

TỔNG QUAN CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ MẪU TRONG QUY TRÌNH PHÂN TÍCH VI NHỰA

Đến tòa soạn 08-03-2021

Lê Xuân Thanh Thảo, Huỳnh Đức Long, Đỗ Văn Mạnh

Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Nguyễn Duy Thành, Đỗ Văn Mạnh

Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

SUMMARY

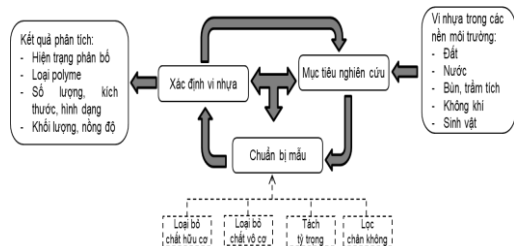
OVERVIEW OF PRETREATMENT METHOD FOR MICROPLASTIC ANALYSIS PROCESS

Nowaday, microplastic pollution is an emerging problem in the field of environmental protection, so the construction and standardization of processes for analyzing the presence of microplastics in environmental components such as soil, water, airborne and biota are necessary. The pretreatment step of analysing microplastics process in order to eliminate the presence and effect of inorganic and organic substances on the analysis results and separate the microplastics based on the density difference. This article will focus on briefly introducing sample processing methods in microplastic analysis to provide reference information for microplastic analysis studies in Vietnam.

Keywords: microplastics, analytical, organic matter.

1. MỞ ĐẦU

Các nghiên cứu đầu tiên liên quan đến ô nhiễm vi nhựa trong đại dương xuất hiện vào những năm 1970 và kể từ đó, sự quan tâm đến chủ đề này đã tăng lên nhanh chóng [1-4]. Thuật ngữ “vi nhựa” được định nghĩa theo nhiều cách khác nhau, nhưng đa số đều thống nhất theo quan điểm chúng có kích thước bé hơn 5 mm [1, 5-7]. Hình 1 trình bày về mối liên hệ trong quy trình phân tích vi nhựa và mục tiêu nghiên cứu.



Hình 1. Mối liên hệ trong quy trình phân tích và mục tiêu nghiên cứu về vi nhựa

Khó khăn trong việc đánh giá vi nhựa trong môi trường nằm ở việc phân biệt vi nhựa với các vật chất hữu cơ (CHC) và vô cơ, ví dụ như các hạt cát và phù sa, hay là các màng sinh học, mảnh vụn thực vật và động vật [8]. Ngay cả với sự ra đời của các phương pháp phân tích hiện đại như quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) và quang phổ Raman, các chất này vẫn có thể cản trở việc phát hiện vi nhựa hoặc ít nhất là làm tăng đáng kể sai số. Tuy nhiên cho đến nay, chưa có một phương pháp chuẩn bị mẫu nào cho quy trình phân tích vi nhựa được chuẩn hóa.

Bài báo này tập trung giới thiệu các phương pháp xử lý mẫu trong phân tích vi nhựa ở việc loại bỏ CHC và tách tỷ trọng. Chúng tôi sẽ không so sánh theo phương diện tốt hơn hay tốt nhất vì điều đó còn phụ thuộc vào mục tiêu, điều kiện, phạm vi nghiên cứu khác nhau.

2. THỰC NGHIỆM

Nghiên cứu được thực hiện dựa trên tổng hợp tài liệu về nghiên cứu phân tích vi nhựa trên các nền môi trường khác nhau như đất, nước, sinh vật, không khí. Tài liệu tham khảo sử dụng được trình bày ở danh mục Tài liệu tham khảo ở cuối bài, đã được tra cứu bằng các từ khóa: “Sample processing”; “Digestion methods”; “Organic matter removal”; “sample preparation”; “microplastics”; “density separation” trên các website uy tín như: <http://scholar.google.com/>;

<https://www.sciencedirect.com/>;

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>;

<https://www.researchgate.net/>. Nhóm tác giả ưu tiên tham khảo các tài liệu được công bố trong 5 năm gần đây, nhằm đánh giá được chính xác hiện trạng nghiên cứu. Ngoài ra, nghiên cứu cũng sử dụng thêm phương pháp phân tích và tổng hợp dựa trên những dữ liệu thu thập được để đánh giá.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

