



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003394

(51) **G01N 1/28; G01N 21/00**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00360

(22) 31/08/2021

(45) 25/12/2023 429

(43) 25/11/2021 404

(73) Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
Nhà A30, số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

(72) Đỗ Văn Mạnh (VN); Lê Xuân Thanh Thảo (VN).

(54) QUY TRÌNH PHÂN TÍCH VI NHỰA TRONG NƯỚC

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình phân tích vi nhựa trong mẫu nước bao gồm các bước:

(i) chuẩn bị mẫu cần phân tích bằng cách: đồng nhất và lọc mẫu để loại bỏ phần có kích thước lớn hơn 5000 μ m;

(ii) lấy thể tích mẫu cần phân tích;

(iii) xử lý hết chất hữu cơ trong mẫu cần phân tích bằng cách sử dụng các dung dịch natri dodecyl sulfat (SDS), biozym SE, biozym F, H₂O₂, FeSO₄;

(iv) gia nhiệt ở nhiệt độ không quá 60°C để giảm thể tích dung dịch còn không quá 25% thể tích ban đầu;

(v) tách tỷ trọng hỗn hợp theo phương pháp tuyền nổi lần lượt bằng dung dịch NaCl có tỷ trọng $d = 1,2$ g/ml và dung dịch NaI có tỷ trọng $d = 1,8$ g/ml để thu phần dung dịch chứa vi nhựa;

(vi) lọc chân không nhằm giữ lại các hạt vi nhựa trên giấy lọc thủy tinh kích thước lỗ lọc 0,7 μ m; và

(vii) xác định số lượng vi nhựa; chiều dài, hình dáng, kích thước và thành phần hóa học của vi nhựa.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực công nghệ hóa học môi trường, cụ thể là đề cập đến quy trình phân tích vi nhựa (microplastic) trong mẫu nước. Thông qua việc sử dụng các kỹ thuật loại bỏ chất hữu cơ, tách tỉ trọng, lọc chân không cùng với thiết bị kính hiển vi soi nổi và máy quang phổ hồng ngoại. Kết quả thu được là hàm lượng vi nhựa; tính chất vật lý của vi nhựa gồm số lượng, kích thước, hình dạng, màu sắc và tính chất hóa học là loại polyme của vi nhựa.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Ngày nay, ô nhiễm vi nhựa đang là một vấn đề môi trường thực sự đáng báo động. Dưới tác động của các quá trình vật lý, hóa học, sinh học, các mảnh nhựa bị phân hủy đến kích thước hiển vi ($< 5 \text{ mm}$) tạo nên vi nhựa (microplastic) với các kiểu hình dạng: dạng sợi, dạng mảnh, dạng hạt, v.v., rất nhỏ bé, khó có thể quan sát bằng mắt thường. Chất ô nhiễm vi nhựa có mặt trong mọi loại môi trường trên toàn thế giới, từ nước đến trầm tích, từ thành thị đến vùng sâu vùng xa (và từ lục địa đến đại dương. Tác động vi mô cũng đã được xác định rõ trong nhiều môi trường bao gồm không khí, đất, đại dương và nước. Trong số đó, vi nhựa trong môi trường nước đã gây lo ngại lớn trong cộng đồng khoa học do mối đe dọa tiềm tàng đáng kể đối với hệ sinh thái dưới nước và sức khỏe con người.

Sự có mặt vi nhựa trong môi trường nước là kết quả của các ô nhiễm có chứa thành phần rác thải vi nhựa từ lục địa, từ các loại chất thải có nguồn gốc từ nhựa xả xuống như hoạt động giao thông, đánh bắt hải sản và thậm chí là do ô nhiễm xuyên biên giới đưa vào. Nguồn vi nhựa này được cấu tạo từ các loại polyme khác nhau, một số loại có tỷ trọng lớn hơn nước sẽ chìm xuống đáy, bao gồm polyamit, polyester, poly vinyl clorua (PVC) và acrylic. Những loại khác nhẹ hơn nước và thường được tìm thấy nổi trên bề mặt, bao gồm polyetylen, polypropylen và polystyren.

