

ĐÁNH GIÁ Ô NHIỄM VI NHỰA TRONG NƯỚC UỐNG ĐÓNG CHAI TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH PHÚ THỌ

Ngô Thị Xuân Thịnh¹, Phương Ngọc Nam¹, Đoàn Thị Oanh², Nguyễn Thị Minh Diệp¹
Trần Thị Vân Anh¹, Hà Thanh Hòa¹, Nguyễn Xuân Trường³, Phạm Quốc Tuấn¹

¹Trường Cao đẳng Y Dược Phú Thọ

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

³Trường Đại học Công nghệ Đông Á

Tóm tắt

Ô nhiễm vi nhựa (1 μm đến 5 mm) hiện đang là vấn đề to lớn đối với các hệ sinh thái cũng như sức khỏe con người trên phạm vi toàn cầu. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả giới thiệu kết quả đánh giá ô nhiễm vi nhựa trong 4 loại nước uống đóng chai thu mua trên địa bàn tỉnh Phú Thọ vào tháng 7 năm 2022. Mức độ ô nhiễm trong nước cam lên tới 43 vi nhựa/lít, cao hơn so với nước uống thảo mộc, nước khoáng thiên và nước ngọt có gas (dao động từ 1 đến 5 vi nhựa/lít). Vi nhựa dạng sợi chiếm đến 95 % và chủ yếu chúng có màu sắc nổi bật (đỏ, tím và xanh). Kích thước vi nhựa trong nước ngọt có gas lớn hơn, xấp xỉ 200 % so với 3 loại nước uống còn lại. Nguyên liệu và quy trình sản xuất có thể có liên quan tới sự ô nhiễm vi nhựa trong 4 đối tượng nghiên cứu. Các yếu tố bảo quản (nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng) đã được đánh giá trong nhiều khoảng thời gian khác nhau. Không có sự khác biệt lớn về nồng độ vi nhựa trong nước khoáng thiên nhiên và nước cam sau 6 tháng bảo quản. Ánh sáng được cho là có ảnh hưởng nhiều hơn so với yếu tố độ ẩm và nhiệt độ. Tuy vậy, cần đầu tư nghiên cứu hơn nữa về bản chất vi nhựa ô nhiễm cũng như giám sát chất lượng nguyên liệu, quy trình sản xuất, xây dựng tiêu chuẩn vi nhựa cho sản phẩm nước uống đóng chai nhằm hướng tới bảo vệ sức khỏe người tiêu dùng.

Từ khóa: Vi nhựa; Ô nhiễm; Nước uống đóng chai; Phú Thọ.

Abstract

Evaluation of microplastic pollution in bottled drinking water in Phu Tho province

Microplastic pollution (1 μm to 5 mm) is currently a major problem for ecosystems as well as human health on a global scale. Owing the ability to widely disperse as well as accumulate easily in the organism infected. In this study, we introduce the results of microplastic pollution assessment in four types of bottled drinking water purchased in Phu Tho province in July 2022. The contamination level in fruit juice is up to 43 microplastics/liter, much higher than in herbal drinks, natural mineral water and carbonated soft drinks (ranging from 1 to 5 microplastics/liter). Fiber microplastics account for 95 % of the time and mainly have striking colors (red, purple and blue). The size of microplastics in carbonated soft drinks is approximately 200 % larger than in the other three drinks. Materials and manufacturing processes may be closely related to microplastic contamination in the four study subjects. Storage factors (temperature, humidity and light) were evaluated for various time periods. There was no big difference in microplastic concentrations in natural mineral water

and orange juice after 6 months of storage. Light is said to be more influential than humidity and temperature. However, it is necessary to invest in further research on the nature of microplastic pollution, monitor the quality of raw materials and production processes and develop microplastic standards for bottled drinking water products in order to protect human health.

Keywords: Microplastic; Contamination; Bottled water; Phu Tho.