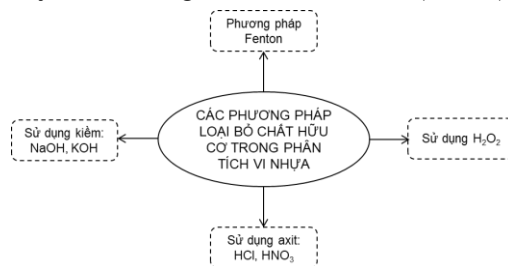
3.1. Các thông số được sử dụng trong giám sát vi nhựa

Mục tiêu quan trọng khi phân tích các hạt vi nhựa (MPs) trong các mẫu môi trường là xác định kích thước và độ phong phú [9-11]. Các bước xử lý mẫu trong quy trình phân tích có thể hòa tan, giảm kích thước hoặc mất mát các hạt MPs trong một phạm vi kích thước nhất định. Điều này sẽ ảnh hưởng đến kết luận của các nghiên cứu. Hơn nữa, việc xác định các loại polyme của MPs cũng là mục tiêu trong quá trình giám sát vi nhựa và thường liên quan đến các sắc ký đồ từ thiết bị sắc ký khí khối phổ (GC-MS), hoặc pic phổ từ thiết bị FTIR. Nếu phương pháp xử lý không đúng có thể gây nhiễu đến kết quả thu được. Do đó, điều quan trọng khi lựa chọn phương pháp xử lý mẫu là không làm thay đổi kích thước của các hạt được khảo sát, cũng như không can thiệp vào việc định danh chúng.

Thông thường, vật chất vô cơ thường được tách khỏi vi nhựa dựa trên sự khác biệt về tỷ trọng. Đa số vi nhựa có tỷ trọng gần với tỷ

trọng của nước ($0,83 - 1,1 \text{ g/cm}^3$), trong khi hầu hết các thành phần vô cơ có mật độ cao hơn. Sử dụng các dung dịch muối bão hòa, chẳng hạn như NaCl ($d=1,2 \text{ g/cm}^3$) hoặc NaI ($d= 1,8 \text{ g/cm}^3$) có thể phân tách được nhựa và các chất vô cơ dựa trên sự khác biệt về mật độ tương ứng của chúng [12, 13].

Tuy nhiên, CHC có tỷ trọng tương tự như MPs không thể phân tách dựa trên sự khác biệt về mật độ [13, 14]. Do đó, các CHC, như chất rắn sinh học, nước thải, trầm tích, cần được xử lý thông qua các quy trình phân hủy hóa học như oxy hóa, sử dụng kiềm hoặc axit [13] (Hình 2).



Hình 2. Các phương pháp loại bỏ CHC trong phân tích vi nhựa

Đáng lưu ý rằng, việc sử dụng thuốc thử hóa học mạnh có thể vô tình ảnh hưởng đến đặc tính của MPs được phân tích [12, 15]. Cho đến nay, chưa có một phương pháp chuẩn bị mẫu nào cho quy trình phân tích MPs được chuẩn hóa. Đây là một trong những các yếu tố hạn chế khả năng giám sát MPs trong môi trường [12].

3.2. Các phương pháp loại bỏ chất hữu cơ trong quy trình phân tích vi nhựa

a. Sử dụng hydro peroxit (H_2O_2)

Đây là phương pháp loại bỏ CHC phổ biến, thông qua cơ chế oxy hóa, được sử dụng trong các điều kiện và các nồng độ khác nhau (15 - 35%), nhiệt độ (lên đến 70°C) và thời gian phản ứng (từ vài giờ đến vài ngày) [12, 16-19]. Bảng 1 tóm tắt các quy trình sử dụng H_2O_2 trong các nghiên cứu vi nhựa và những tác động lên CHC cũng như polyme [12, 16-19]. Nhìn chung, có thể nhận thấy rằng H_2O_2 có khả năng phân hủy hiệu quả CHC và ít tác động polyme khi sử dụng nhiệt độ thấp (tối đa 60°C).

