫu tiến hành đo đạc kích thước, cân khối lượng mô mềm và thực hiện phân tích phá mẫu vẹm. Ở vị trí Hạ Long các cá thể vẹm xanh được phát hiện có sự xuất hiện của vi nhựa dao động trong khoảng từ 0 đến 11 hạt/con. Mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm là $0,44 \pm 0,41$ hạt/g (trọng lượng ướt) và $3,06 \pm 2,98$ hạt/con. Mức độ trung bình vi nhựa được phát hiện ở khu vực Hạ Long này thấp hơn so với khối lượng trung bình được phát hiện trong vẹm ở các khu vực Giao Thủy, Quy Nhơn, Huế (Oanh và công sự, 2021) khoảng 2 – 2,5 lần. Theo các kết quả đã được công bố, mức độ trung bình vi nhựa trong vẹm đã được phát hiện ở Giao Thủy là $1,7 \pm 0,6$ hạt/g, tại Quy Nhơn là $1,2 \pm 0,2$ hạt/g và tại Huế là $1,0 \pm 0,1$ hạt/g (trọng lượng ướt) [41]. Một mối tương quan mật thiết cho thấy khối lượng trung bình của vẹm xanh trong nghiên cứu của Oanh và công sự là $16,1 \pm 2,6$ g, khối lượng này gấp khối lượng trung bình vẹm ở Hạ Long khoảng từ 2 – 2,5 lần. Mặc dù chưa có nghiên cứu nào chỉ ra mối tương quan giữa khối lượng vẹm và mật độ vi nhựa phát hiện trong vẹm nhưng đây là cơ sở để thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu về mối liên hệ giữa trọng lượng mô vẹm và vi nhựa. Hàm lượng vi nhựa trung bình của vẹm xanh ở Thái Lan được phát hiện khoảng $1,53 \pm 2,04$ hạt/g (trọng lượng ướt) [37] cao hơn nhiều so với hàm lượng trung bình của vi nhựa được phát hiện ở Hạ Long. Matthew và công sự năm 2021 cũng phát hiện được hàm lượng vi nhựa trung bình của vẹm xanh tại Hồng Kông dao động trong khoảng 0,21 – 1,83 hạt/g (trọng lượng ướt) [39]. Nhìn chung hàm lượng vi nhựa trung bình được phát hiện ở Hạ Long thấp hơn so với một số nghiên cứu đã được thực hiện trước đó.

Tương tự vị trí lấy mẫu số 1 tại Hạ Long, các mẫu vẹm được lựa chọn phân tích có kích thước chiều dài từ 6 – 9 cm. Vi nhựa được phát hiện trong các mẫu vẹm thu được trong khoảng từ 0 – 7 hạt/con. Mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm là $2,73 \pm 2,01$ hạt/con và $0,53 \pm 0,42$ hạt/g (trọng lượng ướt). Kết quả cho thấy mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm ở khu vực Vân Đồn xấp xỉ với khu vực Hạ Long. Nhưng so với mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm tại các khu vực như Giao Thủy, Quy Nhơn, Huế thì lượng vi nhựa được phát hiện ở trong vẹm xanh tại Vân Đồn vẫn còn thấp hơn nhiều. Đối với mức

độ trung bình của vi nhựa trong vẹm được phát hiện ở Thái Lan là $1,53 \pm 2,04$ hạt/g (trọng lượng ướt) nhiều hơn gấp 3 lần so với mức độ trung bình của vi nhựa được phát hiện ở Vân Đồn.

Lượng vi nhựa được phát hiện trong 15 cá thể vẹm xanh ở Cô Tô có mức độ trung bình là $0,93 \pm 0,78$ hạt/g (trọng lượng ướt) và $5,06 \pm 3,95$ hạt/con với tỉ lệ phát hiện vi nhựa trong các cá thể được chọn ra ngẫu nhiên để phân tích là 100%. Mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm tại khu vực Cô Tô lớn hơn gấp 2 lần so với mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm tại khu vực Hạ Long. Ngoài ra, so với hai khu vực trên là Vân Đồn và Hạ Long, 100% các mẫu vẹm được phân tích đều xuất hiện vi nhựa. Với mức độ trung bình của vi nhựa là $0,93 \pm 0,78$ hạt/g (trọng lượng ướt), cao xấp xỉ với nghiên cứu về vi nhựa trong vẹm ở Huế $1,0 \pm 0,1$ hạt/g [31]. Kết quả mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm xanh ở Cô Tô tương tự với hai vị trí ở trên đều thấp hơn mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm xanh ở Thái Lan và Hồng Kông [37,39].

Lượng vi nhựa được phát hiện trong 15 cá thể vẹm xanh ở Móng Cái có mức độ trung bình là $5,33 \pm 4,6$ hạt/con và $0,86 \pm 0,66$ hạt/g (trọng lượng ướt). Mức độ trung bình của vi nhựa trong vẹm tại khu vực Móng Cái nhỉnh hơn so với mức độ trung bình của vi nhựa được phát hiện ở Hạ Long và Vân Đồn. Tương tự các vị trí còn lại, mức độ trung bình của vi nhựa tại khu vực này thấp hơn so với một số khu vực khác như Giao Thủy, Huế và Quy Nhơn theo nghiên cứu của Oanh và cộng sự [41]. Ngoài ra, với mức độ trung bình $0,86 \pm 0,66$ hạt/g (trọng lượng ướt) cũng thấp hơn các nghiên cứu mức độ trung bình của vi nhựa ở Thái Lan hoặc ở Hồng Kông.

Khu vực phát hiện nhiều vi nhựa nhất là khu vực Móng Cái với 80 hạt vi nhựa được phát hiện trên 15 cá thể vẹm xanh nghiên cứu. Tiếp đến là khu vực Cô Tô với số lượng vi nhựa phát hiện được là 76 hạt. Vân Đồn là khu vực phát hiện được ít vi nhựa nhất với 41 hạt trên tổng số 15 cá thể vẹm, số lượng vi nhựa phát hiện được ở Móng Cái cao hơn gần gấp đôi số lượng vi nhựa phát hiện được ở Vân Đồn. Có thể thấy được sự ảnh hưởng của môi trường tới số lượng vi nhựa trong vẹm xanh bởi trong 15 cá thể vẹm xanh được lấy từ 4 vị trí khác nhau có chiều dài và khối lượng trung bình không có sự khác biệt quá lớn. Cụ thể, từ vị trí Vân Đồn 15 cá thể vẹm xanh được lấy ngẫu nhiên có chiều

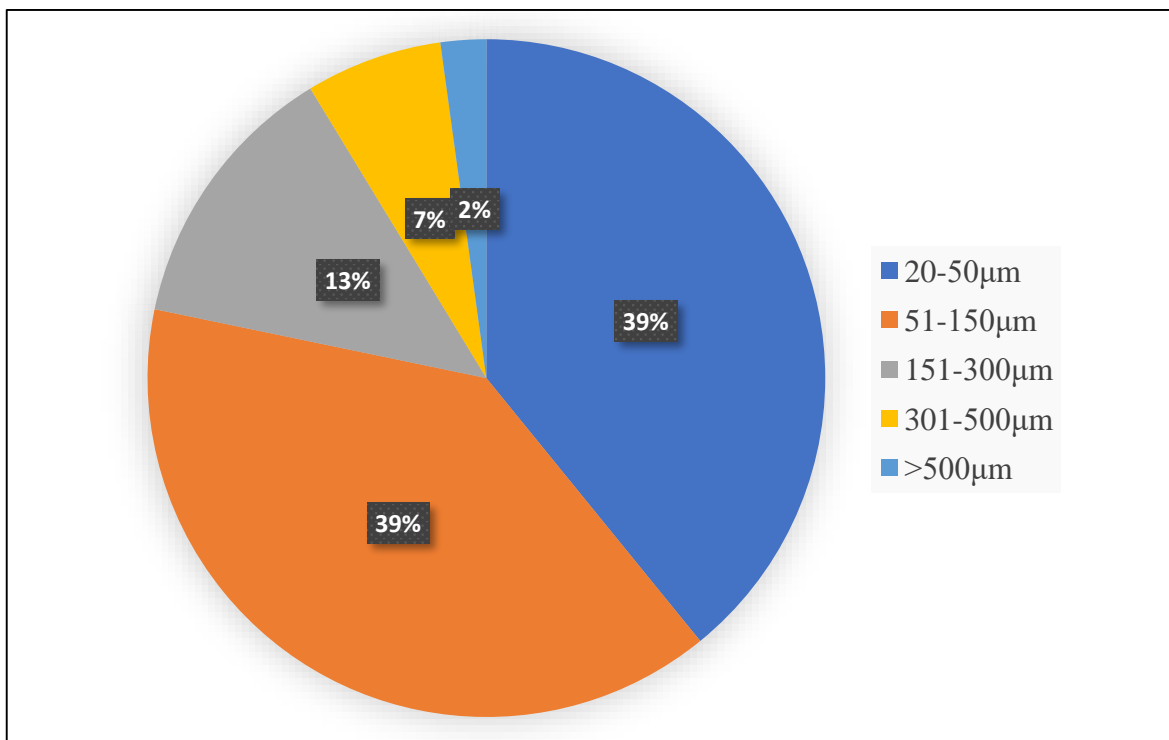
dài trung bình là 7,3 cm và khối lượng trung bình là 4,7 g (trọng lượng ướt). Tương tự từ vị trí Móng Cái 15 cá thể vẹm được lấy ngẫu nhiên có kích thước chiều dài trung bình là 6,8 cm và khối lượng trung bình là 5,9 g (trọng lượng ướt). Do khối lượng trung bình của vẹm xanh giữa các vị trí khác biệt không lớn nhưng số lượng hạt vi nhựa phát hiện được lại cao gần gấp 2 lần nhau nên có thể khẳng định yếu tố môi trường sinh sống của vẹm xanh ảnh hưởng rất lớn tới lượng vi nhựa trong cơ thể chúng.

Nghiên cứu đã phát hiện tổng cộng 243 hạt vi nhựa trên tổng số 60 cá thể vẹm từ 4 khu vực nghiên cứu trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh. Giá trị trung bình của số lượng hạt vi nhựa trên cá thể là $4,05 \pm 3,06$ hạt/con. Giá trị trung bình của vi nhựa từ tỉnh Quảng Ninh so với một số nghiên cứu về vi nhựa trong động vật hai mảnh vỏ còn thấp rất nhiều. Cụ thể, Hewawasam cùng với cộng sự năm 2021 đánh giá sự tích tụ vi nhựa trên 90 cá thể vẹm từ các nơi khác nhau ở Thái Lan và kết quả đã phát hiện được có khoảng $7,32 \pm 8,33$ hạt/con [37]. Ở Hồng Kông, Matthew và cộng sự đã nghiên cứu sự tích tụ vi nhựa trong vẹm xanh và phát hiện có những khu vực mật độ vi nhựa trong vẹm xanh lên tới 14,7 hạt/con [39]. Đối với một số loài khác cũng có tính ăn lọc như vẹm xanh như hàu Thái Bình Dương cũng có sự khác biệt lớn về sự tích tụ vi nhựa giữa các vị trí thực hiện nghiên cứu khác nhau. Mạnh và cộng sự (2022) đã nghiên cứu và chỉ ra hàu ở Vịnh Đà Nẵng có mức độ vi nhựa trung bình $18,54 \pm 10,08$ hạt/con [43], con số này lớn hơn rất nhiều so với một nghiên cứu khác cũng được thực hiện trên hàu Thái Bình Dương ở các vùng ven biển British Columbia, Canada với mức độ trung bình chỉ khoảng $0,22 \pm 0,28$ hạt/con [35].

3.2.2. Đánh giá sự phân bố kích cỡ hạt vi nhựa trong vẹm xanh tại các khu vực nghiên cứu

a. Sự phân bố kích cỡ hạt vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực Hạ Long

Kích thước các hạt vi nhựa được phát hiện trong vẹm ở khu vực này trong khoảng từ 22,5 – 617,3 μm . Dựa theo chiều dài của các hạt vi nhựa được chia thành 5 nhóm bao gồm các nhóm có kích thước từ 20 – 50 μm , 51 – 150 μm , 151 – 300 μm , 301 – 500 μm và > 500 μm . Số lượng hạt vi nhựa có kích thước tương ứng 5 nhóm trên được thể hiện ở Hình 3.4 dưới đây.