Đã biết quy trình xác định vi nhựa, trong đó mẫu nước được hoà tách chất hữu cơ bằng hệ dung dịch SDS, biozym SE, biozym F, H_2O_2 và $FeSO_4$, sau đó tuyển nổi dung dịch thu được bằng dung dịch NaCl. Dung dịch vi nhựa thu được được đem đi lọc chân không bằng giấy lọc. Sau đó, xác định vi nhựa có trên giấy lọc theo các thông số như hình dạng, kích thước, khối lượng và thành phần hoá học [xem *Emilie Strady, các đồng tác giả, Baseline assessment of microplastic concentrations in marine and freshwater environments of a developing Southeast Asian country, Viet Nam; Marine Pollution Bulletin Volume 162, January 2021, 111870*].

Quy trình này có một số hạn chế. Thứ nhất, do còn dư lượng chất oxy hoá nên giấy lọc bị chuyển thành màu vàng, dẫn đến khó xác định hình dạng, kích thước của nhựa khi quan sát trên kính hiển vi. Thứ hai, do vi nhựa có tỷ trọng đa dạng, việc tuyển nổi bằng NaCl không tách được hoàn toàn các vi nhựa, đặc biệt là các vi nhựa có trọng lượng riêng lớn. Điều này làm cho kết quả phân tích chưa đủ chính xác.

Khắc phục một trong các nhược điểm nêu trên, đã có đề xuất sử dụng kết hợp với dung dịch kẽm clorua có tỷ trọng lớn hơn để tách triệt để vi nhựa, tuy nhiên do kẽm clorua rất đắt nên giải pháp này cũng không khả quan, bên cạnh việc vẫn chưa khắc phục được sự chuyển màu của giấy lọc.

Do đó, có nhu cầu đổi mới quy trình phân tích vi nhựa giúp xác định, phân tích hiệu quả thành phần vi nhựa trong trầm tích, ít nhất là khắc phục được các nhược điểm nêu trên.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đưa ra quy trình phân tích vi nhựa trong mẫu nước. Phạm vi áp dụng để phân tích sự hiện diện của vi nhựa có kích thước trong khoảng 0,7 - 5.000 μm trong mẫu nước bằng thiết bị kính hiển vi soi nổi và máy quang phổ hồng ngoại. Kết quả phân tích thu được là đặc điểm của vi nhựa bao gồm:

- Tính chất vật lý: số lượng, kích thước, hình dạng, màu sắc.
- Tính chất hóa học: loại polyme.

- Hàm lượng vi nhựa: dựa trên khối lượng cân, số lượng đếm và sử dụng công thức tính toán.

Quy trình phân tích vi nhựa trong mẫu nước theo giải pháp hữu ích bao gồm các bước:

(i) chuẩn bị mẫu cần phân tích bằng cách: đồng nhất và lọc mẫu để loại bỏ phần có kích thước lớn hơn 5000 μ m;

(ii) lấy thể tích mẫu cần phân tích;

(iii) xử lý hết chất hữu cơ trong mẫu cần phân tích bằng cách sử dụng các dung dịch SDS, biozym SE, biozym F, H₂O₂, FeSO₄;

(iv) gia nhiệt ở nhiệt độ không quá 60°C để giảm thể tích dung dịch còn không quá 25% thể tích ban đầu;

(v) tách tỷ trọng hỗn hợp theo phương pháp tuyền nổi lần lượt bằng dung dịch NaCl có tỷ trọng $d = 1,2$ g/ml và dung dịch NaI có tỷ trọng $d = 1,8$ g/ml để thu phần dung dịch chứa vi nhựa;

(vi) lọc chân không nhằm giữ lại các hạt vi nhựa trên giấy lọc thủy tinh kích thước lỗ lọc 0,7 μ m; và

(vii) xác định số lượng vi nhựa; chiều dài, hình dáng, kích thước và thành phần hoá học của vi nhựa.

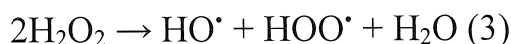
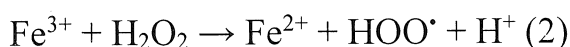
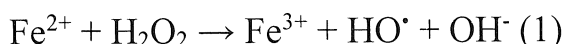
Quy trình phân tích vi nhựa trong mẫu nước theo giải pháp hữu ích có các đặc trưng sau:

- Quy trình được xây dựng phù hợp với điều kiện nghiên cứu tại Việt Nam. Sử dụng các hóa chất, dụng cụ đơn giản, rẻ tiền và thân thiện với môi trường.

- Phát hiện được vi nhựa nằm trong khoảng kích thước: 0,7 - 5.000 μ m một cách hiệu quả bao gồm cả các vi nhựa có tỷ trọng cao.