Bảng 1. Tổng hợp các quy trình sử dụng H₂O₂ khác nhau trong các nghiên cứu vi nhựa

Quy trình	Môi trường	MPs	Hiệu quả loại bỏ CHC	Ảnh hưởng đến MPs
Tách tỷ trọng và H ₂ O ₂ (15%) [13]: 50°C, qua đêm (~12h)	Cá	PE, PS	Hiệu suất thu hồi vi nhựa: 95%	Không ảnh hưởng
H ₂ O ₂ (30%) [9]: 60°C, 24/12h hoặc 70°C, 24/12h	Bùn và đất	PP, LDPE, PC, HDPE, PS, PMMA, NY66, PET	80% với bùn và 96% với đất	Phân hủy: NY666, PS, PP ở 70°C, phân hủy ít hơn ở 60°C
H ₂ O ₂ (30%) [13]: 55°C, 7 ngày	Cá	PE, PS	Hiệu suất thu hồi vi nhựa: 70%	Không báo cáo
H ₂ O ₂ (30%) [14]: nhiệt độ phòng, 7 ngày	Trầm tích ven biển	PVC, PET, PA, ABS, PC, PP, HPDE PUR, LDPE, LLDPE,	50% và đổi màu cho phần vật chất còn lại	Đổi màu hoặc phân hủy: PA, PC, PP, PET, LLDPE, PVC, PUR, LDPE
H ₂ O ₂ (30%) và tách tỷ trọng [15]: 70°C, 12h	Bùn	PE	Hiệu suất thu hồi vi nhựa: 78%	Không ảnh hưởng
H ₂ O ₂ (35%) [16]: 50°C, 96h	Cá	LDPE, PVC, HDPE, PP, PS, PET, NY6, NY66	98%	Đổi màu PET và mất màu NY6 và NY66
H ₂ O ₂ (35%) [14]: Nhiệt độ phòng, 7 ngày	Trầm tích ven biển	PVC, PP, PE, LDPE, EPS HDPE, PET, PUR, PS, PC, PA, ABS,	92% và gây mất màu	Giảm kích thước của PP và PE

b. Phản ứng Fenton

Phản ứng Fenton là một giải pháp khả thi thay thế cho H₂O₂, vì nó cần thời gian phản ứng ngắn hơn [20, 21]. Tương tự như H₂O₂, phản ứng Fenton đã được áp dụng trong các điều kiện khác nhau. Thời gian phản ứng được sử dụng thay đổi từ 20 phút đến 24 giờ, tùy thuộc vào các quy trình [21-23]. Trong phản ứng Fenton, các gốc hydroxyl sinh ra sẽ oxy hóa hầu hết các chất hữu cơ tự nhiên thành axit cacboxylic, andehit, CO₂ và H₂O, nhưng chúng

không phân hủy vi nhựa. Các phản ứng xảy ra bao gồm: $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{HO}^\bullet + \text{OH}^-$ (1)
 $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{HOO}^\bullet + \text{H}^+$ (2)
 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HO}^\bullet + \text{HOO}^\bullet + \text{H}_2\text{O}$ (3)
 $\text{HOO}^\bullet + \text{RH} \rightarrow \text{ROH} + \text{RCOOH} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (4)
 Bảng 2 tóm tắt một số quy trình Fenton được sử dụng trong các nghiên cứu về MPs [12, 20, 21]. Kết quả cho thấy hệ Fenton có thể cung cấp khả năng phân hủy hiệu quả, đồng thời có ảnh hưởng tối thiểu đến vi nhựa khảo sát.

Bảng 2. Tổng hợp các quy trình sử dụng phản ứng Fenton trong các nghiên cứu vi nhựa

Quy trình	Môi trường	MPs	Hiệu quả loại bỏ CHC	Ảnh hưởng đến MPs
H ₂ O ₂ (30%) + 20 g/l FeSO ₄ .7H ₂ O ₂ 1:1 (v/v) [12]: <40°C, 20 phút	Bùn và đất	PP, LDPE, HDPE, PS, PET, NY66, PC, PMMA	87% với bùn và 107% với đất	Không có ảnh hưởng bất lợi
H ₂ O ₂ (30%) + 15 g/l FeSO ₄ .7H ₂ O ₂ 1:1 (v/v) [20]: 50°C, 1h	Mô động vật và thực vật	PE, PP, PS, PET, PVC, CA, PA	72,6% mô cá; 100% tảo; 26,3% gỗ lũa, 17,5% paraffin	Phân hủy CA
H ₂ O ₂ (30%) + 20 g/l FeSO ₄ .7H ₂ O ₂ (2:1 v/v) [21]: nhiệt độ phòng, 10 phút	Bùn	PE, PP, PVC, PA	Không đề cập	Không ảnh hưởng

c. Sử dụng axit

Phương pháp sử dụng axit HCl và HNO₃, đã được dùng để phân hủy các mẫu sinh học như mô cá [19, 24, 25]. Các nghiên cứu cho thấy một số polyme có phản ứng với axit nên chúng

có thể bị ảnh hưởng hoặc hòa tan trong quá trình xử lý [16, 17, 25-28]. Do đó, phương pháp này ít được lựa chọn để xử lý CHC trong quy trình phân tích.