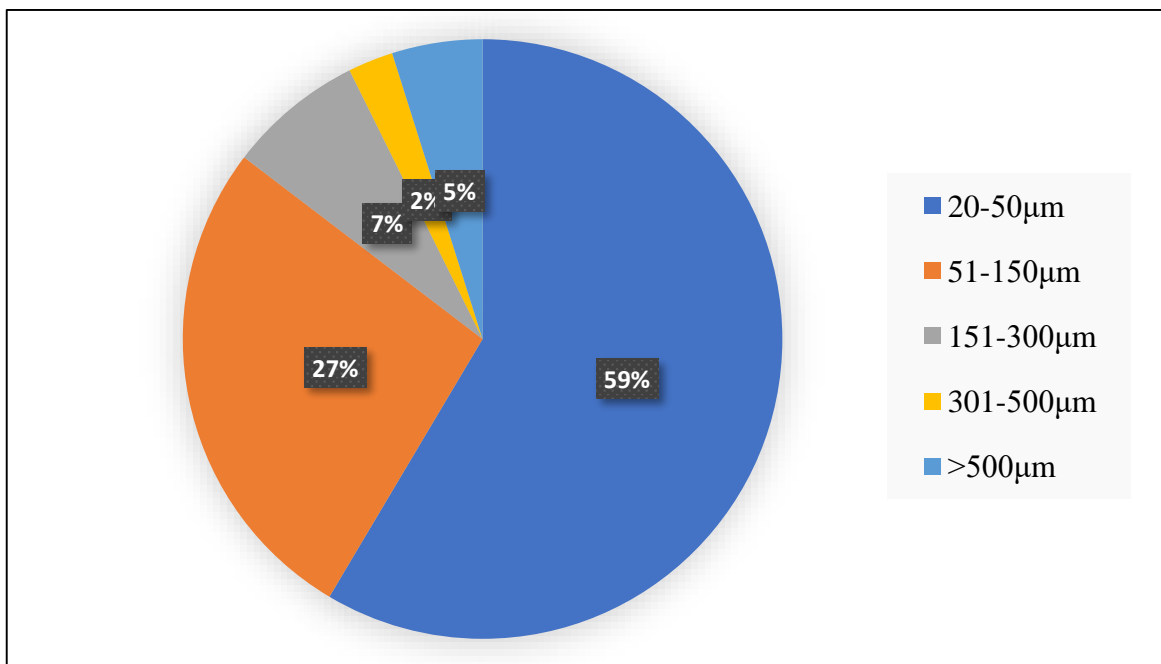


Hình 3.4 Biểu đồ phần trăm lượng hạt vi nhựa dựa theo kích thước tại khu vực Hạ Long

Nhóm vi nhựa có kích thước từ 20 – 50 µm và từ 51 – 150 µm là hai nhóm kích thước có số hạt vi nhựa xuất hiện nhiều nhất với 18 hạt mỗi nhóm, mỗi nhóm chiếm 39% tổng số hạt vi nhựa được phát hiện tại khu vực Hạ Long. Tiếp theo là nhóm hạt kích thước 151 – 300 µm có 6 hạt chiếm 13%. Hai nhóm còn lại có kích thước từ 301 – 500 µm và > 500 µm lần lượt chiếm 7% và 2% tổng số lượng hạt vi nhựa được phát hiện. Qua vị trí nghiên cứu đầu tiên có thể thấy vi nhựa có kích thước nhỏ hơn 150 µm chiếm đại đa số các hạt vi nhựa được phát hiện.

b. Sự phân bố kích cỡ hạt vi nhựa trong vệt xanh tại khu vực Vân Đồn

Kích thước vi nhựa được phát hiện tại khu vực Vân Đồn có độ dài khoảng từ 29,2 - 588,4 µm. Sự dao động chiều kích thước chiều dài của vi nhựa ở khu vực Vân Đồn khá tương đồng với kết quả nghiên cứu được ở khu vực Hạ Long. Các hạt vi nhựa có kích thước khác nhau được chia thành 5 nhóm tương tự khu vực Hạ Long được thể hiện trong Hình 3.5.

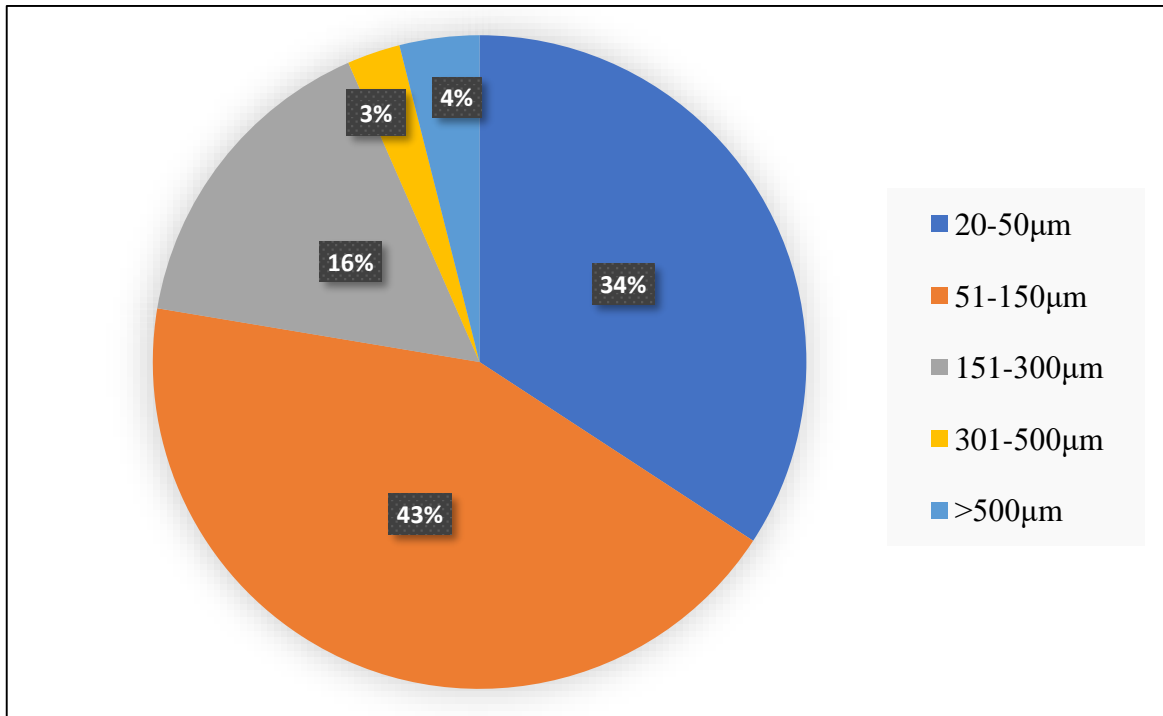


Hình 3.5 Biểu đồ phân trăm lượng hạt vi nhựa dựa theo kích thước tại khu vực Vân Đồn

Tương tự kết quả thu được ở khu vực Hạ Long. Hạt vi nhựa có kích thước nhỏ hơn 150 µm vẫn chiếm đại số các hạt vi nhựa được phát hiện. Nhóm kích thước nhỏ nhất từ 20 – 50 µm có 24 hạt chiếm 59% tổng số hạt vi nhựa được phát hiện. Tiếp đến là nhóm kích thước từ 51 – 150 µm, số lượng hạt vi nhựa được phát hiện có kích thước tương ứng là 11 hạt, chiếm 27% tổng số hạt vi nhựa được phát hiện. Số hạt vi nhựa có kích thước từ 151 – 300 µm chiếm 7%. Hai nhóm kích thước cuối cùng từ 301 – 500 µm và > 500 µm lần lượt chiếm 2% và 5% tổng số hạt vi nhựa phát hiện được.

c. Sự phân bố kích cỡ hạt vi nhựa trong vệt xanh tại khu vực Cô Tô

Kích thước vi nhựa được phát hiện ở Cô Tô có chiều dài từ 22,6 – 865 µm. Tỷ lệ phần trăm các nhóm kích thước được biểu diễn ở Hình 3.6. Tại vị trí Cô Tô lượng vi nhựa có kích thước từ 51 – 150 µm chiếm tỉ lệ nhiều hơn với vi nhựa có kích thước từ 20 – 50 µm.

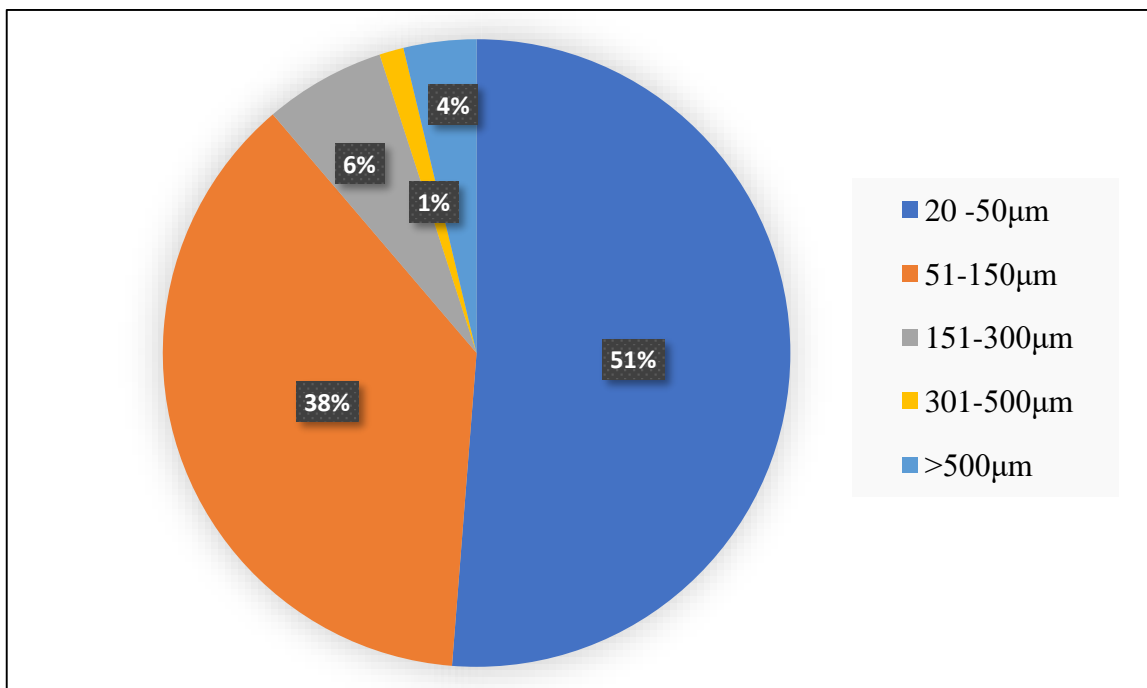


Hình 3.6 Biểu đồ phân trăm lượng hạt vi nhựa dựa theo kích thước tại khu vực Côtô

Tương tự hai vị trí đã nghiên cứu, kích thước vi nhựa chủ yếu được phát hiện $< 150 \mu\text{m}$. Nhóm kích thước từ $20 - 50 \mu\text{m}$ với 26 hạt được phát hiện chiếm 33% tổng số hạt được phát hiện. Số lượng hạt phát hiện trong nhóm kích thước từ $50 - 150 \mu\text{m}$ là 33 hạt chiếm 43%. Tiếp theo là nhóm hạt có kích thước từ $151 - 300 \mu\text{m}$ phát hiện được 12 hạt chiếm 16%. Cuối cùng là hai nhóm kích thước từ $301 - 500 \mu\text{m}$ và $> 500 \mu\text{m}$ có tỷ lệ phần trăm lần lượt chiếm 3% và 4% tổng số hạt vi nhựa được phát hiện.

d. Sự phân bố kích cỡ hạt vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực Móng Cái

Giống như các vị trí còn lại, kích thước vi nhựa được phát hiện ở khu vực Móng Cái chủ yếu có kích thước nhỏ hơn $150 \mu\text{m}$. Kích thước hạt vi nhựa được phát hiện có chiều dài dao động trong khoảng từ $22,5 - 1269,6 \mu\text{m}$. Khoảng dao động kích thước vi nhựa được phát hiện ở vị trí này lớn hơn các vị trí còn lại. Cụ thể, kích thước vi nhựa lớn nhất ở Móng Cái gấp hai lần so với kích thước vi nhựa lớn nhất được phát hiện ở Hạ Long và Vân Đồn và gấp 1,5 lần so với kích thước vi nhựa lớn nhất ở Côtô. Số lượng hạt vi nhựa chia theo nhóm kích thước được biểu diễn ở Hình 3.7 dưới đây.