1. Đặt vấn đề

Vật liệu nhựa (các polymer hữu cơ tổng hợp) ngày càng có vai trò quan trọng trong cuộc sống hàng ngày của chúng ta. Với những ưu thế về giá thành cũng như độ bền, chúng được sử dụng trong hầu hết các thiết bị, dụng cụ từ gia đình tới các cơ quan, văn phòng. Trong khoảng thời gian 70 năm (1950 đến 2019), sản lượng nhựa trên toàn thế giới ước tính lên tới hơn 9 tỉ tấn nhựa [1]. Hiện nay, lượng nhựa được tái chế chỉ khoảng 9 % [2] trong khi phần lớn rác thải nhựa bị vứt bừa bãi ra môi trường tự nhiên. Thời gian phân hủy của rác thải nhựa ước tính lên tới hàng trăm năm, đặt ra thách thức to lớn lên các hệ sinh thái tự nhiên. Vi nhựa (MicroPlastic - MP) được định nghĩa là các đối tượng nhựa có kích thước từ 1 µm tới 5 mm [3]. Chúng đã được tìm thấy tại hầu hết mọi nơi từ núi cao tới biển sâu cho tới các thực phẩm, nước uống cho con người [4 - 6]. Với kích thước rất nhỏ, vi nhựa dễ dàng tích lũy trong cơ thể các loài vật trong đó có con người. Nghiên cứu của Farrell và Nelson (2013) quan sát thấy sự nhiễm phải vi nhựa của loài cua khi ăn phải môi (thịt trai xanh) bị ô nhiễm vi nhựa [7]. Trong khi đó, nghiên cứu tại Bỉ thực hiện bởi Van Cauwenberghe và cs (2014) ước tính con người có nguy cơ mắc phải 11 nghìn hạt vi nhựa mỗi năm thông qua việc tiêu thụ các loài hai mảnh vỏ [8]. Thậm chí, việc tìm thấy vi nhựa trong máu người đã được chỉ ra gần đây [9]. Mặc dù sự ảnh

hưởng của vi nhựa tới sức khỏe con người vẫn đang trong giai đoạn nghiên cứu thì việc hạn chế ô nhiễm vi nhựa thực phẩm, nước uống tiêu thụ trực tiếp là việc cấp bách trong giai đoạn hiện nay.

Bao bì nhựa được sử dụng hết sức phổ biến, đa dạng về chủng loại. Chúng được sản xuất chủ yếu từ 3 loại nhựa chính là polyethylene (PE), polypropylene (PP) và polyethylene terephthalate (PET). Khoảng một nửa trong số chúng chỉ được sử dụng một lần dẫn tới lượng rác thải nhựa hàng ngày là vô cùng lớn. Hiện nay, nước uống đóng chai ngày càng được sử dụng phổ biến do sự tiện lợi của chúng. Chẳng hạn như tại Italia, người dân sử dụng trung bình gần 400 lít nước lọc đóng chai mỗi năm [10]. Do đó, nguy cơ mắc phải vi nhựa của con người từ nước uống đóng chai, đặc biệt là bao bì nhựa trở lên ngày càng hiện hữu. Một số báo cáo gần đây đã chỉ ra sự có mặt của vi nhựa trong nước uống đóng chai tại nhiều quốc gia khác nhau như Trung Quốc, Indonesia, Ấn Độ, Thái Lan, Brazil và Mỹ với mức độ ô nhiễm cao nhất lên tới 10,000 vi nhựa trong 1 lít nước [6, 11]. Tại Việt Nam, ô nhiễm vi nhựa đã được báo cáo trong nhuyễn thể hai mảnh vỏ, nước sông, hồ, trầm tích sông cho tới muối ăn [12 - 14], nhưng chưa có nghiên cứu nào thực hiện trên các sản phẩm nước uống đóng chai bao bì nhựa. Do đó, nghiên cứu này hướng tới 02 mục tiêu. Thứ nhất, khảo sát mức độ ô nhiễm vi nhựa của 4 loại nước

Nghiên cứu

đóng chai thu mẫu trên thị trường tỉnh Phú Thọ. Sau đó, so sánh mức độ ô nhiễm vi nhựa trên hai đối tượng được bảo quản ở các điều kiện khác nhau về thời gian và nhiệt độ.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thu mẫu