- Quy trình có sử dụng biozym SE và biozym F có chứa các enzym proteasa, enzym amylase và enzym lipase, có khả năng phân hủy các hợp chất protein, tinh bột và chất béo. Đây là những cơ chất thường gặp trong tự nhiên. Đồng thời có bổ sung thêm dung dịch của chất hoạt động bề mặt natri dodecyl sulfat (Sodium Dodecyl Sulfate: SDS), làm tăng cường quá trình tiếp xúc cho các “mảnh hữu cơ” với các enzym phân hủy.

- Loại bỏ được các chất hữu cơ có kích thước tương đương vi nhựa, tránh sai số cho phép đo bằng kỹ thuật WPO (Oxy hóa ướt - wet peroxide oxidation) với chất oxy hóa là H_2O_2 . Các gốc hydroxyl sinh ra trong quá trình phân hủy hydro peroxit sẽ oxy hóa hầu hết các chất hữu cơ tự nhiên thành axit cacboxylic, andehit, CO_2 và H_2O , nhưng chúng không phân huỷ vi nhựa. Bên cạnh đó, nó có thể được sử dụng để giải phóng vi nhựa từ các dòng nước thải. Sự có mặt của chất xúc tác (FeSO_4) cho phép phân hủy nhanh chất hữu cơ, được gọi là phản ứng Fenton. Các phản ứng xảy ra gồm:



- Loại bỏ được sự tác động của dung dịch vi nhựa và chất oxy hoá lên giấy lọc, dẫn đến cải thiện kết quả phân tích đặc trưng vật lý của vi nhựa.

- Sử dụng đa dung dịch tách tỷ trọng để phân nhóm polyme của vi nhựa với nguyên lý là dựa vào sự chênh lệch về tỷ trọng giữa dung dịch muối và loại polyme của vi nhựa để phân tách. Các hạt nhựa có tỷ trọng nhẹ hơn có xu hướng nổi lên bề mặt dung dịch, trong khi các vật liệu đặc hơn vẫn ở dưới cùng của gradien dung dịch. Lặp lại bước tách tỷ trọng nhằm tăng hiệu quả tách đồng thời tái sử dụng dung dịch này cho các mẫu phân tích tiếp theo.

- Xác định được hàm lượng tương đối của vi nhựa trong mẫu nước phân tích dựa trên khối lượng cân và sử dụng công thức tính toán.

Với các đặc trưng nêu trên, quy trình này đáp ứng được mục tiêu xác định hàm lượng, số lượng, kích thước, hình dạng, màu sắc và loại polyme của vi nhựa đồng thời loại bỏ được các yếu tố làm ảnh hưởng đến kết quả đo như lượng hữu cơ, sinh khối trong mẫu, vi nhựa trong không khí, trong dung dịch hóa chất phân tích.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ vắn tắt thể hiện quy trình phân tích vi nhựa trong mẫu nước;

Hình 2 là biểu đồ thể hiện phân bố kích thước vi nhựa trong mẫu nước thử nghiệm của Ví dụ 1;

Hình 3 là biểu đồ thể hiện phân bố thành phần hóa học vi nhựa trong mẫu nước thử nghiệm của Ví dụ 1.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Hình 1 là sơ đồ thể hiện vắn tắt quy trình phân tích vi nhựa trong mẫu nước của giải pháp hữu ích. Quy trình này bao gồm các bước cơ bản sau:

Chuẩn bị mẫu

Mẫu nước sau khi lấy được bảo quản lạnh sâu 1 - 4 °C bằng tủ lạnh cho đến khi được xử lý. Lấy mẫu ra khỏi tủ lạnh và để nguội tự nhiên ở nhiệt độ phòng.

Các mẫu nước luôn có hàm lượng chất hữu cơ, xác bào tử, chất rắn lơ lửng và nhiều tạp chất khác, v.v.. Vì vậy cần thiết phải đồng nhất mẫu (trộn đều và thực hiện việc lọc mẫu qua sàng rây inox lỗ 5 mm. Các dụng cụ cần sử dụng bao gồm:

- Cốc thủy tinh 500 ml: 02 cái
- Ống đông thủy tinh 500 ml: 01 cái
- Chậu thủy tinh 180 mm: 01 cái
- Sàng rây inox lỗ 5 mm: 01 cái

Rửa sạch các dụng cụ này bằng nước cất siêu sạch đã lọc qua giấy lọc GF/F 0,7 µm để hạn chế sự ảnh hưởng của vi nhựa trong không khí có thể bám trên bề mặt.