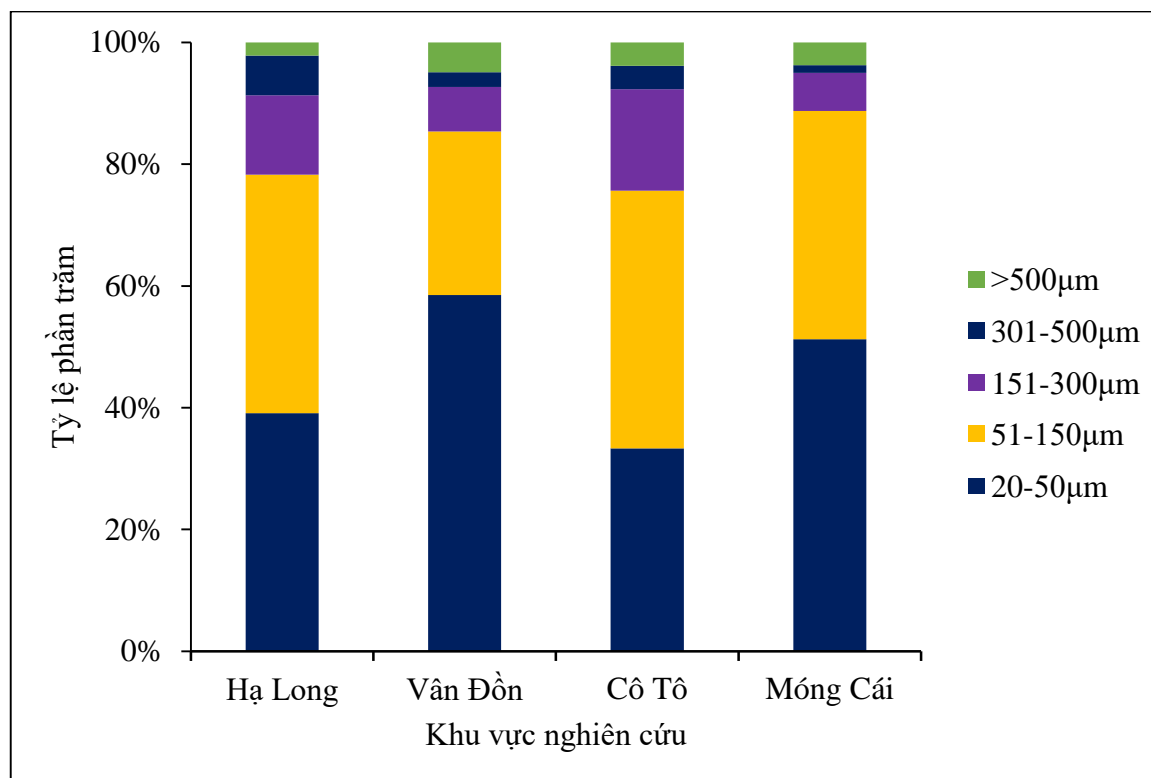
Hình 3.7 Biểu đồ phần trăm lượng hạt vi nhựa dựa theo kích thước tại khu vực Móng Cái

Nhóm vi nhựa có kích thước từ 20 – 50 µm có 41 hạt chiếm 51% tổng số hạt nhựa phát hiện được trong 15 cá thể vẹm. Tiếp đến là nhóm vi nhựa có kích thước từ 51 - 150µm với 30 hạt chiếm 38%. Các nhóm còn lại bao gồm nhóm có kích thước từ 151 – 300 µm, 301 – 500 µm và > 500 µm lần lượt chiếm 6%, 1% và 4%. Bởi số lượng hạt vi nhựa được phát hiện ở Móng Cái lớn hơn so với các vị trí nghiên cứu còn lại nên phát hiện ra hạt vi nhựa có kích thước lớn hơn là hoàn toàn có cơ sở. Nhìn chung, qua 4 vị trí nghiên cứu thì có thể biết được rằng vi nhựa chủ yếu có kích thước < 150 µm và kích thước vi nhựa ít xuất hiện là nhóm vi nhựa có kích thước > 300 µm.

e. Sự phân bố kích cỡ hạt vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực tỉnh Quảng Ninh

Kết quả sự phân bố kích thước hạt vi nhựa trên toàn khu vực tỉnh Quảng Ninh là kết quả được tổng gộp từ 4 vị trí nghiên cứu bao gồm Hạ Long, Vân Đồn, Cô Tô và Móng Cái. Kích thước vi nhựa được phát hiện dao động trong khoảng từ 22,5 – 1269,6 µm. Kích thước hạt vi nhựa được phát hiện lớn nhất trong khoảng từ 20 – 50 µm chiếm 43,6% tổng số hạt vi nhựa. Tiếp theo là nhóm vi nhựa có kích thước từ 51 – 150 µm chiếm 33,8% tổng số hạt. Các nhóm từ 150 - 300 µm; 301 - 500 µm và >500 µm tương ứng chiếm 10,8%;

3,2% và 3,6%. Số lượng hạt vi nhựa trong nhóm từ 301 - 500 μm có tỷ lệ phát hiện thấp nhất. Kết quả được minh họa trên Hình 3.8.



Hình 3.8 Tỷ lệ phần trăm kích thước vi nhựa tại các vị trí nghiên cứu

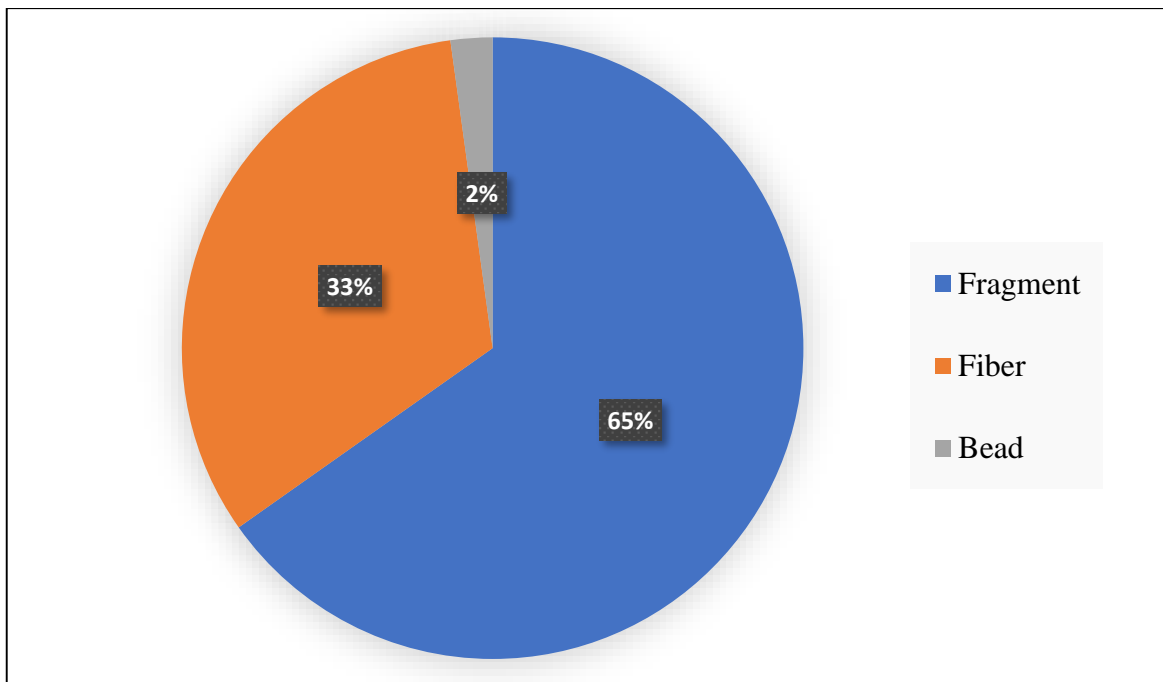
Kết quả kích thước vi nhựa trong vẹm của đề tài khá tương đồng với nghiên cứu gần đây về vi nhựa trong vẹm xanh tại Giao Thủy - Nam Định, Quy Nhơn – Bình Định và Huế thì kích thước hạt vi nhựa nhỏ hơn 1000 μm chiếm gần 80% tổng số hạt nhựa được phát hiện [41]. Kích thước hạt vi nhựa được phát hiện trong vẹm xanh tại Quảng Ninh xấp xỉ bằng với kích thước hạt vi nhựa được phát hiện trong vẹm xanh ở Hồng Kông [39]. Kích thước vi nhựa trong vẹm xanh ở Hồng Kông được phát hiện dao động từ khoảng 40 – 1000 μm . Theo nghiên cứu đã được công bố thì kích thước vi nhựa trong vẹm xanh của đề tài đã phát hiện có biên độ dao động xấp xỉ với kích thước vi nhựa được phát hiện trong các mẫu hàu ở Vịnh Đà Nẵng từ 22,4 – 1318,8 μm [42]. Mặc dù có sự chênh lệch về kích thước nhưng chủ yếu các vi nhựa được phát hiện có kích thước nhỏ hơn 1000 μm . Điều này góp phần tăng cường độ tin cậy của số liệu đã được phân tích về kích thước của vi nhựa trong vẹm xanh ở Quảng Ninh.

Trên thực tế, trong quá trình ăn lọc vẹm xanh sẽ hút nước biển vào cơ thể. Trong đó bao gồm có cả chất dinh dưỡng và các hạt vi nhựa lẫn vào. Mặc dù có quá trình nhả nước trở lại môi trường nhưng chúng không thể loại bỏ hết các hạt nhựa nhỏ ra khỏi cơ thể. Bởi kích thước cơ thể chúng khá nhỏ bởi vậy những hạt vi nhựa có kích thước từ 2000 μm đến 5000 μm sẽ rất khó có thể bị hút vào cơ thể của vẹm xanh. Một số kết quả nghiên cứu đã chỉ ra vẫn có những vi nhựa có kích thước lớn trong khoảng từ 2000 μm đến 5000 μm xuất hiện, thậm chí nhựa có kích thước lớn 5000 μm , nhưng cần xem xét đến yếu tố thời gian sống của vẹm. Trong nghiên cứu này vẹm được lấy có kích thước từ 6 đến 9 cm đây là giai đoạn đang phát triển. Bởi vậy do kích thước của vẹm nhỏ nên việc không phát hiện được những vi nhựa có kích thước lớn là hoàn toàn hợp lí.

3.2.3. Đánh giá hình dạng vi nhựa trong vẹm xanh tại các khu vực nghiên cứu

a. Hình dạng vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực Hạ Long

Tại khu vực nghiên cứu Hạ Long có ba loại hình dạng vi nhựa đã được tìm thấy là sợi, mảnh và hạt. Phần trăm hình dạng vi nhựa đã được phát hiện trong vẹm xanh được biểu diễn trong Hình 3.9 dưới đây.

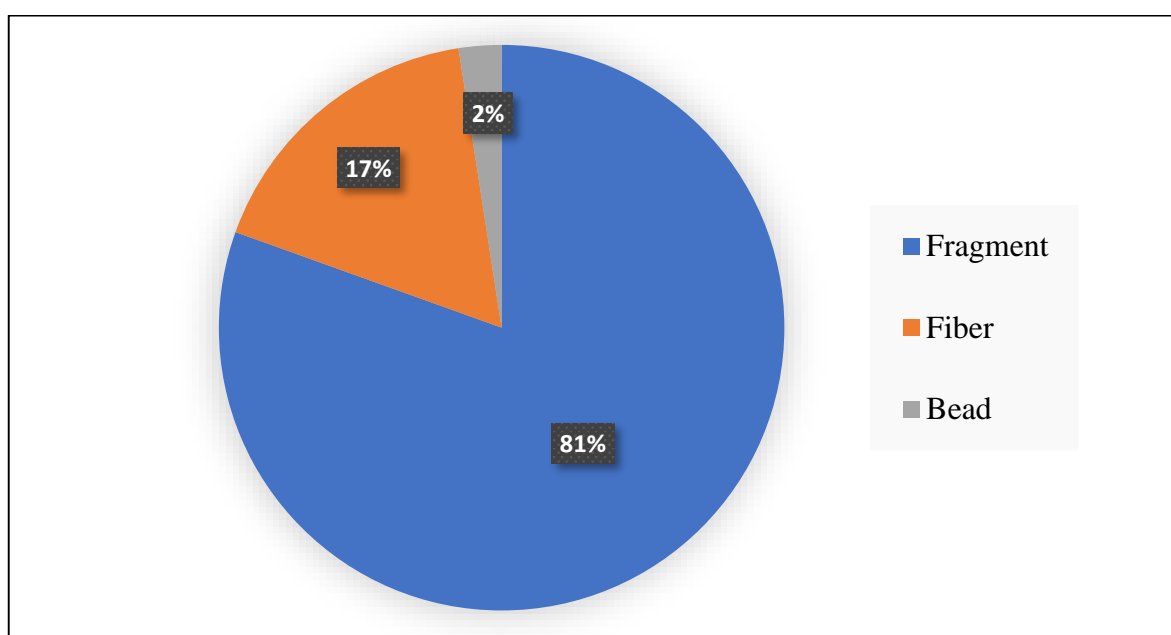


Hình 3.9 Biểu đồ tỉ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa tại Hạ Long

Trong tổng số 46 hạt vi nhựa được tìm thấy trong 15 cá thể vẹm xanh ở Hạ Long, số lượng vi nhựa dạng mảnh (fragment) được tìm thấy là 30 hạt chiếm 65%. Tiếp đến là vi nhựa dạng sợi (fiber) 15 hạt chiếm 33%. Cuối cùng là vi nhựa dạng hạt (bead) có 1 hạt chiếm 2%.

b. Hình dạng vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực Vân Đồn

Tương tự kết quả tại khu vực Hạ Long, có ba loại hình dạng vi nhựa được tìm. Tỷ lệ phần trăm các loại hạt vi nhựa xuất hiện được biểu diễn trong Hình 3.10.