Bảng 3. Tổng hợp các quy trình sử dụng axit trong các nghiên cứu vi nhựa

Quy trình	Môi trường	MPs	Hiệu quả loại bỏ CHC	Ảnh hưởng đến MPs
HCl (37%)[19]: 25°C, 96h	Cá	LDPE, PVC, HDPE, PP, PS, PET, NY6, NY66	>95%	Mất NY6 và NY66; nóng chảy và kết tủa PET
HCl (20%) [17]: nhiệt độ phòng, 7 ngày	Trầm tích ven biển	PVC, PET, PA, HDPE LDPE, ABS, PC, PUR, PP, LLDPE	Không loại bỏ hoàn toàn	Không báo cáo
HNO ₃ (35%) [28]: 60°C, qua đêm	Trai	PET, HDPE, PVC, PA	Loại bỏ hoàn toàn	Nóng chảy PET, HDPE, mất PA
HNO ₃ (55%)[24]: theo kích thước cá: nhiệt độ phòng, 3-10h /80°C, 10-20 phút	Cá	HDPE, PA, Nylon 6/9, PBT, PVC	Phân hủy cá hoàn toàn	Mất Nylon trong 24h,
HNO ₃ (65%)[26]: nhiệt độ phòng, qua đêm sau đó 60°C, 2h		LDPE, HDPE, PP, NY12, PS	Không kiểm tra được	Nóng chảy NY12
HNO ₃ (69%)[19]: 25°C, 96h	Cá	LDPE, HDPE, PP, PS, PET, PVC, NY6, NY66	>95%	Mất NY6, NY66. Nóng chảy: LDPE, HDPE, PP. Thu hồi PVC 69%. Đổi màu của polyme khác
HNO ₃ (22.5 M) [25]: nhiệt độ phòng, qua đêm sau đó đun sôi trong 2h	Con trai	PS, PA	Phân hủy tốt mô sinh vật	Sợi PA 30 × 200 μm mất. Thu hồi 98% mảnh PA 100 × 400 μm; mảnh PS 30 và 10μm
HNO ₃ (22.5 M)[25]: 60°C, 1h sau đó 100°C, 1h	Con trai	PS, PA	Phân hủy được mô sinh vật	PS nóng chảy Mất PA
HNO ₃ (22.5 M) [16]: nhiệt độ phòng, qua đêm sau đó sôi trong 30 phút	Cá	PS, PE	Hiệu suất thu hồi vi nhựa: 4%	Mất hoàn toàn PS, PE

d. Sử dụng kiềm

Dung dịch kiềm như KOH và NaOH cũng thường được sử dụng cho các mẫu sinh học [17, 19, 26, 28-30]. Một số nghiên cứu cho thấy quá trình phân hủy bằng kiềm có thể gây

ra sự đổi màu hoặc làm hỏng các MPs được khảo sát, đặc biệt là NaOH [30, 31]. Bảng 4 tóm tắt một số quy trình sử dụng kiềm [12, 17, 19, 26, 28-31].