- Lấy 300 ml mỗi mẫu nước thải cho vào cốc thủy tinh 500 ml sau đó lọc qua rây có kích thước lỗ 5 mm nhằm loại bỏ những vật chất có kích thước lớn hơn 5 mm. Phần dung dịch sau lọc được dùng cho bước phân tích tiếp theo (V~ 300 ml).

Xử lý chất hữu cơ

Các dụng cụ, hóa chất cần sử dụng trong bước này bao gồm:

Dụng cụ:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Cốc thủy tinh 500 ml: 01 cái | Bình định mức 50; 100; 1000 ml |
| Pipet có vạch chia 5 ml: 02 cái | Cân phân tích loại 4 số lẻ |
| Pipet có vạch chia 20 ml: 01 cái | Thìa kim loại: 01 cái |
| Pipet cơ: 01 cái | |

Hóa chất:

Dung dịch hydro peroxit (H_2O_2) 30 %: 15 - 60 ml $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 7,5 g

Biozym SE (protease and amylase): 1 ml H_2SO_4 : 3 ml

Biozym F (lipase): 1 ml Nước cất siêu sạch

- Cho 1,0 g SDS vào 300 ml mẫu, đặt trên bếp điện ở trong tủ hút ở nhiệt độ 50 °C trong 24 h. Đảm bảo phải hòa tan toàn bộ lượng SDS.

- Lần lượt bổ sung 1 ml biozym SE và biozym F vào cốc chứa 300 ml trên. Duy trì nhiệt độ 40 °C trong 48 h.

Lượng bổ sung nêu trên có thể thay đổi phụ thuộc vào thành phần hữu cơ trong mẫu nước, tuy nhiên, đa số các trường hợp chỉ cần áp dụng tỷ lệ nêu trên là đáp ứng yêu cầu.

Biozym SE và Biozym F là các sản phẩm có bán sẵn trên thị trường và dễ dàng mua được từ Spinnrad GmbH.

- Thêm 15 ml dung dịch H_2O_2 30% và 15 ml dung dịch Fe(II) vào cốc mẫu, duy trì ở nhiệt độ 40°C trong 48 h hoặc có thể kéo dài cho đến khi loại bỏ được toàn bộ lượng chất hữu cơ (dung dịch trong và có màu vàng). Trong trường hợp các mẫu có hàm lượng hữu cơ cao, có thể lặp lại bước này thêm 1 - 2 lần.

- Tiếp tục gia nhiệt để giảm thể tích dung dịch còn không quá 25% thể tích ban đầu, tốt nhất là còn từ khoảng 5 đến 20% thể tích ban đầu. Việc lựa chọn này sao cho lượng mẫu được cô đến mức gần hết hơi nước và chỉ còn lại các chất hữu cơ, tác nhân phản ứng mà không làm ảnh hưởng đến trạng thái, hình dạng vi nhựa. Việc lựa chọn thể tích này tùy vào thành phần hữu cơ trong nước. Nếu lớn hơn 25% thể tích ban đầu thì lượng nước còn lại trong mẫu lớn, dẫn đến làm loãng dung dịch tách tỉ trọng, làm ảnh hưởng đến kết quả phân tích vi nhựa.

Tách tỉ trọng

Dựa trên tỷ trọng tương đối của các polyme (thường trong khoảng ~ 1,0 - 1,4 g/ml) để phân nhóm và lựa chọn dung dịch tách tỉ trọng phù hợp. Quy trình này sử dụng 02 dung dịch muối để tách tỉ trọng, bao gồm:

- NaCl 5,33 M ($d = 1,2$ g/ml)

- NaI 10 M ($d = 1,8 \text{ g/ml}$)

Giới hạn tách tỷ trọng các polyme của vi nhựa trong quy trình như sau:

Tên polyme	Tên viết tắt	Tỷ trọng (g/cm^3)
<i>Dung dịch NaCl 5,33 M ($d = 1,2 \text{ g/ml}$)</i>		
Polystyren (giãn nở)	PS	0,01 - 1,06
Polypropylen	PP	0,85 - 0,92
Polyetylen tỷ trọng thấp	LDPE	0,89 - 0,93
Etylen vinyl axetat	EVA	0,93 - 0,95
Polyetylen tỷ trọng cao	HDPE	0,94 - 0,98
Polyamide	PA	1,12 - 1,15
Nylon 6,6	PA 6,6	1,13 - 1,15
<i>Dung dịch NaI 10 M ($d = 1,8 \text{ g/ml}$)</i>		
Polymetyl metacrylat	PMMA	1,16 - 1,20
Polycarbonat	PC	1,20 - 1,22
Polyuretan	PU	1,20 - 1,26
Polyetylen terephtalat	PET	1,38 - 1,41
Polyvinyl clorua	PVC	1,38 - 1,41
Polytetrafloroetylen	PTFE	2,10 - 2,30

Các dụng cụ, hóa chất cần sử dụng trong bước này bao gồm:

Dụng cụ:

Cốc thủy tinh 500 ml: 01 cái Ống nhỏ giọt thủy tinh: 02 cái
 Ống đong thủy tinh 25 ml: 02 cái Chậu thủy tinh 180 mm: 02 cái

Hóa chất:

Dung dịch NaCl 5,33 M: 200 g/590ml Dung dịch NaI 10 M: 30 g/20ml
 Nước cất siêu sạch

Các bước thực hiện như sau:

- Dung dịch NaCl 5,33 M được thêm vào cốc sau bước xử lý hữu cơ với tỷ lệ 3:1. Để yên trong vòng 60 phút, sau đó dùng chính dung dịch NaCl này hoặc nước cất siêu sạch cho vào cốc để tạo dòng chảy, đưa phần nổi trên bề mặt cốc tràn ra chậu thủy tinh. Phần dung dịch trong chậu này được chuyển qua cốc thủy tinh để lọc qua bộ lọc chân không.

- Phần dung dịch còn lại trong cốc được bổ sung thêm dung dịch NaI cũng với tỷ lệ 3:1 để tiếp tục tách tỷ trọng các polyme còn lại có $d > 1,2$ g/ml.

- Lặp lại lần lượt bước tách tỷ trọng này 1-2 lần để tăng hiệu quả tách.

- Kiểm tra tỷ trọng dung dịch bằng cách cân khối lượng của 2 ml dung dịch. Tỷ trọng thực tế của dung dịch được tính bằng phép chia của khối lượng cân cho 2 ml thể tích. Bổ sung thêm dung dịch muối tương ứng để đảm bảo tỷ trọng.

- Dung dịch sau bước tách tỷ trọng trong chậu thủy tinh số 1 và 2 được dùng để lọc chân không trong bước tiếp theo.

Lọc vi nhựa

Sử dụng bộ lọc chân không với giấy lọc sợi thủy tinh (GF/F đường kính 47 mm, kích thước lỗ lọc $0,7 \mu\text{m}$) để lọc các vi nhựa. Sử dụng nước cất siêu sạch tráng rửa nhiều lần để đảm bảo chuyển hết toàn bộ vi nhựa lên trên giấy lọc. Giấy lọc được đựng trong đĩa peptri thủy tinh 60 mm có dán nhãn để phục vụ cho việc đo phổ hồng ngoại, soi kính hiển vi và cân khối lượng vi nhựa. Cân khối lượng giấy lọc trước và sau khi lọc. Các dụng cụ cần sử dụng trong bước này bao gồm:

Bộ lọc chân không: 01 bộ Giấy lọc sợi thủy tinh GF/F 47 mm, $0,7 \mu\text{m}$

Đĩa peptri thủy tinh 60 mm Kẹp inox

Nước cất siêu sạch

Xác định vi nhựa

- Sử dụng kính hiển vi soi nổi với độ phóng đại thích hợp để xác định tính chất vật lý của vi nhựa, bao gồm các thông số:

+ Số lượng vi nhựa

+ Kích thước (μm): chia làm các khoảng theo bước nhảy $50 \mu\text{m}$ (0-50; 51-100; ..., 4500 – 5000 μm)

+ Hình dạng: mảnh, sợi, viên, ..

+ Màu sắc: xanh, đỏ, trắng, ...