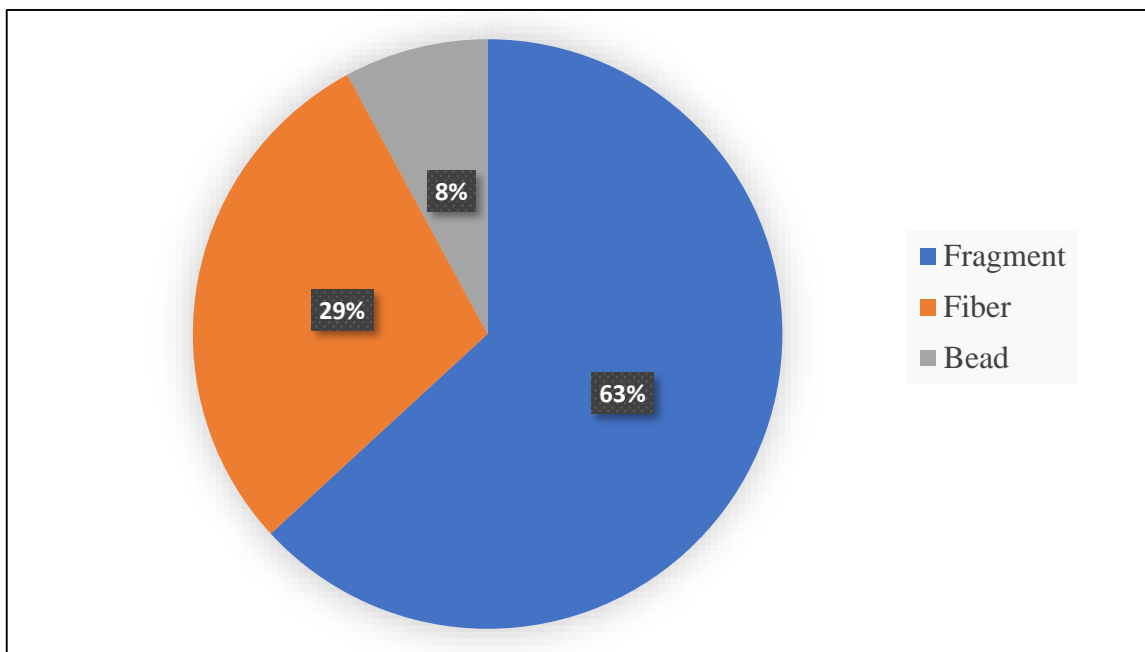


Hình 3.10 Biểu đồ tỷ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa tại Vân Đồn

Trong số 41 hạt vi nhựa được tìm thấy, vi nhựa dạng mảnh được phát hiện có 33 hạt chiếm 81% tổng số hạt vi nhựa được tìm thấy. Vi nhựa dạng sợi phát hiện được 7 hạt chiếm 17% và cuối cùng là vi nhựa dạng hạt được phát hiện tương tự khu vực Hạ Long là 1 hạt chiếm 2%.

c. Hình dạng vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực Cô Tô

Tương tự với các kết quả của hai khu vực đã phân tích, hình dạng các loại vi nhựa được tìm thấy là mảnh, sợi và hạt. Tỷ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa được phát hiện tại khu vực Cô Tô được biểu diễn trong Hình 3.11.

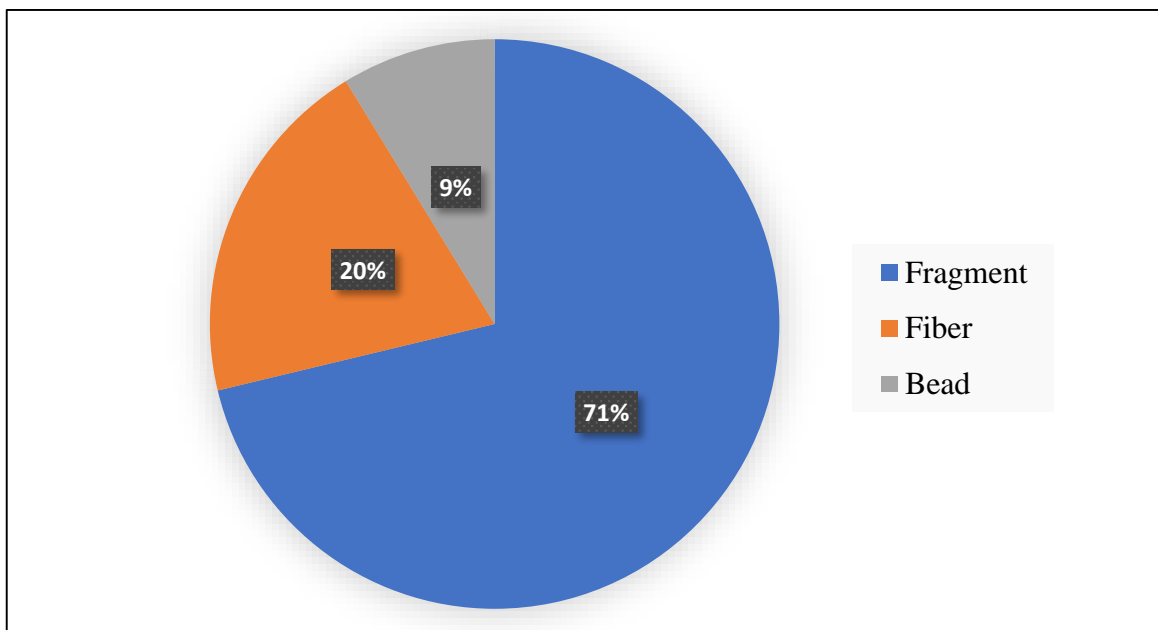


Hình 3.11 Biểu đồ tỉ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa tại Cô Tô

Vi nhựa dạng mảnh vẫn là hình dạng được phát hiện nhiều nhất với số lượng phát hiện được là 48 hạt chiếm 63%. Tiếp đến là vi nhựa dạng sợi chiếm 29% và cuối cùng là vi nhựa dạng hạt chiếm 8%.

d. Hình dạng vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực Móng Cái

Kết quả phân tích hình dạng vi nhựa ở Móng Cái được biểu diễn trong Hình 3.12.

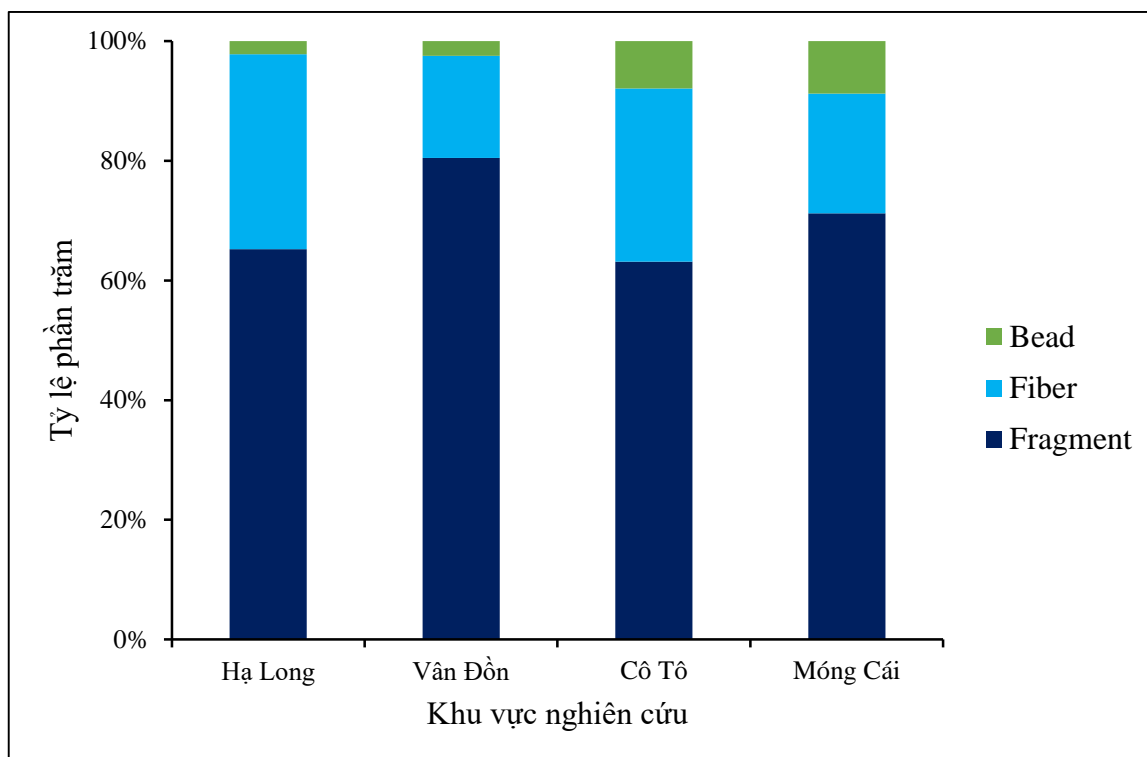


Hình 3.12 Biểu đồ tỉ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa tại Móng Cái

Trong 15 cá thể vẹm xanh ở Móng Cái phát hiện được 57 hạt vi nhựa dạng mảnh chiếm 71% tổng số hạt. Sau đó là vi nhựa dạng sợi có 16 hạt chiếm 20% và cuối cùng là vi nhựa dạng hạt có 7 hạt chiếm 9%.

e. Hình dạng vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực tỉnh Quảng Ninh

Trong nghiên cứu này vi nhựa dưới dạng mảnh được phát hiện nhiều nhất sau đó đến dạng sợi và cuối cùng là dạng hạt. Các mảnh vi nhựa có thể được hình thành qua quá trình phân mảnh của túi nhựa hoặc các bao bì. Vi nhựa dạng mảnh trong nghiên cứu này chiếm 69,14% tổng số hạt vi nhựa phát hiện được tại tỉnh Quảng Ninh, dạng sợi chiếm 24,69% và dạng hạt chiếm 6,17%. Tại các vị trí lấy mẫu, tỷ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa được miêu tả ở Hình 3.13 dưới đây.



Hình 3.13 Tỷ lệ phần trăm hình dạng vi nhựa xuất hiện trong vẹm xanh tại các khu vực nghiên cứu

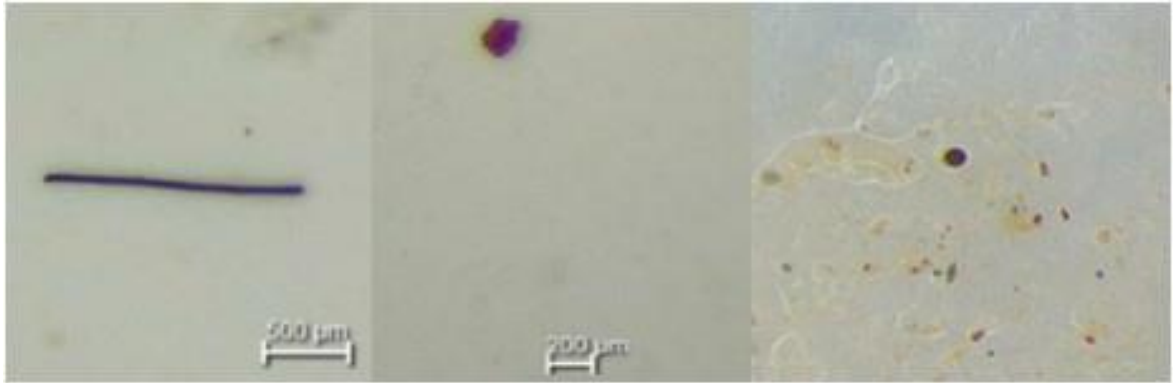
Nhìn chung, tại tất cả các vị trí phân trăm vi nhựa dạng mảnh đều chiếm đa số rồi đến vi nhựa dạng sợi và cuối cùng là dạng hạt. Phần trăm vi nhựa dạng mảnh tại các vùng đa phần đều chiếm hơn 60% tổng số hạt nhựa được tìm thấy ở mỗi vùng, như Vân Đồn phần trăm vi nhựa dạng sợi chiếm tới 80%. Phần trăm vi nhựa dạng sợi chiếm thấp nhất ở Vân Đồn khoảng 17% và cao nhất ở Hạ Long là 32,6%. Tại khu vực nghiên cứu phần trăm vi nhựa dạng hạt đều nhỏ hơn 10%.