Bảng 4. Tổng hợp các quy trình sử dụng kiềm trong các nghiên cứu vi nhựa

Quy trình	Môi trường	MPs	Hiệu quả loại bỏ CHC	A/h đến MPs
NaOH (20, 30, 40, 50%) [17]: nhiệt độ phòng, 7 ngày	Trầm tích ven biển	PVC, PET, PA, ABS, PC, PUR, PP, LDPE, LLDPE, HPDE	Không loại bỏ hoàn toàn.	Không báo cáo
NaOH (1 M) [28]: 60°C, qua đêm	Con trai	PET, HDPE, PVC, PA	Phân hủy hoàn toàn và thu hồi vi nhựa 93%	Không ảnh hưởng
NaOH (10 M) [26]: 60°C, 24h		CA, HDPE, LDPE, NY6, NY12, PC, PET, PMMA, PP, PS, PSXL, PTFE, PUR, uPVC, EPS	Không kiểm tra được do nhựa chảy	Phân hủy CA, PC, PET
NaOH (10 M) [30]: 60°C, 24h	Động vật phù du	PS, PA, PET, PE, uPVC	91%	Giảm PA, PS, vón cục PE, ố vàng uPVC
NaOH (10 M) [31]: 60°C, 24h	Thực vật	PP, PE, PVC, PUR, PET, PS	Hầu như không	Phân hủy PET
NaOH (1, 10 M) [12]: 60°C, 24h	Bùn và đất	PP, LDPE, HDPE, PS, PET, NY66, PC, PMMA	Với bùn: 61% (1M); 67% (10M); Và đất: 68% (1 M); 65% (10 M)	Phân hủy PET, PC (nhiều hơn ở 10 M)
KOH (10%)[12]: 60°C, 24h	Bùn và đất	PP, LDPE, HDPE, PS, PET NY66, PC, PMMA	Bùn: 57%; Đất: 35%	Giảm 1 ít trọng lượng ở PC
KOH (10%)[19]: 25°C, 96 h hoặc 40°C, 48h hoặc 50°C, 36h hoặc 60°C, 24h	Cá	LDPE, HDPE, PP, PS, PET, PVC, NY6, NY66	>95% ở mọi nhiệt độ	ố vàng NY66; giảm PVC và hiệu suất thu hồi PET giảm ở nhiệt độ cao
KOH (10%) [26]: 0°C, 24 h	Trai, cua, cá	CA, HDPE, LDPE, NY6, NY12, PC, PET, PMMA, PP, PS, PSXL, PTFE, PUR, uPVC, EPS	>95%	Phân hủy CA
KOH (10%) [31]: 60°C, 24h	Thực vật	PP, PE, PVC, PUR, PET, PS	Không quan sát thấy	Không ảnh hưởng

e. Sử dụng enzym

Phương pháp xử lý bằng enzym có thể là một giải pháp thay thế cho việc phân hủy bằng hóa

học, đặc biệt là đối với các mô sinh học như từ cá hoặc sinh vật phù du [28, 30]. Tuy nhiên, phương pháp này đòi hỏi thời gian khá dài cho

sự phân hủy CHC. Ngoài ra, việc áp dụng quá trình phân hủy này có thể tốn kém hoặc có thể không đầy đủ, cần thêm các thuốc thử hóa học khác để phân hủy hoàn toàn [12]. Do đó, trong nghiên cứu này chúng tôi không đi sâu vào phương pháp này.

3.3. Các phương pháp tách tỷ trọng

Như đã trình bày ở mục 3.1, việc tách tỷ trọng là một khâu quan trọng cùng với việc loại bỏ CHC để thu hồi MPs có trong mẫu phân tích. Dựa trên sự chênh lệch tỷ trọng giữa MPs và dung dịch tách, các hạt vi nhựa sẽ nổi lên trên bề mặt dung dịch. Bảng 5 trình bày một số loại muối thường dùng trong tách tỷ trọng [32].

Bảng 5. Một số dung dịch muối để tách tỷ trọng [32]

Tên muối	Tỷ trọng (g/cm ³)
NaCl	1,0 - 1,2
ZnCl ₂	1,6 - 1,8
NaI	1,80

Dung dịch NaCl 20% có khối lượng riêng khoảng 1,0 - 1,2 g/cm³ được khuyến nghị sử dụng đối với các mẫu trầm tích do chi phí nhỏ và độc tính thấp [32]. Các polyme như PP (0,8 g/cm³) hoặc PA (1,13 g/cm³) có tỷ khối thấp hơn do đó có thể được tách ra [63]. Tuy nhiên, một số polyme có tỷ khối cao hơn (~1,4 g/cm³) như PVC hoặc PET [33] lại không tách ra được trong khi chúng chiếm gần 17% sản lượng nhựa thế giới [34]. Điều này dẫn đến việc đánh giá không đầy đủ được hiện trạng vi nhựa trong mẫu.