Các mẫu nghiên cứu được thu mua trên địa bàn tỉnh Phú Thọ (thành phố Việt Trì và các huyện lân cận) vào tháng 7 năm 2022. 04 đối tượng nghiên cứu được thu mẫu bao gồm nước khoáng thiên nhiên,

nước ngọt có gas, nước ép hoa quả và nước uống thảo mộc (Bảng 1). Trên mỗi đối tượng nghiên cứu, tối thiểu 03 nhãn hiệu khác nhau được thu mua. Việc lựa chọn sản phẩm nghiên cứu đảm bảo hai yếu tố là có nhãn hiệu và còn hạn sử dụng. Mẫu được bảo quản ở điều kiện phù hợp với khuyến cáo của nhà sản xuất trong quá trình di chuyển cũng như tại phòng nghiên cứu. Thông tin về sản phẩm như nhãn hiệu, số lô sản xuất, hạn sử dụng, địa điểm và thời gian thu mua của từng sản phẩm được ghi lại cẩn thận. Nắp chai chỉ được mở ngay trước khi phân tích vi nhựa.

Bảng 1. Một số mẫu nước uống đóng chai nghiên cứu ô nhiễm vi nhựa được thu mua trên địa bàn tỉnh Phú Thọ năm 2022

TT	Kí hiệu	Sản phẩm	Hạn sử dụng	Nơi thu mua	Ngày thu mua	Bao bì
1	S1	Nước khoáng thiên nhiên (có nhãn hiệu)	01/6/2024	TP. Việt Trì	02/7/2022	PET
2	S2		23/5/2024		02/7/2022	PET
3	S3		21/3/2024		02/7/2022	PET
4	S4	Nước ngọt có gas (có nhãn hiệu)	01/11/2022	TP. Việt Trì	02/7/2022	PET
5	S5		15/12/2022		02/7/2022	PET
6	S6		11/11/2022		02/7/2022	PET
7	S7	Nước cam (có nhãn hiệu)	28/12/2022	H. Thanh Sơn	03/7/2022	PET
8	S8		22/5/2023		03/7/2022	PP
9	S9		04/6/2023		03/7/2022	PP
10	S10	Nước uống thảo mộc (có nhãn hiệu)	08/6/2023	H. Tam Nông	03/7/2022	PET
11	S11		10/02/2023		03/7/2022	PET
12	S12		27/5/2023		03/7/2022	PET

2.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình bảo quản

Các tác nhân vật lý như nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm và thời gian được biết tới là các yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới độ

bền của bao bì nhựa. Nhằm xác định vai trò của từng yếu tố, nghiên cứu này đánh giá mức độ ô nhiễm vi nhựa trên 02 đối tượng (nước khoáng thiên nhiên và nước cam), cùng lô sản xuất trong các điều kiện khác nhau được giới thiệu trong Bảng 2.

Bảng 2. Đối tượng và các điều kiện nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình bảo quản tới ô nhiễm vi nhựa trong nước uống đóng chai

TT	Sản phẩm	Điều kiện	Mô tả chi tiết ⁽¹⁾
1	Nước khoáng thiên nhiên (có nhãn hiệu)	Bảo quản 1	Để trong tối, nhiệt độ -16 ± 2 °C, độ ẩm 50 ± 5 %, 0; 3 và 6 tháng
2		Bảo quản 2	Để trong tối, nhiệt độ 40 ± 2 °C, độ ẩm 75 ± 5 %, 0; 3 và 6 tháng
3		Bảo quản 3	Để trong tối, nhiệt độ 25 ± 2 °C, độ ẩm 65 ± 5 %, 0; 3 và 6 tháng
4		Bảo quản 4	Để trong tối, nhiệt độ 4 ± 2 °C, độ ẩm 50 ± 5 %, 0; 3 và 6 tháng
5		Bảo quản 5	Để ngoài sáng, nhiệt độ môi trường, 0; 3 và 6 tháng