Một số nghiên cứu cùng đối tượng vẹm xanh như Hewawasam cùng với cộng sự đã công bố rằng hình dạng vi nhựa chủ yếu trong nghiên cứu là dạng mảnh chiếm 75,4 % và dạng sợi chiếm 24,6%. Oanh và cộng sự đã phát hiện vi nhựa dạng mảnh trong vẹm ở Giao Thủy chiếm hơn 60%. Ngoài ra một số nghiên cứu ở các loài hai mảnh khác như hào Thái Bình Dương, vi nhựa dạng mảnh chiếm tới 73,71%; dạng sợi chiếm 25,84% và dạng hạt chỉ chiếm 0,45% theo Mạnh và cộng sự [42]. Cho và cộng sự thông qua nghiên cứu đánh giá 4 loài động vật hai mảnh bao gồm: hào (*Crassostrea gigas*), trai (*Mytilus edulis*),

ngao Manila (*Tapes philippinarum*) và sò điệp (*Patinopecten yessoensis*) cũng cho kết quả vi nhựa dạng mảnh chiếm tới 76% và 24% còn lại là dạng sợi [47].

Trên thực tế, tình trạng ô nhiễm tại các khu vực tiếp giáp biển ở Việt Nam đang diễn ra rất nghiêm trọng và chưa có những định hướng và giải pháp rõ ràng cho sự ô nhiễm nhựa hay vi nhựa ở các vùng biển. Rác thải nhựa không được xử lý, vớt trực tiếp ra biển và theo thời gian chúng bị phân mảnh thành các mảnh nhựa nhỏ. Một số các loại nhựa được sử dụng làm vật liệu tiếp xúc với nước biển cũng thải ra môi trường một lượng vi nhựa đáng kể. Các loại nhựa qua các quá trình ma sát, vật lý và phản ứng hóa học sản sinh ra vi nhựa trong đại dương. Việc phân mảnh như vậy rất dễ tạo ra những hạt vi nhựa dạng mảnh. Bởi vậy, theo kết quả nghiên cứu đã chỉ ra số lượng hạt vi nhựa dạng mảnh chiếm phần lớn vi nhựa được phát hiện là hoàn toàn hợp lý. Vi nhựa dạng sợi được tìm thấy đáng kể qua kết quả nghiên cứu. Nguồn gốc vi nhựa có dạng sợi là từ các hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt hoặc các hệ thống nước thải xả thải trực tiếp ra môi trường biển. Trong các hệ thống xử lý nước thải chỉ có những rác thải lớn hoặc những mảnh nhựa lớn được loại bỏ bởi song chắn rác. Vi nhựa dạng sợi chủ yếu từ các sản phẩm quần áo may mặc được làm từ các loại polymer có nguồn gốc từ nhựa. Một số khu vực nước thải không qua hệ thống xử lý xả thẳng vào môi trường cũng là một trong những nguồn gây ô nhiễm vi nhựa rất lớn. Từ các thực trạng ô nhiễm như hiện nay thì việc tìm thấy các hạt vi nhựa dạng mảnh và sợi là hoàn toàn chính xác.

Các mẫu vi nhựa dưới kính hiển vi soi nổi Leica LED3000 SLI đã cho thấy hình dạng của vi nhựa trong vẹm xanh. Các loại hình dạng vi nhựa được tìm thấy bao gồm 3 loại: Sợi, mảnh và hạt. Một số hình ảnh hình ảnh vi nhựa được tìm thấy trong vẹm xanh được thể hiện ở các Hình 3.14 dưới đây.

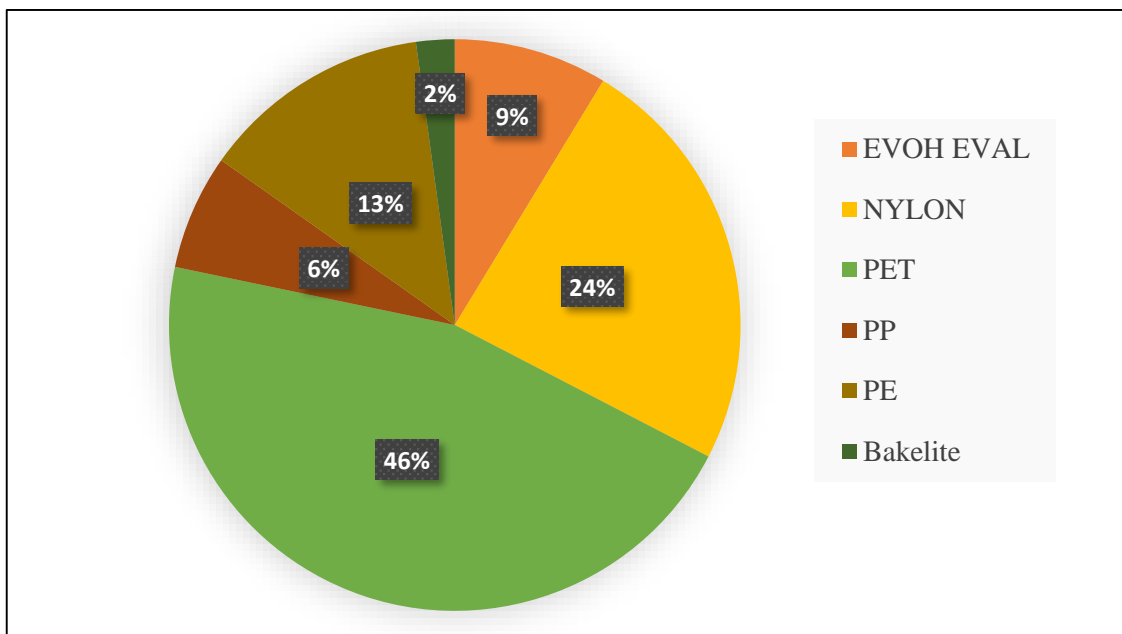


Hình 3.14 Hình dạng vi nhựa được tìm thấy trong các mẫu vi nhựa

3.2.4. Đánh giá chủng loại vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực nghiên cứu

a. Chủng loại vi nhựa trong vẹm xanh tại khu vực Hạ Long

Thành phần polymer được phát hiện trong 15 cá thể vẹm xanh ở khu vực Hạ Long bao gồm polyethylene terephthalate (PET), EVOH EVAL, nylon, polypropylene (PP), polyethylene (PE) và bakelite. Tỷ lệ phần trăm các loại polymer phát hiện được thể hiện trong Hình 3.15. Đây là các loại polymer được sản xuất trong các sản phẩm nhựa phổ biến trong các vật dụng sinh hoạt trong tiêu dùng hằng ngày và trong các vật liệu nhựa công nghiệp. Ví dụ như PET sử dụng sản xuất các vỏ chai đựng nước; nylon trong các vật liệu túi sách, bao gói đồ đạc; PE là vật liệu sản xuất quần áo, các vỏ nhựa của các thiết bị điện tử, lớp xe; EVOH EVAL thành phần chính trong sản xuất các màng bọc.... Bên cạnh đó nhựa bakelite cũng được tìm thấy trong các mẫu tại khu vực nghiên cứu, thành phần này được sử dụng để sản xuất những thiết bị điện cơ, điện khí có yêu cầu cao về tính năng cơ học và những linh kiện có kết cấu cách của ngành điện. Điều này đã chỉ ra cho thấy các hoạt động trên bờ đã có dấu hiệu ảnh hưởng rất lớn tới môi trường và hệ sinh thái trên khu vực nghiên cứu, bằng chứng là những năm gần đây việc mở rộng đô thị của thành phố Hạ Long và khu vực Bãi Cháy cũng như các hoạt động du lịch phát triển rất nhanh tại Quảng Ninh đã phần nào gây ảnh hưởng không nhỏ tới hệ sinh thái Vịnh Hạ Long, trong đó có vẹm xanh.

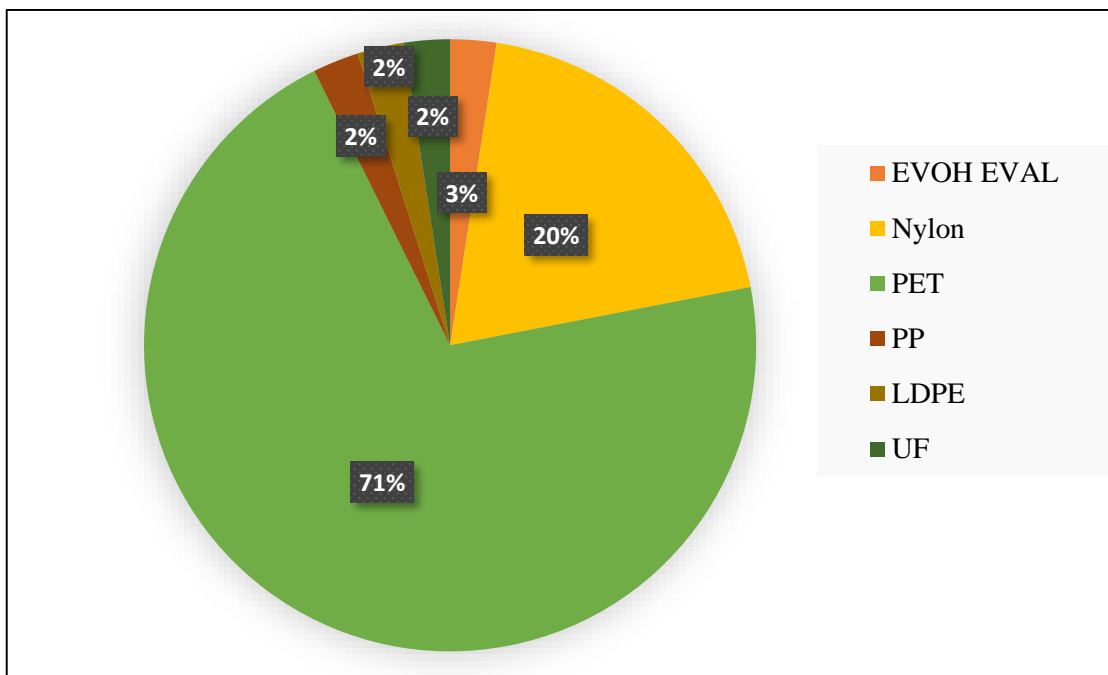


Hình 3.15 Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vụn xanh tại Hạ Long

PET là loại vi nhựa được tìm thấy nhiều nhất trong 6 loại nhựa được phát hiện ở Hạ Long. Số lượng hạt PET trong 15 cá thể vụn xanh là 21 hạt, chiếm 46% tổng số hạt nhựa được phát hiện ở Hạ Long. Tiếp đến là nylon, phát hiện được 11 hạt chiếm 24%. Còn lại số hạt vi nhựa PE, EVOH EVAL, PP và bakelite được phát hiện tương ứng là 6,4,3 và 1 hạt.

b. Chủng loại vi nhựa trong vụn xanh tại khu vực Vân Đồn

Các loại vi nhựa được phát hiện trong mẫu vụn ở Vân Đồn được thể hiện trong Hình 3.16 dưới đây.