Một dung dịch tỷ trọng cao khác để tách nhựa là NaI (~1,8 g/cm³) [10]. Tuy nhiên, chất này rất đắt [32]. Đây là lý do tại sao Nuelle và cs [17] bắt đầu bằng việc tách NaCl để giảm khối lượng mẫu ban đầu, sau đó là quá trình tuyển nổi sử dụng NaI. Với hai bước này, lượng mẫu đã giảm đến 80% và do đó, cần ít NaI hơn. Kedzierski và cs [35] cho thấy có thể tái chế NaI với mức hao hụt 35,9% sau mười lần sử dụng. Claessens và cs [25] cũng giảm lượng

mẫu bằng cách sử dụng cột rửa giải, sau đó là tách tỷ trọng bằng NaI.

Dung dịch ZnCl₂ với tỷ khối là 1,6 - 1,8 g/cm³ được sử dụng để tách tất cả các loại nhựa. Tỷ lệ thu hồi của vi nhựa rất cao và nó không đắt lắm [32]. Coppock và cs [36] so sánh các dung dịch NaCl, NaI và ZnCl₂ về chi phí và hiệu quả và kết luận rằng ZnCl₂ là phương pháp hiệu quả nhất và ít tốn kém hơn. Tuy nhiên, chất này rất nguy hiểm và có tính ăn mòn [32]. Do đó, việc xử lý, tiêu hủy và tái chế cẩn thận là hoàn toàn cần thiết.

3.4. Lựa chọn phương pháp loại bỏ chất hữu cơ trong quy trình phân tích vi nhựa

Với những dữ liệu đã trình bày ở trên, có thể định hướng cho các nghiên cứu về vi nhựa để lựa chọn phương pháp xử lý phù hợp.

Hiệu quả của việc loại bỏ CHC phụ thuộc nhiều vào nền môi trường phân tích mẫu. Ví dụ như axit nitric (HNO₃) phân hủy các mô sinh vật, chủ yếu bao gồm protein, carbohydrate và chất béo [17, 24, 37]. Karami và cs, 2017 [19] cũng đã thử điều này với HNO₃ và HCl để phân hủy mô cá. Dung dịch kiềm, như KOH cũng mang lại kết quả tốt về tiêu hủy mô sinh vật ([17, 19, 26, 38-40]. Enders và cs, 2017 [41] tìm thấy hiệu suất cao nhất khi tác dụng KOH với NaClO (1: 1) trong mẫu dạ dày cá. Tuy nhiên, KOH hoặc NaOH ít hiệu quả hơn khi được áp dụng cho các mẫu nước và trầm tích, với các CHC thường có nguồn gốc từ thực vật (bao gồm lá, mảnh vụn gỗ và tảo) và /hoặc chứa các bộ phận của mai và vỏ [42]. Với nền mẫu này, việc sử dụng H₂O₂ hay phản ứng Fenton lại mang lại hiệu quả cao hơn.

Bảng 6 trình bày đặc điểm của các quy trình loại bỏ CHC.

Bảng 6. Ưu nhược điểm của các phương pháp loại bỏ CHC

Phương pháp	Môi trường	Ưu điểm	Nhược điểm
Axit: HCl, HNO ₃	Bùn, nước, sinh vật	HNO ₃ : hầu hết các CHC bị phá hủy	HNO ₃ : Có thể hòa tan PS và PE; HCl: phá hủy không hoàn toàn các CHC
Kiểm: NaOH	Bùn, nước, sinh vật	Hầu hết CHC bị phân hủy	1 số polyme bị phân hủy: PC, CA, PET; PVC
Kiểm: KOH	Bùn, nước, sinh vật	Hầu hết CHC bị phân hủy;	1 số polyme bị ảnh hưởng: CA, PVC, ; một số polyme bị đổi màu: NY
H ₂ O ₂	Bùn, nước, sinh vật	Hầu hết CHC bị phân hủy	Có ảnh hưởng đến polyme
Fenton	Bùn, nước, sinh vật	Hầu hết CHC bị phân hủy, thời gian phản ứng ngắn	Ít ảnh hưởng đến polyme
Enzym: lipase, cellulose, chitinase, protease,	Bùn, nước, sinh vật	Hầu hết CHC bị phân hủy, không nguy hại	Thời gian phản ứng dài, chi phí cao

Bảng 7 trình bày sự so sánh giữa 03 dung dịch muối thường được sử dụng trong quy trình phân tích vi nhựa.