TT	Sản phẩm	Điều kiện	Mô tả chi tiết ⁽¹⁾
6	Nước cam (có nhãn hiệu)	Bảo quản 6	Đề trong tối, nhiệt độ -16 ± 2 °C, độ ẩm 50 ± 5 %, 0; 1; 2; 3 và 6 tháng
7		Bảo quản 7	Đề trong tối, nhiệt độ 40 ± 2 °C, độ ẩm 75 ± 5 %, 0; 1; 2; 3 và 6 tháng
8		Bảo quản 8	Đề trong tối, nhiệt độ 25 ± 2 °C, độ ẩm 65 ± 5 %, 0; 1; 2; 3 và 6 tháng
9		Bảo quản 9	Đề trong tối, nhiệt độ 4 ± 2 °C, độ ẩm 50 ± 5 %, 0; 1; 2; 3 và 6 tháng
10		Bảo quản 10	Đề ngoài sáng, nhiệt độ môi trường, 0; 1; 2; 3 và 6 tháng

(1) : Nhiệt độ 40 °C được duy trì ổn định trong tủ vi khí hậu LABTECH LHT-0250E.

2.3. Phân lập và quan sát vi nhựa

Quá trình phân lập và quan sát vi nhựa được thực hiện tại phòng thí nghiệm sạch, trong tủ hút một chiều. Thao tác thực hiện với áo blouse (chất liệu cotton) và găng tay (nitrile). Các dụng cụ thủy tinh như hệ thống lọc, cốc mỏ, đĩa petri đều được rửa sạch, gói trong giấy nhôm trước khi sử dụng. Các dung dịch sẽ được lọc qua màng lọc sợi thủy tinh, lỗ lọc 0,7 μm (Whatman, Đức) trước khi dùng để tránh nguy cơ nhiễm chéo. Phân lập vi nhựa trong mẫu nghiên cứu được thực hiện thông qua ba bước, tương tự như một số nghiên cứu gần đây [12, 14]. Đầu tiên, mẫu nghiên cứu sẽ được lắc đều rồi chuyển sang bình thủy tinh có thể tích phù hợp. Thành phần sinh học (mô) trong mẫu nghiên cứu sẽ được loại bỏ thông qua việc sử dụng dung dịch H₂O₂ 30 % (độ tinh khiết >99 %, Xilong Scientific, Trung Quốc), đun nhẹ ở 40 °C cho tới khi không còn tồn dư mô sinh vật quan sát được bằng mắt thường. Bước tuyển nổi vi nhựa sẽ được áp dụng với việc sử dụng dung dịch NaCl (Shanghai Zhanyun Chemical, Trung Quốc) bão hòa (tỷ trọng 1,2 g.ml⁻¹). Tỷ lệ thể tích của dung dịch NaCl bão hòa/mẫu nghiên cứu là 4/1. Vi nhựa trong mẫu sẽ được phân lập thông qua bước lọc bằng màng lọc sợi thủy tinh. Màng lọc sẽ được làm khô ở điều kiện thường, bảo quản kín cho tới khi quan sát xác định vi nhựa.

Quan sát vi nhựa được thực hiện dưới kính hiển vi soi nổi (Olympus SZX2-

TR300, độ khuếch đại 300 lần). Tiêu chí chấp nhận vi nhựa đối với các đối tượng quan sát đảm bảo theo đề xuất của Nor và Obbard [15]. Việc quan sát được thực hiện bởi tối thiểu 02 chuyên gia kinh nghiệm và độc lập. Kết quả quan sát của mỗi người sẽ được tổng hợp với đầy đủ các thông tin như vị trí (giá trị hai trục OX và OY), màu sắc, hình dạng, kích thước tối đa. Vi nhựa được chấp nhận khi cả hai chuyên gia quan sát xác nhận. 03 phép đo được thực hiện trên mỗi nhãn hiệu nghiên cứu. Nồng độ vi nhựa được tính theo giá trị trung bình (\pm độ lệch chuẩn) của số lượng vi nhựa trên đơn vị đóng gói (chai) và thể tích (lít).