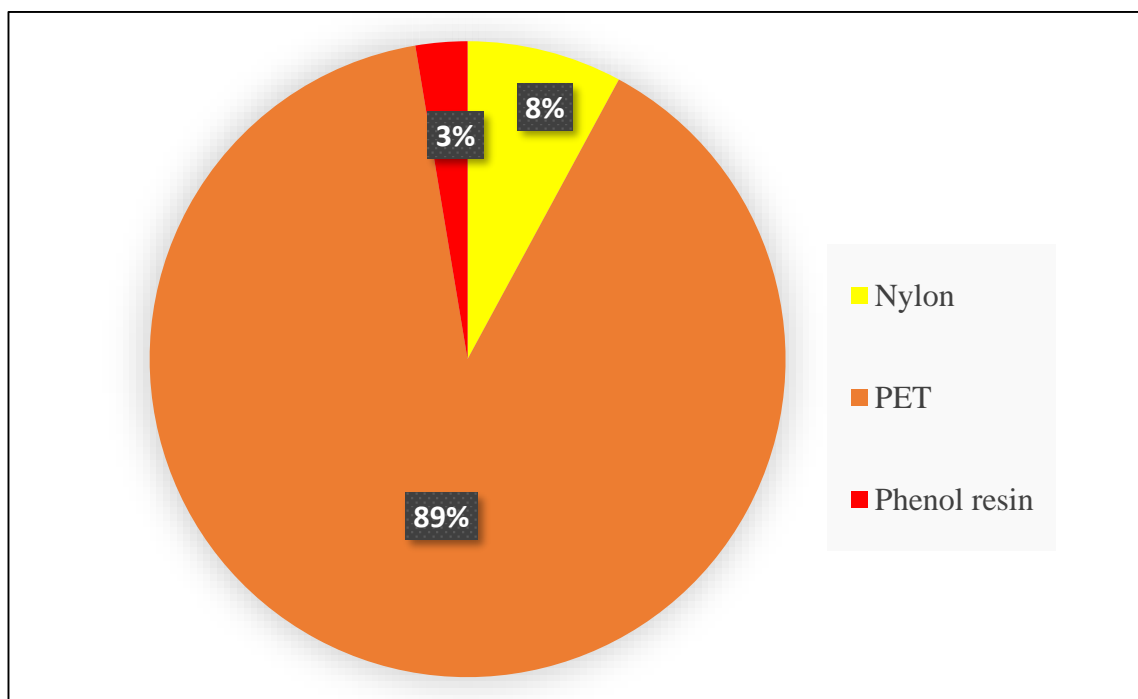


Hình 3.16 Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vụn xanh tại Vân Đồn

Tại khu vực nghiên cứu Vân Đồn đã phát hiện được 6 loại vi nhựa khác nhau. PET vẫn là loại nhựa được phát hiện nhiều nhất với 29 hạt chiếm 71% tổng số hạt vi nhựa được phát hiện trong 15 cá thể vụn xanh ở Vân Đồn. Tiếp đến là nylon chiếm 20% và còn lại là một số loại nhựa khác. Đáng chú ý phát hiện trong mẫu vụn được lấy từ khu vực Vân Đồn có sự xuất hiện của polymer urea-formanldehyde cond (UF) là những loại vật liệu sử dụng trong sản xuất bề mặt vật liệu cứng và bóng như lớp bồn vệ sinh. Bên cạnh đó nhựa low density polyethylene (LDPE) cũng đã được tìm thấy trong mẫu vụn đây là loại polymer được ứng dụng trong đời sống sinh hoạt hàng ngày, có rất nhiều vật dụng được làm từ nhựa LDPE như các loại lót sàn, bản lề cửa, các loại khay, hộp đựng thức ăn, nắp đậy, tay cầm, cán dao, kéo, đặc biệt là sản phẩm túi bóng, giỏ đựng đồ đi chơi, siêu thị...

c. Chủng loại vi nhựa trong vụn xanh tại khu vực Cô Tô

Mức độ phong phú chủng loại vi nhựa ở Cô Tô ít hơn so với hai vị trí đã phân tích là Hạ Long và Vân Đồn. Tại khu vực nghiên cứu Cô Tô chỉ xuất hiện 3 loại nhựa được thể hiện trong Hình 3.17 dưới đây.



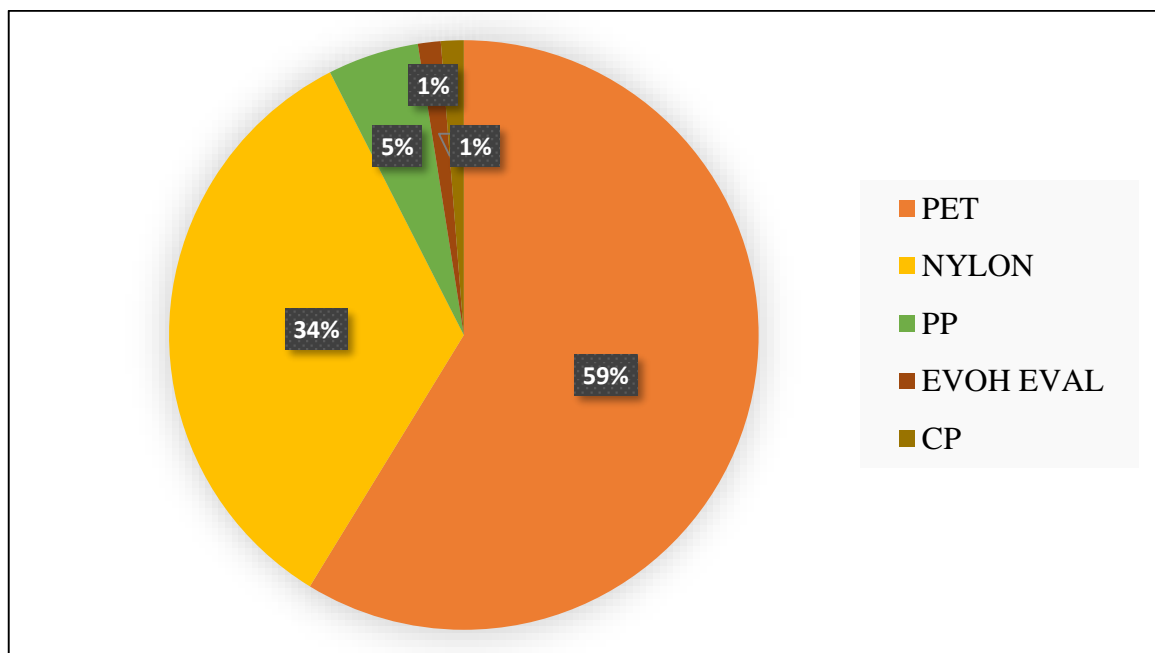
Hình 3.17 Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vụn xanh tại Côtô

Mức độ phong phú về loại vi nhựa được phát hiện khá thấp, chỉ có 3 loại nhựa được phát hiện và PET vẫn xuất hiện chủ yếu trong các mẫu vụn được phân tích. Kết quả này đã chỉ ra cho thấy có thể phần chai nhựa PET sử dụng trong sản xuất các loại nước đóng chai, can đựng nước..., Túi nylon cũng được sử dụng phổ biến tại địa điểm này nhiều hơn so với các polymer được tìm thấy trong mẫu thu tại khu vực Hạ Long, Vân Đồn. Ngoài ra tại khu vực Côtô có phát hiện ra một loại nhựa mới là phenol resin (PF). PF được biết đến là loại nhựa thương mại đầu tiên. Chúng được sử dụng để sản xuất các sản phẩm đúc như bóng bi-a, mặt bàn phòng thí nghiệm, làm chất phủ và chất kết dính. Sự xuất hiện của PF cho thấy các hạt vi nhựa được tìm thấy có nguồn gốc rất nhiều từ các vật dụng trên đất liền. Như vậy kết quả đã phản ánh rất thực chất về tỷ lệ về chủng loại, số lượng các polymer được tìm thấy đã phản ánh thực trạng môi trường của địa điểm lấy mẫu.

d. Chủng loại vi nhựa trong vụn xanh tại khu vực Móng Cái

Độ phong phú về các loại vi nhựa ở Móng Cái ở mức trung bình khi có 5 loại vi nhựa được phát hiện. Các loại vi nhựa được phát hiện chủ yếu vẫn là PET và nylon trong đó PET phát hiện được 47 hạt chiếm 59% tổng số loại nhựa

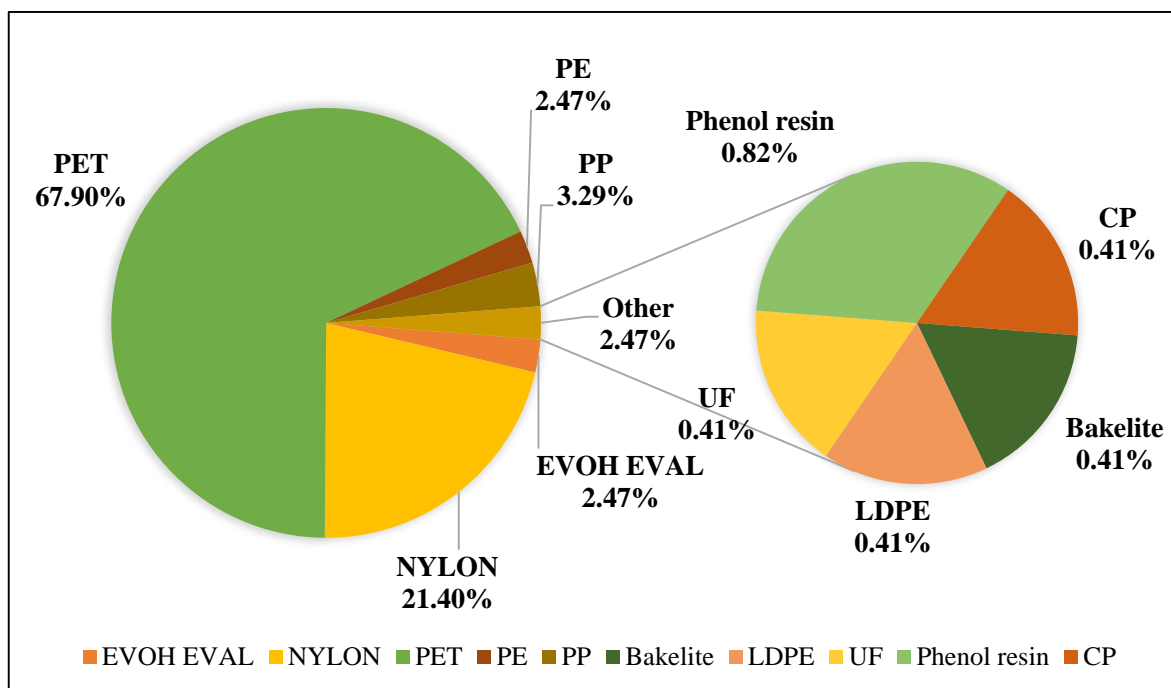
được phát hiện và nylon có 27 hạt chiếm 34%, còn lại là một số loại nhựa khác. Ở vị trí Móng Cái phát hiện được 1 loại vi nhựa khác so với các vị trí còn lại đó là cellophane (CP) một loại giấy bóng kính được sử dụng chủ yếu vào vật liệu đóng gói. Thông thường CP được tìm thấy trong các vật dụng thông thường như bọc thực phẩm, băng dính. Tỷ lệ phần trăm các loại nhựa được phát hiện trong vệt xanh ở Móng Cái được biểu diễn ở Hình 3.18 dưới đây.



Hình 3.18 Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vệt xanh tại Móng Cái

e. Các chủng loại vi nhựa trong vệt xanh tại khu vực tỉnh Quảng Ninh

Các chủng loại vi nhựa được phát hiện tại khu vực tỉnh Quảng Ninh là kết quả tổng hợp của các loại vi nhựa được tìm thấy ở 4 vị trí Hạ Long, Vân Đồn, Cô Tô và Móng Cái thuộc địa bàn tỉnh Quảng Ninh. Các kết quả tổng hợp các chủng loại vi nhựa được thể hiện trong Hình 3.19.



Hình 3.19 Tỷ lệ phần trăm chủng loại polymer phát hiện trong vẹm xanh tại tỉnh Quảng Ninh