- Sử dụng thiết bị quang phổ hồng ngoại để xác định tính chất hóa học (loại polyme) của vi nhựa: sử dụng kính hiển vi hồng ngoại và đo ở chế độ truyền qua sử dụng đầu dò MCT, được làm lạnh bằng nitơ lỏng với số lần quét (scan) tùy

thuộc vào mật độ vi nhựa có trong mẫu, có thể 128 lần. Với đầu dò này cho độ nhạy và tốc độ phân tích cao, với khoảng khổ $7800 - 650 \text{ cm}^{-1}$. Quang phổ của từng hạt được ghi nhận và so sánh với thư viện quang phổ polyme. Chỉ có độ trùng khớp hơn 70% mới có thể được chấp nhận là vi nhựa.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Phân tích vi nhựa trong mẫu nước thải của trạm xử lý nước thải tập trung khu công nghiệp Hòa Khánh, khu công nghiệp Hòa Cầm và khu công nghiệp Đà Nẵng tại thành phố Đà Nẵng. Các mẫu được đem đi phân tích vi nhựa theo quy trình giống nhau như sau.

Các mẫu được lấy ra khỏi tủ lạnh và để nguội tự nhiên đến nhiệt độ phòng, sau đó lắc đều để đồng nhất mẫu. Cho 300 ml mẫu vào cốc thủy tinh có dán nhãn, sau đó lọc qua rây inox có kích thước lỗ là $5000 \mu\text{m}$. Phần dung dịch sau lọc được dùng cho bước phân tích tiếp theo. Thể tích mẫu sau lọc không có nhiều thay đổi so với mẫu trước lọc do các trạm xử lý nước thải này đều thu nhận nước thải đã được xử lý sơ bộ.

Cho từ từ 1,0 g SDS vào 300 ml mẫu, đặt trên bếp điện ở trong tủ hút ở nhiệt độ 50°C trong 24 h. Đảm bảo phải hòa tan toàn bộ lượng SDS. Sau đó, lần lượt bổ sung 1 ml biozym SE và biozym F vào cốc chứa 300 ml trên. Duy trì nhiệt độ 40°C trong 48 h. Bổ sung thêm 15 ml dung dịch H_2O_2 30% và 15 ml dung dịch Fe(II) vào cốc mẫu, duy trì ở nhiệt độ 40°C trong 48 h hoặc có thể kéo dài cho đến khi loại bỏ được toàn bộ lượng chất hữu cơ (dung dịch trong và có màu vàng). Tiếp tục bổ sung thêm 30 ml H_2O_2 30% cho đến khi loại bỏ hoàn toàn lượng hữu cơ. Gia nhiệt cốc dung dịch để giảm thể tích dung dịch còn không quá 10% thể tích ban đầu.

Tiếp đến, thực hiện tách tỷ trọng bằng dung dịch NaCl và NaI như mô tả ở phần trên để thu được dung dịch chứa vi nhựa. Cho 220 ml dung dịch NaCl ($d=1,2 \text{ g/ml}$) vào cốc chứa mẫu, khuấy đều và để yên trong vòng 60 phút. Kiểm tra tỷ trọng của cốc dung dịch đạt $\sim 1,2 \text{ g/ml}$. Các hạt vi nhựa có tỉ trọng nhẹ sẽ nổi lên trên bề mặt. Tiếp đến, sử dụng dung dịch NaCl để làm đầy và chảy tràn phần chất nổi bên trên ra chậu thủy tinh. Lặp lại công việc này 2 lần để tăng hiệu

quả tách vi nhựa. Sau đó, thêm 280 ml dung NaI ($d = 1,8 \text{ g/ml}$) vào cốc và thực hiện tương tự. Lúc này tỷ trọng của dung dịch là $1,82 \text{ g/ml}$. Thu phần dung dịch có chứa các vi nhựa nổi trên bề mặt bằng phương pháp chảy tràn để thực hiện việc lọc chân không. Lặp lại công việc này 2 lần để tăng hiệu quả tách.

Sử dụng bộ lọc chân không với giấy lọc sợi thủy tinh GF/F đường kính 47 mm, kích thước lỗ lọc $0,7 \mu\text{m}$ để lọc các dung dịch chảy tràn trên để thu hồi vi nhựa. Sử dụng nước cất siêu sạch tráng rửa nhiều lần để đảm bảo chuyển hết toàn bộ vi nhựa lên trên giấy lọc. Giấy lọc sau khi lọc được bảo quản trong đĩa peptri thủy tinh 60 mm có dán nhãn để phục vụ cho việc xác định vi nhựa. Kết quả cụ thể như sau.