3. Kết quả và thảo luận

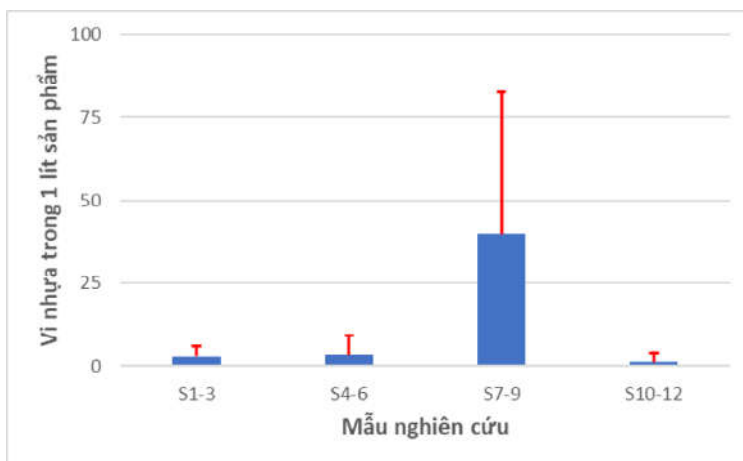
3.1. Nồng độ vi nhựa trong nước uống đóng chai

Gần 50 % số lượng mẫu nghiên cứu có chứa vi nhựa. Nồng độ vi nhựa trung bình được ghi nhận từ 1,22 (đồ uống thảo mộc) tới 43 (nước cam) vi nhựa/L đồ uống đóng chai (Hình 1). Nguyên nhân cho sự khác biệt lớn giữa nước cam và 3 đối tượng nghiên cứu còn lại có thể là do kích thước lưới lọc sử dụng trong quy trình sản xuất. Bên cạnh đó, việc sử dụng bao bì PP đối với sản phẩm nước cam dường như có ảnh hưởng tới sự ô nhiễm vi nhựa so với 3 đối tượng nghiên cứu còn lại sử dụng bao bì PET. Tuy nhiên, nhóm tác giả quan sát thấy giá trị độ lệch chuẩn lớn hơn 100 % trên cả 4 đối tượng nghiên cứu. Điều đó

Nghiên cứu

được giải thích bởi sự phân bố không đồng nhất của các hạt/sợi nhựa trong các mẫu nghiên cứu. Đặc biệt hơn, kết quả nghiên cứu cho thấy sự chênh lệch lớn về nồng độ vi nhựa giữa các nhãn hiệu trong cùng đối tượng nghiên cứu. Số lượng vi nhựa quan sát được trong mẫu S7 cao gấp

10 lần so với mẫu S9 trên cùng đối tượng nước cam. Khi đối chiếu kết quả này với hạn sử dụng ghi trên bao bì của sản phẩm, thời gian còn lại là 5 (S7) và 11 (S9) tháng so với thời điểm thu mua. Tuy nhiên, mối tương quan này không được quan sát thấy trên các đối tượng nghiên cứu khác.

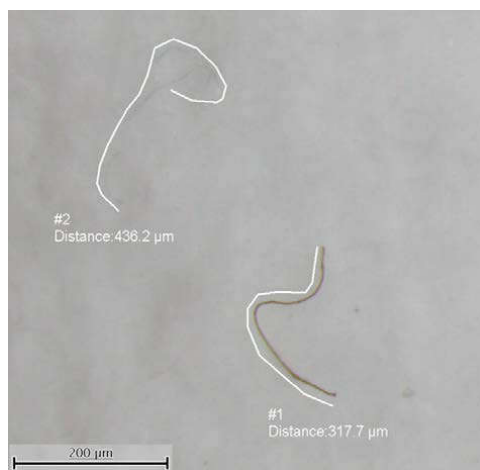


Hình 1: Nồng độ vi nhựa tính theo lít và độ lệch chuẩn trong 4 loại nước uống đóng chai thu mua trên địa bàn tỉnh Phú Thọ tháng 7 năm 2022 (S1-3: Nước khoáng thiên nhiên; S4-6: Nước ngọt có gas; S7-9: Nước cam và S10-12: Nước uống thảo mộc)