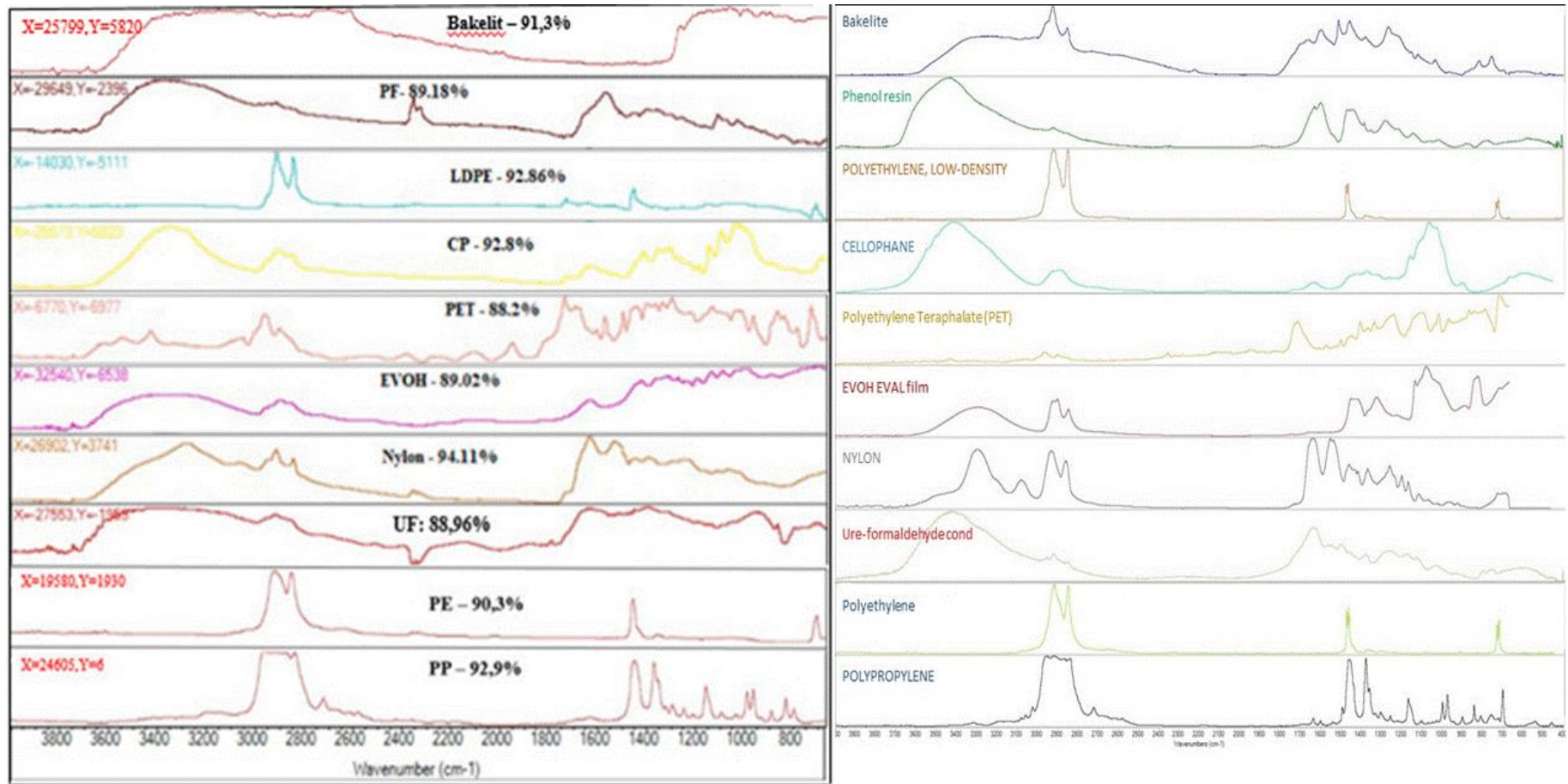
Chủng loại polymer được phát hiện nhiều nhất là polyethylene terephthalate (PET) là một loại nhựa được sử dụng khá phổ biến trong sinh hoạt hằng ngày như các loại chai nhựa hay mỹ phẩm chiếm tới 67,9% tổng số hạt vi nhựa được phát hiện. Tiếp đến nylon một loại nhựa cực kì phổ biến được sử dụng dưới dạng túi nylon chiếm 21,4% tổng số loại vi nhựa phát hiện được ở vùng biển Quảng Ninh. Một số loại nhựa khác cũng được phát hiện khá phổ biến như polypropylene (PP) chiếm 3,29%, polyethylene (PE) và EVOH EVAL bằng nhau với 2,47% còn lại là một số loại nhựa ít xuất hiện như cellophane (CP), lowdensity polyethylene (LDPE), bakelite, phenol resin và urea-formaldehyde (UF). So với một số tài liệu đã được nghiên cứu về loài hai mảnh vỏ bao gồm vẹm xanh của Oanh và cộng sự (2021) cũng phát hiện được có sự xuất hiện của PET và PP. Mạnh và cộng sự (2022) đã phát hiện ra 15 chủng loại polymers có trong loài hàu. Tất cả các loại nhựa được phát hiện trong nghiên cứu này đều xuất hiện trong hàu đã được nghiên cứu bởi Mạnh và cộng sự. Bản chất của các loài hai mảnh đa phần đều là ăn lọc. Bởi vậy sự trùng lặp giữa các loại vi nhựa phần nào cho thấy tính chính xác trong nghiên cứu.

Trên thế giới cũng có một số nghiên cứu về vẹm xanh và kết quả nghiên cứu cho thấy sự tương đồng về các loại polymer vi nhựa được phát hiện trong

vệ xanh. Theo Matthew và cộng sự (2021), kết quả nghiên cứu của họ cho thấy có sự xuất hiện của các loại vi nhựa như PET, PE và PP trong vệ xanh ở Hồng Kông. Hay Hewawasam và cộng sự (2021) đã nghiên cứu sự tích tụ vi nhựa trên vệ xanh ở Thái Lan. Kết quả thu được có sự xuất hiện của PET, PP và LDPE. Bởi vậy kết quả nghiên cứu về sự xuất hiện của các loại vi nhựa trong đề tài có tính chính xác cao.

Đối với thực trạng ô nhiễm rác thải trên đại dương như hiện nay việc tìm thấy chủng loại polymer như PET và nylon hoàn toàn phù hợp với thực trạng ô nhiễm hiện nay. PET một loại polymer được sử dụng rất phổ biến để làm chai nhựa uống nước, nylon được sử dụng làm vật liệu của các túi đựng, bao gói đồ dùng sinh hoạt hằng ngày. Nguyên nhân dẫn tới việc các loại vật dụng này tràn lan ra biển là do ý thức của người dân vùng ven biển còn chưa tốt, chưa ý thức được sự nguy hiểm của việc vứt bỏ rác thải trực tiếp ra đại dương. Bên cạnh đó với thể mạnh có đường bờ biển dài, Quảng Ninh đã tận dụng phát triển du lịch rất mạnh. Điều này cũng mang đến nơi đây những lượng du khách rất lớn làm tăng nhu cầu sử dụng các vật dụng có nguồn gốc từ PET và nylon như chai nước, túi đựng,... đóng góp không nhỏ vào việc gây ô nhiễm vi nhựa trong đại dương. Ngoài ra một số các chủng loại polymer khác cũng chứng minh được sự ảnh hưởng từ rác thải nhựa trên đất liền tới đại dương. Rất nhiều các loại polymer được ứng dụng trong rất nhiều các ngành công nghiệp khác nhau. Một vài loại vi nhựa được sản xuất như nguyên liệu thô của các ngành công nghiệp nhưng cũng có một số loại vi nhựa là sản phẩm từ quá trình phân mảnh, chu trình vật lý, phản ứng hóa sinh tạo ra điều này khẳng định chúng đã xuất hiện trong đại dương từ rất lâu.

Các kết quả đánh giá chủng loại vi nhựa được phân tích bằng kính hiển vi hồng ngoại Nicolet iN10MX bằng kỹ thuật FTIR. Các hình ảnh phổ của vi nhựa thu được trong các mẫu vệ xanh được so sánh với thư viện phổ vi nhựa gốc trong phần mềm ONMIC của kính hiển vi hồng ngoại. Ngân hàng thư viện phổ của kính hiển vi hồng ngoại Nicolet iN10MX được phân tích, nghiên cứu từ các chủng loại polymer gốc, tinh khiết bởi vậy kết quả chủng loại vi nhựa thu được từ kính hiển vi hồng ngoại Nicolet iN10MX có độ chính xác cao. Hình ảnh phổ các chủng loại polymer thu được từ quá trình nghiên cứu được so sánh với thư viện phổ gốc polymer trong Hình 3.20 dưới đây.



Hình 3.20 Hình ảnh phổ hạt vi nhựa thu được và hình ảnh phổ thư viện vi nhựa gốc

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Nghiên cứu đã chỉ ra các kết quả phát hiện sự tích tụ vi nhựa trong các mẫu vẹm của từng khu vực lấy mẫu như Hạ Long, Vân Đồn, Cô Tô, Móng Cái nói riêng và trên toàn khu vực nghiên cứu của tỉnh Quảng Ninh nói chung. Các kết quả cho thấy, mật độ vi nhựa trung bình tại khu vực nghiên cứu tỉnh Quảng Ninh là $4,05 \pm 3,06$ hạt/con và $0,67 \pm 0,61$ hạt/ g trọng lượng ướt. Kích thước vi nhựa được phát hiện dao động trong khoảng từ 22,5 – 1269,6 μm chủ yếu vi nhựa được tìm thấy có kích thước nhỏ hơn 150 μm trong các khu vực nghiên cứu.

Hình dạng vi nhựa được tìm thấy tại khu vực nghiên cứu tỉnh Quảng Ninh là dạng mảnh chiếm ưu thế tới 69,14%, vi nhựa dạng sợi chiếm 24,69% và dạng hạt là ít nhất chiếm 6,17% trong các mẫu vẹm khảo sát.

Chủng loại vi nhựa được phát hiện trong các mẫu vẹm khu vực khảo sát rất đa dạng. Tổng cộng có 10 chủng loại polymers được tìm thấy trong đó phổ biến nhất là polyethylene terephthalate (PET) chiếm tới 68,03%, một loại vật liệu phổ biến để sản xuất chai lọ nhựa trên thị trường. Tiếp đến là chủng loại nylon được phát hiện khá phổ biến chiếm 21,31% trong vi nhựa tìm thấy tại các mẫu vẹm khu vực nghiên cứu. Ngoài ra, một số chủng loại polymer phổ biến khác như polypopylene (PP) chiếm 3,28%, EVAL và polyethylene (PE) chiếm 2,46% và một số loại nhựa khác đã được phát hiện bằng kỹ thuật FTIR.

Sự hoàn thiện trong phương pháp xử lý mẫu có thể được áp dụng trên các đối tượng hai mảnh vỏ khác hoặc các loài động vật thân mềm để đánh giá thêm về sự tích tụ của vi nhựa. Thông qua các vị trí sinh sống của các loài động vật khác nhau để có thể đưa ra các kết luận về sự xâm nhập của vi nhựa trong đại dương được toàn diện hơn.

Với sự đa dạng của các chủng loại polyme trong vẹm xanh đã nghiên cứu có thể tiềm tàng gây nhiều rủi ro cho sức khỏe con người khi sử dụng chúng là thực phẩm bởi quan hệ trong các chuỗi thức ăn và lưới thức ăn. Từ nghiên cứu đánh giá sự tích tụ vi nhựa trong vẹm xanh này định hướng tiếp tục mở rộng và nghiên cứu sâu hơn về các tác động tiêu cực của vi nhựa tới môi trường và độc

tính của vi nhựa trong môi trường, với sức khỏe con người không chỉ trong các loài vẹt xanh mà còn đối với các đối tượng hai mảnh vỏ.

Kiến nghị

Tiếp tục mở rộng, nghiên cứu chuyên sâu về sự tích tụ của động vật hai mảnh vỏ nói riêng và một số loài thủy sản làm thực phẩm cho con người nói chung. Nghiên cứu chuyên sâu hơn mối liên hệ giữa mật độ vi nhựa trong vẹt với môi trường sống của chúng. Tăng cường nghiên cứu đánh giá về nguồn gốc của vi nhựa và các tác nhân tạo ra vi nhựa trong môi trường nước, không khí và đất. Ngoài ra có thể hướng tới nghiên cứu thêm về khả năng gây độc của vi nhựa tới môi trường sinh vật và sức khỏe con người.

Một số giải pháp có thể áp dụng nhằm giảm thiểu ô nhiễm vi nhựa:

- Các cơ quan có thẩm quyền cần định hướng rõ ràng hướng xử lý rác thải hạn chế tình trạng rác thải bị vớt bừa bãi ra môi trường. Cần có những chế tài xử lý nặng đối với những trường hợp cố tình xả rác bừa bãi.

- Đối với các hệ thống xử lý nước thải, ngoài song chắn rác để loại bỏ những rác thải có kích thước lớn. Có thể tạo thêm các màng lọc có kích thước lỗ micro để lọc lại vi nhựa trước khi thải ra môi trường.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

Trong quá trình thực hiện đề tài, tác giả đã tham gia nghiên cứu, xây dựng và thực hiện hai công trình nghiên cứu liên quan đến vi nhựa trong động vật hai mảnh vỏ. Trong đó có một bài báo đã được đăng và một bài báo đã được chấp nhận đăng. Các bài báo, chứng nhận được đăng bài được trình bày ở phần phụ lục I.

1. Bài báo đã được đăng

Do Van Manh, Dang Thi Thom, Le Xuan Thanh Thao, Nguyen Duy Thanh, **Duong Tuan Manh**, Pham Hung Viet, 2021, “Microplastics accumulation in pacific oysters from Danang Bay, Vietnam”, Vietnam Journal of Science and Technology, Vol. 60 (3), 499-512.

2. Bài báo được chấp nhận đăng

Nguyen Duy Thanh, Vo Anh Thu, Dang Thi Thom, **Duong Tuan Manh**, Pham Minh Tuan, Le Xuan Thanh Thao, Vu Dinh Ngo, Trinh Van Tuyen, Do Van Manh, 2022, “Investgation of microplastics existence in mussel (*Perna viridis*) from Ha Long Bay, Viet Nam”, Vietnam Journal of Science and Technology.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Zhao, Shiye, J. Evan Ward, Meghan Danley, and Tracy J. Mincer, 2018. “Field-Based Evidence for Microplastic in Marine Aggregates and Mussels: Implications for Trophic Transfer.” *Environmental Science & Technology* 52 (19): 11038–48. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b03467>.
- [2] Zhao, Shiye, J. Evan Ward, Meghan Danley, and Tracy J. Mincer, 2018. “Field-Based Evidence for Microplastic in Marine Aggregates and Mussels: Implications for Trophic Transfer.” *Environmental Science & Technology* 52 (19): 11038–48. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b03467>.
- [3] Lusher, Amy, 2015. “Microplastics in the Marine Environment: Distribution, Interactions and Effects.” In *Marine Anthropogenic Litter*, edited by Melanie Bergmann, Lars Gutow, and Michael Klages, 245–307. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_10.
- [4] Nelms, Sarah E., Tamara S. Galloway, Brendan J. Godley, Dan S. Jarvis, and Penelope K. Lindeque, 2018. “Investigating Microplastic Trophic Transfer in Marine Top Predators.” *Environmental Pollution* 238 (July): 999–1007. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.016>.
- [5] Luís Gabriel Antão Barboza, A. Dick Vethaak, Beatriz R.B.O. Lavorante, Anne-Katrine Lundebye, and Lúcia Guilhermino, 2018. “Marine Microplastic Debris: An Emerging Issue for Food Security, Food Safety and Human Health” 133: 336–248. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047>.
- [6] Noël J. Diepens, and Albert A. Koelmans, 2018. “Accumulation of Plastic Debris and Associated Contaminants in Aquatic Food Webs.” *Environ. Sci. Technol.* 52 (15): 8510–20. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02515>.
- [7] Santillo, David, Kathryn Miller, and Paul Johnston, 2017. “Microplastics as Contaminants in Commercially Important Seafood Species: Microplastics in Seafood.” *Integrated Environmental Assessment and Management* 13 (3): 516–21. <https://doi.org/10.1002/ieam.1909>.