Bảng 7. So sánh các dung dịch muối tách tỷ trọng [36]

Tiêu chí	NaCl	ZnCl ₂	NaI
Tỷ trọng	- Tối đa: 1.2 g/cm ³ ,	- Tỷ trọng lớn hơn NaCl: 1.3 - 1.5 g/cm ³	- Tỷ trọng cao, 1.8 g/cm ³
Chi phí	- Chi phí rẻ nhất: £ 4.17 /L	- So với NaI, ở tỷ trọng 1,5 g g/cm ³ , chi phí là £ 35,10/l (gấp 8,5 lần so với NaCl)	- Mật độ 1,5 g cm-3 lại có chi phí mắc nhất £ 172,95 /l (gấp 20,5 lần so với NaCl)

4. KẾT LUẬN

Tùy thuộc vào đối tượng mẫu, mục tiêu, phạm vi và điều kiện nghiên cứu, các nhà khoa học có thể lựa chọn cho mình quy trình xử lý mẫu nhằm loại bỏ CHC và tách tỷ trọng một cách phù hợp để đạt được mục đích xử lý có hiệu quả về tiêu chí kinh tế và đảm bảo không ảnh hưởng đến kết quả phân tích. Đây sẽ là cơ sở

để đưa ra các quy trình phân tích vi nhựa trong các nền môi trường khác nhau như đất, nước, không khí, sinh vật, ... Hi vọng đây sẽ là nguồn tài liệu hữu ích cho các độc giả.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin chân thành gửi lời cảm ơn đến Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã tạo mọi điều kiện để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. AJ Underwood, MG Chapman, and Mark Anthony Browne, *Some problems and practicalities in design and interpretation of samples of microplastic waste*. Analytical methods, 2017. **9**(9): p. 1332-1345.
2. Jenna R Jambeck, et al., *Plastic waste inputs from land into the ocean*. Science, 2015. **347**(6223): p. 768-771.
3. A Panebianco, et al., *First discoveries of microplastics in terrestrial snails*. Food Control, 2019. **106**: p. 106722.
4. Juliana A Ivar do Sul and Monica F Costa, *The present and future of microplastic pollution in the marine environment*. Environmental pollution, 2014. **185**: p. 352-364.
5. Nanna B Hartmann, et al., *Are we speaking the same language?*

Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris, 2019, ACS Publications.

6. PJ Kershaw and CM Rochman, *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment*. Reports and Studies-IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) Eng No. 93, 2015.
7. Ulrike Braun, et al., *Microplastics Analytics Sampling, Preparation and Detection Methods*, in *Discussion Paper, BMBF Research Focus "Plastics in the Environment"* 2018.
8. Natalia P Ivleva, Alexandra C Wiesheu, and Reinhard Niessner, *Microplastic in aquatic ecosystems*. Angewandte Chemie International Edition, 2017. **56**(7): p. 1720-1739.
9. Berit Gewert, et al., *Abundance and composition of near surface microplastics and plastic debris in the Stockholm Archipelago, Baltic Sea*. Marine pollution bulletin, 2017. **120**(1-2): p. 292-302.
10. Lisbeth Van Cauwenberghe, et al., *Microplastic pollution in deep-sea sediments*. Environmental pollution, 2013. **182**: p. 495-499.
11. Shiye Zhao, Lixin Zhu, and Daoji Li, *Microplastic in three urban estuaries, China*. Environmental pollution, 2015. **206**: p. 597-604.
12. Rachel R Hurley, et al., *Validation of a method for extracting microplastics from complex, organic-rich, environmental matrices*. Environmental science & technology, 2018. **52**(13): p. 7409-7417.
13. Alexander S Tagg, et al., *Identification and quantification of microplastics in wastewater using focal plane array-based reflectance micro-FT-IR imaging*. Analytical chemistry, 2015. **87**(12): p. 6032-6040.
14. A Dyachenko, J Mitchell, and N Arsem, *Extraction and identification of microplastic particles from secondary wastewater treatment plant (WWTP) effluent*. Analytical methods,

2017. **9**(9): p. 1412-1418.