- *Kết quả về số lượng vi nhựa (đơn vị: số vi nhựa/l):*

Trạm XLNT	Vị trí trong HT XLNT	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 10	Trung bình	STDEV*
Hòa Cầm	Đầu vào	207	240	220	222	16
	Đầu ra	157	177	163	166	10
Đà Nẵng	Đầu vào	183	198	198	193	9
	Đầu ra	154	161	138	151	12
Hòa Khánh	Đầu vào	387	443	410	413	28
	Đầu ra	277	340	310	309	32

*: *độ lệch chuẩn thống kê*

- *Kết quả về kích thước vi nhựa:*

Như thể hiện trên Hình 2, quy trình này có thể xác định chính xác khoảng phân bố của kích thước vi nhựa, tất cả các mẫu thử nghiệm đều chứa trên 50% vi nhựa kích thước nhỏ từ $1,6 \mu\text{m}$ đến $100 \mu\text{m}$. Điều này chứng tỏ rằng quy trình của giải pháp hữu ích có hiệu quả khi xác định phổ rộng kích thước của vi nhựa.

- *Kết quả về tính chất hóa học của vi nhựa*

Thành phần hóa học của vi nhựa trong các mẫu nước thử nghiệm đa dạng, từ vi nhựa tỷ trọng thấp đến vi nhựa tỷ trọng cao. Điều này chứng tỏ rằng quy trình của giải pháp hữu ích có hiệu quả khi xác định/nhận diện được đa dạng các loại vi nhựa, giúp tăng tính tin cậy của kết quả phân tích (xem Hình 3).

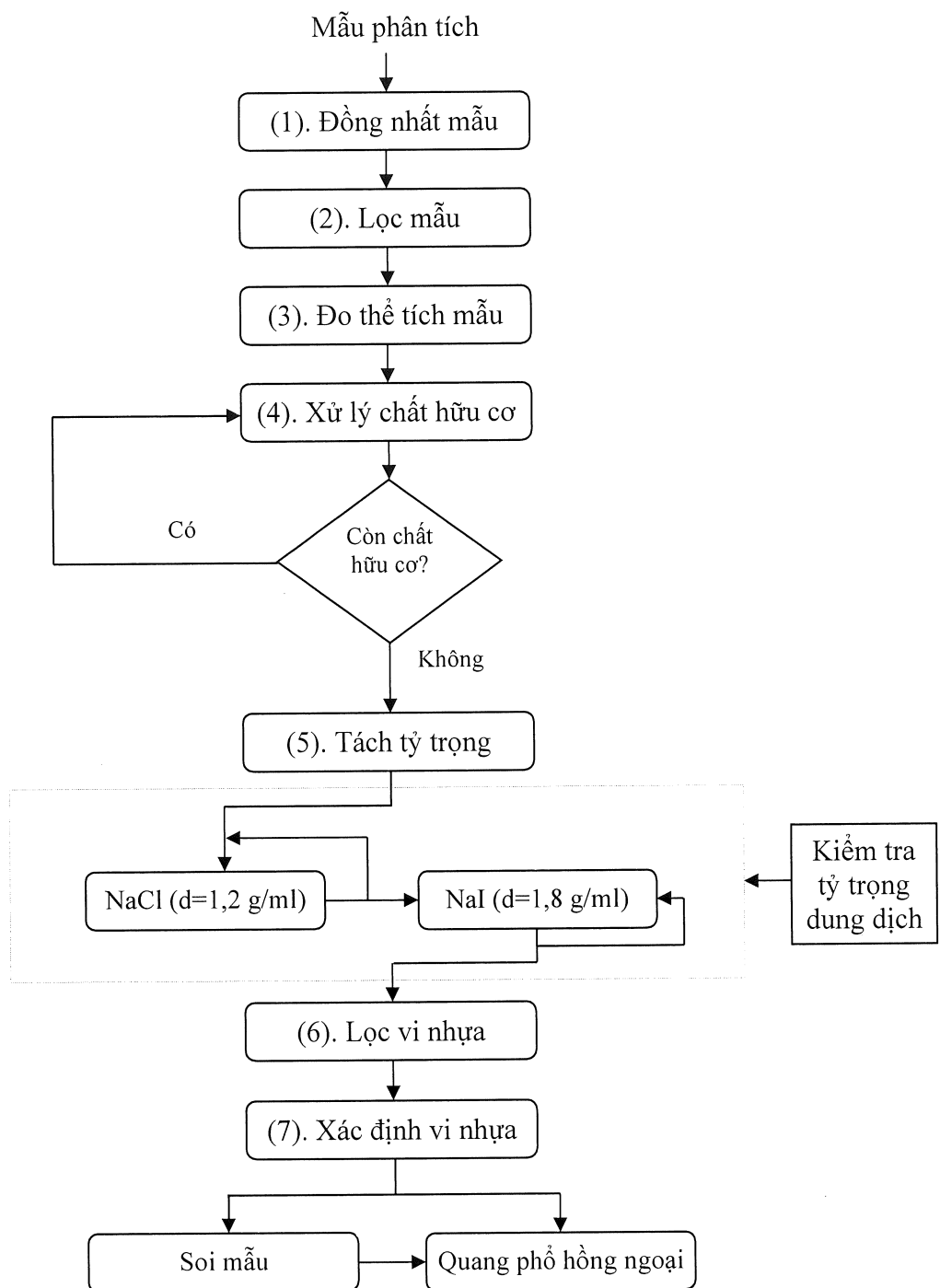
Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Quy trình phân tích vi nhựa trong nước đã áp dụng các kỹ thuật loại bỏ chất hữu cơ, tách tỷ trọng và lọc chân không nhằm phát hiện ra được các vi nhựa có trong mẫu nước với các đặc điểm về hình dạng, kích thước, màu sắc và loại polyme. Quy trình đơn giản, dễ thực hiện và đặc biệt phù hợp với điều kiện nghiên cứu của các phòng thí nghiệm tại Việt Nam.