- [8] Waring, R.H., R.M. Harris, and S.C. Mitchell, 2018. “Plastic Contamination of the Food Chain: A Threat to Human Health?” *Maturitas* 115 (September): 64–68. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.06.010>.
- [9] Campanale, Massarelli, Savino, Locaputo, and Uricchio, 2020. “A Detailed Review Study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (4): 1212. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041212>.
- [10] J. B. and H. B. Arthur C, 2009. “Effects and Fate of Microplastic Marine Debris”, in Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence.
- [11] A. D. Maynard, 2016, “Nanotechnology: A research strategy for addressing risk”, Woodrow Wilson Int, Cetit. Sch. p. 43.
- [12] Reddy, M. Srinivasa, Shaik Basha, S. Adimurthy, and G. Ramachandraiah, 2006. “Description of the Small Plastics Fragments in Marine Sediments along the Alang-Sosiya Ship-Breaking Yard, India.” *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 68 (3–4): 656–60. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.03.018>.
- [13] A. Oladejo, “Analysis of microplastics and their removal from water,” 2017.
- [14] Karlsson, Therese M., Lars Arneborg, Göran Broström, Bethanie Carney Almroth, Lena Gipperth, and Martin Hassellöv, 2018. “The Unaccountability Case of Plastic Pellet Pollution.” *Marine Pollution Bulletin* 129 (1): 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.041>.
- [15] Gouin T, Avalos J, Brunning I, Brzuska K, de Graaf J, Kaumanns T, Koning T, Meyberg M, Rettinger K, Schlatter H, Thomas J, van Welie R, Wolf T, 2015 “Use of micro-plastic beads in cosmetic products in Europe and their estimated emissions to the North Sea environment”. *SOFW-J* 141:1–33
- [16] Wang T, Li BJ, Zou XQ, Wang Y, Li YL, Xu YJ, Mao LJ, Zhang CC, Yu WW, 2019. “Emission of primary microplastics in mainland China: invisible but not negligible”. *Water Res* 162 (1):214–224. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.06.042>

- [17] Sundt P, Syversen F, Skogesal O, Schulze P, 2016, “Primary microplastic pollution: measures and reduction potentials in Norway”. Norwegian Environment Agency
- [18] Xanthos, Dirk, and Tony R. Walker, 2017. “International Policies to Reduce Plastic Marine Pollution from Single-Use Plastics (Plastic Bags and Microbeads): A Review.” *Marine Pollution Bulletin* 118 (1–2): 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.048>.
- [19] Andrady AL, 2003, “Plastics and the environment”, *Paper Film Foil Converter* 51:23–30. [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(97\)00256-9](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(97)00256-9)
- [20] Yang, Huirong, Guanglong Chen, and Jun Wang, 2021. “Microplastics in the Marine Environment: Sources, Fates, Impacts and Microbial Degradation.” *Toxics* 9 (2): 41. <https://doi.org/10.3390/toxics9020041>.
- [21] L. Lahens et al., 2018, “Macroplastic and microplastic contamination assessment of a tropical river (Saigon River, Vietnam) transversed by a developing megacity,” *Environ. Pollut.*, vol. 236, pp. 661–671.
- [22] H. Phú, H. T. N. Hân, N. L. N. Thảo, Đ. V. Đông, and T. G. Hân, 2021, “Nghiên cứu mức độ ô nhiễm vi nhựa trong nước và trầm tích sông Sài Gòn–Đồng Nai,” *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, vol. 731, pp. 69–81.
- [23] N. T. Nguyen, N. T. T. Nhon, H. T. N. Hai, N. D. T. Chi, and T. T. Hien, 2022, “Characteristics of Microplastics and Their Affiliated PAHs in Surface Water in Ho Chi Minh City, Vietnam,” *Polymers (Basel)*, vol. 14, no. 12, p. 2450.
- [24] D. T. Nghi, Đ. H. Ngọc, K. L. T. Chung, E. Strady, and B. T. M. Huyền, 2020 “Đánh giá ô nhiễm microplastic trong môi trường cửa sông Bạch Đằng thuộc hệ thống sông Hồng Việt Nam,” vol. 140–146, p. 58(6E12).
- [25] P. N. Nam et al., 2022, “Initial survey on microplastic waste in coastal water in Nam Dinh,” *Vietnam J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 22, no. 2.
- [26] Q. A. Tran-Nguyen, T. B. H. Vu, Q. T. Nguyen, H. N. Y. Nguyen, T. M. Le, and M. Trinh-Dang, 2022, “Urban drainage channels as microplastics

pollution hotspots in developing areas: A case study in Da Nang, Vietnam,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 175, p. 113323.

[27] L. V. Dũng et al., 2020, “Nghiên cứu phương pháp xác định hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích bãi triều ven biển, áp dụng thử nghiệm tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa,” *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, vol. 715, pp. 1–12.

[28] T. T. Hien, N. T. T. Nhon, V. T. M. Thu, and N. T. Nguyen, 2020 “The Distribution of Microplastics in Beach Sand in Tien Giang Province and Vung Tau City, Vietnam.,” *J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 52, no. 2.

[29] L. Su et al., 2019, “The occurrence of microplastic in specific organs in commercially caught fishes from coast and estuary area of east China,” *J. Hazard. Mater.*, vol. 365, pp. 716–724.

[30] Q. A. T. Nguyen, H. N. Y. Nguyen, E. Strady, Q. T. Nguyen, and M. Trinh-Dang, “Characteristics of microplastics in shoreline sediments from a tropical and urbanized beach (Da Nang, Vietnam),” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 161, p. 111768, 2020.

[31] Emilyn Q. Espiritu, Erwin P. Enriquez, Sophia Angeli SN. Dayrit, Annabel Soledad O. Coronel, Natasha Sophia C. Paz, Pilar Isabel L. Ronquillo, Virgil Christian G. Castillo, 2019. “Assessment of Quantity and Qualit of Microplastics in the Sediments, Waters, Oysters, and Selected Fish Species in Key Sites Along the Bombong Estuary and the Coastal Waters of Ticalan in San Juan, Batangas”, *Philippine Journal of Science* 148 (4): 789-801.

[32] Liao, Chun-Pei, Ching-Chun Chiu, and Hsiang-Wen Huang. 2021. “Assessment of Microplastics in Oysters in Coastal Areas of Taiwan.” *Environmental Pollution* 286 (October): 117437. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117437>.

[33] Jahan, Sayka, Vladimir Strezov, Haftom Weldekidan, Ravinder Kumar, Tao Kan, Samuel Asumadu Sarkodie, Jing He, Behnam Dastjerdi, and Scott P. Wilson. 2019. “Interrelationship of Microplastic Pollution in Sediments and Oysters in a Seaport Environment of the Eastern Coast of Australia.” *Science*

of *The Total Environment* 695 (December): 133924.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133924>.

[34] Vieira, Khauê Silva, José Antônio Baptista Neto, Miriam Araujo Carlos Crapez, Christine Gaylarde, Bruno da Silva Pierri, Miguel Saldaña-Serrano, Afonso Celso Dias Bainy, Diego José Nogueira, and Estefan Monteiro Fonseca. 2021. “Occurrence of Microplastics and Heavy Metals Accumulation in Native Oysters *Crassostrea Gasar* in the Paranaguá Estuarine System, Brazil.” *Marine Pollution Bulletin* 166 (May): 112225.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112225>.

[35] Garth A. Covernton, Brenna Collicutt, Helen J. Gurney-Smith, Christopher M. Pearce, John F. Dower, Peter S. Ross, Sarah E. Dudas, 2019, “Microplastics in bivalves and their habitat in relation to shellfish aquaculture proximity in coastal British Columbia, Canada”, *Aquaculture Environment Interactions* Vol. 11: 357–374, <https://doi.org/10.3354/aei00316>.

[36] Phuong, Nam Ngoc, Laurence Poirier, Quoc Tuan Pham, Fabienne Lagarde, and Aurore Zalouk-Vergnoux. 2018. “Factors Influencing the Microplastic Contamination of Bivalves from the French Atlantic Coast: Location, Season and/or Mode of Life?” *Marine Pollution Bulletin* 129 (2): 664–74. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.054>.

[37] Hewawasam Udumullage Erangi Imasha, Sandhya Babel, 2021, “Microplastics Contamination in Commercial Green Mussels from Selected Wet Markets in Thailand”, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 81(3):449-459. doi: 10.1007/s00244-021-00886-4.

[38] Ramli, Khusnul Yaqin, Nita Rukminasari, 2021, “Kontaminasi mikroplastik pada kerang hijau *Perna viridis* di Perairan Pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan, Indonesia” *Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, Vol. 5 No. 1: 1-5, <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisle.5.1.1-5>.

[39] Leung, Matthew Ming-Lok, Yuen-Wa Ho, Elizaldy Acebu Maboloc, Cheng-Hao Lee, Youji Wang, Menghong Hu, Siu-Gin Cheung, and James Kar-Hei Fang. 2021. “Determination of Microplastics in the Edible Green-Lipped Mussel *Perna Viridis* Using an Automated Mapping Technique of Raman

Microspectroscopy.” *Journal of Hazardous Materials* 420 (October): 126541.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126541>.

[40] Phuong Ngoc Nam, Pham Quoc Tuan, Duong Thi Thuy, Le Thi Phuong Quynh, Frederic Amiard, 2019, “Contamination of microplastic in bivalve: first evaluation in Vietnam”, *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 41(3), 252-258, Doi: 10.15625/0866-7187/41/3/13925.

[41] Doan Thi Oanh, Thi Thuy Duong, Nguyen Thi Nhu Huong, Hoang Thi Quynh, Vu Thi Nguyet, Phuong Ngoc Nam, Pham Quoc Tuan, Ngo Thi Xuan Thinh, Bui Huyen Thuong, Thi Phuong Quynh Le, 2021, “Efficiency assessment of microplastic extraction from green mussel *Perna viridis* Linnaeus”, *Academia Journal of Biology* 43(4):55-66.

[42] Do Van Manh, Dang Thi Thom, Le Xuan Thanh Thao, Nguyen Duy Thanh, Duong Tuan Manh, Pham Hung Viet, 2021, “Microplastics accumulation in pacific oysters from Danang Bay, Vietnam”, *Vietnam Journal of Science and Technology*, Vol. 60 (3), 499-512.

[43] Van Manh Do, Thi Thom Dang, Xuan Thanh Thao Le, Duy Thanh Nguyen, Thi Vi Phung, Dinh Ngo Vu, Hung Viet Pham, 2022, “Abundance of microplastics in cultured oysters (*Crassostrea gigas*) from Danang Bay of Vietnam”, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 180.

[44] L. T. V. N. Dương Thanh An, Nguyễn Thùy Anh, Bùi Thị Thu Hiền, “Ô nhiễm vi nhựa: Nghiên cứu điển hình tại Việt Nam và kinh nghiệm quốc tế,” Nhà xuất bản Giao thông vận tải, 2021.

[45] Teng, J., Wang, Q., Ran, W., Wu, D., Liu, Y., Sun, S., Liu, H., Cao, R., Zhao, J., 2019, “Microplastic in cultured oysters from different coastal areas of China”. *Sci. Total Environ.* 653, 1282–1292 .
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.057>.

[46] Munno, K., Helm, P.A., Jackson, D.A., Rochman, C., Sims, A., 2018, “Impacts of temperature and selected chemical digestion methods on microplastic particles”. *Environ. Toxicol. Chem.* 37, 91–98.
<https://doi.org/10.1002/etc.3935>.

[47] Cho, Y., Shim, W.J., Jang, M., Han, G.M., Hong, S.H., 2021, “Nationwide monitoring of microplastics in bivalves from the coastal environment of Korea” *Environ. Pollut.* 270, 116175 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116175>

PHỤ LỤC I