3.2. Đặc điểm của vi nhựa trong nước uống đóng chai

Dạng sợi chiếm ưu thế (95 %) trong tổng số vi nhựa quan sát được (Hình 2). Kết quả này khá tương đồng với hình dạng vi nhựa quan sát được trong các mẫu

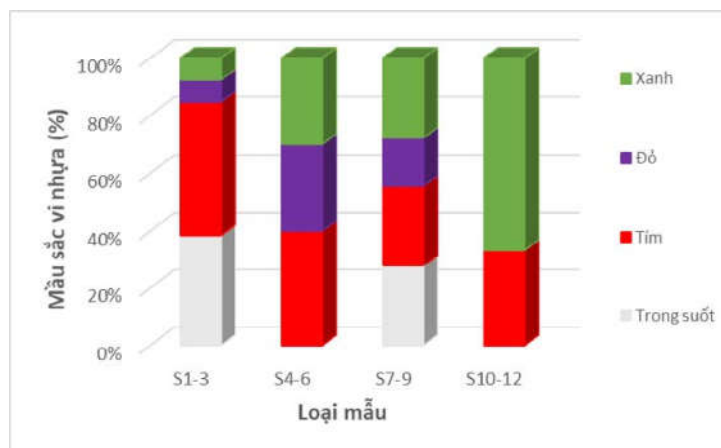
muối ăn tại Hà Nội [14]. Hơn thế nữa, vi nhựa dạng sợi thường có khối lượng rất nhỏ (chiều rộng thường nhỏ hơn 20 μm) nên chúng dễ dàng phân tán trong không khí và chiếm ưu thế trong hầu hết các đối tượng nghiên cứu, kể cả nước, trầm tích cũng như mẫu sinh vật [12].



Hình 2: Vi nhựa quan sát trong mẫu nước uống đóng chai dưới kính hiển vi soi nổi Olympus SZX2-TR300, đường viền màu trắng mô tả kích thước của vi nhựa

Màu sắc vi nhựa trong nước uống đóng chai được thể hiện ở Hình 3. Các loại vi nhựa có màu sắc nổi bật (đỏ, tím, xanh) chiếm ưu thế so với vi nhựa trong suốt. Lưu ý rằng tất cả bao bì của các sản phẩm nghiên cứu đều có màu trong suốt

hoặc trắng. Kết quả này cho phép đặt ra giả thuyết về vi nhựa ô nhiễm trong nước uống đóng chai chủ yếu đến từ sự ô nhiễm của nguyên liệu hoặc quy trình sản xuất. Một phần ô nhiễm vi nhựa có thể có nguồn gốc từ bao bì.



Hình 3: Màu sắc của vi nhựa trong 4 loại nước uống đóng chai thu mua trên địa bàn tỉnh Phú Thọ tháng 7 năm 2022 (S1-3: Nước khoáng thiên nhiên; S4-6: Nước ngọt có gas; S7-9: Nước cam và S10-12: Nước uống thảo mộc)

Kích thước vi nhựa trong mẫu nước uống đóng chai được ghi nhận từ 15 tới 1.380 μm , trong đó chủ yếu là vi nhựa có kích thước từ 100 tới 500 μm . Kích thước trung bình nhỏ nhất được tìm thấy trong các mẫu nước cam ($168,8 \pm 129,1 \mu\text{m}$). Trong khi đó, các mẫu nước ngọt có gas chứa vi nhựa có kích thước lớn hơn so với cả 3 đối tượng nghiên cứu còn lại. Chúng lớn hơn 163 % so với mẫu nước uống thảo mộc, 186 % so với mẫu nước khoáng thiên nhiên và 264 % so với mẫu nước

cam. Điều đó đặt ra giả thuyết về sự ảnh hưởng (có thể có) của khí gas tới sự giải phóng vi nhựa trong nước ngọt hay sự ô nhiễm này đến từ nguyên liệu hoặc quy trình sản xuất loại nước uống này.