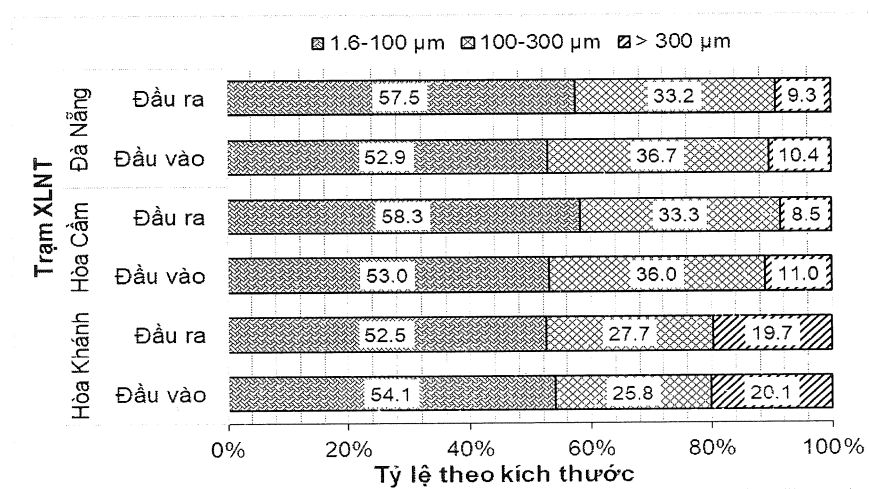
YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình phân tích vi nhựa trong mẫu nước bao gồm các bước:

- (i) chuẩn bị mẫu cần phân tích bằng cách: đồng nhất và lọc mẫu để loại bỏ phần có kích thước lớn hơn $5000\mu\text{m}$;
- (ii) lấy thể tích mẫu cần phân tích;
- (iii) xử lý hết chất hữu cơ trong mẫu cần phân tích bằng cách sử dụng các dung dịch natri dodecyl sulfat (SDS), biozym SE, biozym F, H_2O_2 , FeSO_4 ;
- (iv) gia nhiệt ở nhiệt độ không quá 60°C để giảm thể tích dung dịch còn không quá 25% thể tích ban đầu;
- (v) tách tỷ trọng hỗn hợp theo phương pháp tuyền nổi lần lượt bằng dung dịch NaCl có tỷ trọng $d = 1,2 \text{ g/ml}$ và dung dịch NaI có tỷ trọng $d = 1,8 \text{ g/ml}$ để thu phần dung dịch chứa vi nhựa;
- (vi) lọc chân không nhằm giữ lại các hạt vi nhựa trên giấy lọc thủy tinh kích thước lỗ lọc $0,7 \mu\text{m}$; và
- (vii) xác định số lượng vi nhựa; chiều dài, hình dáng, kích thước và thành phần hoá học của vi nhựa.

Hình 1

Hình 2



Hình 3