15. Christian Schwaferts, et al., *Methods for the analysis of submicrometer-and nanoplastic particles in the environment*. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2019. **112**: p. 52-65.
16. Carlo Giacomo Avio, Stefania Gorbi, and Francesco Regoli, *Experimental development of a new protocol for extraction and characterization of microplastics in fish tissues: first observations in commercial species from Adriatic Sea*. Marine environmental research, 2015. **111**: p. 18-26.
17. Marie-Theres Nuelle, et al., *A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments*. Environmental pollution, 2014. **184**: p. 161-169.
18. Surya Sujathan, et al., *Heat and bleach: a cost-efficient method for extracting microplastics from return activated sludge*. Archives of environmental contamination and toxicology, 2017. **73**(4): p. 641-648.
19. Ali Karami, et al., *A high-performance protocol for extraction of microplastics in fish*. Science of the Total Environment, 2017. **578**: p. 485-494.
20. Joana C Prata, et al., *Identifying a quick and efficient method of removing organic matter without damaging microplastic samples*. Science of the Total Environment, 2019. **686**: p. 131-139.
21. AS Tagg, et al., *Fenton's reagent for the rapid and efficient isolation of microplastics from wastewater*. Chemical Communications, 2017. **53**(2): p. 372-375.
22. Hui Zhang, Heung Jin Choi, and Chin-Pao Huang, *Optimization of Fenton process for the treatment of landfill leachate*. Journal of Hazardous materials, 2005. **125**(1-3): p. 166-174.
23. Vanina Flotron, et al., *Removal of sorbed polycyclic aromatic hydrocarbons from soil, sludge and sediment samples using the Fenton's reagent process*. Chemosphere, 2005. **59**(10): p. 1427-1437.
24. Trishan Naidoo, Kimerra Goordiyal, and David Glassom, *Are Nitric Acid (HNO₃)*

- Digestions Efficient in Isolating Microplastics from Juvenile Fish?* Water, Air, & Soil Pollution, 2017. **228**(12): p. 1-11.
25. Michiel Claessens, et al., *New techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms*. Marine pollution bulletin, 2013. **70**(1-2): p. 227-233.
26. Alexandre Dehaut, et al., *Microplastics in seafood: Benchmark protocol for their extraction and characterization*. Environmental pollution, 2016. **215**: p. 223-233.
27. Teresa Rocha-Santos and Armando C Duarte, *A critical overview of the analytical approaches to the occurrence, the fate and the behavior of microplastics in the environment*. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2015. **65**: p. 47-53.
28. Ana I Catarino, et al., *Development and optimization of a standard method for extraction of microplastics in mussels by enzyme digestion of soft tissues*. Environmental toxicology and chemistry, 2017. **36**(4): p. 947-951.
29. Keenan Munno, et al., *Impacts of temperature and selected chemical digestion methods on microplastic particles*. Environmental toxicology and chemistry, 2018. **37**(1): p. 91-98.
30. Matthew Cole, et al., *Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms*. Scientific reports, 2014. **4**(1): p. 1-8.
31. Alicia Herrera, et al., *Novel methodology to isolate microplastics from vegetal-rich samples*. Marine pollution bulletin, 2018. **129**(1): p. 61-69.
32. João Frias, et al., *Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments*. Deliverable 4.2. 2018.
33. Hannes K Imhof, et al., *A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of aquatic environments*. Limnology and oceanography: methods, 2012. **10**(7): p. 524-537.
34. EPRO PlasticsEurope, *Plastics—the facts 2016. An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Plastics Europe, 2016.
35. Mikaël Kedzierski, et al., *Efficient microplastics extraction from sand. A cost effective methodology based on sodium iodide recycling*. Marine pollution bulletin, 2017. **115**(1-2): p. 120-129.
36. Rachel L Coppock, et al., *A small-scale, portable method for extracting microplastics from marine sediments*. Environmental pollution, 2017. **230**: p. 829-837.
37. AL Lusher, et al., *Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates*. Analytical methods, 2017. **9**(9): p. 1346-1360.
38. Edwin M Foekema, et al., *Plastic in north sea fish*. Environmental science & technology, 2013. **47**(15): p. 8818-8824.
39. France Collard, et al., *Detection of anthropogenic particles in fish stomachs: an isolation method adapted to identification by Raman spectroscopy*. Archives of environmental contamination and toxicology, 2015. **69**(3): p. 331-339.
40. Joana Correia Prata, et al., *Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: A critical review*. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2019. **110**: p. 150-159.
41. Kristina Enders, et al., *Extraction of microplastic from biota: recommended acidic digestion destroys common plastic polymers*. ICES Journal of Marine Science, 2017. **74**(1): p. 326-331.
42. Jiehan Duan, et al., *Development of a digestion method for determining microplastic pollution in vegetal-rich clayey mangrove sediments*. Science of the Total Environment, 2020. **707**: p. 136030.