3.3. Ảnh hưởng của quá trình bảo quản tới ô nhiễm vi nhựa

Nồng độ vi nhựa trong nước khoáng thiên nhiên và nước cam sau khi bảo quản ở các điều kiện khác nhau được giới thiệu trong Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Nghiên cứu độ ổn định ô nhiễm vi nhựa trong nước khoáng thiên nhiên và nước cam

Điều kiện	Nồng độ vi nhựa trong 1 đơn vị đóng gói ^(*)					Sản phẩm
	0 tháng	1 tháng	2 tháng	3 tháng	6 tháng	
BQ1	Nd	Na	Na	1	0,33	Nước khoáng thiên nhiên
BQ2	Nd	Na	Na	1	Nd	
BQ3	Nd	Na	Na	0,33	0,33	
BQ4	Nd	Na	Na	5	Nd	
BQ5	Nd	Na	Na	Nd	1	

Điều kiện	Nồng độ vi nhựa trong 1 đơn vị đóng gói ^(*)					Sản phẩm
	0 tháng	1 tháng	2 tháng	3 tháng	6 tháng	
BQ1	21,9	6,6	26,4	17,6	17,6	Nước cam
BQ2	21,9	11	6,6	15,4	15,4	
BQ3	21,9	11	13,2	28,6	15,4	
BQ4	21,9	11	6,6	17,6	24,2	
BQ5	21,9	8,8	15,4	24,2	26,4	

^(*): Na = không áp dụng và Nd = không xác định.

Kết quả nổi bật nhất quan sát được từ Bảng 3 là sự khác biệt lớn về nồng độ vi nhựa giữa hai đối tượng nghiên cứu. Đối với mẫu nước khoáng thiên nhiên, khoảng 30 % số mẫu nghiên cứu không có chứa vi nhựa. Kết quả này độc lập với các điều kiện bảo quản khác nhau cũng như thời gian nghiên cứu. Nồng độ vi nhựa trong mẫu nước cam có sự khác biệt sau 3 tháng bảo quản ở các điều kiện khác nhau. Giá trị trung bình của nồng độ vi nhựa trong mẫu nước cam sau 3 và 6 tháng bảo quản lớn hơn gần gấp đôi so với thời gian nghiên cứu là 1 và 2 tháng (20,2 so với 11,7). Đáng chú ý là nồng độ vi nhựa trong nước cam thấp nhất ở điều kiện bảo quản 2 (lã hóa cấp tốc). Ở chiều ngược lại, yếu tố ánh sáng dường như đóng vai trò quan trọng nhất ảnh hưởng tới nồng độ vi nhựa.

4. Kết luận

Nghiên cứu này bước đầu đánh giá mức độ ô nhiễm vi nhựa trong 4 loại nước uống đóng chai lưu hành trên địa bàn tỉnh Phú Thọ. Kết quả nghiên cứu cho thấy gần 50 % lượng mẫu nghiên cứu có chứa vi nhựa với mức ô nhiễm cao nhất thuộc về nước cam. Sự khác biệt từ 20 đến 40 lần giữa nước cam so với nước khoáng thiên nhiên, nước ngọt có ga và trà thảo mộc có thể đến từ sự khác nhau về quy trình sản xuất. Phần lớn vi nhựa có kích

thước nhỏ hơn 500 μm và có màu sắc nổi bật (đỏ, xanh, tím). Do đó không thể loại trừ nguyên nhân ô nhiễm đến từ nguyên liệu sản xuất. Sự có mặt của khí gas được cho là có liên quan đến kích thước vi nhựa được tìm thấy trong số 4 đối tượng nghiên cứu. Tuy vậy, cần có phương pháp chính xác hơn (ví dụ như đo phổ hồng ngoại, Raman) nhằm đánh giá bản chất vi nhựa ô nhiễm để so sánh với bao bì của sản phẩm (chủ yếu là PET). Nghiên cứu động học chỉ ra rằng yếu tố ánh sáng có thể có vai trò quan trọng hơn so với một số yếu tố khác như nhiệt độ, độ ẩm và thời gian. Nguy cơ mắc phải vi nhựa của người Việt Nam thông qua việc tiêu thụ các sản phẩm nước uống đóng chai dường như thấp hơn so với một số nước khác như Mỹ và Thái Lan. Bên cạnh việc tìm hiểu rõ hơn về nguồn gốc vi nhựa, việc nâng cao giám sát nguyên liệu và quy trình sản xuất nước uống đóng chai có thể giúp cho việc đảm bảo sức khỏe người tiêu dùng. Trong tương lai xa, nhóm tác giả đề xuất xây dựng ngưỡng tiêu chuẩn đối với vi nhựa trong các sản phẩm nước uống đóng chai tương tự như các yêu cầu về vi sinh, kim loại nặng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Geyer, R., Jambeck, J. R. and Law, K. L. (2017). *Production, use and fate of all plastics ever made*. Science advances, 3(7), e1700782.

[2]. Organisation for Economic Co-

- operation and Development (OECD) (2022). *Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short, says OECD*. <https://www.oecd.org/environment/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.htm>. Truy cập 23 tháng 5 năm 2023.
- [3]. Arthur, C., Baker, J., Bamford, H., et al. (2009). *Summary of the international research workshop on the occurrence, effects and fate of microplastic marine debris*. In: Proceedings of the international research workshop on the occurrence, effects and fate of microplastic marine debris. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-30. NOAA, p. 530. Silver Spring, 49 pages.
- [4]. Lahens, L., Strady, E., Kieu-Le, T. C., et al. (2018). *Macroplastic and microplastic contamination assessment of a tropical river (Saigon river, Vietnam) transversed by a developing megacity*. Environmental pollution, 236, 661 - 671.
- [5]. Phuong, N. N., Poirier, L., Pham, Q. T., et al. (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 - 674.
- [6]. Zhou, X. J., Wang, J., Li, H. Y., Zhang, et al. (2021). *Microplastic pollution of bottled water in China*. Journal of Water Process Engineering, 40, 101884.
- [7]. Farrell, P. and Nelson, K. (2013). *Trophic level transfer of microplastic: Mytilus edulis (L.) to Carcinus maenas (L.)*. Environmental pollution, 177, 1 - 3.
- [8]. Van Cauwenberghe, L. and Janssen, C.R. (2014). *Microplastics in bivalves cultured for human consumption*. Environmental pollution, 193, 65 - 70.
- [9]. Leslie, H. A., Van Velzen, M. J., Brandsma, et al. (2022). *Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood*. Environment international, 163, 107199.
- [10]. Gambino, I., Bagordo, F., Coluccia, B., et al. (2020). *PET-bottled water consumption in view of a Circular Economy: The case study of Salento (South Italy)*. Sustainability, 12(19), 7988.
- [11]. Mason, S. A., Welch, V. G., Neratko, J., et al. (2018). *Synthetic polymer contamination in bottled water*. Frontiers in chemistry, 407.
- [12]. Tran Nguyen, Q. A., Nguyen, H. N. Y., Strady, E., et al. (2020). *Characteristics of microplastics in shoreline sediments from a tropical and urbanized beach (Da Nang, Vietnam)*. Marine pollution bulletin, 161, 111768.
- [13]. Do, V. M., Dang, T. T., Le, X. T. T., et al. (2022). *Abundance of microplastics in cultured oysters (Crassostrea gigas) from Da Nang bay of Vietnam*. Marine pollution bulletin, 180, 113800.
- [14]. Lê Như Đa, Phùng Thị Xuân Bình, Hoàng Thị Thu Hà và cộng sự (2022). *Bước đầu khảo sát ô nhiễm vi nhựa trong một số mẫu muối gia vị thu mua tại thành phố Hà Nội*. Tạp chí Kiểm nghiệm và An toàn thực phẩm, tập 5, số 3, trang 207 - 216.
- [15]. Nor, N. H. M. and Obbard, J. P. (2014). *Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems*. Marine pollution bulletin, 79(1 - 2), 278 - 283.
- BBT nhận bài: 17/7/2023; Phản biện xong: 12/8/2023; Chấp nhận đăng: 26/9/2023